

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
“АЗОВСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РЫБНОГО
ХОЗЯЙСТВА”
(ФГБНУ «АЗНИИРХ»)**

**ВОПРОСЫ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ
ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ**

МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

**Г. РОСТОВ-НА-ДОНУ
27 НОЯБРЯ 2015 Г.**

**Ростов-на-Дону
2015**

УДК 502.171:574.58

ББК 28.088

В - 748

Вопросы сохранения биоразнообразия водных объектов: материалы Международной научной конференции, 27 ноября 2015 г., г. Ростов-на-Дону, ФГБНУ «АзНИИРХ».- Изд-во: ФГБНУ «АзНИИРХ», 2015.- 392 с.

ISBN 978-5-904063-26-9

В сборнике представлены материалы Международной конференции по многочисленным вопросам сохранения биоразнообразия водных биоценозов, в том числе в рамках реализации Конвенции ООН о биологическом разнообразии и Рамсарской конвенции о водно-болотных угодьях, начиная от экологических основ сохранения биоразнообразия и заканчивая международным и национальным законодательством в части сохранения биоразнообразия водных объектов.

Тематика статей представляет интерес для широкого круга читателей - экологов, биологов и других специалистов, интересующихся вопросами сохранения биоразнообразия водных биоценозов.

Материалы печатаются в авторской редакции.

Редакционная коллегия:

кандидат биологических наук Л.А. Бугаев,
кандидат биологических наук А.В. Войкина

ISBN 978-5-904063-26-9

© Коллектив авторов

© Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства
(ФГБНУ «АзНИИРХ»)

**MINISTRY OF AGRICULTURE OF THE RUSSIAN FEDERATION
FEDERAL AGENCY FOR FISHERIES**

**FEDERAL STATE-FINANCED SCIENTIFIC INSTITUTION
AZOV FISHERIES RESEARCH INSTITUTE
(FGBNU “AZNIIRKH”)**

**SOME PROBLEMS ON BIODIVERSITY CONSERVATION
OF AQUATIC BIOCENOSES**

PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE

**ROSTOV-ON-DON
NOVEMBER 27, 2015**

**Rostov-on-Don
2015**

Some problems on biodiversity conservation of aquatic biocenoses: proceedings of the International Conference, November 27, 2015.- Rostov-on-Don, FGBNU “AzNIIRKH”, 2015.- 392 pp.

Materials are presented of International Conference on numerous aspects of conservation of biodiversity of water biocenoses; it is also discussed how they are realized in framework of UNO Convention and the Ramsar Convention (Convention on Wetlands of International Importance, especially as Waterfowl Habitat). The range of topics covered is from ecological foundations of biological conservation to international and national laws and regulations in environmental matters.

The problems considered may be of interest to a wide range of readers, in particular ecologists, biologists and other specialists concerned with conservation biology and water biocenoses.

Materials are published in author's edition.

Editorial board :

L.A. Bugaev, Ph.D. in Biology,

A.V. Voikina, Ph.D. in Biology,

ISBN 978-5-904063-26-9

© Group of authors

© Azov Fisheries Research Institute
(FGBNU “AzNIIRKH”)

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

Алехина Е.А., Ефремов А.Н. Телорез алоэвидный (<i>Stratiotes aliodes</i> L., Hydrocharitaceae) как источник антраценпроизводных углеводов.....	11
Аносов С.Е., Игнатьев С.М. История изучения биологического разнообразия десятиногих раков понта.....	15
Барабашин Т.О., Петрова О.П. <i>Idotea ostroumovi</i> в открытых водах северо-восточной части Черного моря.....	22
Безгачина Т.В. Специфичность антигена из культуры штамма <i>Vibrio anguillarum</i> – возбудителя вибриоза, идентифицированной у черноморских культивируемых мидий <i>Mytilus galloprovincialis</i> на побережье Северного Кавказа.....	26
Бобров Ю.А., Филиппов Д.А., Чудинова И.А., Лукашева Т.В. Биоморфология водных растений в связи с мониторингом их популяций (на примере растений европейского северо-востока России).....	30
Бойко Н.Е., Рудницкая О.А., Ружинская Л.П., Бугаев Л.А. Сезонные изменения клеточных и гуморальных показателей иммунитета черноморского калкана.....	35
Болотова Н.Л. Опыт международного сотрудничества по сохранению биоразнообразия водных экосистем на территории Вологодской области.....	38
Бондарев И.П. Особенности питания и перспективы развития рапаны <i>Rapana venosa</i> (Valenciennes, 1846) в Черном море.....	44
Боровков А.Б., Гудвилович И.Н. Сравнительная оценка накопления каротиноидов штаммами IBSS-1 и IBSS-2 <i>Dunaliella salina</i> Teod. в интенсивной культуре.....	49
Бородина А.В. Накопление каротиноидов и аллометрический рост моллюска <i>Anadara kagoshimensis</i> (Tokunaga, 1906).....	53
Брагина Т.М., Брагин Е.А. Водно-болотные угодья международного значения Северного Казахстана и их роль в сохранении редких видов фауны.....	57
Брагина Т.М., Дудкин С.И. К вопросу о методике учета рыбных ресурсов как составляющей экосистемных услуг.....	63
Вялова О.Ю., Золотницкий А.П., Жаворонкова А.М. Изменчивость морфологических характеристик раковины тихоокеанской устрицы <i>Crassostrea gigas</i> в Черном море.....	66
Глушко Е.Ю., Глотова И.А. Речные раки в водоемах Ростовской области. Биология, условия обитания, состояние популяций.....	71
Горбенко Е.В., Буртасовская Л.А., Панченко М.Г., Воробьева О.А. Павлюк А.А. К вопросу о выращивании молоди русского осетра (<i>Acipenser gueldenstaedtii</i>) в прудах разных сроков эксплуатации на ОПЗ Нижнего Дона.....	75
Горбунова М.О., Баян Е.М., Могучих Е.А. Экспресс-диагностика экологического состояния водоемов.....	80
Горбунова М.О., Баян Е.М., Пилюгина А.А. Бинарное тестирование как способ повышения эффективности мониторинговых исследований водных объектов.....	84
Гришанова Ю.С., Решетняк О.С. Многолетняя и сезонная изменчивость видового состава фитопланктона реки Ока в зоне влияния г. Дзержинск.....	87
Дмитриева Е.В., Корнийчук Ю.М., Юрахно В.М., Пронькина Н.В., Полякова Т.А., Полюк М.П. Характеристика видового разнообразия и структуры сообществ паразитов рыб в Каркинитском заливе (Черное море).....	92
Дудкин С.И., Саенко Е.М. Формирование рыбохозяйственной заповедной зоны «Балка Куцая» в Веселовском водохранилище как мера по сохранению биоразнообразия.....	99
Евстигнеева И.К., Танковская И.Н. Структурно-функциональные характеристики макрофитобентоса и их динамика в рекреации бухты Балаклавская (Черное море).....	105
Живоглядов А.А., Живоглядова Л.А., Метленков В.В. Видовой состав рыбного населения и интенсивность поедания молоди горбуши <i>Oncorhynchus gorbusha</i> разными видами рыб типичной лососевой реки юго-восточного Сахалина в летний период 2015 г.....	112
Жукова С.В., Лутынская Л.А., Фоменко И.Ф., Куропаткин А.П., Подмарева Т.И., Карманов В.Г., Бурлачко Д.С., Безрукавая Е.А. Формирование условий для естественного воспроизводства проходных и полупроходных рыб Азово-Донского района в современный период и оценка их соответствия требованиям рыбного хозяйства.....	120
Жукова С.В., Шишкин В.М., Куропаткин А.П., Лутынская Л.А., Бурлачко Д.С., Карманов В.Г., Подмарева Т.И., Фоменко И.Ф., Безрукавая Е.А. Закономерности формирования режима солености Азовского моря в современный период.....	128
Загрийчук В.П. Анализ нарушений правил рыболовства в некоторых рыбохозяйственных бассейнах Российской Федерации.....	137
Зыков И.Е., Ваулин Д.Е. Ошибки определения биологического потребления кислорода на реках с грунтово-болотным водоснабжением.....	140
Ильслова А.Р., Мельникова А.В. Анализ биологического разнообразия и структуры зообентоса в верховье реки Кубня и оценка ее экологического состояния.....	142
Казыкина С.М., Зыкова Е.Х. Таксономическая структура планктонного и бентосного сообществ р. Нерча.....	148

Климова Т.Н., Вдович И.В. Состояние ихтиопланктонных комплексов в зонах экологического риска.....	153
Ковалевский В.Н., Глушко Е.Ю. Популяции речных раков азовского бассейна в условиях интенсивной эксплуатации. Проблемы сохранения и пополнения.....	160
Кодухова Ю.В., Карабанов Д.П. Морфогенетическая изменчивость в популяции плотвы <i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758) (Actinopterygii: Cyprinidae) озера Плещеево (Россия).....	164
Коженкова С.И. Видовой состав красных водорослей российской материковой части Японского моря.....	171
Коженкова С.И. Сводный список водорослей российской материковой части Японского моря. Зеленые и бурые водоросли.....	178
Комарова А.С., Борисов М.Я. Плодовитость хариуса европейского малых рек Вологодской области.....	189
Крылова Е.Г. Токсическое действие сульфата меди на начальные этапы онтогенеза водных растений разных экологических групп.....	192
Кудерина Т.М., Грабенко Е.А., Сулова С.Б. Эколого-геохимический мониторинг реки Белая (Западный Кавказ).....	198
Кулеш В.Ф. Тепловодное культивирование сеголетка длиннопалого рака (<i>Astacus leptodactylus</i> Esch.) в земляных прудах.....	201
Курицын А.Е., Гилепп В.Е., Ефремов С.А., Макарова Т.А. Особенности летнего выращивания двухлетков семги популяций из разных рек Карелии.....	206
Леднев О.А., Ложниченко О.В. Морфофункциональная характеристика промысловых видов рыб Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна в современных экологических условиях.....	209
Леменкова П.А. Применение спутниковых снимков для оценки устойчивости экологического биоразнообразия заболоченных территорий Арктики.....	214
Макаренкова Н.Н. Фитопланктон некоторых озер гидрологических заказников Вологодской области.....	220
Маханова Е.В., Жолобова Н.А. Биоиндикция реки Сандаловка Кировской области с использованием высших растений.....	223
Мельникова А.В. Инвазионные виды в донных сообществах на мелководьях Волжского плеса Куйбышевского водохранилища.....	227
Мельникова А.В., Ильясова А.Р. Видовой состав и частота встречаемости донных беспозвоночных озера Харовое.....	233
Мирзоян З.А., Сафронова Л.М., Афанасьев Д.Ф., Фроленко Л.Н., Мартынюк М.Л. Особенности развития биологических сообществ и кормовой базы планктоноядных и бентосоядных рыб в условиях осолонения Азовского моря (2007-2014 гг.).....	237
Мхитарьян И.Д. Содержание цезия-137 в рыбах Азово-Черноморского бассейна на современном этапе.....	243
Небесихина Н.А. Сравнительный анализ химического состава и пищевой ценности морских и пресноводных моллюсков Азово-Черноморского бассейна.....	245
Островский А.М. Вопросы сохранения биоразнообразия водных объектов Гомельщины.....	251
Парухина Л.В. Икра и личинки рыб северной части Онежского залива Белого моря.....	255
Пиркова А.В., Ладыгина Л.В. Опыт воспроизводства в питомнике устрицы <i>Ostrea edulis</i> Linne, 1758 как исчезающего вида в Чёрном море.....	258
Полин А.А., Пашков А.Н. Сравнительный анализ производителей горбуши (<i>Oncorhynchus gorbusha</i> Walbaum, 1792) из двух рек Западной Камчатки по пластическим признакам.....	264
Решетняк О.С., Брызгалов В.А., Косменко Л.С. Эколого-токсикологическое воздействие токсичных металлов на состояние фитопланктонных сообществ пресноводных экосистем.....	269
Савинская А.Р. Влияние мостового перехода на формирование сообществ инфузорий.....	275
Саенко Е.М. Современное состояние ихтиофауны в опресненной части Пролетарского водохранилища.....	279
Сафронова Л.М., Мартынюк М.Л., Фроленко Л.Н., Афанасьев Д.Ф., Мирзоян З.А. Оценка развития биологических сообществ в северо-восточной части Черного моря и трофическая обеспеченность промысловых рыб в современный период.....	283
Сергеева С.Г., Дехта В.А., Дудкин С.И., Чепурная Т.А. Возможности использования морфологического подхода к изучению популяционной структуры азовской тарани <i>Rutilus rutilus</i> L.....	289
Серегин С.А., Попова Е.В. Обилие и видовое разнообразие метазойного микрозоопланктона в прибрежье Чёрного моря: короткопериодная динамика в весенне-летний период.....	294
Скробала В.М. Типология и динамические тенденции болотной растительности Украинского Расточья.....	301
Смирнов А.А. Влияние возобновленного промысла преднерестовой гижигинско-камчатской сельди на возрастной состав ее популяции.....	306
Смирнова Е.С., Смирнов А.К. Влияние среды в раннем онтогенезе на дальнейшее пищевое и поисковое поведение молоди плотвы (<i>Rutilus rutilus</i> L.).....	309
Соколова А.А. Особенности формирования рыбного населения р. Уфтьюги.....	313

Соловьева В.В., Шакуров А.И. Мониторинг адвентивной флоры естественных и искусственных водоемов Самарской области.....	317
Студиград Н.П., Болгова Л.В., Крохмаль В.А. Современное состояние летнего ихтиопланктонного сообщества в шельфовой зоне северо-восточного черноморского побережья.....	324
Терещенко Н.Н., Шахматова О.А., Стецюк А.П. Экотоксикологическое исследование воздействия ртути на черноморскую макроводоросль <i>Ulva rigida</i> C. Agardh	329
Токинова Р.П., Бердник С.В. О разнообразии ресничных червей (Plathelminthes: Catenulida, Rhabditophora) в озерах Волжско-Камского заповедника.....	335
Тропин Н.Ю., Колачева А.А. Особенности накопления ртути в мышцах щуки и окуня озер Бородаевской группы (Вологодская область).....	339
Угрюмова Е.В., Шилова А.Е., Борисов М.Я. Накопление ртути в мышечной ткани некоторых видов рыб Вытегорского, Белоусовского и Новинкинского водохранилищ.....	341
Харламова М.Н., Новиков М.А. Разнообразие птиц прибрежной зоны Клебан-Быкского водохранилища.....	347
Хрусталева А.М., Волков А.А., Расторгуев С.М., Кловач Н.В. Вариабельность мтДНК в популяциях нерки <i>Oncorhynchus nerka</i> Дальнего Востока России.....	354
Цапенков А.В., Ростовцев А.А., Зайцев В.Ф., Прусевич Л.С., Рассказов Н.В. Состояние популяции леща <i>Abramis brama orientalis</i> (Berg) в оз. Салтаим-Тенис Омской области.....	360
Цыбулевская М.В. Популяционные характеристики <i>Rapana thomasi</i> Crosse (Mollusca, Gastropoda) у берегов Абхазии.....	364
Шаганов В.В., Варламов В.И., Везубова Е.О., Дончик П.И., Петракова Е.В. Эколого-фаунистическая характеристика ихтиоцены каменистой сублиторали юго-восточного Крыма (Черное море).....	369
Шаганов В.В., Везубова Е.О. Материалы по биоэкологии пятнистой морской собачки <i>Parablennius sanguinolentus</i> (Blenniidae, Perciformes) в прибрежной зоне юго-восточного Крыма (Черное море).....	376
Шаганов В.В., Дончик П.И. Материалы по биологии морского ерша <i>Scorpaena porcus</i> Linnaeus, 1758 (Scorpaenidae, Perciformes) в прибрежной зоне юго-восточного Крыма (Черное море).....	379
Шиповалов Л.А., Ростовцев А.А., Зайцев В.Ф. Размерно-возрастная характеристика стерляди <i>Acipenser ruthenus</i> L. реки Иртыш Омской области.....	384
Шувалова Т.В., Пекарский А.Н. Международное сотрудничество как основа сохранения биоразнообразия в трансграничных водных объектах (на примере Европейского Союза).....	386

CONTENTS

	pp.
Alekhina E.A., Efremov A.N. Water soldier (<i>Stratiotes aloides</i> L., Hydrocharitaceae) as the source of anthracene derivatives of hydrocarbons.....	11
Anosov S.E., Ignatyev S.M. History of studying of biodiversity of ponticus decapods.....	15
Barabashin T.O., Petrova O.P. <i>Idotea ostroumovi</i> in open water nord-east part Black Sea.....	22
Bezgachina T.V. The specificity of the antigen from the culture of the strain of the pathogen <i>Vibrio anguillarum</i> – vibriosis identified cultivated mussels <i>Mytilus galloprovincialis</i> in the Black Sea on the coast of the North Caucasus.....	26
Bobrov Yu., Philippov D., Chudinova I., Lukasheva T. Biomorphology of water plants in connection with the monitoring of their populations (for plants of the European North-East of Russia).....	30
Boiko N.E., Rudnitskaya O.A., Ruzhinskaya L.P., Bugaev L.A. Seasonal changes in cellular and humoral indices of the Black sea turbot.....	35
Bolotova N.L. The experience of international cooperation for the conservation biodiversity of the water ecosystems on the territory of the Volgoda region.....	38
Bondarev I.P. Feeding habits and development prospects of rapa-whelk <i>Rapana venosa</i> (Valenciennes, 1846) in the Black Sea.....	44
Borovkov A.B., Gudvilovich I.N. Comparative estimation of the carotenoids accumulation of the <i>Dunaliella salina</i> Teod. (strains IBSS-1 and IBSS-2) in mass culture.....	49
Borodina A.V. The accumulation of carotenoids and allometric growth bivalves <i>Anadara kagoshimensis</i> (Tokunaga, 1906).....	53
Bragina T.M., Bragin E.A. Wetlands of International Importance of Kazakhstan and their role in the preservation of rare species of fauna.....	57
Bragina T.M., Dudkin S.I. On the question of the treatment of the fishery resources as a component of ecosystem services.....	63
Vyalova O.Yu., Zolotnitsky A.P., Zhavoronkova A.M. Fluctuation of morphological characteristics of shell of the pacific oysters <i>Crassostrea gigas</i> in the Black sea.....	66
Glushko E.Yu., Glotova I.A. Freshwater crayfishes in the waterbodies of Rostov region. Biology, habitat and status of the population.....	71
Gorbenko E.V., Burtasovskaya L.A., Panchenko M.G., Vorobyova O.A., Pavlyuk A.A. More on the question of young <i>Russian sturgeon</i> (<i>Acipenser gueldenstaedtii</i>) in ponds maintained at fish farms in the lower Don.....	75
Gorbunova M.O., Bayan E.M., Moguchikh E.A. Estimating the ecological status of water: an new express-method.....	80
Gorbunova M.O., Bayan E.M., Pilyugina A.A. Binary testing as a way to improve the efficiency of waterbody monitoring.....	84
Grishanova. Yu.S., Reshetnyak O.S. Long-term and seasonal variability of phytoplankton species composition of the Oka River in the zone of Dzerzhinsk.....	87
Dmitrieva E.V., Yurakhno V. M., Kornyychuk Yu. M., Pronkina N.V., Polyakova T.A., Popyuk M.P. Characterization of species diversity and structure of fish parasite communities from Karkinitzky Bay (Black Sea).....	92
Dudkin S.I., Saenko E.M. Formation of the fishery conservation area «Beam Kutsaya» in Veselovsky reservoir as a measure of biodiversity.....	99
Evstigneeva I.K., Tankovskaya I.N. Structural-functional characteristics of macrophytobenthos and its dynamics in recreational zone of Balaklava bay (Black sea).....	105
Zhivoglyadov A.A., Zhivoglyadova L.A., Metlenkov A.V. Specific structure and intensity of eating pink salmon <i>Oncorhynchus gorbuscha</i> fry by different fish species in the typical salmon river (southeast Sakhalin, Far East of Russia) during the summer period of 2015.....	112
Zhukova S.V., Lutynskaya L. A., Fomenko I.F., Podmareva T.I., Shishkin V.M., Kuropatkin A.P., Karmanov V.G., Burlachko D.S., Bezrukavaya E.A. Formation of conditions for the natural reproduction of the azov-don anadromous and semi-anadromous fish species in the modern period and evaluation of their compliance with the fisheries.....	120
Zhukova S.V., Shishkin V.M., Kuropatkin A.P., Lutynskaya L.A., Burlachko D.S., Karmanov V.G., Podmareva T.I., Fomenko I.F., Bezrukavaya E.A. Salinity patterns in the Azov sea under present-day conditions.....	128
Zagriyuchuk V.P. Analysis of violations of fishing rules in some fishery basins of the Russian Federation.....	137
Zykov I.E., Vaulin D.E. Errors of determination of biological consumption of oxygen on the rivers with a ground-bog water-supply.....	140

Il'yasova A.R., Mel'nikova A.V. Analysis of biological diversity and the structure of the zoobenthos in the upper reaches of the river Kubnya and assessment of its environmental condition.....	142
Kazykina S.M., Zykova E.H. Taxonomical structure of planktonic and bentosny communities of the Nercha River.....	148
Klimova, T.N., Vdodovich I.V. The present state of ichthyoplankton complexes in the areas of ecological risk.....	153
Kovalevskij V.N., Glushko E.Yu. Freshwater crayfish populations of the azov sea basin under conditions of their intensive exploitation. Problems of their conservation and replenishment.....	160
Kodukhova J.V., Karabanov D.P. Morphogenetic variability in the population of roach <i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758) (Actinopterygii: Cyprinidae) in Lake Plescheevo (Russia).....	164
Kozhenkova S.I. Red algae of the Russian mainland coast of the Sea of Japan.....	171
Kozhenkova S.I. General list of algae of the russian mainland coast of the sea of Japan. Green and brown algae.....	178
Komarova A.S., Borisov M.Y. Fertility of the European grayling small rivers of the Vologda region.....	189
Krylova E.G. Toxic effect of copper sulphate on the initial stages of ontogenesis of aquatic plants of different ecological groups....	192
Kuderina T.M., Grabenko E.A., Suslova S.B. Ecological and geochemical monitoring of the Belaya river (West Caucasus).....	198
Kulesh V.F. Warm water cultivation of the clawed crayfish yearlings (<i>Astacus leptodactylus</i> Esch.) in earthen ponds.....	201
Kuricin A.E., Gilepp V.E., Efremov S.A., Makarova T.A. Growth of Atlantic salmon parr from different river of Karelia during summer season.....	206
Ledenev O.A., Lozhnichenko O.V. Morphofunctional characteristic of target species of Azov-Black Sea fishery basin in modern ecological conditions.....	209
Lemenkova P.A. The use of satellite images for assessment of environmental vulnerability and resilience of the Arctic Wetlands.....	214
Makarenkova N.N. The phytoplankton of some lakes hydrological reserve of the Vologda region.....	220
Mahanova H.V., Jolobova N.A. Bioindication of the river Sandalovka in the Kirov region with using of higher plants.....	223
Mel'nikova A.V. Invasive species in the benthic communities of the shallow waters of the Volga reach of the Kuibyshev reservoir.....	227
Mel'nikova A.V., Il'yasova A.R. Species composition and the frequency of occurrence of benthic invertebrates of the Lake Charovoe.....	233
Mirzoyan Z.A., Safronova L.M., Afanasyev D.F., Frolenko L.N., Martynyuk M.L. Features of development of biological communities and feeding base of planktivorous and benthophagic fishes in conditions of the Azov Sea salinization (2007-2014).....	237
Mkhitaryan I.D. The content of cesium-137 in fish of the Azov-Black Sea basin at present.....	243
Nebesikhina N.A. Comparative analysis of chemical composition and nutritional value of marine and freshwater mollusks of the Azov and Black sea basin.....	245
Ostrovsky A.M. The preserving biodiversity of water bodies of Gomel region.....	251
Parukhina L.V. Fish ova and larvae of the northern Onega Bay of the White Sea.....	255
Pirkova A.V., Ladygina L.V. Experience of reproduction in hatcheries of the Black Sea oyster <i>Ostrea edulis</i> Linne, 1758 as an endangered species.....	258
Polin A.A., Pashkov A.N. The comparative analysis of pink salmon (<i>Oncorhynchus gorbusha</i> Walbaum, 1792) spawners from two rivers of the Western Kamchatka by their plastic signs.....	264
Reshetnyak O.S., Bryzgalov V. A., Kosmenko L.S. Eco-toxicological effects of toxic metals on the state of phytoplankton communities in freshwater ecosystems.....	269
Savinskaya A.R. The impact of the bridge on the formation of communities of ciliates.....	275
Saenko E.M. Current state of ichthyofauna in the fresh water part of the Proletarian reservoir.....	279
Safronova L.M., Martynyuk M.L., Frolenko L.N., Afanasyev D.F., Mirzoyan Z.A. Assessment of the status of biological communities in the north-eastern part of the Black Sea and the food provision of commercial fishes in the modern period.....	283
Sergeeva S.G., Dekhta V.A., Dudkin S.I., Chepurnaya T.A. Possibilities of morphological approach to study the population structure of the azov roach <i>Rutilus rutilus</i> l.....	289
Seregin S.A., Popova E.V. Abundance and species diversity of metazoan microzooplankton in the coastal zone of the Black Sea: short-term dynamics in the spring-summer period.....	294
Skrobala V.M. Typology and dynamic trends of Ukrainian Roztochya swamp vegetation.....	301
Smirnov A.A. The impact of renewed fishing prespawning gizhiga-kamchatka herring in the age structure of its population.....	306

Smirnova E.S., Smirnov A.K. The influence of environment in early ontogenesis on further food and search behavior of juvenile roach (<i>Rutilus rutilus</i> L.).....	309
Sokolov A.A. Peculiarities of formation of fish population in the R. Uftuga.....	313
Solovyeva V.V., Shakurov A.I. Monitoring of the adventive flora of Samara region natural and artificial reservoirs.....	317
Studigrad N.P., Bolgova L.V., Krochmal V.A. The present state of summer ichthyological plankton community in shelf area of north-eastern coast of the Black Sea.....	324
Tereshchenko N.N., Shakhmatova O.A., Stetsyuk A.P. Eco-toxic investigation of the mercury effects on the Black Sea macroalga <i>Ulva rigida</i> C. Agardh.....	329
Tokinova R.P., Berdnik S.V. Turbellarian diversity (Plathelminthes: Catenulida, Rhabditophora) in reservoirs of Volga-Kama reserve.....	335
Tropin N.Y., Kolacheva A.A. Features accumulation of mercury in the muscles of pike and perch lakes Borodaevsky group (Vologda region).....	339
Ugryumova E.V., Shilova A.E., Borisov M.I. The accumulation of mercury in muscle tissue of certain species of fish in Vytegorsky, Belousovsky and Novinkinskoye reservoirs.....	341
Kharlamova M.N., Novikov M.A. Diversity birds in the coastal zone of Kleban-Byk reservoir.....	347
Khrustaleva A.M., Volkov A.A., Rastorguev S.M., Klovach N.V. MtDNA variability in sockeye salmon <i>Oncorhynchus nerka</i> populations from the Far East of Russia.....	354
Tsapenkov A.V., Rostovtsev A.A., Zaitsev V.F., Prusevich L.S., Rasskazov N.V. State population of the bream <i>Abramis brama orientalis</i> (Berg) in the Saltaim-Tenis Lake of the Omsk region.....	360
Tsybulevskaya M.V. Population characteristics <i>Rapana thomasiana</i> Crosse (Mollusca, Gastropoda) off the coast of Abkhazia (the Black Sea).....	364
Shaganov V.V., Varlamov V.I., Verezubova V.O., Donchik P.I., Petrakova E.V. Ecological-faunistic characteristics of the fish community of rocky sublittoral of southeastern Crimea (Black sea).....	369
Shaganov V.V., Verezubova E.O. Materials on biology of rusty blenny <i>Parablennius sanguinolentus</i> (Pallas, 1814) (Blenniidae, Perciformes) in the coastal zone of southeastern Crimea (Black sea).....	376
Shaganov V.V., Donchik P.I. Materials on biology of black scorpionfish <i>Scorpaena porcus</i> Linnaeus, 1758 (Scorpaenidae, Perciformes) in the coastal zone of southeastern Crimea (Black sea).....	379
Shipovalov L.A., Rostovtsev A.A., Zaitsev V.F. Size-age characteristics of sterlet <i>Acipenser ruthenus</i> L. of the Irtysh River in the Omsk region.....	383
Shuvalova T.V., Pekarsky A.N. International cooperation as the basis of biodiversity conservation in transboundary waterbodies (on the example of the European Union).....	386

ТЕЛОРЕЗ АЛОЭВИДНЫЙ (*STRATIOTES ALIODES* L., HYDROCHARITACEAE) КАК ИСТОЧНИК АНТРАЦЕНПРОИЗВОДНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ

Е.А. Алехина, А.Н. Ефремов

*Омский государственный педагогический университет, г. Омск, Россия,
e-mail: chemconf@mail.ru, stratiotes@yandex.ru*

Представлены результаты качественного анализа и количественного определения антраценпроизводных углеводов в *Stratiotes aloides* L., (Hydrocharitaceae) и традиционных источниках лекарственного сырья (*Hypericum perforatum* L., *Senna alexandrina* Mill., *Rubia tinctorum* L.). Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что листья *Stratiotes aloides* являются потенциальным источником антраценпроизводных углеводов, содержание которых составляет 0,23 % от сухого вещества.

Ключевые слова: антраценпроизводные углеводороды, лекарственные растения, *Stratiotes aloides*, хроматография, фотоэлектроколориметрия.

В настоящее время используется около 3000 лекарственных веществ и препаратов, ассортимент которых непрерывно обновляется. Примерно 30 % лекарственных препаратов вырабатывается из лекарственных растений [8]. Лекарственные препараты, получаемые на основе растительного сырья, обладают рядом преимуществ по сравнению с синтетическими: высокая индивидуальная переносимость, слабые побочные эффекты. При изготовлении препаратов на основе растительного сырья используются те части растения, в которых концентрация полезных веществ максимальна [8].

На данный момент как источники антраценпроизводных углеводов широко применяются различные лекарственные растения [5, 9], но использованию местных ресурсов уделяется недостаточное внимание. Растения семейства водокрасовые (Hydrocharitaceae) являются потенциальным источником антраценпроизводных углеводов, обладающих широким спектром фармакологического и терапевтического действия.

Антраценпроизводные представляет собой группу природных соединений, в основе которых лежит ядро антрацена различной степени окисленности по среднему кольцу [9]. Производные антрацена широко распространены в природе, обычно в виде гликозидов (антрагликозидов) [5], при этом около половины известных антраценпроизводных выделено из высших растений семейств Rubiaceae, Polygonaceae, Rhamnaceae, Fabaceae, Liliaceae, Hypericaceae, Verbenaceae и др. Растения, содержащие антраценпроизводные, находят применение для лечения различных заболеваний кожи как антибиотики, слабительные средства и препараты нефролитического действия [5, 9].

Целью данного исследования явилась оценка телореза алоэвидного (*Stratiotes aloides* L.) как потенциального источника антраценпроизводных углеводов.

Материалы и методы исследования

Объект исследования – телорез алоэвидный (*Stratiotes aloides*), представитель семейства водокрасовые (Hydrocharitaceae); широко распространён в водных объектах Западной Сибири. Исследования химического состава *S. aloides* показали высокое содержание клетчатки, сырого протеина, витаминов (А, В₂, Е), аминокислот (глутаминовой кислоты, изолейцина, фенилаланина, валина, лейцина и др.), позволили обнаружить в его составе флавоноиды, дубильные вещества, фенолгликозиды, флороглюциды, хромоны, азотсодержащие соединения, органические кислоты [1,3,4,7]. Обладает цитостатической активностью в отношении клеток нейробластомы человека, альгицидным эффектом [7].

Для исследования содержания антраценпроизводных использовали листья *S. aloides*, собранные в фазу полного цветения – начала плодоношения из пяти местообитаний в долине р. Иртыш (Любинский и Саргатский районы, Омская область) в 2013 г. Листья были предварительно отмыты, обсушены и измельчены. До начала выполнения испытаний материал хранили в замороженном состоянии при температуре минус 18-20 °С.

В качестве объектов сравнения были выбраны следующие природные источники антраценпроизводных, реализуемые в аптечной сети: трава зверобоя продырявленного

(*Hypericum perforatum* L., Hypericaceae), листья сенны узколистной (*Senna alexandrina* Mill., Caesalpinioideae.), корни и корневища марены красильной (*Rubia tinctorum* L., Caesalpinioideae.). Производителем травы *Hypericum perforatum* является ОАО «Красногорсклексредства», листьев *Senna alexandrina* ЗАО «Здоровье», корней и корневищ *Rubia tinctorum* – ФГУП «Горно-Алтайское» Россельхозакадемии; сырье было заготовлено в 2013 г.

Hypericum perforatum содержит красящие вещества, флавоноиды, эфирное масло гиперидин, дубильные вещества, каротин, витамины С и РР, цериловый спирт, холин, органические кислоты, минеральные соли, следы алкалоидов и фитонцидов. Препараты зверобоя применяют как вяжущее, дезинфицирующее и противовоспалительное средство [5, 6].

Senna alexandrina содержит антро- и флавогликозиды, органические кислоты (салициловую, пальмитиновую, стеариновую и др.), мирициловый спирт и следы алкалоидов. Используют в качестве слабительного средства при запорах и геморроях [5].

В *Rubia tinctorum* обнаружены антраценпроизводные – оксиметилантрахиноны (5-6 %), лимонная, яблочная и винная кислоты, сахара, белки, пектиновые вещества. Обладает бактерицидным действием, мочегонным, желчегонным и спазмолитическим свойствами, применяется в виде настоев (экстрактов) [1, 5].

Исследования сырья выполнены в январе 2014 г. на базе лаборатории органической химии Омского государственного педагогического университета.

Извлечение антраценпроизводных из растительного сырья производили этиловым спиртом. Для получения свободных агликонов, гликозиды в растительном сырье подвергали гидролизу, свободные агликоны извлекали диэтиловым эфиром и хлороформом [9].

Обнаружение антраценпроизводных осуществлялось методом сублимации и реакцией со щёлочью [9]. Сущность реакции сублимации состоит в том, что при кипячении растительного материала со щёлочью происходит гидролиз антрагликозидов с образованием свободных агликонов. Одновременно антрон- и антранолпроизводные окисляются до антрахинонов. Образовавшиеся оксиантрахиноны за счёт фенольных гидроксильных групп дают феноляты (антрахиноляты), растворимые в воде. При подкислении водно-щелочного раствора диссоциация фенольных гидроксильных групп подавляется, и соединения становятся липофильными, в результате чего при встряхивании с хлороформом они из водного слоя переходят в хлороформный, хлороформный слой при этом принимает жёлтую окраску оксиантрахинонов. При встряхивании хлороформного слоя с раствором аммиака вновь происходит образование фенолятов, окрашивающих аммиачный слой [9].

Сущность реакции со щёлочью заключается в том, что содержащиеся в растительном материале антрагликозиды при высокой температуре расщепляются с образованием свободных агликонов; одновременно производные антрона и антронола окисляются до антрахинонов, которые возгоняются. При добавлении щёлочи образуются окрашенные феноляты. Пурпурная окраска раствора свидетельствует о наличии окисленной формы антраценпроизводных (1,4-диоксиантрахинона), а вишнёвая окраска – о наличии восстановленной формы (1,8-диоксиантрахинона) [9].

Количественное определение проводилось хроматографическим [9] и фотоэлектроколориметрическим [2] методами. В проводимом эксперименте хроматографирование выполняли на пластинках «Силуфол» (Чехия), которые опрыскивали 5%-ным раствором гидроксида натрия в этиловом спирте для появления цветных пятен. Идентификацию проводили сравнением коэффициентов движения (R_f), рассчитанных в ходе эксперимента, с образцами, имеющими известные величины R_f [9]. Методика хроматографирования была адаптирована к лабораторным условиям: заменена система хроматографирования «этилацетат : метиловый спирт : вода» в соотношениях 100 : 17 : 13 на систему «этилацетат : этиловый спирт : вода» в соотношениях 25 : 4,25 : 3,25. Уменьшение количества компонентов смеси для приготовления элюента не повлияло на данные эксперимента, поскольку определение коэффициента движения не требует большого количества реагентов.

Фотоэлектроколориметрический метод рекомендован для определения содержания антраценпроизводных в растительном сырье [2]. Используемый метод фотометрии основан на способности окрашенных фенолятов поглощать свет при длине волны 530-540 нм.

Пробоподготовку осуществляли путём измельчения сырья до размеров, проходящих сквозь сито с отверстиями размером 1 мм. Навеску 0,05 г помещали в пробирку, добавляли 1,5 мл ледяной уксусной кислоты, закрывали пробкой с обратным холодильником и нагревали смесь на водяной бане в течение 15 минут. Полученное извлечение экстрагировали диэтиловым эфиром. К объединённым извлечениям осторожно, по стенкам прибавляли 10 мл щелочно-аммиачного раствора. После полного расслоения прозрачный красный нижний слой, не фильтруя, сливали, а эфирный слой обрабатывали порциями щелочно-аммиачного раствора по 2 мл до прекращения окрашивания. Полученный раствор помещали в пробирку и нагревали в течение 15 минут на кипящей водяной бане с обратным холодильником. После охлаждения измеряли оптическую плотность на фотометре КФК-3 (Россия) при длине 540 нм в кювете с толщиной слоя 10 мм.

Результаты и их обсуждение

Результаты качественного обнаружения антраценпроизводных углеводов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты качественного обнаружения антраценпроизводных

Объект Метод	Признак по методике	Признак реакции в ходе эксперимента			
		<i>Hypericum perforatum</i>	<i>Rubia tinctorum</i>	<i>Senna alexandrina</i>	<i>Stratiotes aloides</i>
Сублимация	Жёлтые кристаллы	Мелкие тёмно-жёлтые кристаллы	Мелкие жёлтые кристаллы	Мелкие тёмно-жёлтые кристаллы	Крупные жёлтые кристаллы
Реакция со щёлочью	Вишнёвая окраска	Пурпурная окраска	Вишнёвая окраска	Пурпурная окраска	Вишнёвая окраска
Наличие антраценпроизводных		Окисленная форма: 1,4-диоксиантрахинон	Восстановленная форма: 1,8-диоксиантрахинон	Окисленная форма: 1,4-диоксиантрахинон	Восстановленная форма: 1,8-диоксиантрахинон

Таким образом, результаты качественного анализа свидетельствуют о возможности количественного определения антраценпроизводных в исследуемом сырье.

Определение антраценпроизводных углеводов хроматографическим методом позволило рассчитать коэффициент движения (R_f) – постоянную величину, не зависящую от концентраций анализируемого раствора, температуры, присутствия других компонентов смеси – по формуле 1:

$$R_f = v/v' = h/h', \quad (1)$$

где v – скорость движения данного вещества,

v' – скорость движения фронта подвижного растворителя,

h – расстояние движения, пройденное веществом (от стартовой линии до центра соответствующей зоны),

h' – расстояние, пройденное за то же время растворителем.

Результаты определения представлены на рисунке 1.

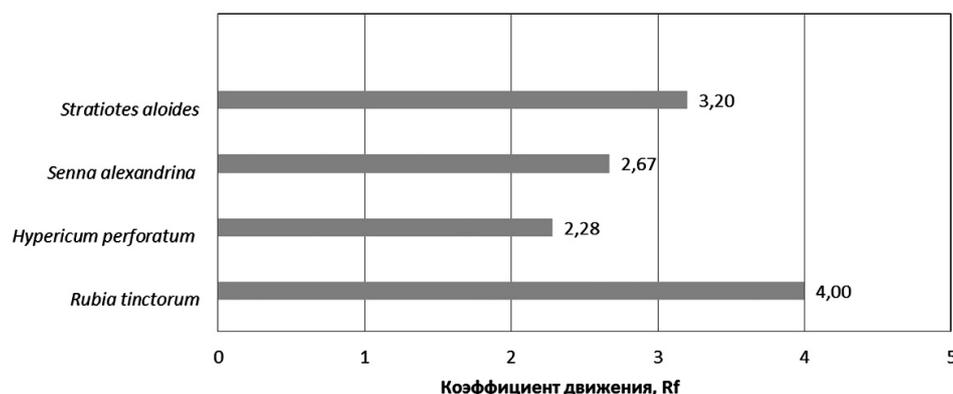


Рисунок 1 - Результаты количественного определения антраценпроизводных хроматографическим методом

Полученные результаты свидетельствуют о максимальном содержании антраценпроизводных в сырье *Rubia tinctorum* ($R_f = 4,00$). *Stratiotes aloides* также отличается довольно высоким содержанием антраценпроизводных ($R_f = 3,20$).

Определение содержания антраценпроизводных углеводов фотоэлектроколориметрическим методом осуществлялось на основе градуировочного графика, построенного по средствам Statistic 2. Концентрацию антраценпроизводных рассчитывали по формуле 2:

$$X = C \times 100 \times 100 \times 100 / m \times (100 - W) \quad (2)$$

где m – масса лекарственного сырья – 0,05 г,

W – потеря при высушивании – 0,01 г.

Полученные результаты представлены на рисунке 2.

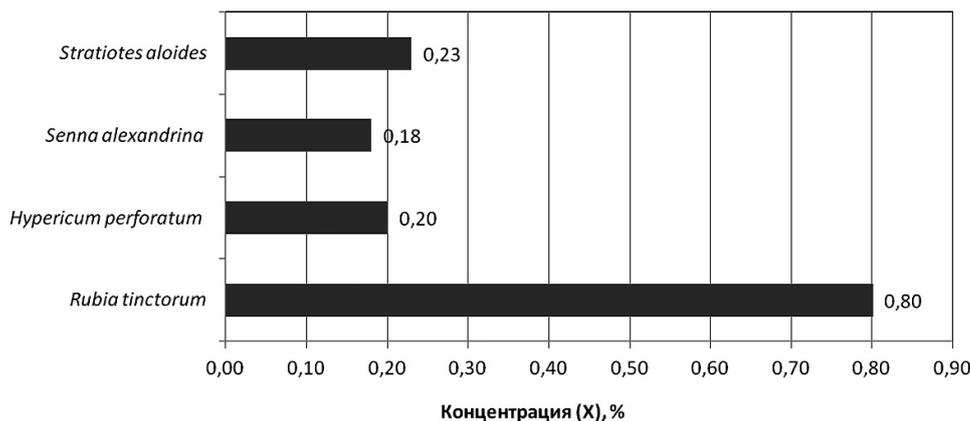


Рисунок 2 - Результаты количественного определения антраценпроизводных фотоэлектроколориметрическим методом

Результаты определения антраценпроизводных фотоэлектроколориметрическим методом согласуются с данными, полученными хроматографическим методом, и свидетельствуют о наибольшем содержании антраценпроизводных в корнях и корневищах *Rubia tinctorum* (0,80 %). Количество антраценпроизводных углеводов в *Stratiotes aloides* также значительно, 0,23 % от сухого вещества, что сопоставимо с традиционными источниками антраценопроизводных.

Заключение

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что листья *Stratiotes aloides* является потенциальным источником антраценпроизводных углеводов, содержание которых составляет 0,23 % в пересчёте на сухое вещество. Данный показатель превышает содержание в широко используемых источниках антраценпроизводных: побегах *Hypericum perforatum* и *Senna alexandrina*, но существенно ниже, чем в корневищах и корнях *Rubia tinctorum*. Учитывая распространённость *S. aloides* в Западной Сибири и меньшие затраты на заготовку листьев, использование данного вида как потенциального источника сырья экономически целесообразно.

Список литературы

1. Бельгибаева А.М. Некоторые данные о биохимическом составе телореза алоэвидного (*Stratiotes aloides* L., Hydrocharitaceae) [Текст] / А.М. Бельгибаева, А.Н. Ефремов, Е.А. Алехина // Современные проблемы биологических исследований в Западной Сибири и на сопредельных территориях: Матер. Всеросс. науч. конф., посвященной 15-летию биологического факультета Сургутского государственного университета / Отв. Ред. В.П. Стариков. – Сургут: Изд. ООО «Таймер», 2011. – С. 183–186.
2. Брутко Л.И. Количественный анализ лекарственных препаратов растительного происхождения. [Текст] / Л.И. Брутко, Т.Д. Даргаева, Г.Г. Николаева. – Улан-Удэ: БФ СО АН СССР, 1985. – 94 с.
3. Ефремов А.Н. Исследование телореза обыкновенного (*Stratiotes aloides* L.) как потенциального источника лекарственного сырья [Текст] / А.Н. Ефремов, А.М. Бельгибаева, Е.А. Алехина // Естественные науки и экология. Ежегодник. Вып. 16. Межвузовский сборник научных трудов. / Отв. ред. И.И. Богданов. – Омск: Изд. ОмГПУ, 2012. – С. 24–26.
4. Ефремов А.Н. Компонентный состав *Stratiotes aloides* L. (Hydrocharitaceae) в водоёмах бассейна Среднего Иртыша [Текст] / А.Н. Ефремов, А.М. Бельгибаева, Е.А. Алехина, М.В. Филимонова, Б.Ф. Свириденко С.П. Шалыгин,

С.Н. Русак // Химия растительного сырья. – 2012. – № 4. – С. 161–166.

5. Мазнев Н.И. Энциклопедия лекарственных растений. [Текст] / Н.И. Мазнев. – М.: Мартин. 2004. – 528 с.

6. Махлаюк В.П. Лекарственные растения в народной медицине. [Текст] / В.П. Махлаюк. – Саратов: Приволжское книжное издательство, 1993. – 544 с.

7. Повыдыш М.В., Петрова Н.В., Бобылева Н.С. Сем. Hydrocharitaceae Juss. – Водокрасовые. [Текст] / М.В. Повыдыш, Н.В. Петрова, Н.С. Бобылева // Растительные ресурсы России. СПб.; М.: Издательство КМК, 2014. – Т. 6. – С. 11–14.

8. Растительные препараты. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://drpsy.ru/fitoterapiya/> (Дата обращения: 2015).

9. Химический анализ лекарственных растений: учеб. Пособие для фармацевтических вузов / Ладыгина Е.Я., Сафронич Л.Н., Отряшенкова В.Э./ Под ред. Гринкевич Н.И., Сафронич Л.Н. [Текст]: – М.: Высшая школа, 1983. – 176 с.

WATER SOLDIER (*STRATIOTES ALOIDES* L., HYDROCHARITACEAE) AS THE SOURCE OF ANTHRACENE DERIVATIVES OF HYDROCARBONS

Alekhina E.A., Efremov A.N.

Omsk State Pedagogical University, Omsk, Russian Federation,

e-mail: chemconf@mail.ru, stratiotes@yandex.ru

The results of qualitative analysis and quantitative determination of anthracene derivatives of hydrocarbons of *Stratiotes aloides* L., (Hydrocharitaceae) and traditional medicinal plants (*Hypericum perforatum* L., *Senna alexandrina* Mill., *Rubia tinctorum* L.) have been provided. The results of the study indicate that *Stratiotes aloides* leaves are a potential source of anthracene derivatives of hydrocarbons, content of which is 0.23 % of dry matter.

Keywords: anthracene derivatives of hydrocarbons, medicinal plants, *Stratiotes aloides*, chromatography, photometry.

УДК 595.384

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ДЕСЯТИНОГИХ РАКОВ ПОНТА

С.Е. Аносов¹, С.М. Игнатъев²

¹ФГБНУ «ВНИРО». Лаборатория промысловых беспозвоночных и водорослей. 107140.

Москва, ул Верхняя Красносельская, д.17. anosov@vniro.ru

²ФГБНУ «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского» РАН.

Отдел функционирования морских экосистем. 299011, Севастополь, пр. Нахимова, 2.

s-ignat2004@mail.ru

На основании анализа литературных первоисточников описывается история изучения десятиногих ракообразных Понтийского бассейна за последние два века. Описание показывает, как со временем менялись взгляды исследователей на состав и происхождение фауны Черного моря. Оценивается вклад видов-вселенцев в биоразнообразие декапод региона. Приводятся результаты современной ревизии видового состава этих ракообразных.

Ключевые слова: Черное море, Азовское море, история изучения, фауна, десятиногие ракообразные, Decapoda.

За долгое время изучения фауны Черного моря был накоплен огромный материал по видовому составу десятиногих ракообразных и их распространению. Однако со временем менялись представления о систематике декапод, менялись названия разных видов, методы изучения и само распространение некоторых видов. В результате этого неоднократно возникала путаница в систематической номенклатуре, которая не позволяла точно и правильно оценить видовой состав. Также было замечено, что в течение 20-го века произошли существенные изменения в количественных и качественных характеристиках фауны Decapoda акваторий, связанных со значительным антропогенным воздействием.

Целью настоящей работы является описание истории изучения биоразнообразия десятиногих раков в водосборных бассейнах Черного и Азовского морей за прошедшие два века.

Весь период изучения видового состава беспозвоночных в Черном и Азовском морях можно условно разделить на этапы. Первоначальный этап описания фауны десятиногих ракообразных происходил на базе видов, известных на то время в Европе. Неопознанные или ошибочно определенные виды часто описывались как новые. Такое положение вещей создало значительную путаницу, что впоследствии обусловило необходимость проведения разного рода ревизий. Последующие этапы состояли из осмысления и пересмотра данных первоначальных сборов, переопределения и повторного соотнесения видов, описанных в регионе с видами, уже известными из других морей. История изучения фауны Азово-Черноморского бассейна подразделялась на определенные периоды и раньше. Так, К.А. Виноградов в свое время [4] выделял два этапа и рассматривал их как фаунистический и экологический.

Первый период изучения Decapoda (фаунистический) включал в себя описание фауны и был отчасти завершен после своеобразного подведения итогов всех исследований до начала XX века в сводке В.К. Совинского в 1902 году [19]. Второй этап (экологический) начался после выхода книги С.А. Зернова в 1913 г. [6] и объединил все последующие исследования десятиногих ракообразных.

Первые сведения о фауне Черного моря относятся к концу XVIII века. В 1784 году, после присоединения Крыма к Российской империи, по приказанию Светлейшего князя Г.А. Потемкина Карл Иванович Габлиц совершил путешествие в Крым для описания полуострова. В своей работе «Физическое описание Таврической области по ея мѣстоположенію и по всѣм тремъ царствамъ природы» он сообщил о нахождении в Черном море рака отшельника, одного вида «Caridae» (креветка) и одного «краба» (*Eriphia spinifrons*) [20].

Петр Симон Паллас в работе «Краткое физическое и топографическое описание Таврической области» опубликованной в 1795 году, указал на нахождение у Крымских берегов различных видов крабов и морских раков [20]. Однако пальма первенства в изучении собственно десятиногих раков принадлежит Мартин-Генриху Ратке (Rathke). В 1833 г., изучая морскую фауну в окрестностях Николаева и в Крыму (в районах Севастополя, Алупки, Феодосии, Партенита и Керчи), он пришел к выводу о крайней бедности Черного моря беспозвоночными животными. В своей работе «Zur Fauna der Krum: ein Beitrag» М.Г. Ратке отметил для Черного моря 15 видов Decapoda, шесть из них он описал как новые [38]. Мнение о видовой бедности черноморской фауны поддержали и другие исследователи того времени, что на некоторое время снизило интерес к изучению региона.

В 1858 году черноморские берега, от Днестровского лимана до Крыма, исследовал К.Ф. Кесслер, который изложил результаты своих изысканий в книге «Путешествіе съ зоологическою цѣлью, къ сѣверному берегу Чернаго моря и въ Крымъ въ 1858 году». В ней указано 13 видов Decapoda [8], что добавило еще один новый вид к списку Ратке. Позже он сделал важные выводы о смешанном средиземноморском и понто-каспийском происхождении фауны Черного моря, что вызвало новую волну интереса к его изучению.

В 1863 году вышла монография К. Геллера (Heller) «Crustaceen des sudlichen Europa; Crustacea podopthalmia» в которой указал региона пятнадцать видов Decapoda [32]. Однако автор не учел еще двух видов, найденных к тому времени. Проф. А. Мильн-Эдвардс (Milne-Edwards), получивший коллекцию крабов из Одессы, нашел в ней и описал новый вид - *Gelasimus coarctatus* [22]. Проф. К.Ф. Кесслер также обнаружил новый для Черного вида вид, который был определен как *Pilumnus spinulosus* Nob [8].

В 1867 году вышла заметка ординарного профессора Новороссийского Университета в Одессе, Ивана Андреевича Маркузена о нахождении в Одесском заливе не отмеченного ранее краба *Planes minutes*. Год спустя был опубликован его капитальный труд «Записки о фауне Черного моря», в котором для Черного моря указано 15 видов десятиногих раков. Из них четыре вида описаны как «... въ первый разъ найденныя въ Черном морѣ» [13].

В 1872 году Василий Николаевич Ульянин, изложил результаты своей поездки на Черное море в работе «Материалы для фауны Черного моря» и в ней отметил уже 22 вида Decapoda [20].

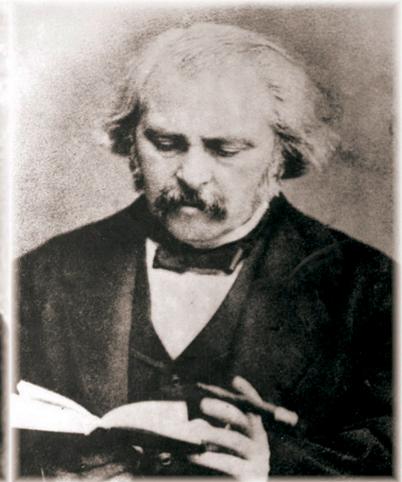
В 1874 г. К.Ф. Кесслер, продолжая работы по изучению фауны водосборного бассейна Черного моря, описал новый вид рака из Аджарии и Западной Грузии – *Astacus colchicus* [34].



Генрих Ратке



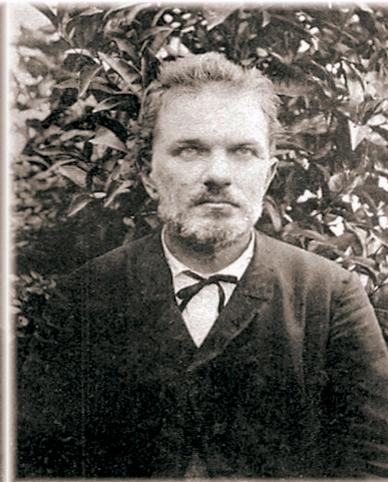
К.Ф. Кесслер



И.А. Маркузен



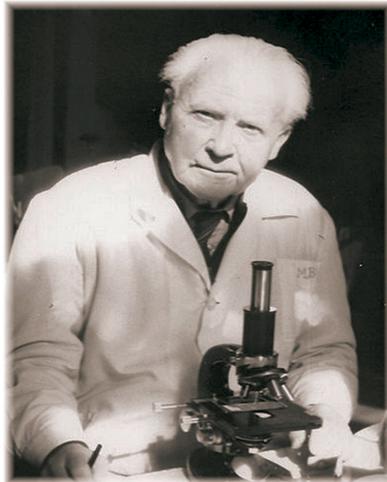
В.Н. Ульянин



В.И. Чернявский



В.К. Совинский



Mihai Băcescu



М.А. Долгопольская



Ю.Н. Макаров

Рисунок -

В 1880 году хранитель Зоологического музея Императорской Академии Наук в Санкт-Петербурге, А.Ф. Брандт описал новый вид краба из Севастопольской бухты - *Macropodia czernjawska* [28], а проф. В.К. Совинский (1882) - новый вид креветки *Processa pontica* [18].

Видимо, продолжительно бытовавшее мнение о значительной бедности фауны Черного моря по сравнению с другими морями, после выяснения уникальности черноморской фауны, связанной с ее двойственным происхождением, породило и другую крайность, - мнение

о большом количестве видов, имеющих местное происхождение. Эта точка зрения обосновывалась в монографии Владимира Ивановича Чернявского «Прибрежные десятиногие ракообразные Понта», где для Черного моря было отмечено в общей сложности 48 видов Decapoda, из которых 10 видов были описаны как совсем новые, и 37 видов - как новые варианты [22]. Только в 2011 г. была опубликована работа, в которой были пересмотрены виды, описанные В.И. Чернявским из Черного моря, и проведено соотнесение их с современными названиями [40].

В 1902 году В.К. Совинский подвел итог изучения фауны региона за весь предыдущий период. В своей книге «Введение въ изучение фауны Понто-Каспійско-Аральскаго Морского бассейна, разсматриваемой съ точки зрѣнія самостоятельной зоо-географической провинціи» [19] перечисляет 48 видов десятиногих раков, а также высказывает сомнения по поводу нахождения в фауне Черного моря двух видов – *Gelasimus coarctatus* и *Planes minutus*, ранее отмеченных в списках В.И. Чернявского.

Однако на этом изучение фауны не прекратилось. В 1905 г. выходит труд М.Ф. Калишевского «Матерьялы для карцинологической фауны Одесскаго залива», в котором подробно рассматривается видовой состав Decapoda Одесского залива [7]. Два года спустя этот же автор описывает новый для Черного моря род и вид в статье «Une interessante trouvaille carcinologique dans la mer Noire», на основании находок новых мелких крабов, сделанных С.А. Зерновым в Севастопольской бухте. Он определил этот вид как *Pirimela denticulata*. Но, поскольку этот крабик морфологически отличался от средиземноморских экземпляров, М. Калишевский описал его как новый вариант – *Pirimela denticulate var. Zernovi* [33].

После выхода работы Сергея Алексеевича Зернова «Къ вопросу объ изучении жизни Чернаго моря» в 1913 году, начался следующий, экологический, этап изучения фауны Черного моря [6]. Помимо этого, в вопрос изучения Decapoda Черного моря большой вклад внесли материалы, привезенные С.А. Зерновым из экспедиций в разные районы Черного моря, которые в настоящее время хранятся в музее Зоологического Института РАН в СПб. В частности, они помогли подтвердить присутствие в Черном море одного сомнительного вида, – *Liocarcinus (Macropirus) depurator* [40].

Общая политическая нестабильность в причерноморских государствах в 10 – 20-е годы XX столетия на некоторое время остановила фаунистические исследования. Однако в 30-х – 40-х годах они продолжились описанием эндемичных видов кавказских пещерных креветок:

1930 г. – А.А. Садовский описал новый вид креветки из пещерных водоемов Грузии – *Troglocaris shmidti kutaissiana* [17]. Я.А. Бирштейн (1939) и С.М. Юзбашьян (1940) описали новые виды креветок *Troglocaris shmidti ablaskiri*, *Troglocaris shmidti fagei* [1] и *Troglocaris shmidti osterloffii* [23] пещерных водоемов Абхазии. В 1948 году Я.А. Бирштейн описал еще один вид пещерной креветки (*Troglocaris shmidti jusbaschjani*) из бассейна реки Мацеста в районе Сочи [2].

К этому же периоду относится обнаружение в регионе чужеземских вселенцев. В 1938 году в Днепровско-Бугском лимане впервые был отмечен первый вид-вселенец – *Rhithropanopeus harissii tridentate* (голландский краб, его родина – Атлантическое побережье Северной Америки) [10], который в настоящее время стал массовым видом в Азовском море и во многих опресненных участках Черного моря.

В 1957 г. был опубликован список гидробионтов, обнаруженных в разное время у берегов Болгарии А. Вълканова («Каталог на нашата Черноморска фауна»), в котором для Черного моря указано 33 вида декапод [5].

В 1960 г. Ф.Д. Мордухай-Болтовской впервые опубликовал полный список фауны свободноживущих беспозвоночных Азовского моря. Среди них было отмечено 9 видов Decapoda [14].

В 1967 г. в Варненском заливе на глубине 5-6 м был впервые обнаружен новый чужеродный вид – *Callinectes sapidus* (голубой краб). Его родина – Атлантическое побережье Северной Америки. В настоящее время он широко распространен в Средиземном море, где имеет промысловое значение и все чаще встречается в разных районах Черного и Азовского морей [16].

Ко второй половине 20-го века накопился огромный материал, который вылился в очередную ревизию видового состава Decapoda Черного и Азовского морей. В 1967 г. вышла книга румынского зоолога Михая Баческу (Mihai Băcescu) «Fauna Republicii Socialiste România», в которой он отметил 39 видов десятиногих ракообразных для фауны Черного моря [26]. В 1969 г., через два года после выхода книги Баческу, вышел трехтомник «Определитель фауны Черного и Азовского морей». Во втором томе находится работа З.И. Кобяковой и М.А. Долгопольской, с полной информацией обо всех известных на то время взрослых формах понтийских Decapoda (37 видов), а также впервые даны таблицы для определения их личинок (за исключением крабов) [9].

В 1982 г. в журнале “Crustaceana” была опубликована статья турецкого исследователя А. Косатаş о находке у Анатолийского побережья Турции нескольких крабиков, которые были определены им как *Sirpus zariquieyi* [35]. Однако, черноморские экземпляры морфологически отличались от особей того же вида из Эгейского моря. Для уточнения видовой принадлежности один экземпляр краба из Черного моря был выслан автором этой статьи доктору Хольтусу, который подтвердил, что черноморский экземпляр отличается от *S. zariquieyi* из Средиземного моря. В 1989 г. А.Л. Верещака описал новый для науки вид краба с Кавказского побережья Черного моря – *Sirpus ponticus* [3]. Вероятно, крабики именно этого вида при раннем нахождении определялись и как *Pirimella denticulata* var. *Zernovi* [33] и как *Sirpus zariquieyi* [35].

К концу XX века возникла необходимость очередного обобщения данных по фауне Decapoda Черного и Азовского морей. В 1998 г. в университете «Овидиус» (Констанца, Румыния) был опубликован предварительный список видового разнообразия Черного моря: “Black Sea ecological diversity – Workbook, Preliminary checklist of species”, в котором было отмечено уже 49 видов Decapoda [27].

Мысль о возможности скорого появления китайского мохнаторукого краба *Eriocher sinensis* в Азово-Черноморском бассейне была высказана еще в 1967 году [26]. Начиная с 1998 года, единичные экземпляры этого вида время от времени встречаются в лиманах Черного и Азовского морей [15].

В 2000 г. в журнале “Crustaceana” вышла работа, которая восполнила отсутствующие определительные таблицы для личинок черноморских крабов [24]. Основой для этой работы послужило описание личинок крабов, сделанных Ю.Н. Макаровым в 1976 году [11] и наши планктонные пробы, собранные в районе Севастополя.

В 2004 году была опубликована книга Юрия Николаевича Макарова – «Фауна Украины. Т.26. Десятиногие ракообразные». В ней он отметил для Черного моря 37 видов Decapoda, за исключением раков из рода *Astacus* [12].

В начале XXI века в Черном море произошло увеличение грузового сообщения с другими районами земного шара. Что, в свою очередь, привело к появлению новых чужеродных видов в его бассейне. Можно сказать, что процесс медитерранизации Черного моря, начавшийся с последнего открытия Босфора около 10 тыс. лет назад, в XX веке перешел в процесс глобализации, и в начале XXI века он значительно ускорился. Если с 1938 по 1998 год (за 60 лет) было найдено только 3 вида-вселенца [10, 15, 16], то в период с 2005 по 2009 г. (за 4 года) в разных районах Черного моря были обнаружены еще 5 чужеродных видов Decapoda:

В июле 2005 г. в районе Синопского полуострова был отловлен новый для Черного моря вид креветки – *Palaemon longirostris* [37]. Этот вид широко распространен во всех морях Европы. Несмотря на то, что вид с таким названием для черноморской фауны был указан В.И. Чернявским еще в 1884 году, на самом деле в Черном море он раньше отмечен не был.

В октябре 2005 г. в районе поселка Лазаревское, Большой Сочи в улове ставного невода были обнаружены 8 особей зеленой тигровой креветки *Penaeus semisulcatus* [21]. Этот вид широко распространен в Индийском океане и через Суэцкий канал проник в Средиземное море (Лессепсовский мигрант), где довольно быстро стал массовым видом.

В августе 2008 г. рядом на побережье рядом с бухтой Констанцы (Румыния) был найден новый для Черного моря вид – японский прибрежный краб *Hemigrapsus sanguineus* [30]. Этот вид широко распространен на побережье юго-восточной Азии, в Корее и Японии.

В сентябре 2009 г. на побережье Румынии, в районе Констанцы был отмечен новый для Черного моря вид – азиатская креветка *Palaemon macrodactylus* [29]. Родина этой креветки – побережье Японии и Кореи. На момент её обнаружения, эта креветка уже успела образовать популяцию на довольно большой акватории у берегов Румынии и Болгарии [39].

В сентябре 2009 г. в бухте Констанцы (Румыния) был найден новый для Черного моря вид краба *Dyspanopeus sayi* [31]. Его родина – Атлантическое побережье Северной Америки от Новой Шотландии (Nova Scotia) до Флорида Кис (Florida Keys). В настоящее время этот вид активно распространяется по всем водоемам земного шара.

И, наконец, только в 2003 году был впервые опубликован список декапод для турецкого побережья Черного моря. В нем было отмечено 23 вида [36].

Столь богатая, а местами и амбициозная, история изучения не могла пройти гладко. В результате проведенных ревизий видового состава наличие некоторых видов, отмеченных в Черном море у одних исследователей, было поставлено под сомнение другими исследователями. Таким образом, в списке видового состава десятиногих ракообразных Черного моря можно выделить категорию «сомнительных и спорных видов». По итогам своеобразной ревизии, произошедшей в конце 20-го [27] и начале 21-го веков [12] в нее попало 8 видов, по поводу которых исследователи не сошлись во мнениях, или тех видов, которые были упомянуты по ошибке.

В 2012 году на международной конференции CSSM 2012, был сделан доклад по проведенной ревизии современного видового состава Decapoda в Азово-Черноморском бассейне [25]. После исключения синонимов и определения современного статуса для сомнительных видов, было установлено, что современная фауна Азовского и Черного морей, включая их водосборные бассейны, состоит из 52 видов Decapoda. Из которых – 9 видов встречаются только в водоемах с пресной водой, 28 видов являются только морскими и 15 видов встречаются в воде с разной соленостью, т.е. являются эвригаллиными.

За все время изучения фауны Черного и Азовского морей в литературе было упомянуто в общей сложности 172 названия Decapoda, найденных в этих морях и их водосборных бассейнах. Из них 108 названий являются синонимами 52 видов, нахождение которых в Черном море было точно установлено в результате последней ревизии [25]. И еще 12 названий, которые в настоящее время практически невозможно идентифицировать с какими либо современными обитателями Черного моря. Вероятно, их следует считать ошибочными.

В общей сложности из Черного моря и его водосборного бассейна были описаны 27 видов, как новые для науки, и 12 из них действительно таковыми и являются.

Список литературы

1. Бирштейн Я.А. О пещерных креветках Абхазии // Зоол. журн. – 1939. – 18. – С. 960–974.
2. Бирштейн Я.А. Нахождение пещерной креветки *Troglocaris* в грунтовых водах Мацесты и связанные с этим вопросы // Бюллетень Московского общества испытателей природы, отдел биологический. – 1948. – 53. – С. 3–10.
3. Верещака А.Л. Новый вид краба – *Sirpus ponticus* (Crustacea, Pirimelidae) в Черном море. // Зоол. журн. – 1989. – 68, вып. 8. – С. 41–47.
4. Виноградов К.А., Очерки по истории отечественных гидробиологических исследований на Черном море. – Киев: Изд. Акад. наук УССР, 1958. – 155 с.
5. Вълканов А. Каталог на нашата Черноморска фауна // Тр. на морска биол. ст. в Варна. – 1957. – 19. – С. 3–56.
6. Зернов С.А. Къ вопросу объ изученіи жизни Чернаго моря // Записки императорской академии наукъ. – СПб, 1913. – 31. – С. 234–241.
7. Калишевский М.В. Материалы для карцинологической фауны Одесского залива // Зап. Новорос. общ-ва естествоиспыт. – 1906. – 29. – С. 1–32.
8. Кесслер К.Ф. Путешествіе съ зоологическою цілю, къ сіверному берегу Чернаго моря и въ Крымъ въ 1858 году. – Киевъ: Въ университетской типографіи, 1861. – С. 246.
9. Кобякова З.И., Долгопольская М.А. Отряд десятиногие Decapoda // Определитель фауны Черного и Азовского морей. – Киев: Наукова думка, 1969. – 2. – С. 270–362.
10. Макаров А.К. О некоторых новых элементах в составе фауны черноморских лиманов в связи с судоходством // Докл. АН СССР. – 1939. – 23, № 8. – С. 819–822.
11. Макаров Ю.Н. Систематическая характеристика и распределение личинок *Brachyura* (Decapoda) в нейстоне Черного моря // Зоол. журн. – 1976. – 55, вып. 3. – С. 363–370.
12. Макаров Ю.Н. Фауна Украины. Десятиногие ракообразные. – Киев: Наукова думка, 2004. – 26 – 427 с.
13. Маркузен И.А. Замітки о фауні Чернаго моря // Труды перваго създа русскихъ естествоиспытателей

происходившего съ 28-го декабря 1867 по 4 января 1868 г. – СПб, 1868. – С. 176–179.

14. Мордухай-Болтовской Ф.Д. Каталог фауны свободноживущих беспозвоночных Азовского моря // Зоол. журн. – 1960. – 39, вып. 10–12. – С. 1454–1466.

15. Мурина В.В., Антоновский А.Г. Китайский краб *Eriocheir sinensis* - экзотический вселенец в бассейне Азовского моря // Экология моря. – 2001. – Вып. 55. – С. 37–39.

16. Пашков А.Н., Решетников С.И., Бондарев К.Б. Поимка голубого краба (*Callinectes sapidus*, Decapoda, Crustacea) в Российском секторе Черного моря // Российский журн. биологических инвазий. – 2011. – № 4. – С. 33–42.

17. Садовский А.А. *Xiphocaridinella kutaissiana* nov. gen. et sp. (Fam. Atyidae) из подземной пещеры под Кутаисом // Закавказский краеведческий сборник научно исследовательского краеведческого кабинета университета в Тифлисе. – 1930. – 1. – С. 93–104.

18. Совинский В.К. К фауне ракообразных Черного моря. О некоторых представителях из сем. Caridae // Зап. Киев. Об. Ест. – 1893. – 6, вып. 2, – С. 220–254.

19. Совинский В.К. Введение в изучение фауны Понто-Каспийско-Аральского морского бассейна, рассматриваемой с точки зрения самостоятельной зоо-географической провинции // Зап. Киев. Об. Ест. – 1902. – 18, xiv. 487. – 217 с.

20. Ульянин В.Н. Материалы для фауны Черного моря. Отчет о поездках к берегам Черного моря, совершенных по поручению Императорского Общества Любителей Естествознания, Антропологии и Этнографии в летние месяцы 1868 и 1869 годов // Известия Императорского общества любителей естествознания, антропологии и этнографии при Московском университете. – 1872. – 9. – С. 5–113.

21. Хворов С.А., Болтачев А.Р., Решетников С.И., Пашков А.Н. Первая находка зеленой тигровой креветки *Penaeus semisulcatus* (Penaeidae, Decapoda) в Черном море // Экология моря. – 2006. – Вып. 72. – С. 65–69.

22. Чернявский В.И., Прибрежные десятиногие ракообразные Понта. – Харьков: В Университетской типографии, 1884. – С. 3–268.

23. Юзбашьян С.М. О шакуранской пещерной креветке // Труды биологической станции Наркомпроса Груз. ССР. – 1940. – 1. – С. 73–86.

24. Anosov S.E. Keys to the identification of brachyuran larvae of the Black Sea // Crustaceana. – 2000. – 73, (10). – P. 1239–1246.

25. Anosov S.E., Spiridonov V.A., Marin I.N. A revised check-list of the Black Sea Decapoda // Abstracts of contributions presented at the TCSSM 2012 and the 10th CCDM (June 3-7, 2012). – Athens, Greece, 2012. – P. 124.

26. Băcescu M. Crustacea Decapoda. Fauna Republicii Socialiste. –România Editura Academiei Republicii Socialiste România: București, 1967. – 4 (5). – 351 p.

27. Black Sea ecological diversity – Workbook, Preliminary checklist of species // Analele Universitatea “Ovidius”. – Seria Biologie-Ecologie. – Constanta, 1998. – 2, anul 2. Supliment. – P. 129–130.

28. Brandt A. Über mediterrane Crustaceen. // Bull. Acad. Imper. – St. Petersburg, 1880. – 25. – P. 395–420.

29. Dragoș Micu and Victor Niță. First record of the Asian prawn *Palaemon macrodactylus* Rathbun, 1902 (Caridea: Palaemonoidea: Palaemonidae) from the Black Sea // Aquatic Invasions. – 2009. – 4, iss. 4. – P. 597–604.

30. Dragoș Micu D., Niță V., Todorova V. First record of the Japanese shore crab *Hemigrapsus sanguineus* (de Haan, 1835) (Brachyura: Grapsoidea: Varunidae) from the Black Sea // Aquatic Invasions. – 2010. – 5, Supp. 1. – P.1–4.

31. Dragoș Micu, Victor Niță and Valentina Todorova First record of Say's mud crab *Dyspanopeus sayi* (Brachyura: Xanthoidea: Panopeidae) from the Black Sea // Marine Biodiversity Records, Marine Biological Association of the United Kingdom. – 2010. – 3; Published online. Accessible via: <http://www.academia.edu/237837>.

32. Heller C. Die Crustaceen des sudlichen Europa. Crustacea Podophthalmia. Mit einer Übersicht über die horizontale Verbreitung sämtlicher europaischer Arten. – Wilhelm Braumuller, Wien, 1863. – 336 p.

33. Kalischewsky M. Une interessante trouvaille carcinogique dans la mer Noire // Зап. Новор. Общ. Ест.- 1907. - 30. - С. 131-134.

34. Kessler K. Ein neuer russischer flusskrebs *Astacus colchicus* // Bulletin de la Societe Imperiale des naturalistes de Moscou. – 1876. – L, №1. – P. 1–6.

35. Kocataş A. On the occurrence of *Sirpus zariquieyi* Gordon (Decapoda Brachyura) in the Black Sea and the Sea of Marmara // Crustaceana – 1982. - 43 (2). – P. 177–180.

36. Kocataş A. & Katağan T. The Decapod Crustacean fauna of the Turkish Seas // Zoology in the Middle East – 2003. – 29. – P. 63–74.

37. Murat Sezgin, Eylem Aydemir, A. Suat Ateş, Tuncer Katağan and Tahir Özcan On the presence of the non-native estuarine shrimp, *Palaemon longirostris* H.Milne-Edwards, 1837 (Decapoda, Caridea), in the Black Sea // Aquatic Invasions. – 2007. – 2, iss. 4. – P. 464–465.

38. Rathke Martin Heinrich Zur Fauna der Krym. Ein Beitrag // Buchdruckerei der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. – Saint Petersburg, 1837. – 454 p.

39. Raykov Violin St., Lepage Mario, Pérez-Domínguez Rafael First record of oriental shrimp, *Palaemon macrodactylus* Rathbun, 1902 in Varna Lake, Bulgaria // Aquatic Invasions. – 2010. - 5, supp. 1. – P. 91–95.

40. Spiridonov V.A., Petryashov V.V. Type specimens of the Crustacea Decapoda taxa described by Alexaner Brandt and Vladimir Czerniavsky from the Black Sea in the collection of the Zoological Institute of the Russian Academy of Science, St. Petersburg (with notes on type specimens of the decapod species described by Heinrich Rathke from Crimea) // Monografie del Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino, 2011. – 40. – P. 259–293.

HISTORY OF STUDYING OF BIODIVERSITY OF PONTICUS DECAPODS

Anosov S.E.¹, Ignatyev S.M.²

¹*FGBNU of "VNIRO". Laboratory of trade invertebrates and seaweed. 107140. Moscow. Verhne Krasnoselskay street, 17. anosov@vniro.ru*

²*FGBNU "Institute of sea biological researches of name A.O. Kowalewski" Russian Academy of Sciences. Department of functioning of marine ecosystems. 299011, Sevastopol, Nakhimov Ave., 2. s-ignat2004@mail.ru*

The history of the decapods crustaceans study in Pontus region over the past two centuries is described by analysis based on the source literary. The description shows how researcher's attitudes at the composition and origin of the fauna of the Black Sea have changed over the time. The contribution of non-native species in biodiversity of decapods region is estimated. The results of the modern revision of the species composition of these crustaceans are made.

Keywords: Black Sea, Sea of Azov, studying history, fauna, ten-legged Crustacea, Decapoda.

УДК 595.36

IDOTEA OSTROUMOVI В ОТКРЫТЫХ ВОДАХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

Т.О. Барабашин¹, О.П. Петрова²

¹*ФГБНУ «АзНИИРХ», г. Ростов-на-Дону, Россия, timbar@bk.ru,*

²*Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия*

Работа посвящена особенностям распространения и биологии *Idotea ostroumovi* в открытых водах северо-восточной части российского сектора Черного моря. Приводятся оригинальные данные по морфометрии, распространению и численности вида. Дается анализ полученных материалов.

Ключевые слова: *Idotea ostroumovi*, равноногие раки, Черное море, популяция.

Представители отряда равноногих ракообразных (Isopoda) рода *Idotea* представлены в Черном море достаточно широко. Одним из наиболее обычных видов является *Idotea ostroumovi* – типичный представитель нейстонной группы организмов черноморской акватории [4]. Этот вид, кроме пелагической и нейстонной зоны, еще нередко встречается в зарослях макрофитов вдоль береговой линии [5].

Значение идотей, крупных представителей ракообразных, в качестве кормовой базы для дельфинов и ряда видов рыб в Черном море в ряде случаев при вспышках численности может быть достаточно большим [4].

Исследование распространения *Idotea ostroumovi* приходилось, главным образом, на прибрежные участки или же незначительно удаленные районы моря. Распространение данного вида в открытой акватории остается до конца невыясненным, что и послужило поводом для изучения данного вопроса. Целью настоящей работы явилось изучение распространения *Idotea ostroumovi* в пелагиали российского сектора Черного моря.

По литературным данным, пищевой комок идотей обычно на 30-90 % состоит из остатков растительных тканей и эпифитных одноклеточных водорослей [2,3]. Также, литературные данные [2,3,7] позволяют отнести *Idotea* к животным первого гетеротрофного уровня – потребителям первичного органического вещества.

Материал и методика

Отбор материала для изучения идотей проводился из проб ихтиопланктона, сбор которых проходил во время работ ФГБНУ «АзНИИРХ» в акватории российского сектора Черного моря, охватывающего как прибрежные участки, так и удаленную часть (40-50 миль от берега) морской акватории. Всего было проведено 2 съемки летом и осенью 2012 г.

Пробы ихтиопланктона отбирались в комплексных рейсах специалистами ФГБНУ

«АзНИИРХ» на судне «Рифт» Института океанологии РАН им. П.П. Ширшова в рамках сотрудничества между ЮФУ и АзНИИРХом.

При отборе, фиксации и исследовании гидробиологического материала руководствовались ГОСТ 17.1.3.08-82, ГОСТ Р 51592-2000, РД 51 01-11-85, РД 52.17.262.91; СП 11-102-97, общепринятыми методиками, разрешенными в России для проведения экологических исследований и изложенных в методических руководствах [1,6].

Для отбора ихтиопланктона использовалась ихтиопланктонная конусная сеть (ИКС-80). Диаметр входного отверстия 80 см, газ № 15. Согласно методике для отбора проб проводили траление в поверхностном слое (0-0,5 м) при скорости судна 2 узла в течение 10 минут.

Исследование морфологических характеристик и анализ обилия идотей проводились в лабораториях ФГБНУ «АзНИИРХ». Все полученные материалы анализировались, осуществлялась первичная статистическая обработка в рамках программного пакета MS Excel и Statistica 7.0. Всего за оба сезона было обработано 306 проб, промерено и взвешено 1355 экземпляров идотей. Все представители *Idotea ostroumovi* выбирались из пробы, идентифицировались с помощью определителя под бинокулярной лупой МБС-10. Измерение проводилось с помощью штангенциркуля с точностью до 0,1 мм. Взвешивание проводили на электронных весах с точностью до 0,05 г.

Ближайшая и наиболее удаленная угловые точки района исследований находятся на расстоянии примерно 65 и 165 км к юго-западу от г. Новороссийска. Акватория участка находится над материковым склоном с достаточно равнинным дном. Минимальные глубины (около 800 м) встречаются в северной части участка, на юге глубины достигают 2150 м. Фактически северная часть участка захватывает глубоководную часть материкового склона, а юго-восточная – глубоководье Черного моря.

Результаты и обсуждение

Встречаемость идотей в пробах ихтиопланктона была достаточно низкой, и составила всего 40% от общего числа просмотренных проб. При этом число идотей в пробе в среднем составило 11,20 экземпляров на пробу, максимальная численность идотей в 1 пробе – 129, а минимальная – 1.

Длина идотей в пробах находилась в пределах от 0,7 до 30 мм, а в среднем составила 8,24 мм. Распределение по размерам в целом было неравномерным (рис. 1). По численности преобладали особи с длиной тела от 0 до 5 и от 5 до 10 мм. Это был в основном молодняк, который бывает весьма многочисленным в пробах. Кроме того, молодые особи нередко держатся рядом с матерью и прячутся под ее панцирем, а после фиксации пробы массово попадают в фиксирующий раствор.

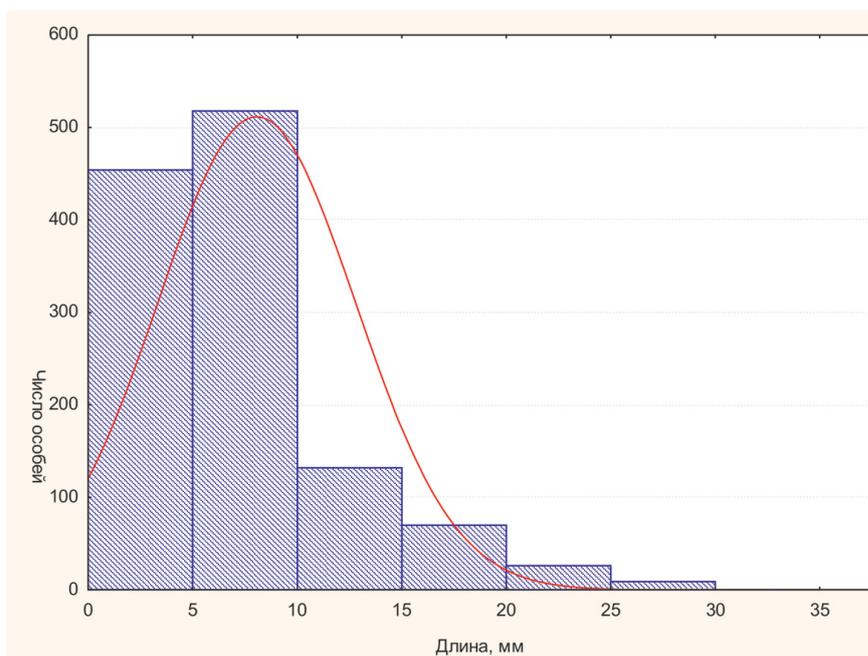


Рисунок 1 – Распределение числа особей идотей по линейным размерам

Линейная структура популяции зависит от скорости роста рачков и от степени выедания разных размерных групп. Особенно важно выяснить, как влияют сезоны года на преобладание тех или иных размерных групп в популяции. Данные по размерным группам в разные сезоны года приводятся на диаграмме (рис. 2).

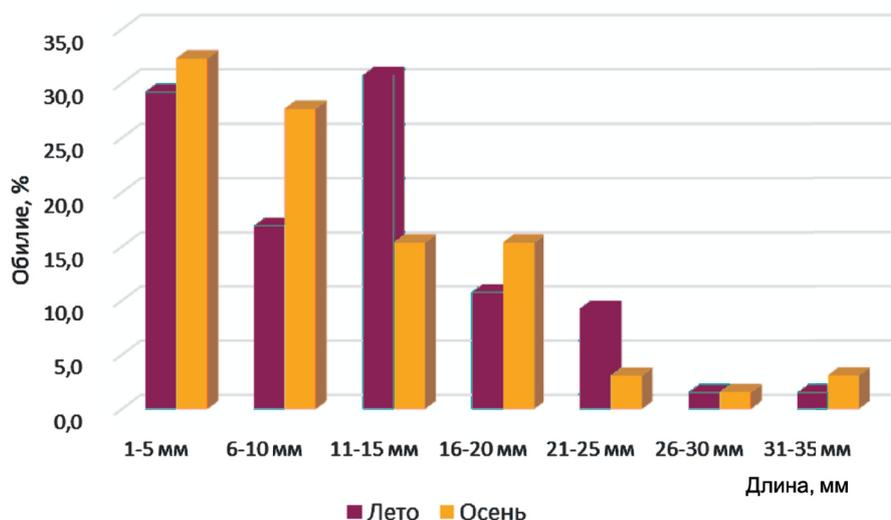


Рисунок 2 – Линейные размеры икотей в летний и осенний периоды

Важным показателем является также индивидуальный вес рачков. Он может отражать степень упитанности, жирности, а также наличие созревших половых продуктов. Все эти факторы влияют на массу икотей. Индивидуальная масса обследованных нами рачков лежала в пределах от 0.01 до 0.48 г, а в среднем вес особи составил 0.035 г. Распределение числа особей по весовым группам отражено на диаграмме (рис. 3).

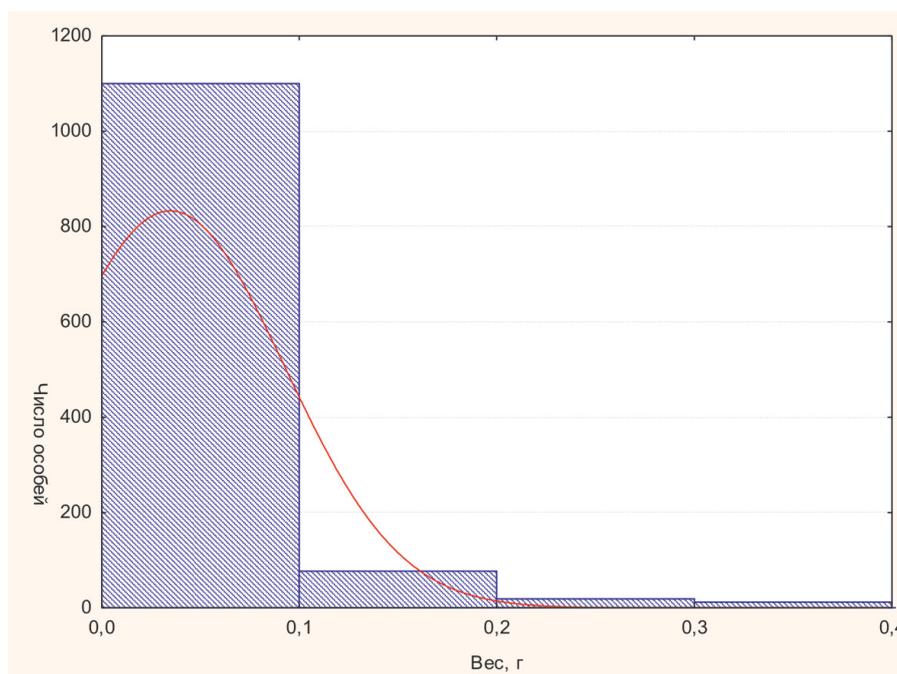


Рисунок 3 – Распределение числа особей икотей по индивидуальному весу

Среди икотей преобладала весовая группа от 0 до 0.1 г, к которой относилось более 90% от общего числа рачков. Это указывает на то, что доминировали не только мелкоразмерные, но и легковесные особи.

Распределение пелагических и нейстонных ракообразных, особенно таких, как икотей, в открытых акваториях Черного моря практически никогда не изучалось. На основании собранных материалов нами были построены карты, на которых отражено относительное обилие икотей, рассчитанное на объем воды в поверхностном горизонте моря.

Анализ распределения икотей по морской акватории в летний период показал, что наибольшие значения численности (до 0.8 экз./м³) приходятся на прибрежные участки в районе Джубга-Архипо-Осиповка (рис. 4).

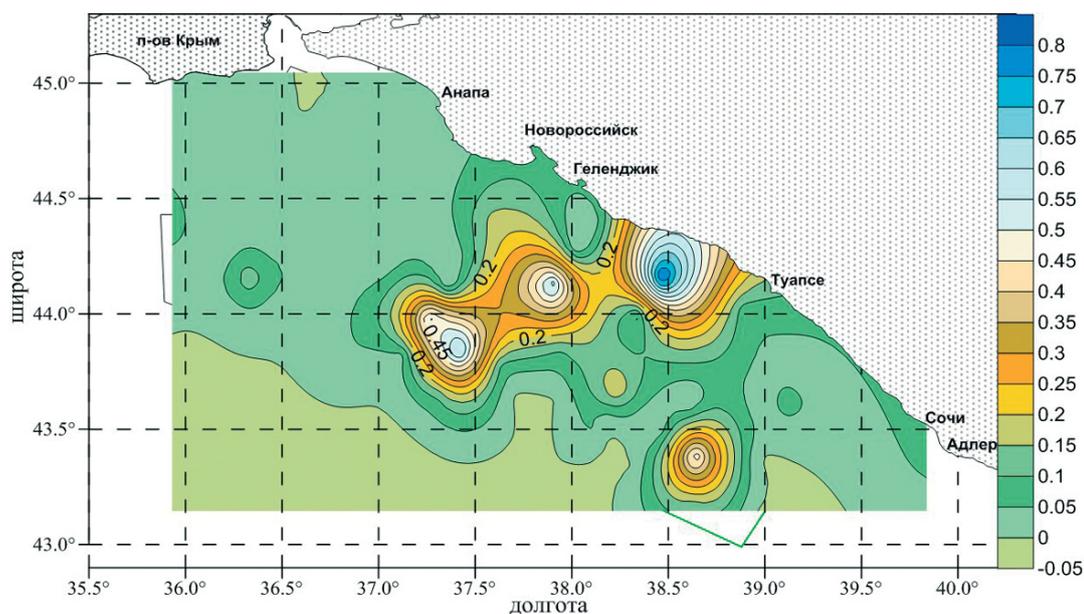


Рисунок 4 – Распределение икотей по результатам летней съемки в акватории российского сектора Черного моря, экз./м³

Это возможно обусловлено сносом большого количества органики, и, в первую очередь, плавучего мусора после наводнения в п. Новомихайловский летом 2012 г. Также высокие показатели (0.5-0.6 экз./м³) отмечены на удалении 30-40 миль от берега на трассе Геленджика и Новороссийска.

В осенний период численность икотей в море значительно снижается на подавляющей площади поверхности моря. Плотность икотей там, где встречаются эти ракообразные, не превышает минимальных показателей (0.04 экз./м³). Карта распределения по акватории в осенний период показана на рисунке 5.

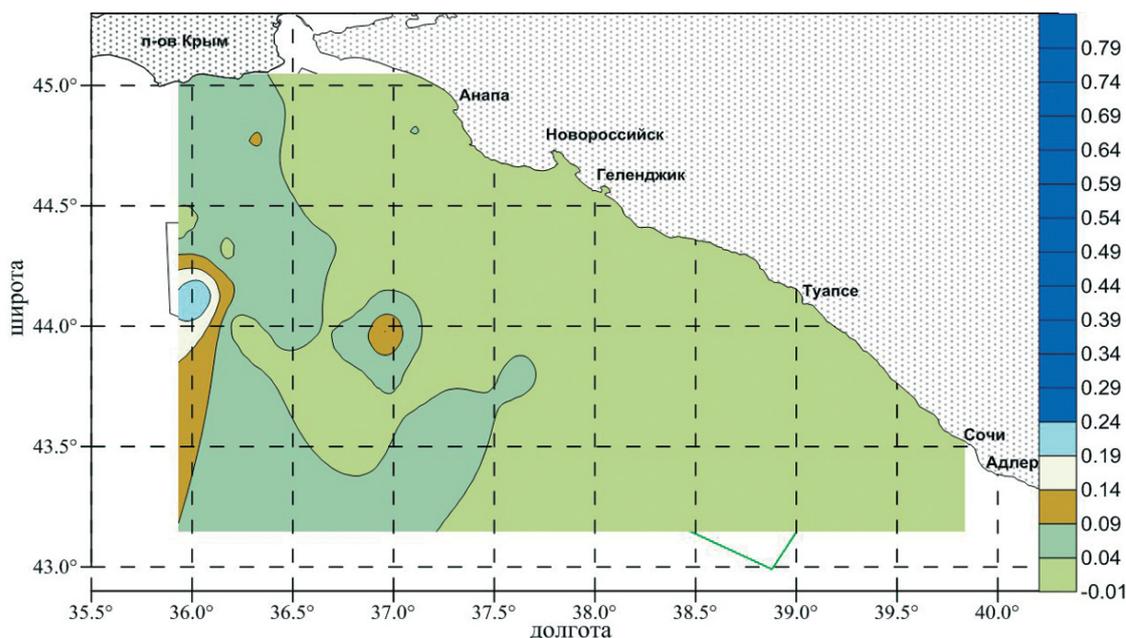


Рисунок 5 – Распределение икотей в акватории российского сектора Черного моря в осенний период, экз./м³

Самые высокие значения осенью отмечены на трассе Керченского пролива (0.14-0.20 экз./м³), что может быть обусловлено выносом органики с якорной стоянки судов, где происходит перегрузка зерна на крупнотоннажные сухогрузы. Следует отметить, что *Idotea*

ostroumovi является массовым видом среди ракообразных нейстона и планктона и составляет значительную долю в пищевом комке пелагических рыб, таких как ставрида, смарида, мерланг, а также дельфинов, для которых этот объект достаточно крупный, чтобы им заинтересоваться, как объектом питания. Кроме того, экологическое значение идотей может проявляться и как деструктора плавучей органики растительного происхождения (мелкого древесного мусора, растительных остатков и пр.), тем самым выполняя роль своеобразных «мусорщиков» в открытых акваториях Черного моря.

Список литературы

1. Абакумов В.А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Ред. канд. биол. наук. Абакумов В.А. - Л.: Гидрометиздат, 1983. – 239 с.
2. Бокова, Е.Н. Питание *Idotea* в Черном море // Тр. Карадаг. биол. станции. 1952. - Т. 12. – С. 40-49.
3. Гаевская Н.С. Питание и пищевые связи животных, обитающих среди донной растительности и в береговых выбросах Черного моря // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1956. Т. 61, Вып. 5. – С. 31-46.
4. Зайцев Ю.П. Морская нейстология. - Киев: Наукова думка, 1970. - 264 с.
5. Кусакин О. Г. Морские и солоноватоводные равноногие ракообразные (*Isopoda*) холодных и умеренных вод Северного полушария. Л., Наука, 1979. - 470 с.
6. Методы рыбохозяйственных и природоохранных исследований в Азово-Черноморском бассейне. Ред. Воловик, С.П.; Корпакова, И.Г. Изд-во: Краснодар: ФГУП АзНИИРХ. 2005.- 48-49 с.
7. Цихон-Луканина Е.А. Зависимость потребления растительной пищи от веса тела *Idotea baltica* (Pallas) (*Isopoda*). // Тр. ин-та океанологии АН СССР, Т. 85, 1967. – С. 13.

IDOTEA OSTROUMOVI IN OPEN WATER NORD-EAST PART BLACK SEA

Barabashin T.O.¹, Petrova O.P.²

FSBSI «AzNIIRKH», Rostov-on-Don, Russia, timbar@bk.ru,

Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

Article devoted to the peculiarities of distribution and biology *Idotea ostroumovi* in the open waters of the north-eastern part of the Russian sector of the Black Sea. Presents original data on morphometry, distribution and abundance of species. The analysis of the submissions received.

Keywords: *Idotea ostroumovi*, *Isopoda*, Black Sea, population

УДК 597.553.2:597

СПЕЦИФИЧНОСТЬ АНТИГЕНА ИЗ КУЛЬТУРЫ ШТАММА *VIBRIO ANGUILLARUM* – ВОЗБУДИТЕЛЯ ВИБРИОЗА, ИДЕНТИФИЦИРОВАННОЙ У ЧЕРНОМОРСКИХ КУЛЬТИВИРУЕМЫХ МИДИЙ *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* НА ПОБЕРЕЖЬЕ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

Т.В. Безгачина

***Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии
(ВНИРО), г. Москва, Россия, E-mail: bezgachina@vniro.ru***

В работе дано понятие «тепловодного» и «холодноводного» вибриоза – опасного бактериального заболевания рыб и гидробионтов. Также представлены данные многолетних исследований по идентификации культур штаммов *Vibrio anguillarum* и *Vibrio salmonicida* в различных регионах России.

Приводятся сведения о результатах исследований на специфичность 0,3 % формализованных антигенов из культур штаммов *Vibrio anguillarum*.

Ключевые слова: вибриоз, культура штамма *Vibrio anguillarum*, культура штамма *Vibrio salmonicida*, агглютинирующие сыворотки, антиген, специфичность.

В течение последнего десятилетия прибрежные воды Черного моря были подвергнуты существенному антропогенному воздействию различных неблагоприятных факторов, что привело к значительному их загрязнению.

Для оздоровления природной среды Черного моря необходимо осуществлять комплекс природоохранных мероприятий. Одним из перспективных способов борьбы с эвтрофикацией является развитие марикультуры беспозвоночных – мидий, устриц в прибрежных водах [1, с. 57, с. 63].

Культивирование данных пищевых объектов с прекрасными вкусовыми качествами может быть очень успешное. По экспертным оценкам в прибрежных водах Черного моря можно разместить товарное хозяйство мощностью до 25-30 тыс. тонн моллюсков [15, с. 55]. В результате резкого ухудшения экологической ситуации в Черном море у многих рыбных объектов, у мидий и в среде их обитания все чаще стали выявляться возбудители различных инфекций.

Серологические методы исследований издавна применяются в медицине и в ветеринарии. Стали они использоваться и в ихтиопатологии.

Серологическое изучение микроорганизмов основано на взаимодействии антигенов микробной клетки с соответствующими им антителами, содержащимися в иммунной сыворотке. Состояние антигена и условия среды, в которой протекает реакция между антигеном и антителом, определяют характер их взаимодействия: агглютинацию – склеивание микробных клеток [22, с. 6-8].

Реакция агглютинации в прикладной иммунологии, бактериологии считается одной из самых распространенных. Феномен склеивания микробов под действием антигена известен давно и описан в конце прошлого столетия [24, с. 652; 17, с. 465]. Впервые он был использован в 1896 г. для идентификации исследованных бактерий с помощью иммунной сыворотки [22, с. 895].

Агглютинирующие сыворотки получают путем гипериммунизации кроликов взвесью убитых микроорганизмов или их антигенов с последующим взятием у них крови и приготовлением сыворотки.

Агглютинирующие сыворотки могут быть неадсорбированными или адсорбированными; моновалентными или поливалентными. Недостатком неадсорбированных сывороток является то, что они способны давать групповые реакции агглютинации, так как они содержат антитела к бактериям, имеющим общие антигены. В настоящее время большинство сывороток используются адсорбированными. Адсорбированные сыворотки содержат только типовые или видовые антитела, соответствующие определенному типу или виду антигена.

Вещества, обуславливающие образование антител, называются антигенами. Не только бактерии или вирусы, но и любой белок может действовать как антиген. Бактерии являются сложными антигенами, которые, как правило, вызывают образование нескольких антител. Антитела представляют собой белки со свойствами глобулинов [18, с. 448]. Специфичность является одной из наиболее важных особенностей, отличающей его от других антигенов. Специфичность определяет структура антигенной детерминанты.

При исследовании специфичности белковых или тканевых антигенов уже давно было установлено, что если проводить иммунизацию антигенами одного вида животных, то образующиеся антитела будут наиболее интенсивно реагировать с гомологичным антигеном, и в меньшей степени (или вовсе не будут реагировать) – с подобными антигенами, полученными от других неродственных видов животных. Этот феномен получил название видовой специфичности [16, с. 14]. Вibriоз является опасным бактериальным заболеванием рыб и гидробионтов в солоноватой, морской и пресной водах. Он входит в состав инфекционных заболеваний, которым необходимо уделить особое внимание [19]. Вibriоз был выявлен впервые у угрей в 1909 г. [23, с. 12]. Данное заболевание обнаружено у 42 видов костистых рыб и гидробионтов в различных странах мира, а также в России. На практике существует «тепловодный» и «холодноводный» вibriоз. Возбудителем «тепловодного» вibriоза является граммотрицательная бактерия *Vibrio anguillarum*, максимальный рост которой наблюдается при t^0 воды 19-20 °С. Возбудитель «холодноводного» вibriоза или болезни «Хитра» – граммотрицательная бактерия *Vibrio salmonicida* [23, с. 353], которая имеет более низкий температурный оптимум роста 12-16 °С, чем *Vibrio anguillarum*. Рост бактерий прекращается при t^0 воды 25 °С [26, с. 126-127].

Возбудителей «тепловодного» и «холодноводного» вibriоза ВНИРО выделяло с начала

90-х годов из прибрежных вод Черного моря на побережье Северного Кавказа, а также у рыб и мидий культивируемых и естественных популяций в данном регионе; у радужной форели морских и пресноводных садковых хозяйств Балтийского региона и среды её обитания; у радужной форели, культивируемой в садках Белого моря; из воды и мидий культивируемых и естественных популяций в Белом море (район Сонострова Кандалакшского залива, район Соловецких островов); у мидий Баренцева моря [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13].

На Камчатке вибриоз идентифицировался у горбуши естественной популяции как в Карагинском заливе, так и в северо-западной части Тихого океана; а в Карелии – у культивируемой радужной форели в садках в Белом море. Вибриоз был обнаружен у северной двухлинейной и желтоперой камбалы в 2010 г. [14, с. 86].

В бюллетене Европейской Ассоциации ихтиопатологов в 2014 г. вибриоз у рыб и гидробионтов хорошо описан учеными Нидерланд, Испании, Норвегии, Франции, Швеции, Германии [25, с. 142].

ВНИРО в летний период 2014 г. проводило микробиологические исследования культивируемых мидий *Mytilus galloprovincialis* в Северо-Восточной части Черного моря.

С применением отечественной агглютинирующей кроличьей сыворотки в пробирочной реакции агглютинации и реакции агглютинации на стекле у мидий были обнаружены культуры штаммов *Vibrio anguillarum* – возбудителя «тепловодного» вибриоза, из которых были изготовлены 0,3 % формализованные антигены.

По требованиям, предъявляемым к биопрепаратам, антигены были исследованы на специфичность с агглютинирующими моновалентными и поливалентными адсорбированными и неадсорбированными агглютинирующими сыворотками к гетерологичным культурам микроорганизмов в пробирочной реакции агглютинации в концентрации 1 млрд микробных клеток в 1 мл по стандарту мутности ГИСК им. Тарасевича.

Антигены из культур штаммов *Vibrio anguillarum* не агглютинировались моновалентной французской сывороткой *Aeromonas salmonicida*; адсорбированной О-сальмонеллезной сывороткой; агглютинирующими адсорбированными Н-сальмонеллезными сыворотками с разными рецепторами; агглютинирующими адсорбированными аризона О-сыворотками; агглютинирующей адсорбированной Н-сывороткой протеус; агглютинирующей О-сывороткой протеус; агглютинирующей О-сывороткой псевдомонас; холерной сывороткой Инаба; холерной О-сывороткой; адсорбированной О-эшерихиозной сывороткой; адсорбированной сывороткой – эшерихия алкалесценс-Диспар; адсорбированной к бактериям р. *Citrobacter* к О-антигену; адсорбированной сывороткой *Shigella dysenteriae* 1-10.

Антигены не взаимодействовали с моноспецифическими кампилобактериозными сыворотками 1, 2, 3 подвида.

Антигены из культур штаммов *Vibrio anguillarum* не агглютинировались адсорбированными поливалентными сальмонеллезными сыворотками: АБСДЕ; протеус НА; НВ; НС; ОД; ОЕ; ОА; ОС; ОК; ОФ; ОВ; Шигелла Григорьева Шига-Штутцер-Шмит; Шигелла Флекснера Ньюкестл Зоне; адсорбированными поливалентными сыворотками к бактериям рода *Escherichia* ОКА, ОКВ, ОКС, ОКД; адсорбированными поливалентными сыворотками к бактериям рода *Citrobacter*: С1ОА; С1ОВ; С1ОС; С1ОД; С1ОЕ; С1ОФ; С1ОГ.

Формализованные антигены из культур штаммов *Vibrio anguillarum* не агглютинировались различными неадсорбированными сыворотками к гетерологичным культурам микроорганизмов.

Данные проведенных исследований свидетельствуют о высокой видовой специфичности антигенов из культур штаммов *Vibrio anguillarum* и возможности изготовления из них противовибриозной вакцины и различных биопрепаратов для серологической идентификации возбудителя вибриоза в кратчайшее время, что будет способствовать значительному сохранению рыбной продукции.

Список литературы

1. Агатова А.И., Лапина Н.М., Торгунова Н.И. Биохимический мониторинг прибрежных вод Черного моря // Труды ВНИРО т. 150. Черное море. Современное состояние экосистемы и пути повышения рыбохозяйственного значения. М.: - Изд. ВНИРО. – 2013. – С. 57-64.
2. Безгачина Т.В., Шумилов К.В., Бондаренко В.З. Идентификация возбудителей “тепловодного” и

“холодноводного” вибриоза стальноголового лосося, культивируемого в Черноморском регионе на побережье Северного Кавказа в условиях ухудшения экологической среды // Тез. докладов Международного симпозиума по марикультуре в г. Краснодаре в п.Небуг. – Москва. – 1995. – С. 15-16.

3. Безгачина Т.В. Испытание на специфичность антигена, изготовленного из культуры штамма *Vibrio salmonicida* – возбудителя болезни «Хитра» лососевых рыб // Сб. научных трудов «Паразиты и болезни рыб», Москва. – Изд. ВНИРО. – 2000. – С.12-16.

4. Безгачина Т.В. О специфичности антигена из культуры штамма *Vibrio anguillarum* – возбудителя вибриоза, идентифицированной в Черном море у мидий *Mytilus galloprovincialis* в районе Северного Кавказа в 2005 г. // Тез. докл. VII Всероссийской конференции по промысловым беспозвоночным, Мурманск, 9-13 октября 2006 г. Минсельхоз РФ, Агентство по рыболовству, Межведомственная ихтиологическая комиссия, Департамент рыбной промышленности Мурманской области, ВНИРО, ПИНРО, Москва: Изд. ВНИРО, - 2006. – С. 229

5. Безгачина Т.В. К вопросу о специфичности антигена из культуры штамма *Vibrio anguillarum* - возбудителя вибриоза идентифицированной в 2006 г. у мидий Черного моря. // Тез. докладов Международной научной конференции 5-8 июня 2007 г. “Естественные и инвазийные процессы формирования биоразнообразия водных и наземных экосистем”, РАН. Южный Научный Центр. – Ростов-на-Дону. – 2007. – С. 46-47.

6. Безгачина Т.В. Выделение возбудителя вибриоза – культуры штамма *Vibrio anguillarum* у мидий Черного моря на побережье Северного Кавказа в летний период 2008 г. Тез. докладов X съезда Гидробиологического общества при РАН, Владивосток: - 2009 – С. 35

7. Безгачина Т.В. Серологическая идентификация возбудителя вибриоза культуры штамма *Vibrio anguillarum* у мидий Черного моря *Mytilus galloprovincialis* на побережье Северного Кавказа в осенний период 2007 г. // Тез. докл. Международной конференции (Иркутск, 20-25 сентября, 2010) «Проблемы экологии. Чтения памяти профессора М.М. Кожова». Иркутск: Иркутский государственный университет. - 2010. – С. 350

8. Безгачина Т.В. К вопросу о вибриозе – бактериальном заболевании мидий Белого моря // Материалы III Всероссийской морской научно-практической конференции «Стратегия развития России и национальной морской политики в Арктике» (Арктика 2010). – Мурманский государственный университет, Мурманск. – 2010. – С. 68-69.

9. Безгачина Т.В. Микробиологическое исследование мидий *Mytilus edulis* Баренцева моря в летний период 2010 г. // Тез. докл. XI Всероссийской конференции по проблемам рыбопромыслового прогнозирования, посвященной 150-летию со дня рождения Н.М. Книповича (22-24 мая 2012 г., г. Мурманск), Мурманск.: Издательство ПИНРО. – 2012. – (электронная версия).

10. Безгачина Т.В. К вопросу о выделении возбудителя «холодноводного» вибриоза *Vibrio salmonicida* от радужной форели, выращиваемой в Белом море в Республике Карелия//Материалы XXIX Международной конференции «Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера (27-29 марта 2013 г. Мурманск. Россия), Федеральное Агентство по рыболовству, Мурманск.: Изд. ПИНРО. – 2013.- С. 12-14.

11. Безгачина Т.В. Идентификация возбудителя вибриоза с применением серологических методов исследования// Материалы научной конференции, приуроченной к пятилетию открытия базовой кафедры ЮНЦ РАН «Технические средства аквакультуры в ДГТУ (17-18 февраля 2014 г.), ФГБОУ ВПО «Донской государственный технический университет»,Ростов-на-Дону.: Изд. ЮНЦ РАН. – 2014. – С. 177-180.

12. Безгачина Т.В. Серологическая идентификация возбудителя вибриоза рыб.// Материалы XIII Международной научно-практической конференции «Биоразнообразие и устойчивость живых экосистем» 6-11 октября 2014 г., г.Белгород. Россия, Белгородский государственный национальный исследовательский университет. – Белгород. – 2014. – С. 163-164.

13. Безгачина Т.В. О «холодноводном» вибриозе у черноморской мидии *Mytilus galloprovincialis* на побережье Северного Кавказа//Материалы Международной научной конференции «Актуальные вопросы рыбного хозяйства и аквакультуры бассейнов южных морей России», г.Ростов-на-Дону 1-3 октября 2014 г., ФГБОУ ВПО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону.: Изд. ЮНЦ РАН. – 2014. –С. 299-303.

14. Бочкова Е.В., Гаврюсева Т.В., Овчаренко Л.В., Жукова Л.А. Комплексные исследования состояния здоровья двух промысловых видов камбал Берингова моря // Сб. научных трудов «Проблемы иммунологии, патологии и охраны здоровья рыб» Москва. – 2011. – С. 85-89.

15. Куманцов М.И., Кузнецова Е.Н., Переладов М.В., Лапшин О.М., Яхонтова И.В. Черное море: рыбохозяйственные проблемы и пути их решения // Рыбное хозяйство. – М. – 2011. – С. 54-56.

16. Кэбот Е., Мейер М. Экспериментальная иммунохимия. Под ред. д.б.н. Холчева Н.В., Изд. «Медицина». – Москва. – 1968. – С. 14-15.

17. Мечников И.И. Etudes sur l'immunité. – Ann Inst. Pasteur. – 1891. – 8. – P. 465.

18. Неницеску К.Д. Органическая химия. Том II. Под ред. академика Кабачника М.Н. Изд. иностран. лит.-ры. – Москва. – 1963. – С. 448-449.

19. Приказ Минсельхоза России от 13 октября 2008 г. № 462 «Об утверждении Правил ветеринарно-санитарной экспертизы морских рыб и икры» (зарег. В Минюсте РФ от 23 марта 2009 г., регистр. номер 13568).

20. Смирнов В.В., Чаплинский, Андреева З.М., Богоявленская Л.Б. Научные основы производства диагностических препаратов. – Киев. -: Наук. думка. – 1980. – 194 с.

21. Bergmann A.M. Die rote Beulenkrankheit des Hals// Ber. Kgl. Bayer. Biolog. Versuch – München. – 1909. – 2. P. 10-54.

22. Gruber M., Durham H.E. Eine neue Methode zur raschen Erkennung des Cholera vibrio und des Typhusbacillus. – Zbl. Bakteriol., Parasitenk., Infektionskrankh. und Hyg. Abt. Orig., 1896, 19, № 14/15/26, P. 895-896.

23. Egidius E., Andersen K., Clansen E., Roa J. Cold-water vibriosis or “Hitra disease” in Norwegian salmonid farming // J. Fish Diseases. – 4. – N.4 -1981. - P. 353-354.
24. Charin A., Roger G. Note sur le developpement des microbes pathogenes dans le serum des animaux vaccines. – Zbl. Bacteriol., Parasitenk., Infektionskrankh. und Hyg. Orig. – 1889. – 7. – P.650-657.
25. Haenen O.L.M., Fouz B., Amaro C., Jsern M.M., Mikkelsen H., Zrteic S., Travers M.A., Renault T., Wardle R., Hellström A., and Dalsgaard J. Vibriosis in aquaculture. 16th EAFP Conference, Tampere, Finland, 4th September 2013 Bull. Eur. Ass. Fish Pathol., vol. 34(4). 2014. – P.138-148.
26. Holm K.O., Strøm E., Stensvåg K., Roa I., Iurgenen T. Characteristics of a *Vibrio* sp. Associated with the “Hitra disease” of Atlantic salmon in Norwegian fish farms // ”Тёбё кэню FishPathol”. – V. 20. – N. 2-3. – 1985. – P. 125-129.

**THE SPECIFICITY OF THE ANTIGEN FROM THE CULTURE OF THE STRAIN
OF THE PATHOGEN *VIBRIO ANGUILLARUM* – VIBRIOSIS IDENTIFIED CULTIVATED
MUSSELS *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* IN THE BLACK SEA
ON THE COAST OF THE NORTH CAUCASUS**

Bezgachina T.V.

***Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography(VNIRO), Moscow, Russia,
bezgachina@vniro.ru***

In the paper the term «warm-water» and «cold-water» vibriosis dangerous bacterial disease of fish and aquatic organisms. Also it presents the long-term studies on the identification culture of the strain *Vibrio anguillarum* and *Vibrio salmonicida* in different regions of the country. Data on the results of studies on the specificity of 0,3 % formalinized antigens from cultures of strains of *Vibrio anguillarum*.

Keywords: vibriosis, culture strain *Vibrio anguillarum*, culture strain *Vibrio salmonicida*, agglutinating serum, antigen, specificity.

УДК 581.4

**БИОМОРФОЛОГИЯ ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ В СВЯЗИ С МОНИТОРИНГОМ
ИХ ПОПУЛЯЦИЙ (НА ПРИМЕРЕ РАСТЕНИЙ ЕВРОПЕЙСКОГО
СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ)**

Ю.А. Бобров¹, Д.А. Филиппов², И.А. Чудинова¹, Т.В. Лукашева¹

**¹Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина, Сыктывкар,
Российская Федерация, orthilia@yandex.ru**

**²Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, пос. Борок,
Российская Федерация, philipov_d@mail**

Представлены результаты биоморфологического изучения водных растений европейского северо-востока России, итогом чего стало выделение у них пяти крупных жизненных форм с несколькими вариантами. Жизненные формы, сходные с таковыми у наземных трав – это корневищные недерновые и подземно-столонные растения. В группе свободноплавающих биоморф описаны столонно-кистекарневые и длиннопобеговые поликарпики и свободноплавающие монокарпики. Показана возможность изучения популяций растений первых трёх форм через подсчёт фитоценологических единиц, последних двух – только количественными методами.

Ключевые слова: биоморфология, жизненные формы, водные травы, свободноплавающие растения.

Актуальность. Длительное время внимание биоморфологов было обращено на наземные растения и практически не касалось водных [3]. При этом значительное число таких таксонов или включено в различные красные книги, или же являются адвентивными, что требуют биологического контроля их популяций. Традиционный метод описания ценологических популяций высших растений предусматривает, в первую очередь, подсчёт числа входящих в неё особей, определение виталитетного и онтогенетического (реже – возрастного) спектров. И то, и другое

требует определение границ особей, а также часто – выявление фитоценологических и счётных единиц.

Всё это невозможно без предварительного биоморфологического анализа, включающего описание жизненной формы (включая её возможные варианты в различных экологических условиях), хода онтоморфогенеза и сезонного развития (как последовательной смены онтогенетических вариантов жизненных форм, а в некоторых случаях и с указанием фенологических форм, сменяющих друг друга в течение года) и выделение важнейших морфологических единиц.

Целью настоящей работы является биоморфологический анализ водных растений европейского северо-востока России для определения способов анализа их природных популяций.

Материал и методика. Основой работы стали фонды коллекций гербариев Института биологии УрО РАН (SYKO, Сыктывкар) и СГУ им. П. Сорокина (SYKT, Сыктывкар) и личные сборы и наблюдения в природе авторов над следующими видами цветковых растений (таксоны указаны по сводке В.А. Мартыненко и Б.И. Груздева [1]): *Sagittaria natans* Pall. (Alismataceae Vent.), *Callitriche cophocarpa* Sendtner, *C. hermaphroditica* L., *C. palustris* L. (Callitrichaceae Link), *Lobelia dortmanna* L. (Campanulaceae Juss.), *Ceratophyllum demersum* L. (Ceratophyllaceae S.F. Gray), *Myriophyllum spicatum* L., *M. sibiricum* Kom., *M. verticillatum* L. (Haloragaceae R. Br.), *Hippuris vulgaris* L. (Hippuridaceae Link), *Elodea canadensis* Michx., *Hydrocharis morsus-ranae* L., *Stratiotes aloides* L. (Hydrocharitaceae Juss.), *Lemna minor* L., *L. trisulca* L., *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid. (Lemnaceae S.F. Gray), *Utricularia intermedia* Hayne, *U. minor* L., *U. vulgaris* L. (Lentibulariaceae Rich.), *Nuphar lutea* (L.) Smith, *N. pumila* (Timm) DC., *Nymphaea candida* J. Presl., *N. tetragona* Georgi (Nymphaeaceae Salisb.), *Persicaria amphibia* (L.) S.F. Gray (Polygonaceae Juss.), *Potamogeton alpinus* Balb., *P. berchtoldii* Fieb., *P. compressus* L., *P. filiformis* Pers., *P. friesii* Rupr., *P. gramineus* L., *P. lacunatus* Hagstr., *P. lucens* L., *P. natans* L., *P. obtusifolius* Mert. & Koch, *P. pectinatus* L., *P. perfoliatus* L., *P. praelongus* Wulf., *P. trichoides* Cham. & Schlecht. (Potamogetonaceae Dumort.), *Batrachium circinatum* (Sibth.) Spach, *B. eradicatum* (Laest.) Fries, *B. trichophyllum* (Chaix) Bosch, *Ranunculus pallasii* Schlecht. (Ranunculaceae Juss.). Кроме того, были привлечены данные по другим территориям севера европейской части России и её Нечернозёмной зоны.

В основе методики выделения жизненных форм лежат взгляды И.Г. Серебрякова [2]. Предложенная им система не распространена на водные растения, хотя таковой таксон (Водные и прибрежно-водные травы) был запланирован. Мы считаем, что все жизненные формы прибрежно-водных растений и часть водных прекрасно описывается в терминах таких таксонов, как «Поликарпические травы» и «Монокарпические травы»; проблему представляет только описание собственно водных трав (и только трав!). Здесь мы, в общем, следуем взглядам Н. Ellenberg'a и D. Mueller-Dombois [4, 5], предложившим в своей редакции системы Ch. Raunkiaer'a выделение таксона «Свободноплавающие, или эррантные, растения». При этом мы считаем необходимым его подразделение на несколько категорий, которые изложены ниже.

Основной метод проведённого биоморфологического анализа – сравнительно-морфологический. Изучение проводили на растениях генеративного периода с выделением морфологических единиц на основе взглядов Л.Е. Гатцук [3]. Элементарный метамер не учитывался, поскольку эта структура не может являться счётной единицей при популяционных исследованиях.

Результаты и их обсуждение. Спектр жизненных форм водных растений (понимая последние крайне узко, то есть не включая в его состав прибрежно-водные травы, в том числе – амфибийные) включает следующие биоморфы.

Жизненную форму *Nuphar lutea*, *N. pumila*, *Nymphaea candida* и *N. tetragona* мы определяем, как **корневищное недерновое многолетнее поликарпическое травянистое растение**. Это название мы предлагаем взамен расплывчатого и часто неправильно используемого термина «короткокорневищное растение», предложенное Серебряковым. В его основе лежит тот же критерий, что и предлагал И.Г. – подземная (в данном случае грунтовая или надгрунтовая) часть плагиотропна, включает в себя остатки побегов многих лет (или же является первичным

корневищем, а не симподием), а на верхушке отдельного корневища трогается ежегодно небольшое (2–3) число почек. При этом не формируется дернины, а новые побеги обычно продолжают направление нарастания материнского (даже если формируется симподий), а не радиально.

Важнейшими морфологическими единицами данных растений являются элементарный и одноосный побеги, а также система сохраняющегося одноосного побега и побеговый комплекс, закрепляющий территорию.

Элементарный побег реализуется из перезимовавшей (в том числе – спящей) почки, как терминальной, так и боковой. Эти побеги могут быть олиственными укороченными вегетативными и безлистными удлинёнными монокарпическими. Первые впоследствии становятся частью одноосного побега, вторые представляют собой эфемерные образования в виде цветоносной стрелки с цветком на верхушке. По-видимому, вегетативный элементарный побег – это минимальная способная к самостоятельному существованию структура, поскольку здесь формируется придаточная корневая система, а также происходит накопление пластических веществ в тканях стебля.

Комплекс из элементарного вегетативного побега и реализовавшимися на нём одним или несколькими элементарными монокарпическими побегами является системой сохраняющегося одноосного побега. Вся совокупность элементарных вегетативных побегов, представляющая собой моноподиальную ось, мы рассматриваем как одноосный побег, а разветвлённую систему из нескольких одноосных побегов – побеговым комплексом, закрепляющим территорию. Последним, по сути, представлена целостная особь.

По-видимому, фитоценотической единицей можно считать вегетативный элементарный побег. Однако счётную единицу достоверно выделить сложно; представляется, что в каждом конкретном условиях места наблюдения необходимо подсчитывать число плавающих листьев, которые формируются на таком побеге и через пересчёт всех листьев на участке водоёма оценивать число условных особей в ценотической популяции.

Hippuris vulgaris является типичным **подземно-столонным многолетним поликарпическим травянистым растением**, которые нередки, в том числе, и среди прибрежно-водных растений. Важнейшей единицей является одноосный побег – анизотропный вегетативно-генеративный монокарпический дициклический побег, складывающийся из двух типов элементарных побегов: плагиотропного подземного вегетативного и более-менее ортотропного вегетативно-генеративного монокарпического. На плагиотропном побеге формируются придаточные корни; здесь же происходит запас питательных веществ. В некоторых случаях терминальная почка настолько велика, что может рассматриваться как клубень или клубнелуковица.

Фитоценотической единицей является отдельный одноосный побег, хотя часто его плагиотропная часть существует достаточно долго и в результате возникает побеговый комплекс, закрепляющий территорию. В качестве счётной единицы, вероятно, следует считать надводную часть одноосного побега, учитывая, что во многих случаях он будет представлять собой условную особь.

Среди свободноплавающих, или эррантных, трав мы считаем возможным выделить следующие основные варианты: а) столонно-кистекарневые поликарпические эрранты, б) длиннопобеговые поликарпические эрранты, в) монокарпические эрранты.

Типичные представители биоморфы **столонно-кистекарневое свободноплавающее многолетнее поликарпическое травянистое растение** – *Lobelia dortmanna* и *Stratiotes aloides*. Важнейшими морфологическими единицами здесь являются элементарный и одноосный побеги и система сохраняющегося одноосного побега; в некоторых случаях возможно существование и побегового комплекса, закрепляющего территорию.

Элементарные побеги формируются из терминальных и боковых почек (как перезимовавших, так и спящих и реже – развивающихся без периода покоя). Они могут быть трёх типов: вегетативные укороченные, вегетативные удлинённые (столоны) и монокарпические удлинённые (соцветия).

Побеги первого типа продолжают нарастание вегетативного прошлогоднего укороченного побега или удлинённого побега текущего года, а затем входят в состав многолетней (чаще 2–3-летней) побеговой системы. На их основе из пазушных почек листьев возникают удлинённые вегетативные побеги, осуществляющие функцию вегетативного размножения, а также удлинённые монокарпические, дающие несущие цветки.

На вегетативном укороченном побеге в год его формирования возникают придаточные корни, а в его тканях накапливаются питательные вещества. Совокупность из нескольких таких побегов формирует одноосный побег. А на его основе возникает система из вегетативных и монокарпических удлинённых побегов, каковую мы рассматриваем как систему сохраняющегося одноосного побега. Вот эту систему логично считать фитоценотической единицей, которая хорошо просматривается визуально и может служить и единицей счётной.

В некоторых случаях, когда отмирание базальных частей описанной выше системы замедляется, возникает комплекс побега, закрепляющего территорию, то есть систему из ветвящихся одноосных побегов вместе с образовавшимися на их основе эфемерными боковыми побегами.

Некоторые виды, например, *Hydrocharis morsus-ranae*, является вариантом описанной выше жизненной формы – это **столонно-кистекорневое свободно плавающее многолетнее поликарпическое травянистое растение с однолетней побеговой системой**. Отличием является отсутствие многолетнего одноосного побега и формирование специализированных зимующих почек на концах столонов, которые (с определённой долей условности) можно рассматривать как клубнелуковицы или клубни. Это сближает такую биоморфу с плавающим вариантом *Sagittaria natans*.

Таким образом, здесь возможно выделение четырёх вариантов элементарных побегов (укороченных ортотропного вегетативного и зимующего вегетативного – почка; удлинённых вегетативного – столона и генеративного) и одного одноосного – дициклического укороченного вегетативного побега. На основе укороченных вегетативных моноциклического и дициклического формируется система сохраняющегося одноосного (в том числе – элементарного) побега, являющаяся фитоценотической и счётной единицей.

Сильно упрощённым вариантом последней жизненной формы являются биоморфы растений сем. Lemnaceae – *Lemna minor*, *L. trisulca* и *Spirodela polyrhiza*. Они характеризуются особым (листецовым) вегетативным телом и крайне упрощённой генеративной частью; при этом никакого столона здесь не возникает. В этой связи – хотя механизм их существования по сути своей не отличается от такового у описанных выше растений, – их жизненную форму допустимо трактовать как **листецовое свободноплавающее многолетнее поликарпическое травянистое растение**. Фитоценотической и счётной единицей здесь будет отдельный листец; но представляется, что проводить мониторинг таких популяций удобнее по количественным параметрам (например, по биомассе на единицу площади или объёма).

Основную массу водных растений составляют **длиннопобеговые свободноплавающие многолетние поликарпические травянистые растения** – *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*, *M. sibiricum*, *M. verticillatum*, *Elodea canadensis*, *Utricularia intermedia*, *U. minor*, *U. vulgaris*, *Persicaria amphibia*, *Potamogeton alpinus*, *P. berchtoldii*, *P. compressus*, *P. filiformis*, *P. friesii*, *P. gramineus*, *P. lacunatus*, *P. lucens*, *P. natans*, *P. obtusifolius*, *P. pectinatus*, *P. perfoliatus*, *P. praelongus*, *P. trichoides*.

У *Elodea canadensis* обычны три типа побегов – элементарные удлинённые вегетативный олистивный и генеративный безлистный монокарпический, а также одноосный, представляющий собой дициклический удлинённый вегетативный побег. В течение вегетативного сезона на основе перезимовавшей части одноосного побега возникает система сохраняющегося одноосного побега, в состав которой могут входить удлинённые монокарпические побеги, обычно не играющие особой роли в жизни этих растений.

Для остальных видов типичны два типа элементарных побегов (удлинённые олистивные вегетативный и вегетативно-генеративный монокарпический) и одноосный побег, здесь

– дициклический удлинённый вегетативно-генеративный побег. Также как и в предыдущем варианте на основе одноосного побега формируется система сохраняющегося одноосного побега.

У целого ряда видов можно также выделить укороченные вегетативные побеги – зимующие почки. На удлинённых побегах большинства описанных видов формируются придаточные корни (в некоторых случаях редко, в других – всегда), служащие обычно для закоривания. По своему положению побеги могут быть как почвенными, так и внутриводными; причём их приуроченность к грунту в большинстве случаев пассивная, то есть они погружаются в субстрат за счёт его роста в толщину, а не собственных механизмов.

Batrachium circinatum, *B. eradicatum*, *B. trichophyllum* и *Ranunculus pallasii* представляют некий переходный вариант жизненной формы между длиннопобеговыми и столонно-кистекорневыми растениями, поскольку почки в узлах удлинённых олиственных побегов этих растений часто трогаются в рост и формируют дочерние структуры, как и почки безлистных столонов, что позволяет рассматривать их как **столонно-длиннопобеговые свободноплавающие многолетние поликарпические травянистые растения**.

Популяции обоих последних видов жизненных форм невозможно изучать как совокупность отдельных особей, поскольку границы её в естественных условиях практически не определимы. Здесь следует обследовать исключительно количественные параметры типа биомассы на единицу площади или объёма.

Свободноплавающими однолетними монокарпическими травянистыми растениями в некоторых случаях могут быть *Callitriche sophercarpa*, *C. hermaphroditica* и *C. palustris*; чаще однолетниками являются их наземные формы. По нашим наблюдениям, в водной среде они часто живут дольше одного года, и тогда представляют собой **длиннопобеговые свободноплавающие олиголетние олигокарпические травянистые растения**. В последнем случае их структура не отличается от описанной для длиннопобеговых поликарпиков.

У однолетней формы структурных единиц всего две – это элементарный вегетативно-генеративный побег и система сохраняющегося одноосного (элементарного) побега. При этом исследование популяций, как и в указанных выше случаях, возможно только количественными методами.

Заключение. У водных растений (понимая эту группу в узком виде) можно выделить пять жизненных форм, две из которых – корневищные недерновые и подземно-столонные растения, включая её столонно-клубневой вариант, – являются полными аналогами таковых наземных цветковых. Относительным своеобразием отличаются три биоморфы свободноплавающих растений – столонно-кистекорневые (напоминающие такую форму у наземных растений) и длиннопобеговые поликарпики, а также свободноплавающие монокарпики. Последние две биоморфы отчасти напоминают наземноползучие и подземно-столонные формы. Также выделяются варианты – столонно-кистекорневые растения с однолетней побеговой системой, листцевые, столонно-длиннопобеговые, а также длиннопобеговые олиголетние олигокарпические травы.

Изучение популяций длиннопобеговых (включая столонно-длиннопобеговые формы) растений возможно только количественными методами; для популяций растений остальных жизненных форм возможно выделение условных и – значительно реже – истинных особей, что позволит использовать классические методы современной популяционной биологии растений.

Список литературы

1. Мартыненко, В.А. Сосудистые растения Республики Коми [Текст] / В.А. Мартыненко, Б.И. Груздев. – Сыктывкар, 2008. – 136 с.
2. Серебряков, И.Г. Экологическая морфология растений [Текст] / И.Г. Серебряков. – М.: Высш. шк., 1962. – 377 с.
3. Современные подходы к описанию структуры растения [Текст] / Под ред. Н.П. Савиных, Ю.А. Боброва. – Киров, 2008. – 355 с.
4. Ellenberg H., Mueller-Dombois D. A key to Raunkiaer plant life form with revised subdivisions. Ber. geobot. Inst. ETH. Stiftung. Rubel, Zurich. 1967. Vol. 37. P. 56–73.
5. Mueller-Dombois D., Ellenberg H. Aims and Methods of Vegetation Ecology. New York, London, Sydney, Toronto, John Wiley & Sons Publ., 1974. 547 p.

**BIOMORPHOLOGY OF WATER PLANTS IN CONNECTION WITH
THE MONITORING OF THEIR POPULATIONS (FOR PLANTS
OF THE EUROPEAN NORTH-EAST OF RUSSIA)**

Bobrov Yu.¹, Philippov D.², Chudinova I.¹, Lukasheva T.¹

¹*Syktyvkar State University named after Pitirim Sorokin, Syktyvkar, Russia, orthilia@yandex.ru*
²*I.D. Papanin Institute for biology of inland waters Russian Academy of Sciences, Borok, Russia, philippov_d@mail*

The results of biomorphological study of aquatic plants of the European North-East of Russia are presented. Five types growth forms are differentiated, and subdivided to several variations. There are rhizomatous non-turfy, underground stolons, raceme-radical stolons and longshooting polycarpic free-floating plants, and free-floating monocarpic plants. The possibility of studying populations of first three growth forms plants by calculation of phytocenotic units are shown. The populations studies in the last forms are possible by quantitative methods only.

Key words: biomorphology, growth forms, aquatic plants, free-floating.

УДК. 597.556.35:591.11: 577.27

**СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛЕТОЧНЫХ И ГУМОРАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ИММУНИТЕТА ЧЕРНОМОРСКОГО КАЛКАНА**

Н.Е. Бойко, О.А. Рудницкая, Л.П. Ружинская, Л.А. Бугаев

ФГБНУ «АзНИИРХ», Ростов-на-Дону, Россия, natalia.boiko@inbox.ru

Приведены данные, характеризующие состояние клеточных (лейкоцитарный состав) и гуморальных (иммуноглобулины, иммунные комплексы, лизоцим) показателей иммунитета в крови черноморского калкана в нерестовый, постнерестовый и нагульный периоды. Выявлены сезонные и половые особенности в изменении показателей. Полученные материалы позволяют дать объективную оценку реакции организма калкана на антропогенное воздействие.

Ключевые слова: черноморский калкан, кровь, лейкоцитарный состав, иммуноглобулины, иммунные комплексы, лизоцим, сезонные изменения

Черноморская камбала-калкан *Scophthalmus maeoticus maeoticus* – ценный промысловый вид рыб, обитающий на черноморском шельфе России. В литературе отмечали высокую чувствительность калкана к колебанию факторов среды, а в последние годы - наличие у представителей этого вида рыб стрессорного состояния, вызванного хозяйственной деятельностью [1].

Адаптационная пластичность организмов в меняющихся условиях среды регулируется механизмами различных уровней организации - от поведенческого до клеточного. Поддержание жизнеспособности, обеспечивается, в том числе, неспецифическими и специфическими механизмами иммунной защиты, которые представляют собой широкий круг клеточных и молекулярных факторов. В данной работе представлены результаты изучения сезонной вариабельности лейкоцитарного состава, иммуноглобулинов, иммунных комплексов и фермента лизоцима в крови черноморского калкана. Эти иммунофизиологические показатели рыб широко используются для оценки их функционального состояния, а также в качестве индикаторов в мониторинговых исследованиях качества среды обитания [2].

Материал собирали в 2009-2015 гг. из уловов камбальных сетей и в ходе учетных рейсов весной, в период нереста рыб (конец марта, апрель, май) в летний период (конец июня, июль) и осенью, в нагульный период (конец октября, ноябрь) в российской части шельфа Черного моря. Всего было обследовано 147 производителей калкана без признаков патологических изменений органов и систем.

Лейкоцитарный состав клеток крови исследовали согласно принятым в ихтиологических

исследованиях методам [3]. На фиксированных образцах мазков крови подсчитывали лейкоцитарный состав, который выражали в процентном соотношении отдельных видов лейкоцитов, а также в виде индекса, показывающего соотношение грануло- и агранулоцитов.

Содержание в сыворотке крови иммуно- γ -глобулинов, иммунных комплексов и лизоцима определяли нефелометрическим методом [4,5,6] и выражали в условных показателях: процентах светопропускания (лизоцим) и единицах оптической плотности (иммуно- γ -глобулины, иммунные комплексы).

Исследование лейкоцитарного состава крови показало, что у калкана в составе клеток белой крови во все сезоны преобладали лимфоциты, которые составляли более 70 % общего числа клеток (рис. 1). Гранулоциты были в основном, представлены нейтрофилами, незрелыми (палочкоядерными) и зрелыми (сегментоядерными) формами, составлявшими в разные периоды соответственно от 13 до 15 % и от 7 до 10 %. В составе белой крови отмечены также моноциты (1,5 до 3 %) и эозинофилы, которые наблюдали в незначительном количестве только в весенне-летний период (до 1 %).

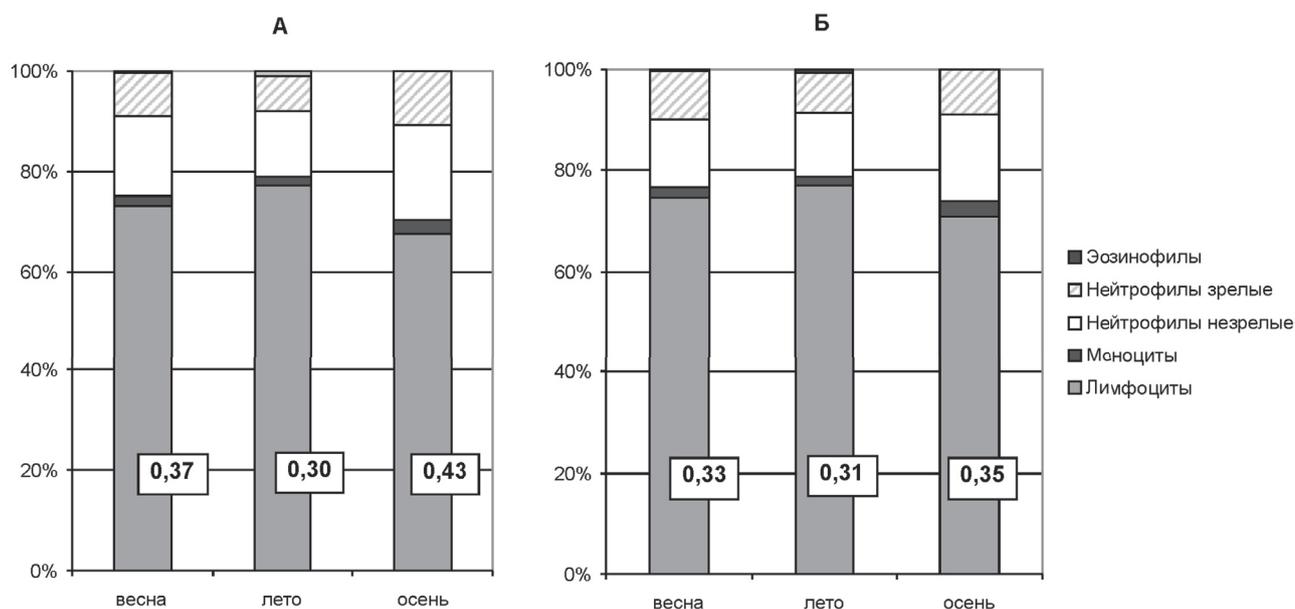


Рисунок 1 - Сезонные изменения лейкоцитарного состава клеток крови черноморского калкана. А - самки, Б - самцы. Цифрами обозначены индексы сдвига лейкоцитов

В отдельные годы индивидуальные различия в клеточном составе крови рыб могли меняться в широких пределах. Так, например, в 2009-2010 гг. у отдельных рыб наблюдалась как лимфопения (отсутствие лимфоцитов), так и повышенное количество лимфоцитов (до 94 % от общего числа клеток белой крови). Однако межгодовые колебания показателя, в целом, были незначительными (коэффициент вариации в разные сезоны не превышал 15 %). Между самками и самцами не выявлено различий в лейкоцитарной формуле и в сезонной динамике. Летом, после нереста в крови рыб обоего пола наблюдалось повышение относительного количества лимфоцитов и, соответственно, снижение доли нейтрофильных гранулоцитов. Накануне зимнего периода в лейкоцитарном составе наблюдались обратные изменения. Вероятно, повышение относительного количества лимфоцитов в составе белой крови летом, в постнерестовый период, когда калкан переходит к малоподвижному образу жизни, связано со снижением нагрузки на организм, которая, обычно, приводит к апоптозу лимфоцитов и нейтрофилии [7].

Определение содержания сывороточного уровня лизоцима позволило установить, что в весенне-летний период абсолютные значения этого показателя у самцов калкана выше, чем у самок, а осенью показатели не различались. Активность фермента зависела от сезона, снижаясь в летний период, что в большей степени выражено у самок, по сравнению с самцами. Вероятной причиной снижения данного показателя у отнерестившихся производителей является снижение у этих же рыб в составе белой крови доли нейтрофилов. Известно, что

уровень лизоцима в крови зависит от количества нейтрофилов, в особенности, от незрелых форм клеток [8]. Произведенное нами сравнение величин сывороточного лизоцима и относительного количества содержащихся в крови незрелых форм нейтрофилов у производителей калкана выявило достаточное соответствие в изменении этих неспецифических показателей иммунитета [9].

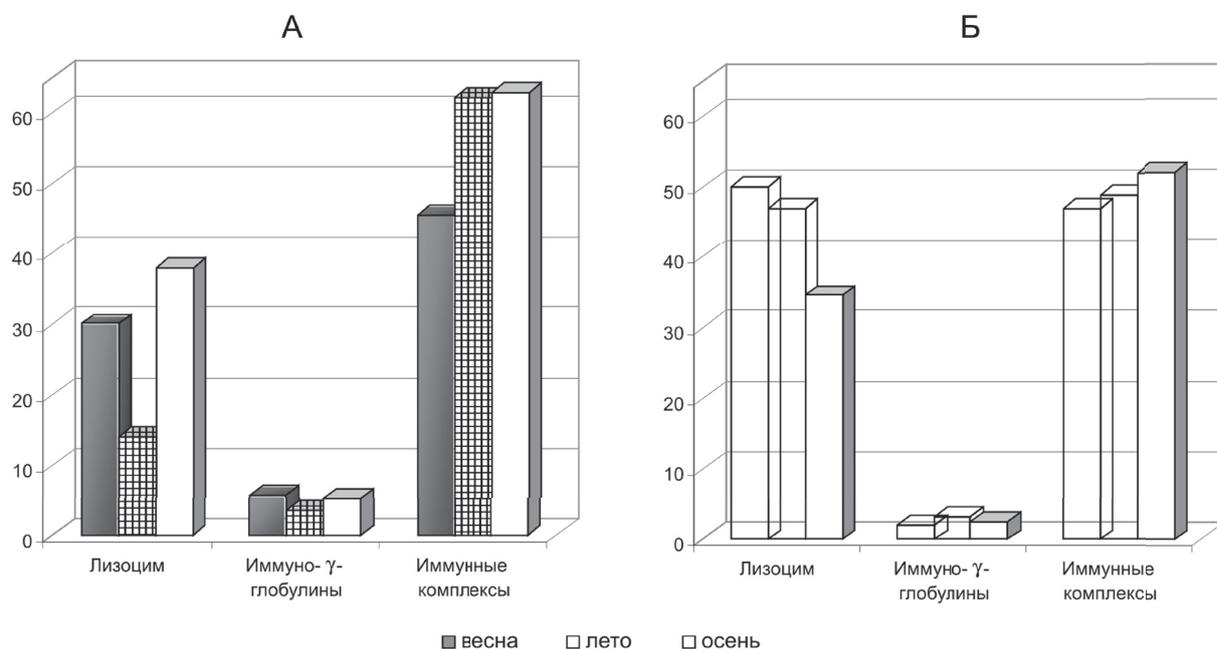


Рисунок 2 - Сезонные изменения величин гуморальных факторов иммунитета черноморского калкана, у.е., А - самки, Б - самцы

Установлено, что сезонной изменчивостью характеризуются также и другие иммунофизиологические показатели крови калкана – иммуноглобулины и иммунные комплексы (рис. 2). В наибольшей степени это относится к постоянно присутствующим в крови рыб иммунным комплексам, которые образуются в результате взаимодействия антигенов с иммуноглобулинами и количество которых может резко увеличиваться при патологических состояниях. Видовой особенностью калкана является высокое содержание этих факторов иммунитета в сыворотке крови. В весенний период содержание иммунных комплексов у самок и самцов в составляет более 40 у.е., а в летний и осенний периоды этот показатель превышает 60 у.е. (у самок).

Таким образом, на иммунофизиологические показатели крови калкана влияют сезонные особенности. Определение нормы и сезонных вариаций исследованных показателей позволит объективно оценить характер реагирования рыб на воздействие негативных факторов среды, что важно для корректного использования данных при оценке функционального состояния представителей этого вида, а также при оценке состояния акваторий.

Список литературы

1. Гиригосов В.Е., Ханайченко А.Н., Ельников Д.Е. Характер и причины изменчивости основных показателей состояния нерестовой популяции черноморской камбалы калкан на юго-западном шельфе Крыма // Современные проблемы Азово-черноморского региона. Мат. III Межд. конф. Керчь: ЮгНИРО. - 2007. - С 3-9.
2. Микряков В.Р., Балабанова Л.В., Заботкина Е.А. и др. Реакция иммунной системы рыб на загрязнение воды токсикантами и закисление среды. М.: Наука, 2001. - 126 с.
3. Житенёва Л.Д., Рудницкая О.А., Калюжная Т.И. Эколого-гематологические характеристики некоторых видов рыб. - Ростов-на-Дону: Молот, 1997. - 152 с.
4. MC Evan et al. Clinical chemical acta. - Amsterdam, 1970. - V.27. - № 1-3. - P. 155.
5. Гриневич Ю.А., Алферов А.Н. Определение иммунных комплексов в крови онкологических больных. - Лабораторное дело. - 1981. - № 8. - С. 493-496.
6. Дорофейчук В.Г. Определение активности лизоцима нефелометрическим методом. Лабораторное дело. - 1968. № 1. - С. 28-30.
7. Pedersen B. K., Hoffman-Goetz L. Exercise and the Immune System: Regulation, Integration, and Adaptation. - Physiological Reviews, Vol. 80. - N. 3.- 2000.- P. 1055-1081.

8. Микряков В.Р., Лапирова Т.Б. Влияние солей некоторых тяжелых металлов на состав белой крови молоди ленского осетра *Acipenser baeri* // Вопр. ихтиологии. -1997.- Т. 37. -№ 4. - С. 538-542.

9. Бойко Н.Е., Рудницкая О.А., Морозова М.А. Опыт определения лизоцима как неспецифического показателя иммунной защиты у камбалы калкан. - Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна. Ростов-на-Дону, 2012. - С. 53-58.

SEASONAL CHANGES IN CELLULAR AND HUMORAL INDICES OF THE BLACK SEA TURBOT

Boiko N.E., Rudnitskaya O.A., Ruzhinskaya L.P., Bugaev L.A.

FGBNU 'AzNIIRKH' Rostov-on-Don, Russia, natalia.boyko@inbox.ru

The data are presented that characterize the state of cellular (leukocyte composition) and humoral (immunoglobulins, immune complexes, lysozyme) immunity indices in the blood of the Black Sea turbot in its spawning, post-spawning and fattening seasons. Some seasonal and sexual changes in regard to the parameters mentioned have been revealed. The materials allow one to give an objective assessment of the fish body's reaction to anthropogenic impact.

Key words: Black Sea turbot, blood, leukocyte composition, immunoglobulins, immune complexes, lysozyme, seasonal changes.

УДК502.171:574.58 (470.12)

ОПЫТ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА ПО СОХРАНЕНИЮ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА ТЕРРИТОРИИ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.Л. Болотова

Вологодский государственный университет, г. Вологда, Россия, bolotova.vologda@mail.ru

В статье обобщены результаты международного сотрудничества по сохранению биоразнообразия водных экосистем на территории Вологодской области, начиная с 2000 года. Рассматривается участие в разработке природоохранной стратегии на севере Европы на международных контактных форумах по сохранению местообитаний в Баренц-регионе. Показано значение многолетних российско-финляндских проектов для сохранения биоразнообразия, расширения сети ООПТ за счет включения водных объектов. Обсуждаются проблемы сохранения биоразнообразия водных объектов с учетом их специфики.

Ключевые слова: международное сотрудничество, Баренц-регион, российско-финляндские проекты, Вологодская область, водные экосистемы, сохранение биоразнообразия.

Проблема сохранения биоразнообразия должна решаться на региональном, национальном и глобальном уровне, что подразумевает необходимость международного сотрудничества. Тем более, что широкие ареалы видов чаще всего не совпадают с государственными границами, и особенно это касается водных экосистем при наличии трансграничных водосборов, миграционной активности рыб и их экономического значения. В этом плане густая гидрологическая сеть северных территорий в зоне избыточного увлажнения определяет общую природоохранную стратегию Северо-Запада России и скандинавских стран, примером реализации которой является сотрудничество в Баренцевом регионе. В него входят часть территорий Норвегии, Швеции, Финляндии и регионы России на побережье Баренцева моря. Вологодская область (61° 36' с. ш.) примыкает к Баренц-региону, граничит с Карелией, Архангельской областью и Республикой Коми и неразрывно связана этими соседними регионами через природные компоненты. На территории Вологодской области начинается подзона средней тайги, а также гидрологическая сеть Белого моря (соединяющегося с Баренцевым морем) через бассейн р. Сухоны, входящий в бассейн Северной Двины. Кроме того, на территории Вологодской области смыкаются магистральные транспортные пути (Волго-Балтийская и Северо-Двинская водные системы), тем самым объединяя

гидрологические сети разных географических зон. По сути, это новые миграционные пути для рыб, служащие инвазионными коридорами, что создает дополнительную угрозу для сохранения биоразнообразия [3]. Сходство как природных условий, так антропогенной нагрузки на водные экосистемы определяет общие проблемы природопользования для северных регионов, к которым относится и Вологодская область. Следствием прогрессирующего характера хозяйственного влияния в современный период стало ухудшение качества водной среды, снижение биоразнообразия, качества и количества водных биоресурсов. Таким образом, общие проблемы сохранения северных водных экосистем, обусловленные их особой уязвимостью к антропогенному воздействию, стали основой развития регионального и международного сотрудничества на Северо-Западе, включая Вологодскую область [10].

Одной из форм этого сотрудничества служит постоянное участие с 2003 г. Вологодского педагогического университета в разработке природоохранной стратегии на международных контактных форумах по сохранению местообитаний в Баренцевом регионе. Так, наше предложение на совещании в Финляндии (Кухмо, 2003) касалось вопроса сохранения биоразнообразия водных объектов через включение в сеть ООПТ гидрологических заказников. Их значение было обосновано на примере Вологодской области на многолетних материалах исследований, полученных в ходе выполнения международного российско-финляндского проекта [4].

Другим важным вопросом сохранения биоразнообразия водных объектов, который обсуждался с зарубежными партнерами на контактном форуме, была проблема состояния популяций редких и исчезающих видов сиговых рыб [1]. В этом плане Вологодская область представляет особый интерес, так как южная граница ареала сиговых рыб проходит по ее территории. Трудности сохранения этих популяций связаны с обитанием в мелководных водоемах, где для холодноводных рыб арктического комплекса складывается ряд неблагоприятных факторов.

На очередном IV совещании международного контактного форума по сохранению местообитаний в Баренцевом регионе (Сыктывкар, 2005) были представлены материалы о состоянии водоемов Вологодской области и проанализирована проблема сохранения редких видов [5].

Следующим шагом в развитии природоохранной стратегии было внесение на V контактном форуме в Швеции (Умео, 2008) предложения о выделении в качестве приоритетного направления для поддержания биоразнообразия водных объектов – сохранение водно-болотных угодий на основе системного подхода, с учетом особенностей функционирования системы «водоем-водосбор». Тем более, что в зоне избыточного увлажнения оценка роли многочисленных болот на водосборе, с чем связано регулирование гидрологического режима и миграции веществ, необходима для прогнозирования состояния водоемов. На материалах по исследованию водосборов Вологодской области была обоснована важность проведения ГЭП-анализа охраняемых болотных биотопов, то есть выявления «белых пятен» с позиции их представленности в сети ООПТ, что определяет ее репрезентативность [2]. В дальнейшем, это обсуждение на контактном форуме и принятие соответствующего положения в резолюции стимулировало реализацию международного проекта, связанного с ГЭП-анализом репрезентативности сети ООПТ на Северо-Западе России.

На VI международном контактном форуме по сохранению местообитаний в Баренцевом регионе (Архангельск, 2010) опыт выполнения международных и межрегиональных проектов позволил предложить стратегию сохранения биоразнообразия в единой сети ООПТ Северо-Запада. Основные положения были связаны с обоснованием необходимости иерархического подхода к созданию единой сети ООПТ, учитывающего сложную структуру региональных геокомплексов, для достижения функциональной целостности. На примере Вологодской области, расположенной на крупнейшем водоразделе Евразии, показана неравноценная представленность ООПТ в бассейнах стока Балтийского, Белого и Каспийского морей и необходимость реализации принципа поддержания биоразнообразия в пределах водосборных бассейнов. Обоснована недостаточная эффективность созданной сети ООПТ только с позиций сохранения таежных ландшафтов, без охвата ключевых водосборов

на территории области, где выраженная стокорегулирующая функция лесов обеспечивает жесткую взаимосвязь водных и наземных экосистем [7]. Другой не менее важный вопрос, акцентирующий внимание на сохранении биоразнообразия водных объектов, был связан с анализом критериев выделения ценных водных биотопов Вологодской области. Актуальность данного направления природоохранной деятельности определяется богатым водным фондом, наряду со слабой представленностью водных экосистем в сети ООПТ. Следует подчеркнуть, что расширение сети ООПТ за счет водных объектов не должно преследовать только увеличение площади охраняемых акваторий. Важнее сохранение ценных водных биотопов, выделенных по комплексу критериев. К ним предлагалось отнести водные объекты, где обитают рыбы, занесенные в Красные книги, а также спектра биотопов, обеспечивающих жизнедеятельность (миграции, нерест, нагул) рыб арктического комплекса (лососевых, сиговых, корюшковых), чувствительных к наблюдаемому процессу ухудшения условий обитания при ускорении процессов антропогенного эвтрофирования мелководных водоемов. Сохранение популяций этих ценных видов рыб, в том числе имеющих не только индикаторное, но и промысловое значение, позволяет поддерживать биоразнообразие на видовом и экосистемном уровне. Кроме того, к числу ценных водных объектов следует отнести периодически исчезающие карстовые озера, реки с каньонобразными долинами, а также озера и реки, связанные с функционированием ценных болотных биотопов и ключевых орнитологических территорий. Все эти критерии дают основание для равноценной с наземными экосистемами корректировки представленности водных объектов в сети ООПТ Вологодской области.

Следует подчеркнуть особенность, осложняющую сохранение биоразнообразия рыбного населения, имеющего экономическую ценность, что наглядно иллюстрируют материалы изучения популяций рыб в рыбопромысловых водоемах Вологодской области. Выделяются три группы популяций редких видов рыб с точки зрения отличий мер охраны и подходов к их промысловой эксплуатации. В первую очередь, это рыбы, занесенные в Красную книгу РФ и Вологодской области, добыча которых запрещена, а их местообитания должны исключаться из хозяйственного использования. Однако многочисленные нарушения законодательства увеличивают угрозу их исчезновения. Ко второй группе можно отнести ценные виды арктического комплекса, промысловое изъятие которых регулируется квотами на основе ежегодной научно обоснованной оценки оптимально допустимых уловов (ОДУ). Уязвимость этих популяций, связанная с чувствительностью к ухудшению условий обитания, отражается в многолетнем тренде сокращения численности. Третью группу составляют редкие виды с сокращающейся численностью, ОДУ для которых не оцениваются и их добыча практически не контролируется. Некоторые из них внесены в Красную книгу Вологодской области (2010) в список видов, требующих зоологического контроля [12].

Помимо промыслового изъятия и браконьерства заметное сокращение численности некоторых видов рыб происходит под влиянием других направлений хозяйственной деятельности. В частности, большой урон рыбному населению наносят гидротехнические сооружения, многочисленные водозаборы, гидромеханизированные работы при добыче полезных ископаемых, прокладке трубопроводов, строительстве мостов и дноуглублении. Многофакторное негативное воздействие судоходства прогрессирует при наличии на территории области магистральных транспортных путей, а также за счет бурного развития маломерного флота и современных видов водной техники. Загрязнение водных объектов носит хронический, интенсивный и широкомасштабный характер, что наряду с другими видами воздействий, привело к снижению качества и количества рыбных ресурсов. Происходит сдвиг размерной структуры за счет преобладания видов с мелкими размерами и внутривидовой дифференциации в сторону медленно растущих рыб с формированием тугорослых стад. Перестройка структуры рыбного населения отразилась в доминировании малоценных видов. Резко снизилась доля рыб арктического комплекса, которые вытесняются малотребовательными к условиям существования представителями тепловодного понтокаспийского комплекса. Наблюдаемая смена комплекса доминирующих видов, уменьшение полидоминантности обуславливают снижение устойчивости рыбной части сообщества и усугубляют проблему поддержания биоразнообразия.

В материалах VII международного форума по сохранению местообитаний в Баренцевом регионе (Петрозаводск, 2014) на примере Вологодской области анализировались природные и законодательные аспекты проблемы сохранения северных водных экосистем. В основе создания сети ООПТ на Северо-Западе лежит ландшафтная концепция сохранения таежных лесов без учёта принципа поддержания биоразнообразия в пределах водосборных бассейнов, хотя функционирование системы «водосбор–водоем» обеспечивает тесную связь водных и наземных экосистем. Традиционный подход к сохранению биоразнообразия водных объектов через ландшафтные заказники и охрану ценных биотопов позволяет распространять режим природопользования только на часть акваторий или прибрежных местообитаний. Природная специфика затрудняет включение в сеть ООПТ водных объектов разных типов, что касается в первую очередь водотоков большой протяженности и стоячих водоемов, зависящих от обширных водосборов. Сохранение водных экосистем в сети ООПТ является сложной задачей, не только из-за их природных особенностей, но и в связи с экономическим значением водных объектов, сопровождающимся многоплановой эксплуатацией. Созданию ООПТ на акваториях также препятствует разнообразие интересов и противоречия природопользователей. Следует особо подчеркнуть законодательный аспект, осложняющий проблему сохранения водных объектов, из-за принятого в Водном кодексе положения о возможности застройки водоохраных зон. Это имеет далеко идущие негативные последствия, создает беспрецедентную нагрузку на водные экосистемы, учитывая бурное развитие дачного строительства. Другим результатом законодательной инициативы является возникновение очередных препятствий для создания ООПТ на водных объектах, включая усиление социальной напряженности. В плане разрешения возникающих ситуаций предлагается применения кластерного подхода к организации ООПТ и зонирования акватории с разными режимами природопользования.

Таким образом, в Вологодской области к первоочередным задачам сохранения биоразнообразия водных объектов относится снижение антропогенного пресса на водоохраные зоны, от которых в значительной мере зависит состояние водной экосистемы, поддержание ценности биотопов, качества условий обитания популяций. Необходимо расширение сети ООПТ за счет включения новых водно-болотных биотопов, в первую очередь, дельт крупных рек как наиболее ценных и уязвимых местообитаний с высоким биоразнообразием.

Примером является самая обширная на территории области дельта реки Кубены, которая служит основным притоком крупного рыбопромыслового озера Кубенского. Водосбор Кубенского озера относится к уникальным природным территориям, где проходила граница последнего Валдайского оледенения и обитают ледниковые реликты. По Кубенскому озеру проходит граница этих подзон южной и средней тайги и, соответственно, маргинальность территории определяет ценность биотопов и своеобразие сообществ. Ключевой территорией, с точки зрения сохранения ценных биотопов в функционирующей системе «озеро-водосбор», является дельта реки Кубены. С одной стороны, дельтовый участок реки служит рефугиумом и основным нерестилищем для популяций рыб Кубенского озера и его притока Кубены, поэтому играет основную роль в поддержании рыбных запасов и сохранении редких видов сиговых рыб. Предлагаемая для ООПТ речная акватория является нерестовым участком для кубенской нельмы, занесённой в Красную Книгу РФ, а также сига-нельмушки, включенного в Красную книгу Вологодской области в список видов, требующего зоологического контроля [12].

С другой стороны, помимо своего значения в качестве нерестилищ, заливаемые пойменные луга в меженный период являются ценными луговыми биотопами с популяциями редких видов. Помимо того, значимость создания новой охраняемой территории выходит за региональные рамки, что связано и с глобальной проблемой сохранения миграционных околотовных, водоплавающих и лесных птиц.

Предлагаемая для создания ООПТ в категории природного парка дельта реки Кубены относится к редким природным комплексам не только Кубеноозерского ландшафта и Вологодской области, но и Северо-Запада России [9]. Этот проект находит поддержку и в рамках международного сотрудничества и был представлен на встрече российско-финляндской Рабочей группы по охране природы (Вааса, 2014).

Вологодская область имеет достаточно большой опыт по внедрению результатов международных проектов в целях расширения и оптимизации сети ООПТ. Наиболее плодотворным оказалось международное сотрудничество при финансировании Центром окружающей среды Финляндии. Оно началось с проекта «Великий Андомский водораздел» с 2000-2001 гг., в рамках продолжения которого в 2002 г. была проведена комплексная экспедиция по изучению состояния гидрологических заказников [4,5]. Это группа периодически исчезающих карстовых озер расположена в Прионежье в Вытегорском районе. Аналогичные исследования были выполнены в 2015 г, что позволило сделать сравнительный анализ, включая ретроспективные данные (1970-е), и выявить тенденции развития за 35-летний период этих специфических водных объектов в условиях особо охраняемых территорий.

Другие многолетние международные проекты с Центром окружающей среды Финляндии с 2002 года касались изучения биоразнообразия ценных местообитаний, что позволило создать Красную книгу Вологодской области [6]. В части сохранения биоразнообразия водных объектов, были выполнены оценка состояния их фауны и флоры; анализ подходов к формированию региональной Красной книги; подготовка списка видов и списка видов-претендентов для внесения в Красную книгу Вологодской области; разработка региональной стратегии охраны редких видов. Отбор видов для внесения их в Красную книгу основывался на иерархическом комплексе критериев. Национальный уровень был представлен видами Красной книги РФ, а на региональном уровне в список были включены виды, исчезнувшие с территории области, но имеющие потенциальную возможность восстановления; виды на грани исчезновения, сохранение которых невозможно без специальных мер; редкие уникальные виды; редкие виды – обитатели уникальных, уязвимых сообществ. Учитывая, что фактор изоляции и специфика условий разных водных объектов способствует формированию жилых форм рыб, применялся популяционный подход к выбору объектов для занесения в Красную книгу. Кроме того, были выполнены генетико-молекулярные исследования жилых форм сиговых рыб, что позволило выявить их уникальность, уточнить таксономический статус и положить начало изучению биоразнообразия водных объектов на генетическом уровне.

В водных экосистемах Вологодской области зарегистрированы 57 видов рыб, из них в Красную книгу внесены 9 видов и разновидностей. Кроме того, 27 видов рыб включены в список животных, нуждающихся в зоологическом контроле состояния их популяций на территории области [12]. Важным направлением служит пропаганда полученных знаний среди населения для создания сети общественного мониторинга. Экологическому просвещению способствует издание двух томов Красной книги Вологодской области: «Растения и грибы» в 2004 г. и «Животные» – в 2010 г. Важным следствием выполнения международного проекта в ходе создания Красной книги было объединение сил научных, образовательных учреждений, музеев, заповедников на областном и межрегиональном уровне, что внесло свой вклад в разработку природоохранной стратегии на Северо-Западе России.

Внедрение результатов международных проектов по созданию Красной книги послужило основой для дальнейшего расширения сети охраняемых территорий. В 2007-2009 гг. ЦОС Финляндии был поддержан проект по развитию региональных ООПТ. В результате на водосборе Онежского озера был создан природный комплекс «Онежский», включающий часть акватории озера [16]. Также впервые в сеть ООПТ Вологодской области вошел заказник «Мегорский», приоритетной задачей которого является сохранение высокого биологического разнообразия рыбного населения комплекса водных объектов (1 среднее и 10 малых озер, часть Онежского обводного канала, Онежское озеро, ряд рек и ручьев).

Следующий российско-финляндский проект «ГЭП–анализ репрезентативности сети охраняемых территорий на Северо-Западе России» (2010-2012 гг.), который объединил усилия регионов (Вологодская, Архангельская, Ленинградская и Мурманская области, Республика Карелия) и позволил выявить «белые пятна» в рамках проблемы сохранения биоразнообразия [14]. В ходе исследований многие редкие виды, занесенные в Красную книгу Вологодской области, были обнаружены за пределами охраняемых территорий. Проведенный ГЭП–анализ продемонстрировал необходимость корректировки сети ООПТ на Северо-Западе. Одной из основных задач данного проекта было ландшафтно-экологическое и эколого-экономическое

обоснование сети ООПТ, ее системная и региональная направленность. В результате выполнения международного проекта «репрезентативности сети охраняемых территорий на Северо-Западе России» были обследованы ценные биотопы и созданы новые ООПТ. Другой международный проект «Изумрудная сеть Европы» был направлен на выявление территорий Вологодской области имеющих общеевропейскую ценность [11].

К настоящему времени, несмотря на достигнутые успехи в развитии природоохранной стратегии, в том числе и за счет международного сотрудничества, существует ряд препятствий для сохранения биологического разнообразия водных объектов в Вологодской области. В целом, природоохранная тактика направлена на локальные результаты при исходной ориентации сети ООПТ на сохранение таежных ландшафтов и памятников природы. Сеть ООПТ не охватывает многие ценные водные и водно-болотные биотопы и характеризуется выраженной неравномерностью распределения охраняемых территорий по водосборным бассейнам. Следующей проблемой является отсутствие, несмотря на высокую плотность гидрологической сети, земель водного фонда в кадастре земель Вологодской области, что препятствует созданию охраняемых территорий на водных объектах.

Первоочередной задачей природоохранной стратегии служит реализация бассейнового подхода к сохранению биоразнообразия при устойчивом использовании биоресурсов. Перспективность этого подхода определяется тем, что водосборный бассейн представляет собой единое гео-экосистемное пространство, где исторически сформировались социально-эколого-экономические системы и границы водосбора служат их естественными рубежами. Для устойчивого использования ресурсов водных экосистем необходимо сохранение запасов воды, восстановление ее качества, поддержание рыбных запасов, сохранение биологического разнообразия, охрана уникальных водных объектов. Кроме того, необходимы меры по уменьшению нагрузки на водосборы, от которых зависит состояние водных экосистем. Особенно важно сохранить лесные и болотные экосистемы на водосборах, регулирующих водный баланс. Глобальная проблема изменения климата требует выявления региональных сценариев отклика водных экосистем, в том числе на уровне их биоразнообразия, учитывая особую уязвимость к изменению климата северных территорий. В этом плане Вологодская область, располагаясь в умеренной зоне на «пограничной» территории, представляет особый интерес для исследований [10].

Вследствие ключевого значения водных экосистем для функционирования территории, хозяйственное воздействие не остается на локальном уровне. Механизмом широкомасштабных последствий антропогенного пресса служит высокая интегрированность иерархичной гидрографической сети, особенно отчетливо выраженная на территории Вологодской области, где соединяются бассейны стока трех морей, объединяющие густую гидрологическую сеть и системы «водосбор-водоем». Проблематичным становится поддержание качества водной среды в условиях трансграничного переноса загрязняющих веществ, и соответственно сохранения ценных местообитаний и биоразнообразия водных объектов. Поэтому международное сотрудничество необходимо для повышения эффективности природоохранной стратегии. Последующие шаги могут регулироваться в рамках существующих международных соглашений и стимулироваться разработкой нормативно-правовых актов с учетом оптимизации национального уровня развития сети ООПТ.

Список литературы

1. Bolotova N. L. Endangered populations of whitefish species in the Vologda region waterbodies. / N.L. Bolotova, – Contact Forum in Kuhmo, – The Preceeding of 3-th Meeting of the International Contact Forum on Habitat Conservation in the Barents Region 2003. – Helsinki, Finland. – 2004. – pp. 64-65.
2. Bolotova N. L. GAP–analysis of wetland habitats of Vologda region /N.L. Bolotova, The Preceeding of 5-th Meeting of the International Contact Forum on Habitat Conservation. – Umeo, Sweden. – 2008. – p.p. 40-41.
3. Bolotova N. L., et. al. Natural and Anthropogenic Factors of the Success of Invasive Fish Species in the Aquatic Ecosystems of the Vologda Region // Russian Journal of Biological Invasions / N.L. Bolotova. – No. 4. – Vol, 2010, pp. 251–263.
4. Bolotova N.L. Current state of hydrological reserves in the Vologda region /N.L. Bolotova, Contact Forum in Kuhmo, – The Preceeding of 3-th Meeting of the International Contact Forum on Habitat Conservation in the Barents Region. – Helsinki, Finland, – 2004. – P. 62-63.

5. The condition of water basins in Vologda oblast and the problem of protection of rare species. / N.L. Bolotova, M.J. Borisov, N.V. Dumnych, A.F. Kononov, I.S. Sergeeva, A.A. Shabunov // International contact forum on habitat conservation in the Barents region: abstracts. Fourth meeting. – Syktyvkar, – 2006. – pp. 30–31
6. Болотова Н. Л. Опыт Международного сотрудничества по созданию Красной книги животных Вологодской области. / Н.Л. Болотова // Barents journal. Баренц-журнал № 1 (4). – Архангельск, – 2006. – С. 111-119.
7. Болотова Н.Л. О стратегии сохранения биоразнообразия в единой сети ООПТ таёжной зоны Северо-запада России. / Н.Л. Болотова // Материалы VI Международного контактного форума по сохранению местообитаний в Баренцевом регионе. Архангельск. 2010. С. 84-85.
8. Болотова Н.Л. О включении в сеть ООПТ Вологодской области дельты реки Кубены. / Н.Л. Болотова // Геодинамика и экология Баренц-региона в XXIв. Юдахинские чтения. Материалы докладов Всероссийской научной конференции с международным участием. – Архангельск. – 2014. – С. 29-33.
9. Болотова Н.Л. Последствия изменения климата таежной зоны для фаунистических комплексов рыб в крупных озерах Вологодской области. / Н.Л. Болотова // Вестник ВГПУ. Серия естественные науки. – Вологда – 2012. – С.50-53.
10. Болотова Н.Л., Серякова И.Н. Развитие международной деятельности в Вологодском государственном педагогическом университете. Создание научно-образовательного пространства Баренцева Евро-Арктического региона: состояние, проблемы, перспективы. Сб. науч. статей / Н.Л. Болотова, И.Н. Серякова. – Архангельск. – 2007. – С. 37–54.
11. Изумрудная книга Российской Федерации. Территории особого природоохранного значения Европейской России. Предложения по выявлению. Ч. 1. – Москва: Институт географии РАН – М, 2011-2013. – С. 307.
12. Красная книга Вологодской области. Т. 3. Животные / Отв. ред. Болотова Н.Л., Ивантер Э.В., Кривохатский В.А. – Вологда, – с.216.
13. Сохранение биоразнообразия природных комплексов водосбора Онежского озера на территории Вологодской области. – Вологда. – 2008. – 252 с.
14. Сохранение ценных природных территорий Северо-Запада России. Анализ репрезентативности сети ООПТ Архангельской, Вологодской, Ленинградской и Мурманской областей, Республики Карелии, Санкт-Петербурга / Коллектив авторов. Под ред. Кобякова К.Н. – СПб, 2011. – 506 с.

**THE EXPERIENCE OF INTERNATIONAL COOPERATION
FOR THE CONSERVATION BIODIVERSITY OF THE WATER ECOSYSTEMS
ON THE TERRITORY OF THE VOLOGDA REGION**

Bolotova N.L.

Vologda State University, Vologda, Russia, bolotova.vologda@mail.ru

The paper summarizes the results of the international cooperation for the conservation biodiversity of the water ecosystems on the territory of the Vologda region since 2000. The participation in the development of environmental strategy in the north of Europe at the meetings of the International Contact Forum on Habitat Conservation in the Barents Region examined. The value of long-term Russian-Finnish projects for the conservation of biodiversity and the expanding of the network of protected areas by incorporating water objects are shown. The problems of conservation of water bodies, taking into account their specific features are discussed.

Keywords: international cooperation, the Barents Region, the Russian-Finnish project, Vologda region, aquatic ecosystems, the conservation of biodiversity.

УДК 594.3(262)

**ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РАПАНЫ
RAPANA VENOSA (VALENCIENNES, 1846) В ЧЕРНОМ МОРЕ**

Бондарев И.П.

***ФБГУН Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН,
299011, Проспект Нахимова, 2, г. Севастополь, Россия, e-mail: igor.p.bondarev@gmail.com***

Изучение спектра и стратегии питания *R. venosa* по собственным и литературным данным позволило дополнить информацию об особенностях трофики вида. Расширен перечень объектов питания рапаны. Натурные наблюдения трофического поведения и анализ спектра питания рапаны позволяют говорить о проявлениях селективности и консервативности её трофики. Различные трофические предпочтения,

совмещенные с привыканием к определенному объекту питания, способствуют формообразованию, которое может рассматриваться как основа дивергентного механизма в эволюции вида.

Ключевые слова: *Rapana venosa*, Bivalvia, питание, экология

Брюхоногий моллюск рапана *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) (= *Rapana thomasiana* (Crosse, 1861)) является одним из наиболее экологически значимых обитателей бентали Черного моря. Родиной *R. venosa* являются распресненные зоны морей северо-западной части Тихого океана. В нативном Японском море *R. venosa* можно найти на устричных банках, которые он покидает только в период размножения [6]. Изначально в Черном море рапана также обнаруживалась преимущественно на устричных банках и даже считалась основным фактором исчезновения устриц *Ostrea edulis* L., 1758 (Ostreidae) в Черном море [7,8]. Инвазия рапаны в черноморский бассейн в начале 1940-х годов [10, 12] действительно совпала по времени с деградацией и последующим исчезновением устричного биоценоза в Черном море. Несмотря на то, что основной причиной гибели устричного биоценоза являются процессы заиления [1, 4] и, вероятно, эпизоотии [Бондарев, 2013], рапана могла сыграть фатальную роль для отдельных популяций устриц [2, 4, 8]. После исчезновения устриц рапана «переключилась» на питание мидией *Mytilus galloprovincialis* Lam., 1819 (Mytilidae) [2, 8], которая до сих пор является основой ее рациона во многих районах Черного моря. В конце 1980-х - 1990-х годах, когда мидийный биоценоз на огромных пространствах шельфа Черного моря находился в кризисном состоянии, рапана была вынуждена перейти на более мелкие объекты питания. Основным пищевым объектом для рапаны стала венерида *Chamelea gallina* (L., 1758) (Veneridae) [2, 5]. Являясь активным крупным хищником, рапана может существенно влиять на биоценозы фильтраторов, выедая моллюсков ценообразующих, массовых и сопутствующих видов.

Спектр питания рапаны помимо двустворчатых включает и некоторые виды брюхоногих моллюсков, которых она парализует ядом гипобранхиальной железы, выедая их мягкое тело радулой при помощи хобота. Взрослые особи для открывания створок жертвы используют мышечную силу ноги, а молодь способна просверливать в раковинах жертвы круглые отверстия. Сеголетки рапаны могут есть баянусов *Amphibalanus improvisus* (Darwin, 1854). В аквариуме рапаны поедают двустворчатых моллюсков *Mytilus*, *Ostrea*, *Venus*, *Cardium* и брюхоногих моллюсков *Patella* [9, 10]. Список гастропод – жертв рапаны включает и Caliptraeidae *Calyptraea chinensis* (L., 1758) (Карадаг, 21.8 м).

Кроме венерид, кардиид и митилид среди двустворчатых – объектов питания черноморской рапаны нами обнаружены представители Scrobiculariidae (род *Abra*), а также *Macridae Spisula subtruncata* (da Costa, 1778) (район Севастополя, Голубая бухта, песок 5-12 м). В придунайском районе одним из основных объектов охоты рапаны является *Mya arenaria* (Myidae). Гораздо реже в список объектов питания рапаны попадают: Pectinidae *Flexopecten glaber ponticus* (Bucquoy, Dautzenberg & Dollfus, 1889), *Solenidae Solen vagina* L., 1758 (б. Круглая, 2,5-3.0 м). Последние два вида более редки в Черном море и менее доступны для рапаны в силу особенностей их биологии.

В р-не м. Опук в 2002-2004гг основным объектом питания рапаны была *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906) (Arcidae) (более широко известна в литературе по Черному и Средиземному морям как *Anadara inaequalis* (Bruguiere 1789)). В 2005 г. анадара в этом районе практически исчезла, возможно, по причине замора, а рапана питалась преимущественно *Donacilla cornea* (Poli, 1791) (Mesodesmatidae), обитающей на мелководье близко к урезу воды на глубине до 1.5-2 м [11]. В других регионах мира список видов-жертв рапаны также преимущественно состоит из местных, а также инвазийных двустворчатых моллюсков – фильтраторов [14, 15, 16, 7, 18, 19].

Рапаны могут питаться также падалью. В аквариуме они поедают мясо мидий, устриц, мертвых рыб и крабов [10]. В естественной среде у берегов Крыма (Карадаг), по наблюдениям автора в 2008г, подтверждено питание мертвыми рыбами и крабами. По натурным наблюдениям в Чесапикском заливе (атлантическое побережье США) [15] и районе Cesenatico (Emilia-Romagna, Italy) рапана, в отличие от других мурицид, не питается трупами [19]. Возможно, это связано

с достаточным количеством двустворчатых моллюсков, что позволяет рапане не прибегать к нетрадиционной диете.

Упомянутый случай каннибализма [11] в р-не м.Опук нельзя полностью исключать, но он вызывает сомнения, поскольку больше нигде и никогда не отмечался даже в условиях явного дефицита пищи, а в указанном районе по данным источника информации объектов питания достаточно. Единожды мы зафиксировали случай, когда более крупный экземпляр (L-74 мм) рапаны удерживал внутри раковины значительно более мелкую особь (L-34мм), как это характерно для жертвы. Однако после извлечения мелкой особи оказалось, что она не имеет видимых повреждений мягких тканей и является самкой возрастом 4 года, которую одновозрастной более крупный самец удерживал, очевидно, в процессе спаривания. Обычно спаривающиеся особи рапаны находятся рядом устьем друг к другу, но существенные различия в размерах обуславливают необходимость удерживания внутри устья для эффективного оплодотворения.

Несмотря на то, что спектр питания рапаны очень разнообразен, можно говорить о наличии пищевых предпочтений у этого вида. Когда рапанам в аквариуме давали одновременно мидий и устриц, они явно предпочитали первых. Это объясняется, возможно, тем, что раковина мидий тоньше, чем раковина устриц и рапане легче в нее проникнуть [10]. Поскольку в нативном ареале и на первоначальном этапе адаптации в Черном море рапана обитала преимущественно на устричных банках, можно предположить, что выбор в пользу мидии свидетельствует о выработке предпочтений, а не только простотой открывания. Это подтверждают натурные наблюдения, свидетельствующие, что рапана остается на поселениях венерид при соседстве с мидией.

В составе питания рапаны в 1988-94 гг. в северо-восточной части Черного моря отмечено преобладание *Ch. gallina* (90 %) над *M. galloprovincialis* (10 %) размером не менее 10 мм [5].

По нашим наблюдениям сходная картина имеет место и в других районах Черного моря. На локальных поселениях скальной мидии отмечаются только единичные особи рапаны (м. Феофан, р-н Севастополя, 2000-е годы), в то время как на соседствующем со скалами песке рапана массово питается *Ch. gallina*.

Предпочтения наблюдаются как по объектам питания, так и по их размерам. У мыса Опук рапана также демонстрировала селективность в объектах питания, активно поедая *D. cornea* и не обращая внимания на довольно крупную мидию, которая в значительных количествах находилась на прибрежных скалах и валунах в удалении 200 метров от скопления. В это же время на других валунах, находящихся восточнее, было скопление мелких (9-50 мм) рапан, питающихся сеголетками мидии и мелкими гастроподами, а также ракообразными [11]. Размерный спектр донацилл, обнаруженный в рапанах, был несколько иным, чем в поселении в песке. В популяции особи размером 6-14 мм составляли 29.1 %, а в рапанах только 12.2 %. В популяции модальная группа была 15-16 мм, а в рапанах модальной группой были раковины 17-18 мм. В природной популяции особи максимальных размеров 19-21мм составляли всего 1.1 %, а в рационе рапан – 12.2 %. Существует, следовательно, селективность по размеру жертв, с предпочтением наиболее крупных особей донацилл [11].

В северо-западной части Черного моря (р-н о. Змеиный) *M. galloprovincialis* остается основным объектом питания рапаны, отчего биоценоз мидии серьезно страдает [20].

В Средиземном море у берегов Италии был поставлен эксперимент по выявлению пищевых предпочтений рапаны, в котором использовались три вида двустворчатых моллюсков: *Ruditapes philippinarum* (Adams & Reeve, 1850) (Veneridae), *M. galloprovincialis* и *Anadara inaequalis*. Первые два вида являются объектами коммерческого промысла, а последний вид – вселенец считается нежелательным элементом экосистемы, поскольку вытесняет аборигенные виды моллюсков. Опыт, проведенный в естественной среде, но под боксом, осуществлялся на заранее отобранных особях рапаны размером 99-110 мм и вышеперечисленных двустворчатых моллюсках в количестве 20, 10 и 20 экземпляров, соответственно. Предпочтения в питании двустворчатыми моллюсками анализировалось по двум размерным классам (SC): *R. philippinarum*, *A. inaequalis* SC1 = 15-30 мм (по 10 экз.), SC2 = 31-45 мм (по 10 экз.), *M. galloprovincialis* SC1 = 20-60 мм (5 экз.), SC2 = 61-90 мм (5 экз.). Тестируемые 8 экз. *R. venosa*

были помещены в центре бокса таким образом, чтобы хищник был равноудален от каждого из размерных классов двустворчатых моллюсков. Опыт показал, что рапана предпочитает особей мелкоразмерного класса (15-30 мм) *R. philippinarum*, *A. inaequalis*, при этом явное предпочтение было отдано анадаре [19].

Поскольку для данного района исследований анадара является нежелательным вселенцем, конкурирующим с аборигенными видами, то установленное предпочтение оценено как позитивный эффект воздействия на экосистему вселенца-хищника рапаны [19]. Однако учитывая интенсивность питания, легкость перехода с одного объекта на другой, высокую репродуктивную способность и возможность расселения с помощью планктонной личинки нельзя недооценивать потенциальную опасность рапаны для сложившегося или измененного биоценоза моллюсков – фильтраторов.

Установлено, что каждая особь *R. venosa* съедает в среднем одного двустворчатого моллюска в сутки [18-19]. Никаких изменений в интенсивности питания на протяжении 24 часов не было зафиксировано, что приводит к выводу о непрерывности суточного цикла питания рапаны. Свежая мидия весом 0.92-2.19 г полностью переваривается 47 г рапаной в течение 6-8 часов. *R. venosa* с длиной раковины (SL) 67.5 мм съедает 2.5 г *M. galloprovincialis* за 160 минут (2.7 часа) [18]. Крупный взрослый экземпляр рапаны размером 140 мм способен полностью выесть моллюска длиной раковины 80 мм менее чем за 1 час [15].

Такие темпы и объемы питания являются причиной разрушения мидийного биоценоза в различных районах Черного моря. Исследования у о. Змеиный, проведенные в 2004-2012 гг., показали существенное снижение запасов *M. galloprovincialis* за счет хищничества *R. venosa*, количество которой достигало 120 экз./м², а биомасса – 8.1 кг/ м². Общая площадь поселения мидии сократилась с 78 га в 2004-2006 гг. до 19 га в 2009-2012 гг., а биомасса снизилась с 8300 т до 3700 т, соответственно [20].

Наши собственные и опубликованные данные по различным районам обитания *R. venosa* показывают, что помимо селективности рапана демонстрирует и консерватизм в питании. Возможно, что пищевые предпочтения могут вырабатываться на базе привыкания к определенному виду питания или (и) выработки механизма извлечения специфичного для конкретного вида, и тогда можно говорить о проявлении консерватизма. Консерватизм выражается в том, что рапана предпочитает оставаться в пределах одного биоценоза, независимо от наличия других объектов питания поблизости.

Избирательность рапаны по размерному спектру жертв, вероятно, определяется соразмерностью их хищнику. В свою очередь, размер особей рапаны напрямую зависит от размера жертв. Наши исследования в бухтах Севастополя в 2015 г. показывают, что наименьший размер рапаны (модальный размер – 46 мм) соответствует району Голубой бухты, где размеры жертвы – *Ch.gallina* наименьшие (модальный размер – 12 мм). При том же объекте питания, но более крупного размера, размеры хищника также больше. В бухте Круглой модальный размер *Ch.gallina* – 21 мм, а *R. venosa* – 63 мм. Наибольшего среднего размера (82 мм) рапана достигает в популяции, обитающей на мидийном поселении в Стрелецкой бухте. Модальный размер *M. galloprovincialis* на обследованном участке составил 38 мм. Таким образом, в различных районах Черного моря формируются разноразмерные экоморфы. Фенотипически различные локальные пространственно разделенные популяции составляют метапопуляцию рапаны [2,3].

Селективность и консерватизм в питании являются значимыми факторами при формообразовании, которое может рассматриваться как основа дивергентного механизма в эволюции вида *R. venosa*.

«Всеядность» позволяет *R. venosa* легко адаптироваться к новым условиям обитания с неизвестными для нее ранее объектами питания. Особенности размножения не позволяют искусственно ограничивать распространение рапаны. Поэтому в ближайшей и отдаленной перспективе рапана будет присутствовать в экосистеме Черного моря. Опасность для биоценозов фильтраторов могут представлять вспышки численности *R. venosa*, а в экологически проблемных районах и просто ее наличие. Особенности питания

однозначно говорят о нерентабельности культивирования рапаны. Попытки обосновать промышленное разведение рапаны в Черном море являются экономически не оправданными и экологически недопустимыми.

Список литературы

1. Бекман М.Ю. Материалы для количественной характеристики донной фауны Черного моря у Карадага / М.Ю. Бекман // Труды Карадагской биологической станции. – 1952. – Вып.12. – С.50-57
2. Бондарев И.П. Морфогенез раковины и внутривидовая дифференциация рапаны *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) / И.П.Бондарев // *Ruthenica*, 2010. – 20 (2). – С. 69-90.
3. Бондарев И.П. Современное состояние популяций рапаны *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) в крымской части ареала / И.П.Бондарев // Промысловые биоресурсы Черного и Азовского морей / ред.: В.Н. Еремеев, А.В. Гаевская и др.: НАН Украины. Ин-т биологии южных морей им. А.О. Ковалевского. – Севастополь, 2011. – гл.5. Современное состояние зооресурсов бентали Азово – Черноморского бассейна. – С.177-189.
4. Бондарев И.П. Динамика руководящих видов современных фаций Черного моря / И.П.Бондарев // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. – 2013. – 3 (33). – С. 78-93
5. Золотарев П.Н. Некоторые черты биологии и оценка запасов рапаны *Rapana venosa* (Gastropoda: Murexidae) в северо-восточной части Черного моря в 1988-1994 гг / П.Н. Золотарев, О.В. Евченко // Вопросы рыболовства. – 2010. – том 11, №3(43). – С.442-452
6. Кантор Ю.И. Биологические и исторические тайны рапаны / Ю.И. Кантор // Природа. – 2003. – №5.
7. Старк И.Н. Гудаутская устричная банка / И.Н. Старк // Природа. – 1956. – №2. – С.81-82
8. Чухчин В.Д. Рапана (*Rapana bezoar* L.) на Гудаутской устричной банке / В.Д. Чухчин // Тр. Севастоп. Биол. Станции – 1961. – Т.14. – С.178-187
9. Чухчин В.Д. Функциональная морфология рапаны / В.Д. Чухчин – К.: Наук. думка, 1970. – 138с.
10. Чухчин В.Д. Экология брюхоногих моллюсков Чёрного моря / В.Д. Чухчин – К.: Наук. думка, 1984. – 176с.
11. Шадрин Н.В. Питание и распределение *Rapana venosa* (Valenciennes, 1864) в акватории Олукского заповедника (Восточный Крым, Чёрное море) / Н.В. Шадрин, Т.А. Афанасова // Морской экологический журнал. – 2009. – №8(2). – С.24
12. Bondarev I.P. Dynamics of *Rapana venosa* (VALENCIENNES, 1846) (Gastropoda: Muricidae) Population in the Black Sea / I.P. Bondarev // *International Journal of Marine Science*, 2014, V.4, No3: 42-56
13. Bondarev I.P. Sexual differentiation and variations sexual characteristics *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) / I.P. Bondarev // *International Journal of Marine Science*, 2015, Vol.5, No2: 1-10
14. Giberto D.A. Diet and daily consumption rates of *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) (Gastropoda: Muricidae) from the Rio de la plata (ArgentinaUruguay) / D.A. Giberto, A. Schiariti, C.S.Bremec, S. Claudia // *J Shellfish Res* 2011; 30(2): 349-358
15. Harding J.M. Observations on the biology of the veined Rapa Whelk *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) in the Chesapeake Bay / J.M. Harding, R. Mann // *J Shellfish Res.*, 1999, 18:9–17
16. Lanfranconi A. Preliminary estimates of consumption rates of *Rapana venosa* (Gastropoda, Muricidae); a new threat to mollusk biodiversity in the Rio de la Plata / A. Lanfranconi, E. Brugnoli, P. Muniz // *Aquat. Invasions* 2013; 8(4): 437-442.
17. Mann R. Alien species alert: *Rapana venosa* (veined whelk) / Mann R., Occhipinti A., Harding J.M (Editors) – ICES Cooperative Research Report 264, ICES, 2004, 14p.
18. Saglam H. Biological parameters and feeding behaviour of invasive whelk *Rapana venosa* Valenciennes, 1846 in the south-eastern Black Sea of Turkey / H. Saglam, E. Duzgunes // *Journal of Coastal Life Medicine*, 2014, 2(6): 442-446
19. Savini D. Consumption rates and prey preference of the invasive gastropod *Rapana venosa* in the Northern Adriatic Sea / D. Savini, A. Occhipinti-Ambrogi // *Helgol. Mar. Res.*, 2006, 60: 153–159
20. Snigirev S. Rapa whelk controls demersal community structure off Zmiinyi Island, Black Sea / S. Snigirev, V. Medinets, V.Chichkin, and S. Sylantyev // *Aquatic Invasions*, 2013, V.8, Issue 3: 289–297.

FEEDING HABITS AND DEVELOPMENT PROSPECTS OF RAPA-WHELK *RAPANA VENOSA* (VALENCIENNES, 1846) IN THE BLACK SEA

Bondarev I.P.

FBISB Institute of Marine Biological Research A.O. Kovalevsky RAS, 299011, Nakhimov Ave., 2, Sevastopol, Russia, igor.p.bondarev@gmail.com

The study of the spectrum and feeding strategies *R. venosa* on own and literature data allowed to add information about the features trophicity species. The list of food items of *Rapana* expanded. In situ observation of behavior and trophic spectrum analysis feeding of *Rapana* allow speaking about the phenomena of selectivity and the conservatism of its trophism. Different trophic preferences, combined with addiction to particular object nutrition contribute to morphogenesis, which can be considered as the basis of the mechanism of divergence in the evolution of species.

Keywords: *Rapana venosa*, *Bivalvia*, nutrition, ecology.

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА НАКОПЛЕНИЯ КАРОТИНОИДОВ
ШТАММАМИ IBSS-1 И IBSS-2 *DUNALIELLA SALINA* TEOD.
В ИНТЕНСИВНОЙ КУЛЬТУРЕ**

А.Б. Боровков, И.Н. Гудвилович

**ФГБУН Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН,
г. Севастополь, Россия. spirit2000sev@yandex.ru; gudirina2008@yandex.ru**

Исследованы особенности накопления каротиноидов у двух штаммов *Dunaliella salina* на второй стадии интенсивного культивирования. В эксперименте варьировали поверхностную освещённость – 200 и 80 Вт•м⁻², температуру – 35 и 28 °С, и концентрацию морской соли – 240 и 120 г•дм⁻³. Экспериментально показано, что исследованные штаммы по-разному реагируют на влияние стрессовых факторов, что подтверждается различным содержанием каротиноидов в клетках микроводоросли. Подчёркнуто, что необходимо учитывать генетические особенности штаммов при их отборе для промышленного производства.

Ключевые слова: β-каротин, *D. salina*, стрессовые факторы, штаммы.

Общеизвестно, что *D. salina* в определенных условиях способна к гиперсинтезу β-каротина. Его содержание может достигать более 10 % от сухой массы водорослей, что является наиболее высоким показателем по сравнению с другими продуцентами β-каротина. Это позволяет считать микроводоросль *D. salina* наиболее перспективным источником β-каротина для биотехнологической промышленности [3, 7, 9].

В современной научной литературе широко представлены результаты исследования накопления β-каротина в клетках *D. salina* в различных условиях её культивирования. По литературным данным основными стрессовыми факторами для индукции гиперсинтеза β-каротина признаны: дефицит элементов минерального питания, повышенный уровень освещённости и солёности. Кроме того, необходимо учитывать генетические особенности различных штаммов данного вида [1, 3, 8, 10].

Представленные сведения очень разнородны, не систематичны и, иногда, противоречивы, кроме того, практически отсутствуют данные для интенсивных культур *D. salina*. Таким образом, исследование влияния различных физико-химических факторов среды на накопление β-каротина различными штаммами *D. salina* остается актуальным и в наши дни.

Материалы и методы

Объект исследования – зеленая эвригалобная микроводоросль *Dunaliella salina* Teod. (штаммы IBSS-1 и IBSS-2) из коллекции культур ФГБУН ИМБИ.

Установка для культивирования микроводорослей состояла из шести стеклянных фотобиореакторов плоскопараллельного типа объемом 6 л с рабочей толщиной 5 см, осветителя – лампы ДРЛ-700, термостабилизирующей и газораспределительной систем. Объем суспензии в каждом культиваторе поддерживали на уровне 5 л.

Эксперимент проводили в два этапа: первоначально культуру *D. salina* выращивали в накопительном режиме на модифицированной питательной среде по Тренкеншу [6], при приготовлении которой использовали морскую соль до концентрации в растворе 120 г•дм⁻³. Первый этап культивирования длился до стационарной фазы роста и истощения в среде элементов минерального питания. На этом этапе освещенность рабочей поверхности культиваторов составляла – 80 Вт/м², температура – 26–28 °С, рН культуральной среды – 6–7 единиц. В процессе выращивания культура непрерывно снабжалась газо-воздушной смесью с концентрацией углекислоты 3 % по объему. Далее, выросшую биомассу распределяли по экспериментальным культиваторам, таким образом, чтобы плотность культуры была одинаковой (эксперимент 1, табл. 1) или так, чтобы в одном из них плотность культуры была в 10 раз ниже (эксперимент 2, табл. 2). Разбавление культуры в 10 раз (эксперимент 2, вариант 3) проводили для повышения средней пространственной облученности клеток примерно в 10 раз, так как повышение поверхностной освещённости свыше 200 Вт/м² было сопряжено с техническими трудностями. На этой стадии экспериментов варьировали освещенность рабочей поверхности культиваторов – 200 и 80 Вт/м², температуру – 35 и 28 °С, концентрацию морской

соли – 240 и 120 г·дм⁻³ (см. табл. 1, 2). Кроме того, в некоторые культиваторы дополнительно вносили элементы минерального питания (см. табл. 1, 2), что по литературным данным способствует адаптации культуры к стрессовым условиям среды и снижает процент отмерших клеток [5].

Таблица 1

Условия проведения эксперимента 1 (штамм IBSS-2)

Параметры	Варианты эксперимента					
	1	2	3	4	5	6 (контроль)
Начальная плотность культуры, г·дм ⁻³	2,1±0,2	2,1±0,2	2,1±0,2	2,1±0,2	2,1±0,2	2,1±0,2
Концентрация морской соли, г·дм ⁻³	240	120	120	120	240	120
Поверхностная освещённость, Вт·м ⁻²	200	80	80	200	80	80
Температура, °С	35	28	35	28	35	28
Дополнительные элементы мин. питания	N, P, MЭ	N, P, MЭ	–	–	–	–

Таблица 2

Условия проведения эксперимента 2 (штамм IBSS-1)

Параметры	Варианты эксперимента					
	1	2	3	4	5	6 (контроль)
Начальная плотность культуры, г·дм ⁻³	4,8±0,2	4,8±0,2	0,42±0,06	4,8±0,2	4,8±0,2	4,8±0,2
Концентрация морской соли, г·дм ⁻³	240	240	120	120	120	120
Поверхностная освещённость, Вт·м ⁻²	200	80	80	200	80	80
Температура, °С	35	28	28	28	35	28
Дополнительные элементы мин. питания	N, P, MЭ	–	N, P, MЭ	–	–	–

При проведении экспериментов в соответствующие варианты вносили 0,059 г N/л, 0,012 г P/л и микроэлементы в количестве, соответствующем прописи среды по Тренкеншу [6].

Плотность культуры (содержание сухого вещества – СВ) определяли объемно-весовым [6], а также фотометрическим методами [4]. Определяемые показатели химического состава выражали в пересчете на органическое вещество (ОВ). Массовую долю зольного остатка в сырой биомассе микроводорослей определяли путем предварительного высушивания навесок при 105 °С в течение 24 ч и последующего сжигания в муфельной печи при t = 500 °С до постоянного веса [4]. Содержание суммарных каротиноидов определяли спектрофотометрическим методом [4]. Пигменты экстрагировали из клеток микроводоросли ацетоном. Спектры экстрактов пигментов промеряли на регистрирующем спектрофотометре СФ-2000 в диапазоне длин волн 400–800 нм с шагом 0,1 нм. Расчет концентраций пигментов проводили по формулам, предложенным Wellburn [11] по значениям оптической плотности на длинах волн, соответствующих максимумам поглощения пигментов.

Результаты и обсуждения

За время эксперимента со штаммом IBSS-2 относительное содержание каротиноидов в клетках дуналиеллы постепенно увеличивалось, их содержание для большинства вариантов к 21–27 суткам повысилось в 2–3 раза по сравнению с начальным значением (рис. 1 А). Самым неэффективным по сравнению с другими оказалось влияние температурного фактора (вариант 3), содержание каротиноидов при воздействии субоптимальной температуры увеличилось на 50–70 %. Относительное содержание каротиноидов под действием факторов повышенной освещённости и комбинации солёности и субоптимальной температуры было аналогичным и на 42-е сутки соответствовало содержанию их в контроле. Для этих же вариантов эксперимента содержание хлорофилла а в клетках *D. salina* в этот период (1–2 % ОВ) и цвет культуры соответствовали «зелёной форме» микроводоросли, то есть активно растущей культуре.

Показано, что действие стрессовых факторов вызывает накопление β -каротина у штамма IBSS-1, но в различной степени (рис. 1 Б).

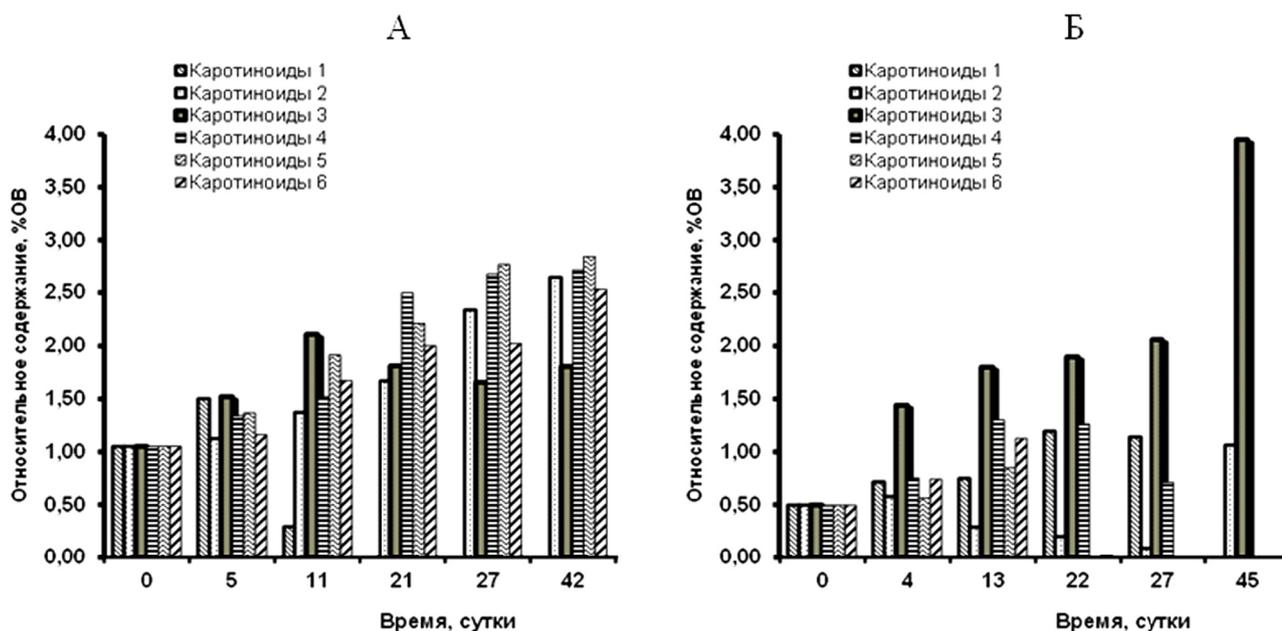


Рисунок 1 – Динамика относительного содержания каротиноидов. А – штамм IBSS-2, Б – штамм IBSS-1

Самым неэффективным оказалось повышение солёности (вариант 2). Данный фактор вызвал повышение содержания β -каротина на 30 % от начального на 4-е сутки. В варианте одновременного действия всего комплекса исследуемых факторов (№ 1) и варианте повышения освещённости в 2,5 раза (№ 4) наблюдался рост содержания в клетках β -каротина на 50 % от начального на 22-е сутки. Действие субоптимальной температуры не вызывало существенного накопления β -каротина (вариант 5), но приводило к быстрому отмиранию культуры. Таким образом, показано что повышение температуры до субоптимального уровня требуется применять для активации каротиногенеза с осторожностью, так как вероятно снижение, как относительного содержания пигментов, так и плотности культуры (вплоть до гибели последней).

Опыт со штаммом IBSS-1 продлился 1,5 месяца. И к концу эксперимента живая культура сохранилась только в 2-х вариантах: с повышенной солёностью и разбавлением культуры в 10 раз. В варианте с повышенной концентрацией соли относительное содержание каротиноидов сначала снизилось в 5,5 раза (от 0,5 до 0,09 % ОВ), а затем выросло в 11 раз (от 0,09 до 1,06 % ОВ). Это свидетельствует, по-видимому, об адаптации культуры в этом варианте к заданным экстремальным условиям среды, но по сравнению с начальным значением содержание пигментов увеличилось только в 2,1 раза. Наиболее действенным оказался фактор разбавления. Это фактор, приводящий к повышению облучённости культуры. Кроме того,

в культиватор с разбавленной культурой дополнительно вносили элементы минерального питания для повышения адаптационных возможностей культуры и снижения количества отмерших клеток [5]. Таким образом, наиболее значительное увеличение относительного содержания каротиноидов наблюдалось для варианта 3, главным отличием которого от остальных вариантов была повышенная в 10 раз облучённость клеток. Именно этот фактор вызвал резкое увеличение содержания каротиноидов в 8 раз по сравнению с первоначальным, и их содержание достигло на 45-е сутки максимальных значений в данном эксперименте – около 4 % ОВ.

Следует отметить, что штамм IBSS-2 более устойчив к воздействию стрессовых факторов: клетки микроводоросли в пяти из шести вариантов опыта сохраняли активную жизнедеятельность около 1,5 месяцев. Данный штамм в интенсивной культуре содержит в 2 раза больше каротиноидов (1 % ОВ), чем IBSS-1 (0,5 % ОВ) [1, 2]. Любой из действующих факторов (кроме температурного) вызывает накопление каротиноидов в клетках микроводоросли. Причем воздействие по отдельности повышенной освещенности, солености и микроколичеств биогенных элементов (азот, фосфор и микроэлементы) вызывают рост относительного содержания пигментов в 2,5-2,7 раза, что незначительно выше (на 4-11 %) накопления каротиноидов в контрольном варианте. Всё вышеперечисленное свидетельствует о большей устойчивости штамма IBSS-2 к стрессовым воздействиям среды и большей «предрасположенности» к накоплению каротиноидов на стадии активного роста культуры. Как известно, каротиноиды являются протекторными пигментами и участвуют в функциональном ответе на любое стрессовое воздействие [8, 10]. Способность культуры к гиперсинтезу каротиноидов, которая обуславливает её устойчивость к стрессу, позволит с меньшими потерями и более надежно получать конечный продукт в условиях промышленного производства.

Заключение

Штамм IBSS-2 характеризуется повышенным относительным содержанием каротиноидов при интенсивном культивировании по сравнению с IBSS-1 и более устойчив к воздействию стрессовых факторов. Однако при подборе условий, в частности при увеличении облученности клеток в 10 раз, штамм IBSS-1 накапливает до 4 % ОВ каротиноидов. Таким образом, необходимо учитывать генетические особенности используемых штаммов микроводорослей как по накоплению каротиноидов, так и по устойчивости к стрессовым воздействиям при подборе их для организации промышленного биотехнологического производства.

Список литературы

1. Боровков А. Б., Гудвилевич И. М., Тренкеншу Р. П. *Dunaliella salina* Teod. IBSS-2 – перспективный штам для промышленного культивирования // Актуальні проблеми ботаніки та екології: зб. наук. праць. Київ, 2008. Вип. 2. С. 25–27.
2. Гудвилевич И. Н., Боровков А. Б. Ростовые и биохимические показатели квазинепрерывной культуры *Dunaliella salina* // Біотехнологія. 2012. Т. 5, № 3. С. 105–111.
3. Масюк Н. П. Морфология, систематика, экология, географическое распространение рода *Dunaliella* Teod. Киев: Наук. думка, 1973. 487 с.
4. Методы физиолого-биохимического исследования водорослей в гидробиологической практике. Киев: Наук. думка, 1975. 247 с.
5. Терентьева Н. В., Минюк Г. С., Дробецкая И. В., Чубчикова И. Н. Особенности вторичного каротиногенеза в вегетативных клетках *Haematococcus pluvialis* Flotow (Chlorophyceae) при различных условиях минерального обеспечения // Мор. Экол. Журн. 2008. Т. 7, № 4. С. 66–74.
6. Тренкеншу Р. П. Ростовые и фотоэнергетические характеристики морских микроводорослей в плотной культуре: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Красноярск, 1984. 28 с.
7. Ben-Amotz A. New mode of *Dunaliella* biotechnology: two-phase growth for β -carotene production // J. of Appl. Phycol. 1995. V. 7. P. 65–68.
8. Ben-Amotz A., Shaish A., Avron M. Mode of action of the massively accumulated β -carotene of *Dunaliella bardawil* in protecting the algae against damage by excess irradiation // Plant. Physiol. 1989. V. 91, No 3. P. 1040–1043.
9. García-González M., Moreno J., Cañavate J. P. et al. Conditions for open-air outdoor culture of *Dunaliella salina* in southern Spain // J. Appl. Phycol. 2003. V. 15. P. 177–184.
10. Lamers P. P., Van de Laak C. C.W., Kaasenbrood P. S. et al. Carotenoid and fatty acid metabolism in light-stressed *Dunaliella salina* // Biotechnol. and Bioeng. 2010. V. 106, No 4. P. 638–648.
11. Wellburn A.R. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution // J. Plant Phys. 1994. V. 144. P. 307–313.

**COMPARATIVE ESTIMATION OF THE CAROTENOIDS ACCUMULATION
OF THE DUNALIELLA SALINA TEOD. (STRAINS IBSS-1 AND IBSS-2)
IN MASS CULTURE**

Borovkov A.B., Gudvilovich I.N.

*The A.O. Kovalevsky Institute of Marine Biological Research of RAS, Sevastopol, Russia
spirit2000sev@yandex.ru; gudirina2008@yandex.ru*

The specialty of the carotenoids accumulation of the two strains of *Dunaliella salina* on the 2nd stage of mass cultivation were studied. During experiments the illumination of cultivators' working surfaces was varied - 200 and 80 Watt·m⁻², as well as the temperature – 35 ° and 28 °C, and the concentration of sea salt – 240 and 120 g·dm⁻³. It was experimentally shown that the investigated strains respond differently to the influence of stress factors, what is proved by different contents of β-carotene in the cells of microalgae. The need to take the genetic characteristics of strains into account within the selection for their industrial production was underlined.

Keywords: β-caroten, *D. salina*, stress factors, strains

УДК 594:577.127(262.5)

**НАКОПЛЕНИЕ КАРОТИНОИДОВ И АЛЛОМЕТРИЧЕСКИЙ РОСТ МОЛЛЮСКА
ANADARA KAGOSHIMENSIS (TOKUNAGA, 1906)**

А.В. Бородина

ФГБУН ИМБИ им. А.О. Ковалевского РАН, Севастополь, Россия, Borodinaav@mail.ru

Для исследования аллометрических показателей и суммарных каротиноидов было взято более 40 экземпляров моллюсков *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906) с длиной раковины от 14 до 40 мм. Приведены значения показателя степени в аллометрических уравнениях, связывающих массу раковины с длиной створки и общей сырой массой животного. Представлены зависимости длины от ширины раковины моллюска и длины от массы мягких тканей *Anadara kagoshimensis*. Полученные результаты указывают на слабо положительную, граничащую с изометрией, аллометрию. Выяснено, что полное созревание гонад, встречающееся у моллюсков, как правило, с длиной раковины более 20 мм, сильно влияет на накопление суммарных каротиноидов. Найдена закономерность между ростом раковины в длину и накоплением суммарных каротиноидов у неполовозрелых и половозрелых особей. Для последних определена зависимость суммарных каротиноидов от массы целого моллюска.

Ключевые слова: аллометрия, створки, моллюски *Anadara kagoshimensis*, каротиноиды, размеры моллюсков

Введение. Анадара относится к семейству Арковых (Arcidae), отряду Arcoida, классу Двустворчатых моллюсков (Bivalvia), типу Моллюски (Mollusca) [2]. Мы часто встречаем представителей рода *Scapharca* среди промысловых видов моллюсков Дальнего Востока, Японии, Китая, Кореи и некоторых стран Адриатики. В середине прошлого века в Черном море появился и стал широко распространяться вид *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906) [9], и сейчас этот моллюск является перспективным объектом для выращивания в промышленных масштабах. Одним из важных показателей продукционного потенциала гидробионтов является скорость роста массы, а для моллюсков имеет еще и большое значение (аллометрический) рост [1,7]. Одним из показателей пищевой ценности морских продуктов является состав и содержание каротиноидов, природных антиоксидантов.

Целью нашей работы было найти корреляции между основными параметрами аллометрического роста и накоплением каротиноидов моллюска *Anadara kagoshimensis*.

Подобные исследования представляют интерес прежде всего для экологических исследований и для развития конхиокультуры, отрасли марикультуры.

Материалы и методы. Исследования проводились в период с 2008 по 2015 годы [3,4]. Объектами исследований являлись моллюски *A. Kagoshimensis*, оседавшие в садках в течение

1-2 лет с длиной раковин от 10 до 35 мм на севавтопольском взморье (Россия). Выборка особей составила более 40 экземпляров. Измеряли длину ($35 > L > 14$, мм), высоту (Н, мм), регистрировали массу мягких тканей (M_r , г), целого моллюска (M_m , г) и раковины (M_r , г). Зависимости между линейными параметрами, линейными параметрами и общим весом моллюсков, весом раковин, весом мягких тканей представлены степенными уравнениями: $M_r = a * M_m^{b1}$; $M_r = a * L^{b2}$; $M_m = a * L^{b3}$, $H = a * L^{b4}$ где a – коэффициент пропорциональности, b – показатель степени (основная искомая аллометрическая постоянная).

Суммарные каротиноиды определяли стандартным методом [8]. Для построения графиков и расчета зависимостей между показателями использовали программу Grapher 3. При расчете средних значений брали от 3 до 10 особей на каждую точку и использовали стандартное отклонение.

Результаты и обсуждения. Уровень суммарных каротиноидов у особей анадары ($35 > L > 14$) находился от 2 до 7 мг/100 г сырого веса. Распределение суммарных каротиноидов у половозрелых особей *A. kagoshimensis* (с ярко окрашенными гонадами) и неполовозрелых особей было различным. При длине раковины (L) до 20 мм, встречаемые особи, были не половозрелы, основная доля каротиноидов приходилась на ногу (36,5 %), затем на гепатопанкреас (24 %) и жабры (21,1%) (рис. 1). У половозрелых особей с $L > 20$ мм, распределение каротиноидов менялось: доля каротиноидов в ноге снизилась до (26 %), при этом на гонады приходилось около 13 % (рис. 1).

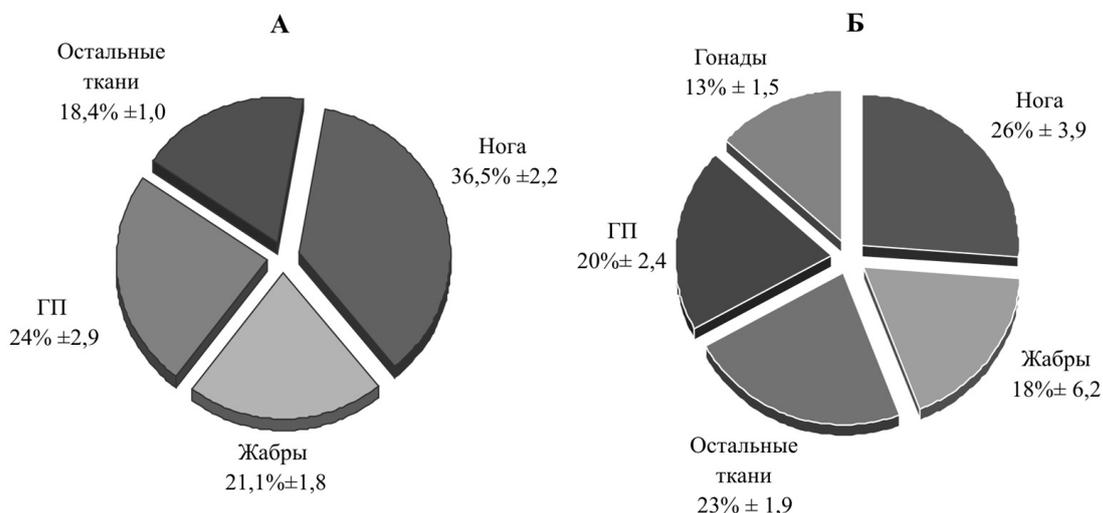


Рисунок 1 – Распределение суммарных каротиноидов по тканям *Anadara kagoshimensis* у неполовозрелых (А) и половозрелых особей (Б)

На рисунке 2 представлены графики зависимости массы створок от массы моллюска, длины створок и массы моллюска от длины створок.

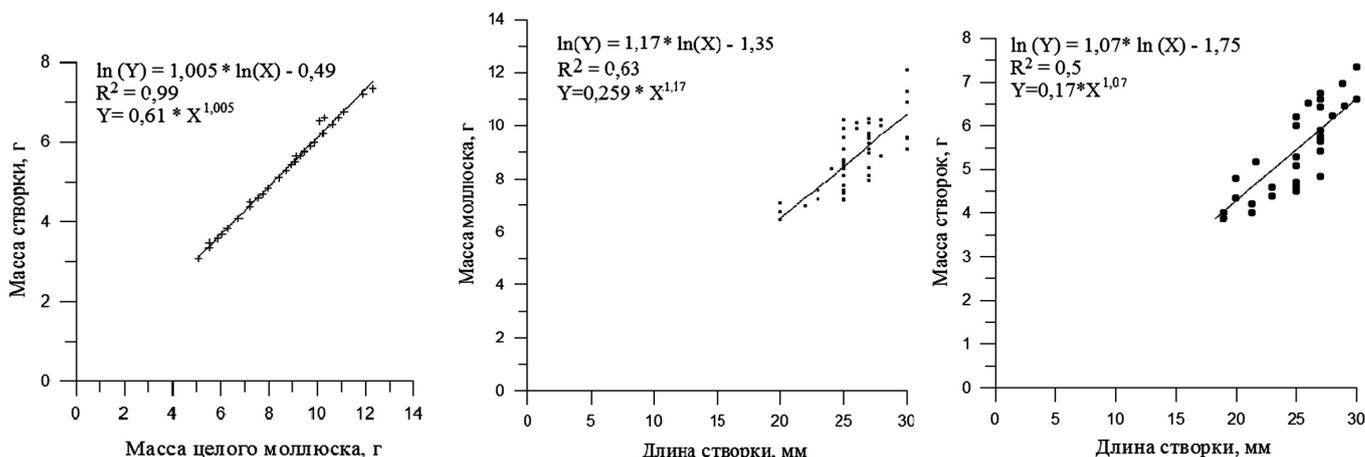


Рисунок 2 – Аллометрические показатели роста *Anadara kagoshimensis* зависимость массы створок от массы моллюска, массы моллюска от длины створки и массы створок от длины створки

Аллометрические показатели анадары (рис. 2) b_1 , b_2 , b_3 , имели слабо положительные, близкие к изометрии, значения.

Аналогичную закономерность давала связь роста особей в длину и высоту (рис. 3): $H = 1,15 * L^{1,02}$ с коэффициентом $b_4 > 1$. Выявленная слабо положительная аллометрия (коэффициент регрессии чуть больше 1) была близка к результатам исследований других авторов [6,7,10]. Результаты показывают, что по мере роста моллюсков, относительный вес раковины увеличивается, а тела уменьшается, что характерно также для пресноводных моллюсков [1].

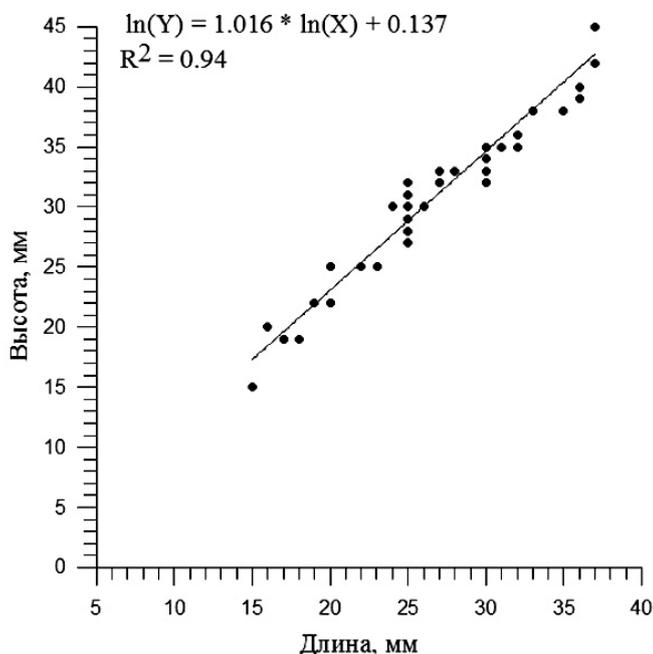


Рисунок 3 – Зависимость длины от высоты створки *Anadara kagoshimensis*

При исследовании взаимосвязи длины створок и содержания каротиноидов был отмечен сильный разброс данных, вызванный влиянием различной стадии зрелости гонад на накопление суммарных каротиноидов. Однако при разделении групп особей на половозрелые с $L > 20$ мм (преднерестовая стадия зрелости гонад) и не половозрелые $L < 20$ мм и при усреднении показателей каждой группы особей с одинаковой длиной раковин были найдены линейные зависимости:

$$1) C_k = 0,398 * L - 3,57,$$

с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,98$ (для особей с $L < 20$ мм) (рис. 4, а);

$$2) C_k = -0,328 * L + 11,77$$

с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,56$ (для особей с $30 > L > 20$ мм) (рис. 4. б).

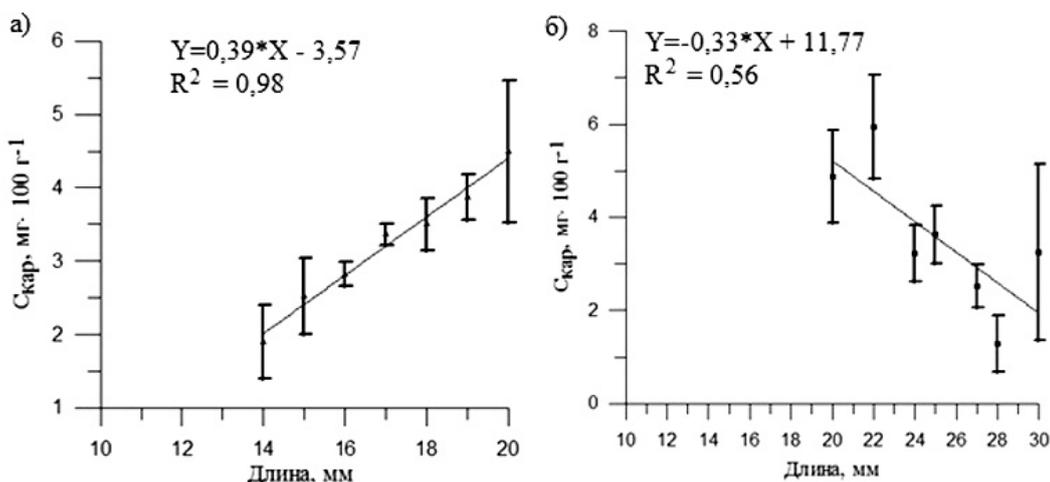


Рисунок 4 – Зависимость накопления каротиноидов в тканях особей *Anadara kagoshimensis* от длины створки: а) $L < 20$ мм; б) $30 > L > 20$ мм

Снижение коэффициента детерминации объясняется разбросом данных в связи с различной стадией зрелости гонад, что влияет на общее содержание суммарных каротиноидов у моллюсков. Для таких особей более точной характеристикой оказалась зависимость содержания суммарных каротиноидов от массы целого моллюска (M_m): $C_k = \exp(-0,1632 * M_m) * 12,42$ при $R^2=0,78$ (рис. 5).

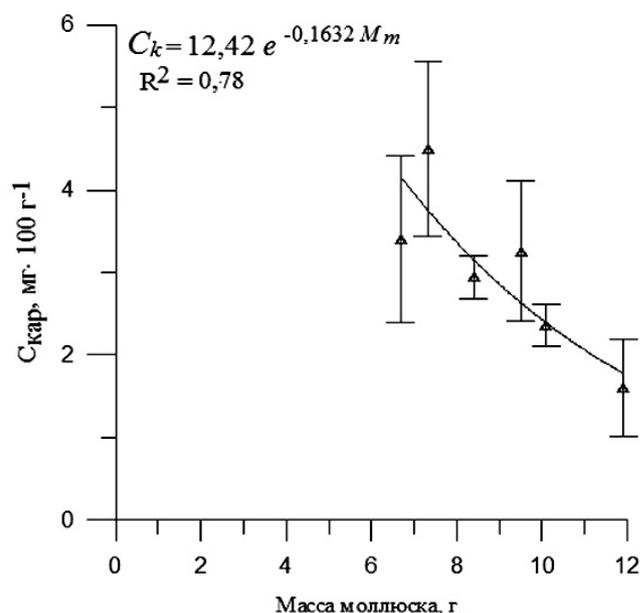


Рисунок 5 – Зависимость накопления суммарных каротиноидов от массы моллюска *Anadara kagoshimensis*

Таким образом, особенности аллометрического роста *Anadara kagoshimensis* имели некоторую корреляцию с накоплением суммарных каротиноидов в тканях моллюска.

Заключение.

Найденные аллометрические показатели *Anadara kagoshimensis* имели слабо положительные, близкие к изометрии, значения. Полное созревание гонад, встречающееся у моллюсков с длиной раковины более 20 мм, сильно влияет на накопление и распределение суммарных каротиноидов у особей, что приводит к различным зависимостям между содержанием каротиноидов моллюсков и длиной их раковины при $L < 20$ мм и $35 > L > 20$. Для половозрелых моллюсков была найдена зависимость суммарных каротиноидов от массы целого моллюска.

Список литературы

1. Алимов А.Ф. Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. // Л.: Наука, 1981. 248 с.
2. Анистратенко В.В., Халиман И.А. Двустворчатый моллюск *Anadara inaequalvis* (Bivalvia, Arcidae) в северной части Азовского моря: завершение колонизации Азово-Черноморского бассейна // Вестник зоологии. 2006. Т. 40, № 6. С. 505–511.
3. Бородина А.В., Нехорошев М.В., Солдатов А.А. Каротиноидный состав тканей двустворчатого моллюска *Anadara inaequalvis* - вселенца в Чёрное море // Экология моря. 2008. Вып. 76. С. 34-39.
4. Бородина А.В., Нехорошев М.В., Солдатов А.А. Особенности состава каротиноидов тканей двустворчатого моллюска *Anadara inaequalvis* Brugiere // Доп. НАН України. 2009. Т. 5. С. 186-190.
5. Бородина А.В., Солдатов А.А. Каротиноиды тканей массовых видов черноморских моллюсков / Черноморские моллюски: элементы сравнительной и экологической биохимии / под ред. Г.Е. Шульмана, А.А. Солдатов; НАН Украины, Ин-т биологии юж. морей им. А.О. Ковалевского. Севастополь, 2014. Гл. 3. С. 87–168.
6. Жаворонкова А.М., Золотницкий А.П. Характеристика аллометрического роста двустворчатого моллюска анадары (*Anadara inaequalvis*) Керченского пролива // Экосистемы, их оптимизация и охрана. 2014. Вып. 10. С. 128–133.
7. Заика В.Е. Сравнительная продуктивность гидробионтов // К.: Наук. думка, 1983. 206 с.
8. Карнаухов В.Н. Биологические функции каротиноидов // М.: Наука, 1988. 240 с.
9. Киселева М.И. Сравнительная характеристика донных сообществ у побережья Кавказа. Многолетние изменения зообентоса Черного моря // К.: Наук. Думка, 1992. С. 84–99.
10. Пиркова А.В. Рост двустворчатого моллюска *Anadara inaequalvis* (Bivalvia) в Чёрном море при садковом выращивании // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона: VII Международная научная конференция, посвященная 90-летию юбилею ЮгНИРО, 20-23 июня 2012 г. Керчь: ЮгНИРО, 2012. Т. 2. С. 73-78.

THE ACCUMULATION OF CAROTENOIDS AND ALLOMETRIC GROWTH BIVALVES *ANADARA KAGOSHIMENSIS* (TOKUNAGA, 1906)

Borodina A.V.

*The A.O. Kovalevsky Institute of Marine Biological Research Russian Academy of Sciences,
Sevastopol, Russia, Borodinaav@mail.ru*

To study the allometric parameters and total carotenoids, more than 40 specimens of the *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906) with the clamshell lengths ranging from 14 to 40 mm have been harvested. The values of the exponent in the allometric correlation of the shell mass with the shuck length and animal's total wet weight are reported. The relationships between the length and width of the clamshells and between the shell length and weight of the soft tissues of *Anadara kagoshimensis* are presented. The results indicate a weak positive allometry, verging on isometry. It is found that the full maturation of the gonads, usually observed in mollusks with the shell length of more than 20 mm, strongly influences the accumulation of total carotenoids. A correlation is found between the growth pattern of the shell length and total carotenoid accumulation in immature and mature specimens. For the latter, the dependence of the total carotenoids on mollusk's weight is determined.

Keywords: alometry, shell, bivalve *Anadara kagoshimensis*, total carotenoids, size clams.

УДК 502.171:502.211 (574)

ВОДНО-БОЛОТНЫЕ УГОДЬЯ МЕЖДУНАРОДНОГО ЗНАЧЕНИЯ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА И ИХ РОЛЬ В СОХРАНЕНИИ РЕДКИХ ВИДОВ ФАУНЫ

Т.М. Брагина^{1,2}, Е.А. Брагин^{2,3}

¹ФГБНУ «АзНИИРХ», Ростов-на-Дону, Россия

²Костанайский государственный педагогический институт, г. Костанай, Казахстан

³Наурызумский государственный природный заповедник, Казахстан *tm_bragina@mail.ru;*
naurzum@mail.ru

В работе приводятся сведения о водно-болотных угодьях Республики Казахстан, имеющих международное значение согласно критериям Рамсарской конвенции. Рассматривается их ключевое значение для сохранения редких видов фауны. Приведены данные о ценном биологическом разнообразии рассматриваемых водоемов, в том числе результаты экспедиционных обследований.

Ключевые слова: водно-болотные угодья, международное значение, Казахстан, фауна, редкие виды.

В аридных зонах речные и озерные системы всегда являлись определяющим фактором развития и привлекали особое внимание. Описание природы Северного Казахстана имеет давнюю историю, но планомерному ее изучению положили начало почвенно-ботанические экспедиции Переселенческого управления в 1901-1914 годы. Эти работы были продолжены в 1920-30-х гг. многочисленными экспедициями различных ведомств и институтов [5]. В 30-е годы прошлого столетия вышел ряд справочников по водным ресурсам СССР, где обобщались сведения по гидрографии, гидрологии, гидрохимии озер и рек страны. Значительный объем исследований был связан с комплексным изучением водных ресурсов и проблемой неустойчивого водного режима озер Казахстана [8,13,18,12,14]. Следующий этап интенсивных исследований был обусловлен освоением целинных земель в период с 1954 по 1960-е годы. В этот период производились комплексные исследования и средне- и крупномасштабная съемка территории экспедиционными отрядами Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, институтов географии АН СССР и АН Казахской ССР.

Первые водно-болотные угодья международного значения на территории Казахстана были внесены в Рамсарский список правительством СССР в 1976 году. Ими стали объекты «Тенгиз-Кургальджинская система озер» и «Озера в низовьях рек Ирғиз и Турғай». Рамсарская конвенция

или Конвенция о водно-болотных угодьях (ВБУ) имеет полное название «Конвенция о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение, главным образом в качестве местобитаний водоплавающих птиц» [11]. Она была принята в феврале 1971 года в г. Рамсар (Иран). Конвенция представляет собой первый международный договор глобального уровня, посвященный одному типу экосистем. Согласно определению Конвенции, к водно-болотным угодьям относятся широкий круг местобитаний, в том числе болота, поймы, реки и озера, приморские участки, занятые солёными болотами и манграми, подводные морские луга, коралловые рифы и морские акватории глубиной не более шести метров при отливе, а также антропогенные объекты, включая отстойники сточных вод и водохранилища. Цель Конвенции – «сохранение и разумное использование всех водно-болотных угодий путем осуществления местных, региональных и национальных действий и международного сотрудничества, как вклад в достижение устойчивого развития во всем мире».

Водно-болотные угодья для Списка отбираются на основании их международного значения с точки зрения экологии, ботаники, зоологии, лимнологии или гидрологии. Процесс принятия конкретных критериев для выделения ВБУ международного значения начался в 1974 г., однако первые официальные Критерии были согласованы на первой Конференции Сторон (КС-1) в 1980 г. В 1987 г. и 1990 г. Конференция Договаривающихся Сторон дополнительно пересмотрела Критерии, и на КС-6 в 1996 г. Стороны Конвенции добавили новые Критерии по рыбам. В частности, Специальные критерии по рыбам включают следующие показатели:

1. Водно-болотное угодье следует считать имеющим международное значение, если оно обеспечивает существование значительного числа представителей местных подвидов, видов или семейств рыб, отдельных стадий их биологического цикла, взаимодействия видов, и/или популяций, которые являются индикаторами экологической и/или экономической ценности водно-болотного угодья.

2. Водно-болотное угодье следует считать имеющим международное значение, если оно является важным источником пищи для рыб, нерестилищем, рыбопитомником и/или лежит на пути миграций рыб.

После принятия Стратегической схемы и указаний по дальнейшему формированию Списка водно-болотных угодий международного значения (приняты Резолюцией VII.11, 1999 г.) критерии были реорганизованы в две группы — исходя из репрезентативности / уникальности и биологического разнообразия. На КС-9 (2005 г.) был добавлен Критерий, относящийся к видам животных (кроме птиц), обитающих в водно-болотных угодьях.

В 80-90-е годы прошлого столетия научные исследования велись в основном на территории Наурзумского заповедника [2,3] и спорадически на озерах Тургайской ложбины [7].

В 1998-2002 гг. при поддержке Всемирного фонда дикой природы (WWF-Центральная Азия, WWF-Швеция, WWF-Финляндия) было предпринято обследование озер Северного Казахстана (Костанайская область и левобережье реки Ишим в пределах Северо-Казахстанской области). Это был первый проект по комплексному обследованию водно-болотных угодий, осуществленный в государствах Центральной Азии. Были изучены природные условия расположения озерных систем и положены основы их дальнейшей классификации с использованием географических и ботанико-географических критериев; дана общая характеристика и природоохранное значение региона; проведена оценка состояния водных экосистем по гидрологическим и гидробиологическим показателям; проведена паспортизация водоемов. Были выделены четыре блока, объединяющих озерные системы по природно-географическим показателям – Правобережье реки Ишим, Убаган-Ишимское междуречье, Тургайская ложбина и Сыпсынагашская ложбина. В результате проведенных работ в регионе было выделено 16 особо ценных систем водно-болотных угодий. В их число вошли Камышловская группа озер, Майбалыкские озера, Жалтыр-Жаркенская группа озер, Султан-Аксуатская группа озер, Камышово-Жаманкольская группа озер, озеро Бозшаколь, Койбагар-Тюнтюгурская система озер, Тениз-Каракамыская система озер, Шошкалинская озерная система, озеро Кушмурун, Наурзумская система озер, Сарыкопинская озерная система, озера Большой и Малый Санкебай, Жарсор-Уркашские соры (включая озеро Батпакколь), Тоунсорские озера, Кулыкколь-Талдыкольская система озер. Из обследованных систем четыре были предложены в Список Рамсарской Конвенции [5].

При составлении списка наиболее ценных водно-болотных угодий региона использовалось несколько основных критериев:

- высокая степень разнообразия водных и прибрежных комплексов;
- высокое видовое разнообразие и численность водоплавающих и водно-болотных птиц в период гнездования и (или) линьки;
- место массового скопления водоплавающих птиц во время миграций;
- место гнездования колониальных птиц, в первую очередь пеликанов и чайковых;
- место обитания редких и исчезающих видов.

Каждое из отобранных угодий оценивалось с точки зрения Рамсарских критериев. Были выявлены основные факторы, определяющие состояние водно-болотных угодий, среди которых критически важным является обеспечение свободного пропуска вод в озера и их рациональное использование. Также были предложены конкретные меры по снижению пресса на экосистемы ВБУ и улучшению охраны водно-болотных птиц. Результаты проекта были опубликованы в виде книги «Важнейшие водно-болотные угодья Северного Казахстана (в пределах Костанайской и западной части Северо-Казахстанской областей)» [5], которая стала первым инвентаризационным материалом такого рода на территории Казахстана, на основе которой планировались последующие действия.

Результаты проекта получили значительный резонанс на международном уровне. В итоге правительству Казахстана были выделены значительные средства со стороны Глобального экологического фонда (GEF) для дальнейшей комплексной оценки водно-болотных угодий Республики – дельты реки Урал, озер Тенгиз-Кургальджинской впадины и Алакольских озер. В Северном Казахстане продолжением работ стало развитие проекта Международного журавлиного фонда (ICF) по изучению миграционных маршрутов и важнейших мест остановок стерха и других глобально угрожаемых видов птиц. Были обработаны и опубликованы работы по оценке состояния водных экосистем региона по гидрохимическим и гидробиологическим показателям [20-22].

К объектам Северного Казахстана, внесенным в Рамсарский список, были отнесены следующие:

1. Жарсор-Уркашская система озер, Костанайская область, площадь – 41 250 га, включает территорию государственного природного комплексного Жарсор-Уркашского заказника республиканского значения заказник (12.07.2009 г.);

2. Койбагар-Тюнтюгурская система озер, Костанайская область, площадь – 58 000 га (07.05.2009 г.);

3. Кулыколь-Талдыкольская система озер, Костанайская область, площадь – 8 300 га (07.05.2009 г.);

4. Наурзумская система озер, 12.07.09 Костанайская область, площадь – 139 714 га, включает территорию Наурзумского государственного природного заповедника (12.07.2009 г.).

Кроме того, в планах Республики стоит номинирование на статус водно-болотного угодья международного значения Сарыкопинской озерной системы (Кустанайская область).

Водно-болотные угодья Северного Казахстана, включенные в Рамсарский список, охраняют преимущественно места гнездования, линьки и отдыха в период миграций околоводных и водоплавающих птиц. На территории региона отмечено 44 вида птиц, относящихся к категории редких и исчезающих (Красные книги Казахстана и IUCN). В их числе 21 вид гнездится (кудрявый пеликан, розовый пеликан, лебедь-кликун, савка, белоглазый нырок, колпица, серый журавль, журавль-красавка, степной лунь, орлан-белохвост, беркут, могильник, степной орел, балобан, степная пустельга, дрофа, стрепет, кречетка, степная тиркушка, филин, черноголовый хохотун), 9 видов – пролетных (малый лебедь, пискулька, коростель, краснозобая казарка, черный турпан, стерх, скопа, большой подорлик, сапсан) и 10 видов – бродячие и залетные (фламинго, черный аист, малая белая цапля, желтая цапля, каравайка, черный гриф, орел-карлик, кречет, саджа, чернобрюхий рябок). Два вида (орлан долгохвост и тонкоклювый кроншнеп), вероятно, исчезли; их не отмечали уже более 40 лет. Из числа редких видов животных 22 вида являются обитателями водно-болотных угодий или тесно с ними связаны.

По критериям Международного союза охраны природы (МСОП) на территории Северного

Казахстана имеется восемь глобально угрожаемых видов фауны околоводных и водоплавающих птиц [2,4], в том числе находящиеся в критическом состоянии (CR), находящиеся под угрозой исчезновения (EN), уязвимые (VU) и категории «близкие к угрожаемым (NT)» (таблица 1).

Таблица 1

Список видов птиц Северного Казахстана, внесенных в Красный список Международного Союза Охраны Природы (IUCN), находящиеся в критическом состоянии (CR), под угрозой исчезновения (EN), уязвимые (VU) и близкие к угрожаемым (NT)

№ п/п	Русское название вида	Категория МСОП	Полное научное название вида
1	Стерх	CR	<i>Grus leucogeranus</i> Pallas, 1773
2	Тонкоклювый кроншнеп	CR	<i>Numenius tenuirostris</i> Vieillot, 1817
3	Савка	EN	<i>Oxiura leucocephala</i> Scopoli, 1769
4	Краснозобая казарка	EN	<i>Brantha ruficollis</i> Pallas, 1769
5	Кудрявый пеликан	VU	<i>Pelecanus crispus</i> Bruch, 1832
6	Розовый пеликан	VU	<i>Pelecanus onocrotalus</i> Linnaeus, 1758
7	Пискулька	VU	<i>Anser erythropus</i> Linnaeus, 1758
8	Белоглазый нырок	NT	<i>Aythya nyroca</i> Guldenstadt, 1770

Стерх (*Grus leucogeranus* Pall.). В Казахстане известны долговременные миграционные остановки стерхов, использующих западный (на Каспий) и центральный (в Индию) пролетные пути. Стерхи могут оставаться здесь до 1,5 - 2 месяцев и далее продолжить путь в двух направлениях – через Узбекистан, Туркменистан, Афганистан и Пакистан в Индию, и через Россию и Азербайджан в Иран. С середины прошлого века на территории Казахстана зарегистрированы 95 достоверных встреч стерхов с известной датой, в которые в целом отмечено 338-344 особей. Более 60 % всех встреч приходится на Наурзумскую систему озер. В последние 20-25 лет встречи стерхов на территории Казахстана регистрируют только в Кустанайской области [1], за исключением встречи двух стерхов в стае красавок в западном Тянь-Шане [9].

Тонкоклювый кроншнеп (*Numenius tenuirostris* Vieillot.). До начала 1970-х встречался на пролете на озерах Наурзумского заповедника. В настоящее время этот вид возможно уже исчез.

Савка (*Oxiura leucocephala* Scop.). Редкий гнездящийся вид с тенденцией к снижению численности. Во время экспедиционных работ 2000-2001 гг. савки были встречены только на трех водоемах: на оз. Шошкалы 20.09.2000 – 1 ad и 3.06.2001 – 2 самца и 1 самка, на оз. Батпакколь 4.10.2000 – 4 молодых, на оз. Салманкуль 5.10.2001 – 4 взрослых и 5 молодых. В 2006-2008 гг. савки встречались на Наурзумских озерах, в Жарсор-Уркашской группе озер и на оз. Большой Санкебай.

Кудрявый пеликан (*Pelecanus crispus* Bruch.). Кудрявые пеликаны периодически отмечались на Наурзумских озерах с 1930-х годов, с 1967 г. они стали встречаться регулярно, но гнездование впервые было отмечено лишь в 1981 г. Общая численность в 1981-1996 гг. колебалась от 16 до 42 пар. В 1998 г. была обнаружена колония кудрявых пеликанов у северных границ Кустанайской области на оз. Каракамыс – небольшом водоеме, связанном протокой с крупным озером Тениз. В 2000 г. в этом районе гнездились 20 пар, еще 30-40 пар отмечены в колонии на оз. Шошкалы в 50 км южнее. Третья колония располагалась на оз. Кулыколь, где в 2000 г. насчитывалось 20 пар, в 2001 г. – 30-32 пары. На оз. Сарыкопа кудрявые пеликаны регулярно гнездились до середины 1990-х гг., в настоящее время гнездятся sporadически в зависимости от наполненности озерной системы водой и рыбными ресурсами. В конце 1990-х – первой половине 2000-х гг. кудрявые пеликаны гнездились на озерах Сарыкопа, Сарымонн, Жарколь (Наурзумский заповедник), Шошкалы, Кулыколь, Аккабак и Каракамыс.

Розовый пеликан (*Pelecanus onocrotalus* L.). В 1970-х гг., в связи с деградацией мест обитания в южном Казахстане [6], розовые пеликаны стали регулярно встречаться на озерах в южной части Кустанайской области. Гнездование впервые было обнаружено в 1967 году на озере Сарыкопа [15]. На озере Сарымоин Наурзумского заповедника колония розовых

пеликанов образовалась в 1984 году, а в 1988 г. колония из 20 пар обнаружена на оз. Шошкалы в пойме реки Убаган [6]. В конце 1990-х – первой половине 2000-х гг. розовые пеликаны гнездились на озерах Сарыкопа, Сарымон (Наурзумский заповедник), Шошкалы, и Тениз.

Пискулька (*Anser erythropus* L.). До конца 1960-х гг. пискулька была обычным пролетным видом. Позднее численность этих гусей стала быстро сокращаться. В учетах 1997-2000 гг. на озерах региона на долю пискульки приходилось всего 1-2 % от числа всех гусей [10,23]. В настоящее время они летят с белолобыми гусями отдельными выводками или небольшими группами, чистые стаи пискулек встречаются крайне редко. Наибольшее число отмечалось на озерах Кулыколь, Койбагар, Тюнтюгур, Бозшаколь. По этому миграционному пути пролетает 23-53 % мировой популяции пискулек. Во второй половине 2000-х гг. на осеннем пролете учитывали до 12 тысяч пискулек.

Краснозобая казарка (*Branta ruficollis* Pall.). По территории региона проходят традиционные пролетные маршруты краснозобой казарки. Однако, в 1970-х – начале 1980-х гг. этот вид почти полностью исчез, что, видимо, было связано с перемещением зимовок с Каспия на западное побережье Черного моря и смещением пролетных путей к западу – в долину Урала. Во второй половине 1980-х гг. краснозобые казарки вновь стали появляться во все возрастающем числе. Во второй половине 1990-х гг. в пик пролета, который приходится на период с 1 по 15 октября, доля краснозобых казарок среди гусей достигала 30 %; по оценкам в отдельные годы здесь пролетает до 100 % всей популяции этого вида.

Белоглазый нырок (*Aythya nyroca* Guld.). В периоды обводнения в небольшом числе встречается на многих озерах северного Тургая, возможно на некоторых из них гнездится. На Наурзумских озерах в 1970-1980-х гг. гнездование не отмечалось, хотя в 1946 г. А.Н. Формозов нашел на Жарколе 6 гнезд [16]. В 1998–2000 гг. отмечался во время осеннего пролета на озерах Кулыколь, Большой Санкебай, Малый Аксуат, Шошкалы. На Кулыколе 2 пары наблюдались 25.05.2001. В 2005-2007 годы белоглазые нырки отмечались на озерах Батпакколь, Койбагар, в группе Жарсор-Уркашских и Наурзумских озер.

В 2015 году прошел ряд консультаций по дальнейшему развитию инструментов Рамсарской конвенции. Принято решение о создании и развитии Центральноазиатской инициативы по реализации Рамсарской конвенции в Казахстане, Кыргызской Республике и Таджикистане. На данный момент Казахстан имеет 10 объектов, объявленных водно-болотными угодьями международного значения Рамсарской конвенции, общей площадью 3 281 398 га. На 12-м заседании Конференции сторон Конвенции о водно-болотных угодьях, которая проходила в Пунта-дель-Эсте (Уругвай) 1-9 июня 2015 г., был утвержден Стратегический план действий Рамсарской конвенции на 2016-2021 годы. По состоянию на 1 июня 2015 г. участниками Рамсарской конвенции являются 168 государств. На их территории находятся 2208 важнейших водно-болотных угодий мира общей площадью более 21 млрд га.

Таким образом, водно-болотные угодья международного значения Северного Казахстана составляют 40 % от общего числа Рамсарских угодий Казахстана и играют значительную роль в сохранении редких видов фауны глобального уровня.

Список литературы

1. Брагин Е.А. Встречи стерха в Казахстане во время весенней и осенней миграций в 2005 г. // Информационный бюллетень Рабочей группы по журавлям Евразии. - 2005. - № 9– С. 42.
2. Брагин Е.А., Брагина Т.М. Гнездовая фауна птиц Наурзумского заповедника // Территориальные аспекты охраны птиц в Средней Азии и Казахстане / Под ред. С.А. Букреева, – М., 1999. - С. 8–15.
3. Брагин Е.А. и Брагина Т.М. Фауна Наурзумского заповедника. Рыбы, земноводные, пресмыкающиеся, птицы, млекопитающие (аннотированные списки видов). Научное издание, – Костанай: Костанайский Дом печати, 2002. - 60 с.
4. Брагина Т.М. Наурзумская экологическая сеть (история изучения, современное состояние и долгосрочное сохранение биологического разнообразия региона представительства природного объекта Всемирного наследия ЮНЕСКО). – Костанай: Костанайполиграфия, 2009. – 200 с.
5. Важнейшие водно-болотные угодья Северного Казахстана (в пределах Костанайской и западной части Северо-Казахстанской областей). Серия публикаций Департамента природоохранной политики и экспертизы Всемирного фонда дикой природы (WWF). / Под ред. Т.М. Брагиной, Е.А. Брагина. – М.: Русский университет, 2002. - Вып. 5. - 156 с.
6. Виноградов В.Г., Ауэзов Э.М. Размещение и численность пеликанов в Среднем Казахстане // Редкие птицы и звери Казахстана. – Алма-Ата: Гылым, 1991. - С. 7–18.

7. Виноградов В.Г., Ауэзов Э.М. Тургайская депрессия как система водно-болотных угодий, особо ценных для водоплавающих птиц // *Материалы научно-практической конференции по ведению охотничьего хозяйства в новых экономических условиях.* – Алматы, 1995. – С. 67–70.
8. Воронов А.Г. О колебаниях уровня озер Кустанайской области Северного Казахстана // *Известия РГО.* - 1947. - Т. 79, вып. 5. - С. 523–536.
9. Гаврилов А.Э., Гаврилов Э.Н. Результаты кольцевания в 2005 г. // *Казахстанский орнитологический бюллетень.* – Алматы, 2005. – С. 223 - 224.
10. Ерохов С.Н. Предварительные результаты мониторинга численности гусей в период осенней миграции через Кустанайскую область (Северный Казахстан) // *Проблемы охраны и устойчивого использования биоразнообразия животного мира Казахстана.* – Алматы. 1999. – С. 64 - 65.
11. Конвенция о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение главным образом в качестве местообитаний водоплавающих птиц, - Рамсар, Иран, 1971.
12. Кузнецов Н.Т. Пульсация уровней воды в озерах Северного Казахстана (на примере оз. Аксуат) // *Озера Северного Казахстана.* – Алма-Ата: изд-во АН КазССР, 1960. - С. 57–79.
13. Лавров В.В. Четвертичная история и морфология Северо-Тургайской равнины. – Алма-Ата: изд-во АН КазССР, 1948. - 126 с.
14. Муравлев Г.Г. О размещении и типах озер // *Озера Северного Казахстана.* – Алма-Ата: изд-во АН КазССР, 1960. - С. 22–55.
15. Страутман Е.И., Степанов Ю.В. Численность лебедей и пеликанов на основных водоемах Казахстана и мероприятия по их охране // *Редкие и исчезающие звери и птицы Казахстана.* – Алма-Ата, 1977. – С. 226 - 228.
16. Формозов А.О. Степные озера и водоплавающие птицы Северного Казахстана и юга Западной Сибири // *Проблемы экологии и географии животных.* - М.: Наука, 1981. - С. 245–262.
17. Шилингер Ф.Ф. Арало-Тургайский пролив. - М.: Кооперативное изд-во «Жизнь и знание», 1934. - 136 с.
18. Шнитников А.В. Внутривековые колебания уровня степных озер // *Труды лаборатории озераведения АН СССР.* - М., Т. 1, 1950. - 185 с.
19. Barinova S.S., Bragina T.M., Nevo E. Influence of major environmental factors on the diversity of algae in the arid ecosystems. // *Материалы Международной научной конференции “Биологическое разнообразие азиатских степей”/ под научной ред. Баймырзаева К.М., Брагиной Т.М., Жарковой В.И.* – Костанай: КГПИ, 2007. – С. 150 – 153.
20. Barinova S. S., Bragina T.M. and Nero E. Algal species of arid region lakes in Kazakhstan and Israel // *Community Ecology*, 2009. - № 10 (1). – P. 7 – 16.
21. Barinova S.S., Nevo E., Bragina T.M. Ecological assessment of wetland ecosystems of Northern Kazakhstan on the basis of hydrochemistry and algal biodiversity // *Acta Botanica Croatica.* - 2011. - Т. 70, № 2. - P. 215 - 244.
22. Barinova S.S., Bragina T.M. Asian steppes lakes algal diversity under climate changes // *Материалы 2-ой Международной научной конференции “Биологическое разнообразие азиатских степей”/ под науч. ред. К.М.Баймырзаева, Т.М. Брагиной, Е.А.Абиля и др., Костанай: КГПИ, 2012.* – С. 74 – 77.
23. Tolvanen, P., Aarvak T. & Bragina T. Conservation work for the wetlands and monitoring the autumn staging of Lesser White-fronted Goose in Kustanay region, north-west Kazakhstan, in 2000 // *Fennoscandian Lesser White-fronted Goose conservation project. Annual report. 2000, WWF Finland Report 13 & Norwegian Ornithological Society, NOF Rapportserie Report no. 1-2000.* - Helsinki-Klebu, 2001. – С. 30 - 33.

WETLANDS OF INTERNATIONAL IMPORTANCE OF KAZAKHSTAN AND THEIR ROLE IN THE PRESERVATION OF RARE SPECIES OF FAUNA

Bragina T.M.^{1,2}, Bragin E A.^{2,3}

¹*FGBNU “AzNIIRKH”, Rostov-on-Don, Russia;*

²*Kostanai State Pedagogical Institute, Kostanai, Kazakhstan;*

³*Naurzum State Nature Reserve, Kazakhstan, tm_bragina@mail.ru; naurzum@mail.ru*

The paper provides information on Wetlands of Kazakhstan with International Importance under the criteria of the Ramsar Convention. We consider their key role to the preservation of rare species of fauna. The data on valuable biological diversity of these wetlands had reviewed, including the results of the expedition surveys.

Keywords: wetlands, international importance, Kazakhstan, fauna, rare species.

К ВОПРОСУ О МЕТОДИКЕ УЧЕТА РЫБНЫХ РЕСУРСОВ КАК СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ

Брагина Т.М.^{1,3}, Дудкин С.И.^{1,2}

¹ФГБНУ «АзНИИРХ», Ростов-на-Дону, Россия

²Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

³Костанайский государственный педагогический институт, Костанай, Казахстан, *tm_bragina@mail.ru*; *si_dudkin@mail.ru*

В работе обсуждаются некоторые аспекты оценки рыбных ресурсов в комплексе экосистемных услуг. Определение стоимости природных ресурсов необходимо для их учета при государственном планировании и регулировании природопользования, разработке планов социально-экономического развития территорий, оценке возмещения ущерба и для других экономических оценок.

Ключевые слова: рыбные ресурсы, экологические услуги, система национальных счетов

Введение

Под экологическими услугами понимаются функции экосистем, которые обеспечивают экономические выгоды для потребителей этих услуг. Экономическое выражение экосистемных услуг находится в фокусе интенсивных исследований и политических интересов [6].

Имеются различные виды экосистемных услуг, но в целом они подразделяются на две категории: основные (фундаментальные) услуги и запрашиваемые (прямые) услуги. Под основными, или фундаментальными экосистемными услугами, понимаются те, которые имеют определяющее значение для функционирования самих экосистем, их устойчивости и возобновления. Фундаментальные услуги обеспечиваются различными компонентами экосистем в соответствии с экологическими законами. Например, к фундаментальным экологическим услугам, которые обеспечивают популяции рыб, относятся регулирование пищевых цепей, русловых процессов, функции связующего звена между экосистемами, услуги информационных (генетических) ресурсов или долгосрочных индикаторов состояния экосистем и т.д. Несмотря на большое влияние популяций рыб на функционирование экосистем, сравнительно редко просчитывается и принимается во внимание их воздействие на природные экосистемы, имеющие собственную экономическую ценность или выходящие за пределы экономических оценок, но играющие активную роль в поддержании этих экосистем. К примеру, мало учитываются экосистемные услуги, которые включают в себя жизнеобеспечивающие функции или способности природных компонентов предоставлять эстетическое и культурное качество человеческой жизни [4], так как механизмы их подсчета пока несовершенны. В то же время для обеспечения стабильности получения экосистемных услуг при использовании рыбных ресурсов необходимо учитывать многокомпонентную роль популяций рыб и их положение в экосистеме, так как роль рыб в экосистеме сказывается, в конечном итоге, на уровне и качестве прямых экосистемных услуг.

Запрашиваемые, или прямые, экосистемные услуги определяются с точки зрения человеческой ценности и требований. Они не являются фундаментальными, т.е. необходимыми для выживания самой экосистемы или человеческого сообщества – последние могут функционировать вне зависимости от предоставления прямых услуг. Под прямыми услугами понимается стоимостное выражение той части природного ресурса, которая изымается для пользователя этой услуги. Вопросы влияния рыбных популяций на устойчивость получения продовольственных услуг, их динамику и стоимость обсуждаются сравнительно редко. Это в большой мере связано с недостаточностью методов оценки природных ресурсов как экономической составляющей системы национальных счетов [2] и в целом стоимости экосистемных услуг.

Материалы и обсуждение

Виды прибыли, получаемые от экосистемных услуг – это экономическая категория. Они включают такие показатели, как, например, получение продуктов питания, экономическая прибыль, оздоровительные услуги и другие. Они могут выражаться в монетарных и немонетарных категориях.

В системе национальных счетов [2,3] предлагается учитывать, наряду с традиционно рассматриваемыми элементами национального богатства (основной капитал, запасы материальных оборотных средств и др.), и произведенные материальные и нематериальные активы, в том числе природные ресурсы как капитал [1]. К таким ресурсам предлагается относить и некультивируемые ресурсы растительного и животного мира, в частности, рыбные ресурсы.

Стоимостная оценка природного ресурса, т.е. перевод его в денежное выражение, позволяет включить природный ресурс в общую систему государственного социально-экономического планирования и регулирования в народном хозяйстве, а также в систему национальных счетов. Природные ресурсы в данном случае будут выступать как товар, имеющий рыночную стоимость, и могут быть рассмотрены как капитальный товар. Его стоимость будет определяться суммой выгод, поступающих от вовлечения этого товара в хозяйственный оборот. Такое понимание позволяет применить традиционные подходы при расчете текущей рыночной стоимости для стоимостной оценки природного ресурса.

Основанием для включения природных ресурсов в систему национальных счетов является наличие у природного ресурса экономического актива, на который могут быть установлены права собственности, и владение ими будет приносить экономическую выгоду. Кроме этого, для включения ресурса в систему национальных счетов важно наличие существенных масштабов коммерческой деятельности. По всем этим показателями рыбные ресурсы в полной мере можно отнести к рассматриваемой категории природных ресурсов.

При попытке придать стоимостную форму рыбным ресурсам, например, Азовского моря, возникли определенные проблемы:

1) отсутствие общепринятой методологии расчета стоимости возобновляемых природных ресурсов как капитала, т.е. источника возникновения стоимости и прибавочной стоимости;

2) отсутствие необходимых статистических показателей таких, как стоимость отдельных составляющих рыбных ресурсов (например, средневзвешенной стоимости того или иного вида рыб);

3) отсутствие стандартных коэффициентов, учитывающих недополучение прибыли и др.

В то же время, на наш взгляд, может быть перспективной оценка стоимости промысловых рыбных ресурсов как произведенных материальных активов в СНС-1993, 2008. Она может быть оценена нормативным способом, когда из данных натуральных балансов о запасах природных ресурсов в натуральном измерении вычленяется натуральный объем каждой категории ресурсов, который затем умножается на соответствующий норматив стоимостной оценки. Полученные оценки затем должны быть суммированы по предлагаемой формуле расчета стоимости запаса (1), где учтен также эмпирический коэффициент потерь прибыли от эксплуатации ресурса. Он устанавливается по результатам определенного числа лет эксплуатации данного природного ресурса. Коэффициент потерь прибыли от эксплуатации ресурса равен 1, если ресурс был выбран полностью и без потерь (теоретическое допущение), и меньше единицы в случае потерь (например, гибель рыб в результате заморных явлений, доля отхода рыбного ресурса по пути к потребителю и пр.):

$$V_t = \sum_t [P_t \times X_t] - [k_n \times V_t] \quad (1)$$

где V_t – стоимость запаса в году t , P_t – чистая цена отдельного ресурса (удельная ресурсная рента); X_t – объем отдельного ресурса в году t , k – эмпирический коэффициент потерь прибыли от эксплуатации ресурса (n – число лет, взятых для расчета k)

Когда известны общий объем ресурса и его средневзвешенная стоимость, может быть вычислена суммарная стоимость запаса природного ресурса на определенный год по упрощенной формуле (2):

$$V_t = [P_t \times X_t] - [k_n \times V_t] \quad (2)$$

где V_t – суммарная стоимость запаса в году t , P_t – чистая цена ресурса (удельная ресурсная рента); X_t – объем ресурса в году t , k – эмпирический коэффициент потерь прибыли от эксплуатации ресурса (n – число лет, взятых для расчета k)

Предлагаемые методы первоначальной оценки запасов промысловых рыб относятся к нормативному способу расчета. Более детальные сведения в дальнейшем можно применить при анализе конкретных данных по промысловым и другим видам биоресурсов и их вклада в стоимость общего объема ресурса.

Актуальность введения стоимости рыбных ресурсов в экономическую систему планирования и управления страны основывается на масштабности эксплуатации этого ресурса. Так, по оценкам Продовольственной и Сельскохозяйственной Организации Объединенных Наций, в 1995 году глобальный потребленный рыбный ресурс за счет рыболовства и аквакультуры составил 139 миллионов тонн рыбы, а среднее потребление рыбы на душу населения достигло 14 кг [7]. Глобальный объем производства рыбы, ракообразных, моллюсков и других водных животных продолжает расти и достиг 158 млн. тонн в 2012 году [5]. Всего в мире было добыто в 2012 г. 91,3 млн. тонн (снизилось на 2,6 % по сравнению с 2011 г.). Сильные темпы роста показало производство аквакультуры, в среднем на 6,1 процента ежегодно – с 36,8 млн тонн в 2002 году до 66,6 млн тонн в 2012 г., при этом стоимость выращиваемой пищевой рыбной продукции оценивается в 137,7 млрд долларов США в 2012 году [5].

Общая валовая оценка рыбной продукции, добываемая в природных водных экосистемах, представляет значительные трудности как по учетам объема вылова, так и более вариабельной величины – стоимости отдельных единиц вылова. Для оценки стоимости рыбных ресурсов при наличии дополнительных данных возможно применение макростатистического расчета ресурсной ренты, получаемой от эксплуатации каждого вида природных активов, когда стоимость этих активов исчисляется по доходному (рентному) методу оценки. При этом для оценки стоимости всего запаса ресурса требуется норматив, т. е. удельный показатель чистой цены ресурса в расчете на единицу его натурального объема (удельная рента). В дальнейшем натуральный объем ресурсов умножается на соответствующий норматив стоимостной оценки, и полученные оценки суммируются.

Заключение

Актуальность введения стоимости рыбных ресурсов в экономическую систему планирования и управления страны основывается на масштабности эксплуатации этого ресурса. Нормативные способы расчета являются приемлемыми для оценки запасов возобновляемых природных ресурсов, а полученные с их применением результаты – содержательными по сравнению с оценками текущей рыночной стоимости природных активов. Они позволяют осуществлять динамические, а при определенных условиях, и балансовые сопоставления. Для оценки экосистемных услуг необходимо более конкретное терминологическое понимание отношений и количественные оценки между собственно ресурсами, пользователями ресурсов и системами управления. Природные ресурсы, употребляемые человеком, должны учитываться не только в контексте природной экосистемы, но и в объеме социально-экологической системы, так как изъятие ресурсов приводит к перестройке природной экосистемы, и недоучет влияния человека на функционирование экосистемы часто приводит к ее деструктивным изменениям, приводящим к значительным экономическим потерям.

Список литературы

1. Гольденберг, И. А. Оценка стоимости природных ресурсов в системе национальных счетов: проблемы и опыт статистических расчетов [Текст] / И.А. Гольденберг // Проблемы прогнозирования. - 2006. - №5. - С. 33-46
2. Система национальных счетов – 1993. Евростат, МВФ, ОЭСР, ООН, МБ. Брюссель/Люксембург, Вашингтон, Нью-Йорк, Париж. - 1998. - Т. 1, 2.
3. Система национальных счетов – 2008. МСРГНС, Евростат, МВФ, ОЭСР, ООН, МБ. Брюссель/Люксембург, Вашингтон, Нью-Йорк, Париж. - 2008.
4. Daily G., (ed.) Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems. — Washington: Island Press, 1997. - 392 pp.
5. Fishery and Aquaculture Statistics. FAO year book. FAO, Fisheries Department, Rome. - FAO, 2012. ONLINE. Available: ftp://ftp.fao.org/FI/CDrom/CD_yearbook_2012/booklet/i3740t.pdf
6. Haines-Young P.H. and Potschin M.B. Methodologies for defining and assessing ecosystem services. Final Report, JNCC, Project Code C08—0170-0062? - 2009. – 69 с.
7. Review of the state of world fishery resources: marine fisheries. FAO Fisheries Circular No. 920 FIRM/C920. FAO, Fisheries Department, Rome. - FAO, 1997.- ONLINE. Available: <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/FISHERY/publ/circular/>

ON THE QUESTION OF THE TREATMENT OF THE FISHERY RESOURCES AS A COMPONENT OF ECOSYSTEM SERVICES

Bragina T.M.^{1,3}, Dudkin S.I.^{1,2}

¹*FSBSI "AzNIIRKH", Rostov-on-Don, Russia*

²*Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia*

³*Kostanai State Pedagogical Institute, Kostanai, Kazakhstan; tm_bragina@mail.ru; si_dudkin@mail.ru*

The paper discusses some aspects of the assessment of fishery resources in the ecosystem services complex. Determining of the value of the natural resources is necessary for their inclusion in the national planning and management of natural resources, the development of plans for socio-economic development of territories, evaluating of damages and for other economic indicators.

Keywords: fisheries resources, environmental services, the system of national accounts.

УДК 594.121(262.5)

ИЗМЕНЧИВОСТЬ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАКОВИНЫ ТИХООКЕАНСКОЙ УСТРИЦЫ *CRASSOSTREA GIGAS* В ЧЕРНОМ МОРЕ

О.Ю. Вялова¹, А.П. Золотницкий², А.М. Жаворонкова²

¹*Институт морских биологических исследований РАН, г. Севастополь, vyalova07@gmail.com*

²*Керченский государственный морской технологический университет, г. Керчь, arz@kerch.net*

Проведен сравнительный анализ изменения морфометрических характеристик раковин тихоокеанских устриц *Crassostrea gigas*. Частота встречаемости асимметричных особей была максимальной в группе 20-30 мм и равнялась 42 %. По мере роста моллюсков флуктуирующей асимметрии (ФА) раковины снижалась.

Ключевые слова: морфометрия раковины, флуктуирующая асимметрия, тихоокеанская устрица, *Crassostrea gigas*.

Проблема симметрии и асимметрии биологических объектов является одной из фундаментальных концепций современной биологии. Известно, что каждому признаку в процессе реализации генетической программы организма свойственна определенная степень чисто случайной изменчивости (флуктуации), не устранимой даже при идеальном постоянстве генотипа и среды. Уровень морфогенетических отклонений, иными словами флуктуирующей асимметрии (ФА), от нормы оказывается минимальным лишь при определенных (оптимальных) условиях среды и неспецифически возрастает при любых стрессовых воздействиях. В связи с этим на организменном уровне предложено использовать показатель ФА в качестве меры в оценке стабильности развития организма [6-8,11].

В то же время известно, что любая черта организма обусловлена генетически и является выражением нормы реакции, которая, собственно, и наследуется. Таким образом, и флуктуирующая асимметрия является генетически обусловленной, т.к. частота и величина различий между сторонами животного находятся под контролем генотипа.

Флуктуирующая асимметрия отмечается и в тех случаях, когда в проявлении признака имеет место направленная асимметрия, при которой морфологическое различие между сторонами, как и его направление, генетически детерминировано. В этих случаях флуктуирующая асимметрия является отклонением от определенной средней асимметрии [8,12].

В задачу настоящей работы входила сравнительная характеристика морфометрических показателей и оценка величины ФА тихоокеанской устрицы (*Crassostrea gigas* Thunberg), интродуцированной в Черное море.

Материалы и методы. Материалом для исследования служили раковины тихоокеанской устрицы *C. gigas*, интродуцированной из специализированных французских питомников в Черное море для дальнейшего выращивания на морской ферме, расположенной в акватории Голубого Залива (Южный берег Крыма). Для работы были использованы створки годовиков моллюсков, с высотой створок до 70 мм. Весь собранный материал был разделен на 5 размерных групп: 20-30, 30-40, 40-50, 50-60 и 60-70 мм. Измерение линейных характеристик (высоты (H), длины (L) и ширины (выпуклость-D)) левой и правой створок проводили с помощью штангенциркуля, взвешивание раковин осуществляли на электронных аналитических весах ВЛК-500.

Результаты. Тихоокеанская устрица *C. gigas* имеет асимметричную раковину, где левая (нижняя) створка значительно больше и глубже правой (верхней) створки. В связи с этим представляло интерес количественно оценить различия между разными створками во всех исследуемых размерных группах устриц.

Соотношение между высотой правой и левой створками устриц *C. gigas* представлено на рисунке 1. Анализ показал, что соотношение высоты обеих створок хорошо описывается степенным уравнением:

$$H_{\text{пр}} = 0,713 \cdot H_{\text{лв}}^{1,034} \quad n = 100, \quad r^2 = 0,922$$

где $H_{\text{пр}}$ - высота правой створки, $H_{\text{лв}}$ - высота левой створки.

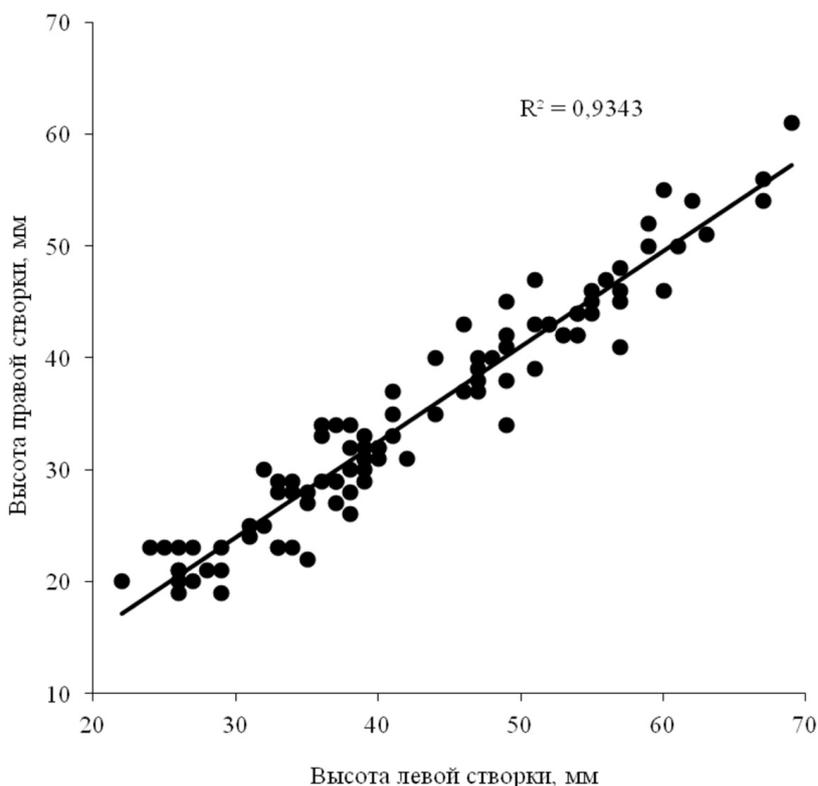


Рисунок 1 – Соотношение между высотой правой и левой створками устриц *C. Gigas*

Таким образом, с увеличением размера устриц возникает слабо выраженная положительная аллометрия, т.е. скорость роста правой створки несколько опережала рост левой. При этом размер левой створки был почти на 30 % больше правой (коэффициент детерминации (r^2) 0,92).

О существенном различии между правой и левой створками свидетельствуют также данные о соотношении массы каждой из створок (рис. 2). Видно, что у всех исследованных моллюсков линейная зависимость между массой левой и правой створкой ($r^2 = 0,78$). На рисунках 3а и 3б представлены соотношения массы и высоты правых и левых створок. Полученные данные свидетельствуют, что у тихоокеанской устрицы имеет место направленная асимметрия (НА) раковины. Обращает на себя внимание и различия в скорости роста массы целой раковины (рис. 4).

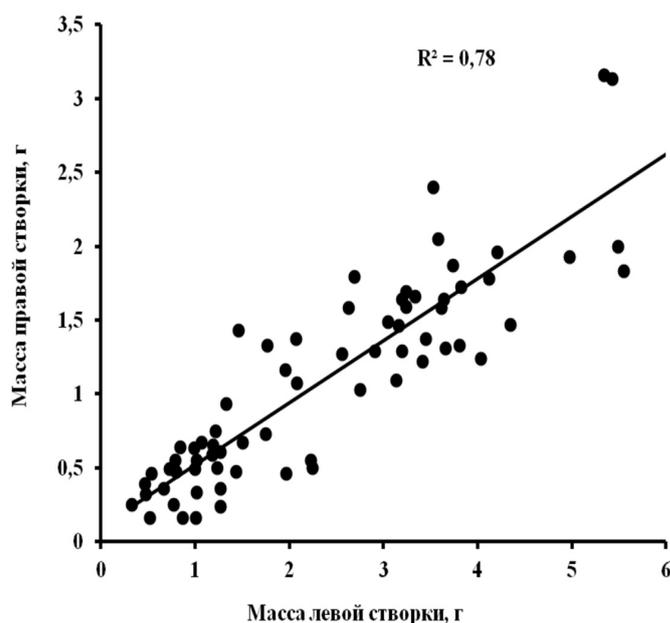


Рисунок 2 – Соотношение между массой левой и правой створок раковины устриц *C. gigas*

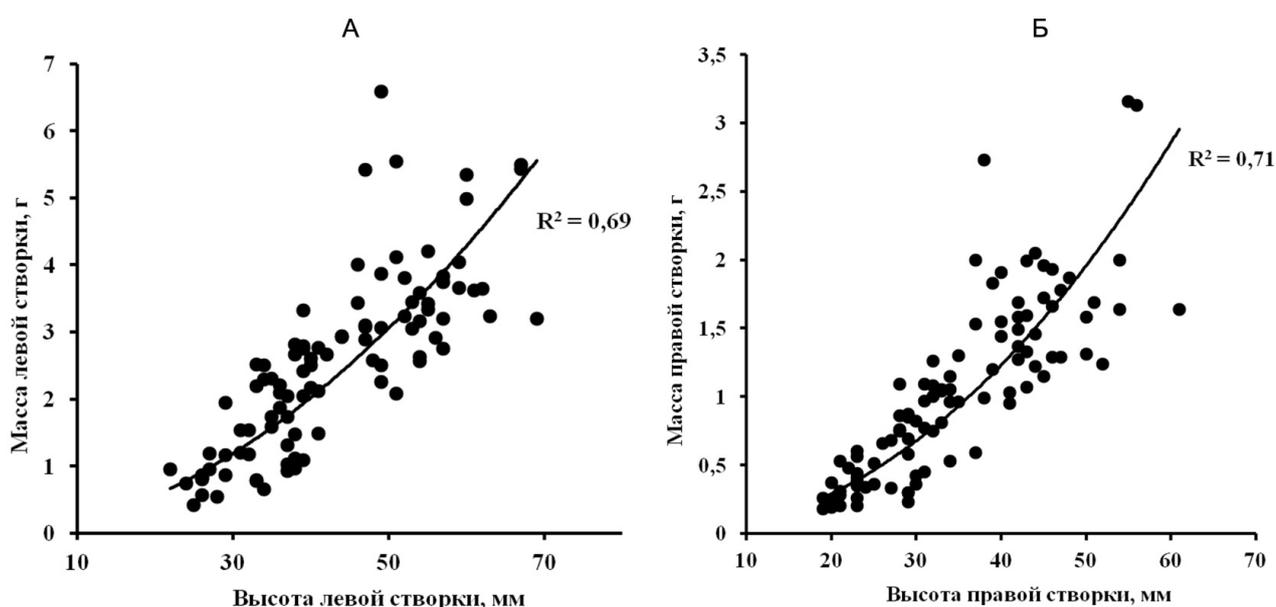


Рисунок 3 – Соотношение массы и высоты левой (А) и правой (Б) створок *C. Gigas*

Анализ литературных источников показал [1,8,12], что для оценки флуктуирующей асимметрии (ФА), наиболее приемлемой является следующая формула, где влияние направленной асимметрии нивелируется:

$$FA = (L-R)/(L+R),$$

где L и R – морфологические характеристики левого (cupped) и правого (flat) признака.

Используя высоту и длину створок моллюсков в качестве исследуемых признаков, нами была рассчитана ФА раковины. Детальный анализ полученных результатов показал, что максимальные отклонения флуктуирующей асимметрии исследуемых параметров от нормы (направленной асимметрии, при которой ФА=0) не превышали 0,1 (рис. 5). Так, частота встречаемости особей с выраженными отклонениями ФА раковины была максимальной в группах 20-30 мм, она составляла 42 %. В дальнейшем, по мере роста устриц, экземпляры с ФА раковины встречались гораздо реже в 10-12-ти% случаях.

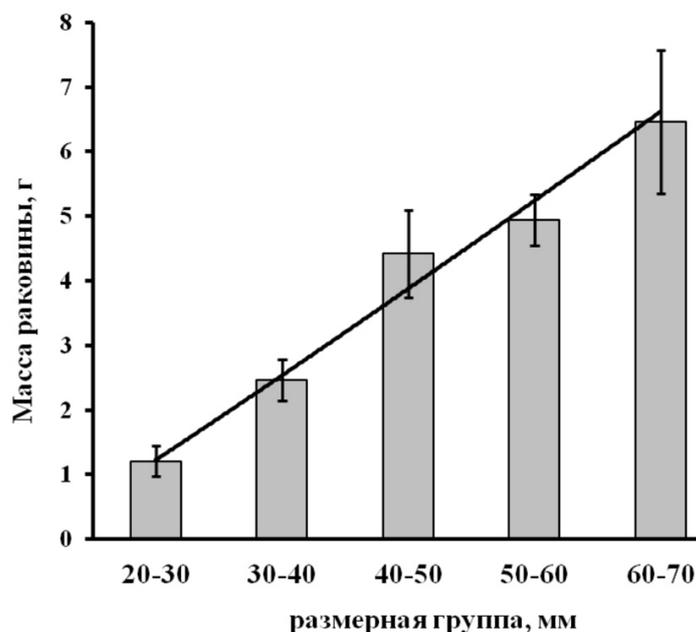


Рисунок 4 – Изменение средней массы раковины устриц *C. gigas* в процессе роста (указаны 95 % доверительные интервалы)

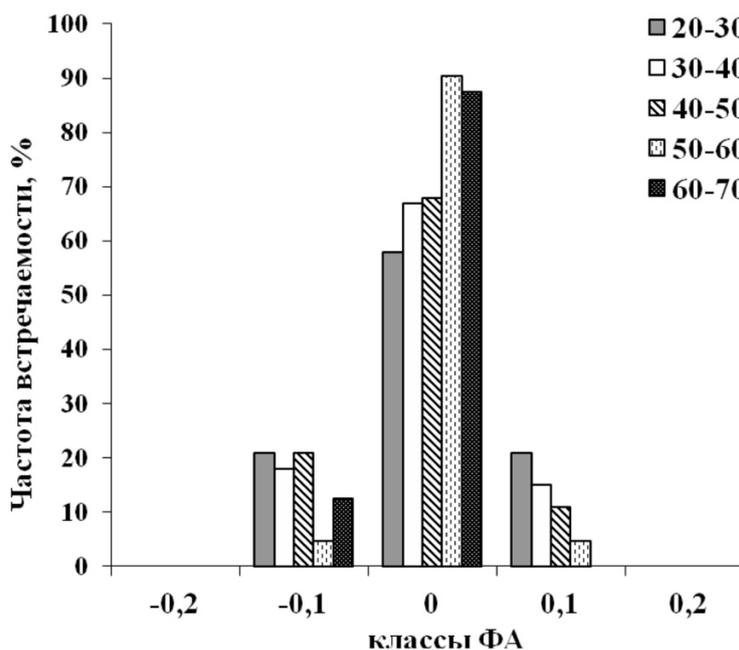


Рисунок 5 – Частота встречаемости флуктуирующей асимметрии устрицы *C. gigas*

Обсуждение результатов. Как отмечалось выше, ФА представляет собой незначительные ненаправленные отклонения от строгой билатеральной симметрии или же направленной асимметрии вследствие несовершенства онтогенетических процессов. Она является одним из основных показателей стабильности развития организма, позволяющим определить нарушения развития, происходящие на основе одного и того же генотипа [11]. Степень ФА возрастает с усилением негативного влияния окружающей среды в течение онтогенеза большинства гидробионтов и является удобным индикатором индивидуальной способности организма сопротивляться внешнему стрессу. Согласно литературным данным, ФА особей значительно выше в «стрессуемых» популяциях, по сравнению с контрольными, находящимися в более благоприятных условиях [7-9]. Это означает, что экологические

стрессоры в генетически изменчивых популяциях приводят к выделению определенных генов, которые улучшают устойчивость к стрессам, но нарушают ростовые процессы, и в результате асимметрия увеличивается.

Результаты наших исследований свидетельствуют, что в условиях Черного моря ФА тихоокеанской устрицы достаточно высока. Результаты наблюдений Лими [11] показали, что ФА отражает не только действие различных экологических факторов, но и вариабельность генотипического отклика организмов на стрессовые факторы среды.

Известно, что существует тесная взаимосвязь между ФА и интенсивностью роста гидробионтов [4]. Индивидуальная вариабельность в скоростях роста может приводить к увеличению ФА, причем вариабельность ростовых процессов, в свою очередь, может быть обусловлена как влиянием экологических факторов, так и изменениями физиологического состояния самого моллюска, в частности, в периоды гаметогенеза и нереста.

У тихоокеанской устрицы процессы развития гонад начинаются уже у сеголетков [2] и, по крайней мере, в конце на 1-го года жизни моллюски затрачивают большое количество энергии на генеративный обмен – синтез и депонирование липидов, белков и углеводов половых клеток. В результате происходит перераспределение потоков вещества и энергии с процессов соматического роста на созревание половых продуктов и последующего нереста.

Продолжительность и интенсивность этих процессов также может значительно варьировать у разных особей. Соответственно, в период гаметогенеза организмы становятся более чувствительными к различным факторам среды, в результате чего увеличивается индивидуальная вариабельность и возрастает флуктуирующая асимметрия моллюсков [9].

В ходе нашего исследования было установлено, что при одних и тех же условиях выращивания масса раковин одновозрастных моллюсков заметно отличается. Это позволило нам сделать вывод, что у устриц процессы усвоения кальция происходят достаточно индивидуально для каждой особи. Известно, что основная часть раковины двустворчатых моллюсков состоит из карбоната кальция с небольшим содержанием органических веществ. Отложение кальция может происходить или путем непосредственного прямого поступления элемента в структуру раковины, или же путем его первоначальной аккумуляции в мантийной ткани и последующей трансформации в раковину [3,13]. Известны случаи неравномерного отложения карбоната кальция в каждой из створок раковины устрицы *C.virginica* [5], что в дальнейшем может явиться причиной массовой смертности выращиваемых моллюсков. Рост и формирование скульптурных и структурных элементов створок морских моллюсков зависит от интенсивности процесса усвоения карбоната кальция, который в свою очередь контролируется рядом факторов. На рост карбонатных скелетов может оказывать влияние такие экологические факторы, как температура среды, соленость, содержание углекислого газа в воде, фотопериодичность и т.д. [10,13]. Менее изученными факторами, влияющими на кальцификацию раковины, являются гормональные и нейросекреторные механизмы, которые могут запускать или лимитировать процессы биоминерализации, определять их интенсивность.

Список литературы

1. Гавриков Д.Е., Гречаный Г.В. К вопросу оценки показателей флуктуирующей асимметрии // Сб. тр. молодых ученых: «Эколого-географические проблемы Байкальского региона» (Улан-Удэ, 1999). - Улан-Удэ, 1999. - С.108-113.
2. Раков В.А. Биологические основы культивирования тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* в заливе Петра Великого // Автореф.дисс.канд.биол.наук. – Владивосток, 1984. – 24 с.
3. Склерохронология морских двустворчатых моллюсков / Золотарев В.Н. Отв. Ред.Зайцев Ю.П. – Киев: Наук. думка, 1989. – 112 с.
4. Alados C.L., Navaro T., Escos J., Cabezudo B., Emlen J.M. Translational and fluctuating asymmetry as tool to detect stress in stress-adapted and nonadapted plants // Int. J. Plant. Sci. – 2001. – Vol.162. – P.607-616.
5. Bricelj V.M., Ford S.E., Borrero F.J., Perkins F.O., Rivara G., Elston R.E., Chang J. Unexplained mortalities of hatchery-reared juvenile oysters, *Crassostrea virginica* (Gmelin) // J. Shellfish Res. – 1992. – Vol. 11. – P.331-347.
6. Devlin S.P., Neuhauser T.W. Fluctuating symmetry used as an indicator of population fitness and developmental stresses such as population in *Littorina littorea* // Unity College Mar. Biol. Journal. – 2000. – P.4-7.
7. Frechette M., Daigle G. Growth, survival and fluctuating asymmetry of Iceland scallops in a test of density-dependent growth in a natural bed // J.Exp.Mar.Biol.Ecol. – 2002. – Vol.270. – P.73-91.

8. Frechette M., Gouilletquer P., Daigle G. Fluctuating asymmetry and mortality in cultured oysters (*Crassostrea gigas*) in Marennes-Oléron basin // *Aquat. Living Resour.* – 2003. - Vol. 16. - 339–346.
9. Garnaire B., Soletchnik P., Madec P., Geairon P., Le Moine O., Renault T. Diploid and triploid Pacific oysters, *Crassostrea gigas* (Thunberg), reared at two heights above sediment in Marennes-Oleron Basin, France: difference in mortality, sexual maturation and hemocyte parameters // *Aquaculture.* – 2006. – Vol.254, Issues 1-4. – P.606-616.
10. Kurihara H., Kato S., Ishimatsu A. Effects of increased seawater pCO₂ on early development of the oyster *Crassostrea gigas* // *Aquatic Biol.* – 2007. – Vol.1. – P.91-98.
11. Leamy L.J., Klingenberg C.P. The genetics and evolution of fluctuating asymmetry // *Annu.Rev.Ecol.Evol.Syst.*-2005.-Vol.36.- P.1-21.
12. Palmer A. R. Fluctuating asymmetry analyses: A primer // *Developmental Instability: Its Origins and Evolutionary Implications* / T. A. Markow (ed.). - Kluwer, Dordrecht, Netherlands, 1994. - pp. 335-364.
13. Sick L.V., Johnson C.C., Siegfried C.A. Fluxes of dissolved and particulate calcium in selected tissues of *Crassostrea virginica* // *Mar.Biol.* – 1979. – Vol.54. – P.293-299.

FLUCTUATION OF MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SHELL OF THE PACIFIC OYSTERS *CRASSOSTREA GIGAS* IN THE BLACK SEA.

Vyalova O.Yu.¹, Zolotnitsky A.P.², Zhavoronkova A.M.²

¹*Institute of Marine Biological Research of RAS, Sevastopol, Russia, vyalova07@gmail.com*

²*Kerch State Marine Technological University, Kerch, Russia*

The comparative analysis of morphometric characteristics of shells of the Pacific oysters of *Crassostrea gigas* is carried out. Frequency of occurrence of asymmetric specimens was maximal in the group of 20-30 mm and their levels were as 42 %. FA of shell decreased as far as growth of oysters.

Keywords: shell morphometry, fluctuating asymmetry, Pacific oysters, *Crassostrea gigas*.

595.384.16:[591.134+591.5](470.61)

РЕЧНЫЕ РАКИ В ВОДОЕМАХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ. БИОЛОГИЯ, УСЛОВИЯ ОБИТАНИЯ, СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ

Е.Ю. Глушко, И.А. Глотова

***ФГБНУ «Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства»,
г. Ростов-на-Дону, 344002***

Дана характеристика биологических особенностей речных раков – уникальных объектов природных гидробиоценозов. Описаны требования раков к условиям обитания. Приведен анализ структуры ракопродуктивных популяций водоемов Ростовской области. Представлены факторы, лимитирующие масштабы воспроизводства и численность популяций раков. Разработаны рекомендации по сохранению и рациональному использованию ракопродуктивных популяций. Обоснована недопустимость интродукции и хозяйственного использования чужеродных видов раков.

Ключевые слова: *Pontastacus cubanicus*, ареал, экзоскелет, структура популяции, плодовитость, ракопродуктивность, интродукция.

Речные раки – ценные промысловые животные – являются фактически единственным промысловым беспозвоночным внутренних пресноводных водоемов России и должны рассматриваться как национальное богатство. Кроме того, раки представляют ценность как природный ресурс, имеющий большое экологическое значение для среды, в которой они обитают. Популяции раков представляют катализатор в превращении органического вещества в водоемах, поэтому уменьшают степень эвтрофикации водоемов, увеличивая их рекреационные свойства.

Изучением популяций раков в водоемах Ростовской области Азовский НИИ рыбного хозяйства занимается с 1969 года.

Водоемы Азовского бассейна, в том числе Ростовской области, входят в ареал кубанского подвида длиннопалого речного рака (*Pontastacus leptodactylus*, Esch), по современной номенклатуре кубанского рака – *Pontastacus cubanicus* (Birst. et Win.) [4]

На территории Ростовской области раки обитают повсеместно. Однако, водоемами, где традиционно на протяжении многих лет осуществляется промышленный вылов раков, являются р. Дон и водоемы ее поймы от Цимлянского до Константиновского гидроузлов, р. Сал с притоками (Джурак-Сал, Куберле, Кара-Сал, Акшибай), а также водохранилища Манычского каскада (Усть-Манычское, Веселовское и межплотинный участок Пролетарского). Ежегодные исследования с целью изучения условий обитания, биологии кубанского рака, пространственной, половой и размерно-массовой структуры его популяций, встречаемости заболеваний, наличия заморных явлений, а также определение запасов и разработка общего допустимого улова (ОДУ) в этих водоемах проводятся весной, летом и осенью, согласно методам, изложенным в руководствах [3, 6] и адаптированным к современному состоянию водоемов Ростовской области.

Кубанский рак по ширине клешни, пропорциональному соотношению отдельных частей тела, высокому размерному ассортименту считается лучшим среди других видов рода *Pontastacus*. Мышцы раков этого подвида содержат до 15 % белка от сырого веса или 70-90 % от сухого остатка. По химическому составу, вкусовым качествам они не уступают широкопалому раку, считающимся деликатесным, а по размеру и темпу роста превосходят его.

Длиннопалые раки, несмотря на требовательность к качеству воды, не могут считаться индикатором чистоты водоемов, так как в определенных пределах хорошо адаптируются к неблагоприятной среде и обитают в достаточно загрязненных водоемах. При этом, однако, снижается рабочая плодовитость самок и выживаемость личинок, сокращается жизнестойкость взрослых особей и молоди. Предпочтительными для них являются не заиленные, слабопроточные, умеренно заросшие, хорошо прогреваемые, неглубокие, с глинисто-илистым или илисто-песчаным дном водоемы.

Длиннопалые раки переносят колебания концентрации растворенного кислорода в пределах 1-11,5 мг/л. При этом ее уменьшение до 2-2,9 мг/л вызывает стрессовые миграции, а при величине менее 0,6 мг/л наступает гибель. Оптимальным является уровень в 6-8 мг/л.

Очень важным абиотическим фактором среды для раков является температура, регулирующая многие физиологические процессы: размножение, линьку, сезонные миграции, «спячку» и другие. Оптимальной для роста и развития раков является температура воды 20-25 °С. При 30 °С раки мигрируют, при 35-36 °С погибают, при 4 °С перестают питаться и впадают в анабиоз. Оптимальной по водородному показателю является нейтральная среда. Кислая среда вызывает истончение и размягчение панциря. Щелочная среда переносится ими в пределах $\text{pH} = 7,5-9,0$, а при крайне кислой ($\text{pH} = 2$) и крайне щелочной среде ($\text{pH} = 13$) раки гибнут.

Пищевой рацион раков составляет растительная и животная пища. Соотношение этих компонентов и пищевой спектр неодинаковы в различных водоемах и зависит от кормовой базы. Важную роль в питании раков, обитающих в водоемах южных регионов России, играют растения, преимущественно богатые кальцием (роголистник, рдест и др.), а среди животной пищи значительную часть составляют черви, личинки насекомых, обитающие в воде, ракообразные, рыбные остатки и моллюски. В летний период доля растительной пищи увеличивается до 45%, а осенью уменьшается до 5%. Неодинакова по сезонам и интенсивность питания: максимальна осенью, в период нагула перед зимовкой и минимальна летом. Спектр питания раков существенно изменяется с возрастом. После перехода к самостоятельному образу жизни молодь длиной 1,2-2,0 см питается в основном животной пищей (зоопланктоном), составляющей 75% массы пищевого комка, а также нитчатými водорослями (25%). Подростая молодь длиной 2-4 см переходит на более крупные организмы (бокоплавы, личинки насекомых, черви). Взрослые раки потребляют в основном организмы зообентоса, населяющие грунты водоемов, моллюсков, а также водные растения.

Речные раки являются раздельнополыми животными, причем самцы резко отличаются от самок. Ярко выраженный половой диморфизм отмечается уже во внешнем строении. Самцы значительно крупнее самок своего возраста, имеют более развитые и крупные клешни, их брюшко уже, чем у самок. Передние брюшные ножки самцов преобразованы в парные копулятивные органы. У самок первая пара брюшных ножек недоразвита, остальные несколько

длиннее, чем у самцов.

Раки, обитающие в водоемах юга России, достигают половой зрелости на третьем году жизни при минимальных размерах 6,5-7,5 см.

Внешними признаками созревания самцов являются набухание и побеление копулятивных органов. У самок нет внешних признаков созревания. Зрелые яичники занимают значительную полость головогруды, яйца мелкие и белого цвета в начальной стадии развития по мере созревания увеличиваются до 2 мм и приобретают желтый или серый цвет. Сперматогенез и оогенез у длиннопалых раков, обитающих в водоемах юга России, завершается в октябре-ноябре. Спаривание происходит в феврале-марте и начинается при температуре воды 5-7 С. Самцы находят самок, руководствуясь чувством обоняния. Один самец может оплодотворить 4-5 самок. В естественных условиях эмбриогенез у раков проходит в среднем в течение двух месяцев, его скорость регулируется температурой воды. В течение этого времени развивающиеся икринки остаются прикрепленными к брюшным ножкам самки. Рабочая плодовитость (количество икринок под брюшком) самок зависит от их размеров и массы.

Средняя рабочая плодовитость самок промысловых размеров (10-14 см) в водоемах Ростовской области колеблется от 300 до 500 икринок.

Считается, что для длиннопалого рака характерно прямое развитие, когда метаморфоз подавляется и все личиночные стадии проходят внутри яичевой оболочки. Из яйца выходит почти сформированный рачок с небольшими видоизменениями, несколько отличающимися его от взрослой особи. Различия проявляются в отсутствии последней пары брюшных конечностей, в некоторых особенностях строения клешней, головогруды, брюшка и соотношении частей тела. Поэтому 3 начальные стадии его развития в соответствии с характерными признаками принято называть личиночными. Личинки I и II стадий по внешнему виду отличаются от взрослых раков, а на III стадии становятся полностью похожими на них.

Рост молоди раков зависит от целого ряда абиотических и биотических факторов, сеголетки непрерывно линяют (в зависимости от температурных условий до 10 раз за сезон) при этом растут и к концу сезона достигают размера 3,5-4,5 см и массы 3,5-5,0 г.

Во второе лето жизни раки линяют 5-7 раз, в третье – до 5 раз. Взрослые раки в зависимости от погодных условий, экологического режима водоемов могут линять 2-3 раза.

Линька у раков, как и у всех ракообразных, является доминирующим процессом в течение всей их жизни. Обмен, поведение, размножение и даже сенсорное восприятие прямо или косвенно находятся под влиянием линьки – периодической смены покрова и связанных с нею циклов накопления продуктов обмена и роста организма. Линька является немаловажным фактором выживания раков в достаточно загрязненных водоемах. Раки способны транспортировать попавшие в организм токсиканты в экзоскелет и избавляться от них в процессе линьки [5].

Основными инфекционными болезнями кубанского рака, обуславливающими качественные характеристики его популяций и при массовом развитии способными лимитировать его запасы, являются чума раков, ржаво-пятнистое заболевание и фарфоровая болезнь. Наиболее опасное из них чума. Грибок чумы сначала паразитирует на панцире и сочленениях ходильных ног, вызывая разрушение экзоскелета, затем внедряется в нервную систему и вызывает гибель рака. Последняя масштабная эпидемия чумы раков в водоемах Азовского бассейна была в начале 20 века и привела к массовой гибели раков. Их запасы восстановились только к началу 30-х годов 20 века.

Ржаво-пятнистая болезнь широко распространена во многих водоемах. Ее возбудители – паразитические грибы. Болезнь проявляется появлением на панцире коричневых или черных пятен иногда с язвами. Исследования этого заболевания у длиннопалого рака свидетельствуют о незначительном его распространении и малой патогенности в связи с исчезновением признаков заболевания после линьки.

Фарфоровая болезнь получила свое название в связи с тем, что при этом заболевании мускулатура речного рака становится молочно-белой, т.к. мышечные волокна заполняются спорами возбудителя. Это заболевание редко встречается у длиннопалого рака и является

хроническим. С явными признаками этой болезни речные раки живут долго, питаются, линяют, размножаются, но выглядят ослабленными, хуже передвигаются, быстрее гибнут при перевозках.

Иногда на панцире и жабрах раков встречаются малощетинковые черви из рода *Branchiobdella*, что ухудшает их товарный вид. Черви не патогенны для человека и погибают при варке раков или обработке зараженных раков 3% раствором поваренной соли.

У раков отсутствуют признаки, по которым можно было бы достоверно определить их возраст, поэтому при качественной характеристике их популяций используется их размер. Размерный состав (структура) популяции в каждом водоеме в условиях относительно стабильной экологической обстановки отражает степень эксплуатации запасов раков как организованным, так и ННН-промыслом (незаконное, нерегулируемое и несообщаемое рыболовство).

Популяции раков в естественных водоемах, как правило, включают 9–13 размерных групп, однако часть популяции, облавливаемая традиционными для Ростовской области орудиями лова (раколовки) в последние годы состоит в основном из 6 групп. Промысловую часть популяции составляют раки длиной более 10 см (зоологическая длина, измеряемая от конца рострума до конца хвостовой пластины). Среди них во всех промысловых водоемах доминируют особи длиной 10,1-12,0 см, достигая 45-65 % уловов. От 10 до 20 % уловов составляют особи размером 12,1-13,0 см. Крупные раки (более 13 см) в последние годы в уловах практически отсутствуют. Раки размером менее 10 см составляют группы пополнения промысловых популяций. Так особи размером 9,1-10,0 см пополняют промысловые запасы в следующем за годом исследований году. Обычно их доля в уловах составляет 13-17 %. Раки размером 7,1-9,0 см пополняют промысловые запасы через 2 года. Они представлены 8-15 %. Анализ структуры популяций раков в промысловых водоемах Ростовской области в последние 10 лет позволяет характеризовать их как достаточно благополучные, что в условиях интенсивной эксплуатации популяций свидетельствует об их высоком воспроизводственном потенциале.

По-прежнему, основными факторами, лимитирующими численность раков в водоемах Ростовской области, являются чрезмерная зарастаемость водоемов, обуславливающая их обмеление и заиливание, особенно малых рек бассейна р. Сал, а также неучтенное изъятие, масштабы которого зачастую сравнимы с объемами промышленного вылова. В этих условиях изучение популяций кубанского рака должно основываться на систематическом комплексном мониторинге ракопромысловых водоемов, включающем анализ условий обитания, динамики качественных и количественных характеристик популяций, особенностей биологических процессов и состояния водных экосистем в целом.

Учитывая усиливающийся в последние годы интерес к интродукции, разведению и искусственному воспроизводству сигнального, австралийского и других видов раков, а также опираясь на отечественный и зарубежный опыт, считаем недопустимым массовый завоз раков из-за границы на территорию России в целях ограждения естественных популяций от рачьей чумы и прочих инфекций. Научно обоснованное мнение по этому вопросу отражено ответах на запросы, письмах и статьях астакологов ФГБНУ «АзНИИРХ» [1].

В 1995 г. Россия ратифицировала Международную Конвенцию о биологическом разнообразии, принятую на Конференции ООН по окружающей среде и развитию, в статье 8 которой в частности говорится:

Каждая Договаривающаяся Сторона, насколько это возможно и целесообразно:

h) предотвращает интродукцию чужеродных видов, которые угрожают экосистемам, местам обитания или видам, контролирует или уничтожает чужеродные виды [2].

Участие государства в сохранении и восстановлении популяций автохтонных видов раков не должно сводиться лишь к регулированию их промысла. На сегодня необходимо создать несколько центров по воспроизводству речных раков, деятельность которых была бы направлена на исследование состояния естественных популяций и проведение работ по восстановлению и поддержанию популяций автохтонных видов речных раков. Результатом деятельности этих центров стало бы сохранение биоразнообразия, улучшение состояния водоемов и появление возможностей для расширения коммерческого лова раков.

Список литературы

1. Ковалевский В.Н., Глушко Е.Ю. Инфекционные болезни речных раков в водоемах Азовского бассейна/ Сб. научн. Тр. «Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна», ФГУП «АзНИИРХ», Ростов-на-Дону, 2014, С 103-109.
2. Международная Конвенция о биоразнообразии. Рио-де-Жанейро, 3-14 июня 1992.
3. Рекомендации по оценке возможности использования водоемов для промысла и разведения речных раков: СПб, ГосНИОРХ, 2002, 31 с.
4. Старобогатов Я.И. Высшие раки. В кн.: Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. - С. Пб. 1995. Т. 2. С.174-187.
5. Черкашина Н.Я. Динамика популяций раков *Pontastacus* и *Caspiastacus* (Crustacea, Decapoda, Astacidae) и пути их увеличения – Москва, Изд-во ФГУП «Национальные рыбные ресурсы», 2002, 256 с.
6. Черкашина Н.Я. Сборник инструкций по культивированию раков и динамике их популяций/(Инструкция по культивированию раков; инструкция по сбору мат-ла, обработке его и построению прогноза динамики популяций раков).- Ростов-на-Дону: ФГУП «АзНИИРХ», «Медиа-Полис», 2007.- 118 с.

FRESHWATER CRAYFISHES IN THE WATERBODIES OF ROSTOV REGION. BIOLOGY, HABITAT AND STATUS OF THE POPULATION

E.Yu. Glushko, I.A. Glotova

Azov Fisheries Research Institute, Rostov-on-Don, 344002

Biological specificities of freshwater crayfishes, these unique representatives of natural hydrobiocenoses, have been given. The habitats most suitable for the crayfishes are described. The structure of crayfish populations in the waterbodies of Rostov region has been analyzed. Factors limiting the reproduction and abundance of crayfish populations are characterized. Recommendations are developed on the conservation and rational use of the crayfish. Introduction and management of alien species is considered to be impossible.

Keywords: *Pontastacus cubanicus*, areal, external skeleton, population structure, fecundity, productivity, introduction.

УДК 639.371.2: [639.311.053.1 +639.311.053.3]

К ВОПРОСУ О ВЫРАЩИВАНИИ МОЛОДИ РУССКОГО ОСЕТРА (*ACIPENSER GUELLENSTAEDTII*) В ПРУДАХ РАЗНЫХ СРОКОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА ОРЗ НИЖНЕГО ДОНА

Е.В. Горбенко, Л.А. Буртасовская, М.Г. Панченко, О.А. Воробьева, А.А. Павлюк

ФГБНУ «АзНИИРХ», г. Ростов-на-Дону, Россия

В осетровых прудах Нижнего Дона отмечена тенденция увеличения сроков выращивания молоди осетра, связанная с гидрохимическим и гидробиологическим режимами и различными сроками их эксплуатации. Рассмотрены отдельные пути решения проблемы сокращения срока выращивания в прудах за счет рационального использования схемы мероприятий по оптимизации среды. Результатом соблюдения технологической схемы будет повышение эффективности выращивания заводской молоди.

Ключевые слова: гидрохимический и гидробиологический режимы, биотехника выращивания, биогенные вещества, кормовые организмы, выростные пруды, почва ложа, молодь русского осетра.

Согласно биотехнике разведения осетровых, предложенной проф. Кожиным Н.И., Гербильским Н.Л., Казанским Б.Н., [6] для обеспечения возможно большего процента промыслового возврата рыбоводной продукции необходимо выпускать молодь осетровых видов рыб весом от 1.5 г до 3.0 г в возрасте 45-50 суток от выклева, имеющую определенный набор поведенческих реакций, позволяющим ей выжить в естественных условиях, резко отличающихся от заводских. На заключительном этапе комбинированного способа при выращивании молоди в прудах выработка поведенческих реакций (пищевой и оборонительной) происходит в наиболее приближенной к естественным условиям среды, и в сравнении с одновозрастной из бассейна, молодь в первом случае более адаптирована к естественной

среде. Замечено, что в благоприятных условиях прудов выработка поведенческих реакций у мальков искусственной и естественной генераций до 50 суточного возраста идет почти параллельно [7]. Процесс формирования адаптационного поведения нарушается при возникновении в прудах неблагоприятных условий из-за снижения темпа роста и соответственно достижение нормативной навески уже происходит за счет увеличения длительности выращивания. Как правило в напряженных гидрохимических и кормовых условиях у молоди сужается пластичность, ухудшается общее физиологическое состояние, что ведет к дополнительной потере рыбоводной продукции на этапе выпуска и в период первых месяцев жизни в естественном водоеме [1].

В современных условиях для поддержания эффективного функционирования прудового цеха была разработана схема эксплуатации прудов Нижнего Дона в I цикле, заключающаяся в воздействии на биотические и абиотические составляющие среды. Предложенная схема включает в себя осенние и весенние агромерелиоративные мероприятия по обработке ложа прудов, оптимизацию водной системы по биогенному, кислородному режимам и формированию кормовой базы в прудах в период рыбоводных работ. Соблюдение предложенной схемы позволяет сбалансировать все звенья экосистемы осетровых прудов, обуславливая формирование благоприятных условий в период выращивания молоди, и вырастить в прудах полноценно сформированную молодь с устойчивым набором поведенческих реакций за 35-40 суток. [4].

Полученные данные по исследованию гидрохимического и гидробиологического режимов в прудах, период эксплуатации которых составляет 1-5 лет, показали, что в них достаточно проводить мероприятия, связанные с регулированием биогенного режима и интродукцией кормовых организмов. Дальнейшая эксплуатация прудов ведет к эвтрофированию временных водоемов, вызывая изменения, происходящие на различных трофических уровнях, в том числе и грунтах ложа [2]. По данным Елсукова И.Е в грунтах ложа прудов даже за 7 лет эксплуатации без агромероприятий, происходит снижение содержания гумуса с 2 до 0.6 %, теряется структурность почв. В почвах начинают преобладать анаэробные процессы и идет замена в морфологическом составе бактериопланктона наиболее ценных для развития кормовых зоопланктеров кокковых бактерий (азотобактер) на палочковидные клетки, в воде усиливаются процессы трансформации соединений органического азота [3]. Санитарное состояние, определяемое по соотношению сапрофитов к общей численности бактерий, свидетельствует о том, что в длительно эксплуатируемых прудах активно идут процессы загрязнения и снижается способность самоочищения [5]. Накопленные материалы по исследованию работы прудовых площадей показывают, что их эксплуатация свыше 5 лет уже требует применения мелиоративных мероприятий для почв ложа, так как дальнейшее использование без улучшения структурности почвы ложа прудов уменьшает год от года отклик на проводимые в период выращивания интенсификационные мероприятия и обуславливает неблагоприятный и неустойчивый гидрохимический режим [2].

В последние годы при подготовке к началу функционирования прудового цеха агромерелиоративные мероприятия проводятся в ограниченном объеме. Наблюдения за условиями выращивания показали, что постепенно стала снижаться продуктивность прудов в том числе и из-за работы их в диапазоне высоких температур воды (более 27.0-30.0 °С). В результате слабого оздоровления почв ложа стали возникать зоны с низким содержанием кислорода в придонных слоях воды, при этом возможность управления средой при создании негативных ситуаций стала затруднительной.

Наблюдаемое смещение сроков зарыбления на конец мая – начало июня при быстром теплонакоплении в южной климатической зоне негативно сказывается на молоди осетра, так как при резко ухудшающихся экологических условиях, особенно в придонных слоях пруда, удлинялся срок достижения ею стандартной массы и соответственно снижалась жизнестойкость выращенной молоди на этапе выпуска. Динамика содержания органических веществ, определяемых по показателю перманганатной окисляемости, и растворенного кислорода в зависимости от температуры воды в прудах с периодом эксплуатации 14 лет представлена на рисунке 1.

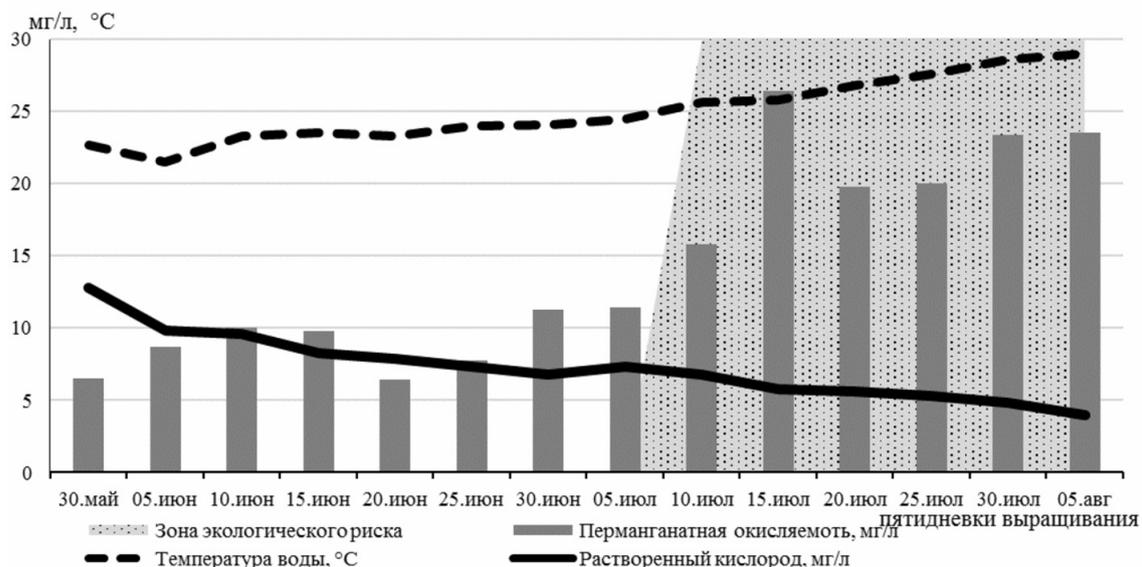


Рисунок 1 – Влияние температуры воды на содержание растворенного кислорода и органических веществ в прудах

Как видно из рисунка 1, даже при незначительном росте температуре воды выше 25 °С концентрация органических веществ значительно возрастает (максимум 26.4 мгО₂/л) и возникает зона экологического риска при температурах воды, когда величина растворенного кислорода падает до критических значений 5.5 - 4.0 мг/л и ниже.

При неустойчивом гидрохимическом режиме труднее удастся поддерживать концентрации биогенных элементов на оптимальном уровне, а отмечаемая в прудах в последние годы их несбалансированность, вызванная однократным внесением минеральных удобрений, приводит к нарушению соотношения азота к фосфору на заключительном этапе выращивания молоди.

В фитопланктонном сообществе при температурах воды от 25.0 °С начинают доминировать формы, не соответствующие кормовым потребностям зоопланктеров. Соотношение азот к фосфору в начале вегетационного периода формируется на уровне относительно благоприятном (6:1), а далее концентрация в воде аммонийного азота растет с одновременным уменьшением содержания фосфатов с 0.16 мг/л до 0.04 мг/л соответственно меняется соотношение индексов N:P (таблица 1). В таких условиях формирование комплекса протококковых микроводорослей, необходимого для развития второго звена трофической цепи, оказывается нарушенным и доминировать начинают сине-зеленые микроводоросли, оказывающие негативное влияние на кормовые организмы (дафнии, личинки хирономид), связанное со снижением их кормовой биомассы, а имеющиеся при отмирании токсины сине-зеленых микроводорослей действуют на выращиваемую молодь рыб (таблица 1).

Таблица 1

Гидрохимические показатели, формируемые в воде прудов, эксплуатируемых на протяжении 14 лет

Показатели	Выростные пруды (13-14 лет)	Выростные пруды (до 5 лет)
Перманганатная окисляемость, мгО ₂ /л	16.5-26.4	5.0-10.0
Содержание растворенного кислорода, мг/л	4.0-12.8	7.0-10.0
Аммонийный азот, мг/л(NH ₄ ⁺)	0.40-0.90	0.12-0.15
Фосфаты, мг/л (PO ₃ ⁻)	0.04-0.16	0.1-0.3
Суммарный азот, мг/л (NH ₄ ⁺ +NO ₂ ⁻ +NO ₃ ⁻)	0.48-0.96	1.5-2.0
Соотношение азот:фосфор(N:P)	6:1-12:1	4:1-8:1

Примечание: Числитель – среднее значение, знаменатель – min-max.

В последние годы зарыбление прудов проводится с конца мая до середины июня. При быстром нарастании температуры воды и сильной зараженности (до 200 тыс. шт./м³) прудов листоногими ракообразными (*Leptesteria sp.*, *Cyzicus tetr.*, *Apus cancr.*) перевод личинок

русского осетра осуществляется при сближенных сроках залития и зарыбления (3-5 суток). В течение этого времени при температуре 20 °С за счет активного выклева и быстрого роста численности листоногих ракообразных можно получить довольно высокие биомассы кормового зоопланктона (до 10 г/м³), активно потребляемого молодью рыб, что частично уменьшает количество листоногих в прудах. Однако благоприятные значения биомассы зоопланктона, сформированные за счет ювенальных форм листоногих ракообразных, нестабильны, отмечаются непродолжительное время из-за быстрого перехода их вначале в не кормовую фазу, затем меняется их место обитания и в результате придонного образа жизни происходит взмучивание ила прудов и ухудшаются условия содержания молоди.

Формирование зоопланктонного комплекса в молодых прудах до 5 лет эксплуатации, имеющих небольшое накопление иловых масс (до 10 см) и органических веществ в почвах ложа, происходит иначе. Жизненный цикл листоногих ракообразных ограничивается 3 пятидневками, далее активно развивается фито и зоопланктон с преобладанием крупных продукционных кладоцер (*D. magna*, *D. pulex*) до 30 и более г/м³, что позволяет в короткие сроки 35-40 суток получить молодь нормативной массы тела. В прудах с 14-летним периодом эксплуатации в силу имеющихся негативных факторов кормовой фонд обеднен, при этом из него исключаются бентосные формы.

Биомасса зоопланктона в прудах 13-14 лет эксплуатации в течение процесса выращивания молоди в среднем держится на уровне 2.7-6.3 г/м³, что значительно ниже рекомендуемой [8], причем формируется кладоцерно-копеподный комплекс с преобладанием последних (до 52 %) во второй половине выращивания, что обуславливает обеднение кормовых возможностей для питающейся молоди (таблица 2). Развитие крупных кладоцер (*D. magna*, *D. pulex*) в этот период лимитируется активным их выеданием подросшей молодью и отсутствием необходимого для питания гидробионтов количества протококковых водорослей из-за нарушения соотношения азота к фосфору. В последние годы в связи с более длительным подращиванием молоди осетра в бассейнах (первый этап комбинированного метода) и соответственно поздним зарыблением прудов благоприятные по климатическим срокам периоды заселения прудов личинками хирономид упускаются.

Таблица 2

Характеристика зоопланктонных сообществ в осетровых прудах в современный период

Группа гидробионтов	Соотношение, %						
	Май	Июнь			Июль		
	III	I	II	III	I	II	III
Коловратки	1.0	0.0	0.2	-	-	0.0	6.0
Копепода	3.7	16.8	46.6	33.3	10.2	39.4	65.1
Кладоцера	42.4	74.5	50.7	59.3	88.7	60.6	8.8
Листоногие ракообразные	52.4	8.4	2.5	7.3	0.1	-	17.9
Хирономиды и лич. насекомых	0.5	0.3	0.0	0.1	-	-	2.2
Биомасса, г/м ³	9.5	1.8	2.7	5.3	3.6	6.2	1.8
Численность, тыс. шт./м ³	230	700	220	170	158	800	76

Полученные данные по гидрохимическому и гидробиологическому режимам прудов в последнее время позволили выявить неблагоприятное экологическое влияние условий среды на темп роста массы тела молоди осетра.

С учетом более поздних сроков зарыбления основной период выращивания попадает в зону экологического риска; при этом в прудах, эксплуатируемых 13-14 лет увеличивается период прудового выращивания более чем в 2 раза и молодь набирает нормативную массу – 2.5 г на 65-70 сутки от момента зарыбления (рисунок 2).

Таким образом снижение продуктивности в прудах с длительным сроком эксплуатации обусловлен несоблюдением схемы агромероприятий из-за слабого восстановления структурности и санитарного оздоровления почвы, а также с невозможностью управления средой, особенно при создании негативных ситуаций, возникающих в диапазоне

высоких температур воды (более 27.0-30.0 0С) и соответственно с недостаточной кормовой базой. Неблагоприятные экологические условия, складывающиеся вследствие смещения сроков зарыбления на конец мая – начало июня при быстром теплонакоплении в южной климатической зоне, также негативно сказываются на жизнестойкости молоди [1].

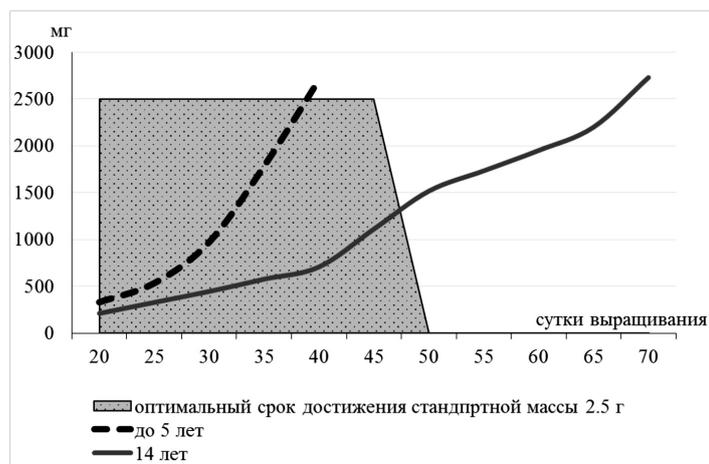


Рисунок 2 – Темп роста молоди осетра в прудах разных сроков эксплуатации

Осуществление и последовательность соблюдения в прудах комплекса мероприятий по оптимизации всех уровней трофической цепи в полном объеме позволит сократить сроки выращивания молоди, повысив её жизнестойкость, и получить выпускную молодь более высокой массы, чем общепринятый стандарт.

Список литературы

1. Баденко Л.В., Чихачева В.П. Критерии и методы оценки жизнестойкости молоди азовских осетровых выпускаемой осетроводными заводами. В сб. научных трудов Рыбохозяйственное значение внутренних водоемов Азовского и Каспийского бассейнов. ВНИРО, М.,1983 г. 41- 55 с.
2. Горбачева Л.Т., Горбенко Е.В., Буртасовская Л.А., Чихачева В.П., Казакова Н.М., Панченко М.Г. Химические основы формирования биопродуктивности осетровых прудов Азовского бассейна.
3. Горбачева Л.Т., Крапивина Л.А. К вопросу о повышении биологической продуктивности осетровых прудов Азово–Донского района. Основные проблемы рыбного хозяйства и охрана рыбохозяйственных водоемов в Азовского бассейне: Сб. научных тр. АзНИИРХ. - Ростов –на Дону: Полиграф, 1996. – с.333 -336.
4. Горбачева Л.Т., Савельева Э.А., Голованенко Л.Ф. Современное состояние и перспективы повышения эффективности осетроводства в Азовском бассейне. Биологические основы осетроводства. Изд. «Наука» М. 1983. 223 -233 с.
5. Инструкция Главветуправления МРХ СССР М. - 1973 г., 21 с.
6. Кожин Н.И., Гербильский Н.Л., Казанский Б.Н. Биотехника разведения осетровых и принципиальной схемы рыбоводного завода. В кн. Осетровое хозяйство в водоемах СССР, изд. АН СССР, М. - 1963 г. 206 с.
7. Лукьяненко В. И. и др. Возрастно-весовой стандарт заводской молоди каспийских осетровых. – Волгоград, Ин-т биологии внутренних вод, АН СССР. -1987 г. – с.229
8. Сборник нормативно-методических указаний по промышленному разведению осетровых рыб в Каспийском и Азовском бассейнах //Главрыбвод ВНИРО –М.,1986 г.

MORE ON THE QUESTION OF YOUNG RUSSIAN STURGEON (*ACIPENSER GUELLENSTAEDTII*) IN PONDS MAINTAINED AT FISH FARMS IN THE LOWER DON

Gorbenko E.V., Burtasovskaya L.A., Panchenko M.G., Vorobyova O.A., Pavlyuk A.A.
Azov Fisheries Research Institute, Rostov-on-Don, Russia

In the culture ponds for sturgeons in the lower Don we have observed a trend towards lengthening of the rearing time, which is associated with the hydrochemical and hydrobiological state of ponds and different periods of their working lifespan. We consider separately the solutions to the problem of reducing the period of cultivation in ponds due to the rational use of the scheme of measures to optimize the environment. The result of compliance with the technological scheme will improve the efficiency of growing hatchery.

Key words: hydrochemical and hydrobiological state, biological technologies of rearing, nutrients, food organisms, nursery ponds, bed soil, young Russian sturgeon

ЭКСПРЕСС-ДИАГНОСТИКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМОВ

Горбунова М.О.¹, Баян Е.М.², Могучих Е.А.²

¹ГБОУ ВПО «Ростовский государственный медицинский университет», Ростов-на-Дону, Россия, mg700@mail.ru

²ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», Ростов-на-Дону, Россия

Для экспресс-оценки экологического состояния водоемов предложен тест-метод анализа сероводорода и сульфидов, основанный на цветометрии с предварительной газовой экстракцией и использованием реактивной индикаторной бумаги, импрегнированной хлоридом кадмия. Подобраны оптимальные условия определения: кислотность, время газовой экстракции, скорость подачи воздуха. Получены градуировочные зависимости, установлен диапазон определяемых концентраций, в качестве наиболее перспективного аналитического сигнала выбрана светлота канала В цветовой модели RGB. Методика характеризуется высокой экспрессностью (20 минут) и доступностью.

Ключевые слова: газы-маркеры жизнедеятельности водоема, сероводород, тест-метод, индикаторная бумага.

Специфической особенностью биоразнообразия водных экосистем является его сильная зависимость от физико-химических свойств среды обитания, таких как температура, освещенность, кислотно-основной баланс, соленость и пр. Особенно чувствительны некоторые виды к газовому режиму водоема. Соотношение растворенных в воде газов (кислорода, углекислого газа, сероводорода, метана) оказывает существенное влияние на жизнь рыб и других гидробионтов, снижая их общую резистентность, вплоть до замора.

Например, наличие значительных количеств сероводорода в водах служит показателем сильного загрязнения водоема органическими веществами. Сероводород и сульфиды образуются при биохимическом окислении органических веществ естественного или антропогенного происхождения. Значительные количества сероводорода и сульфидов могут поступать со сточными водами нефтеперерабатывающих заводов, производств минеральных удобрений с хозяйственно-бытовыми сточными водами. Высокая токсичность сероводорода является причиной его нормирования: для водоемов санитарно-бытового и рыбохозяйственного пользования наличие сероводорода и сульфидов недопустимо [5].

Поэтому актуальной задачей является установление контроля над содержанием сероводорода и сульфидов в природных водах. Для гидрохимических лабораторий рекомендован спектрофотометрический метод с N,N-диметил-п-фенилендиамином [8]. Однако существенным недостатком методики является длительность определения и необходимость предварительной пробоподготовки.

Одной из тенденций современной аналитической химии является развитие экспресс-методов анализа, позволяющих быстро и без специального оборудования, непосредственно на месте пробоотбора диагностировать проблему качества, связанную с химическими веществами, с целью принятия оперативного решения [6]. Так, например, использование тест-методов анализа химического состава и контроля загрязнения токсичными веществами позволит оптимизировать систему оценки экологического состояния водных объектов.

Химические тест-методы обычно основаны на реакциях, сопровождающихся изменением окраски. При этом чаще всего используются реагенты, нанесенные на твердые носители: бумагу, силикагель и т.п. [1-3, 6].

Широкое применение получили химические тесты-методы анализа экологически значимых показателей загрязнения водных объектов, таких как суммарное содержание тяжелых металлов, хлоридов, жесткость и др. [1, 4, 6].

Целью настоящей работы являлось исследование возможности количественного определения сероводорода и сульфидов с использованием реактивной индикаторной бумаги (РИБ), импрегнированной раствором хлорида кадмия.

При разработке новых методик и приемов определения сероводорода и сульфидов следует учитывать: высокую летучесть сероводорода и мешающее влияние других многочисленных компонентов анализируемой пробы.

Решить обе проблемы позволяет метод, сочетающий в себе прием извлечения сероводорода из анализируемой пробы и концентрирование продукта реакции на твердофазном носителе. В качестве твердофазного аналитического реагента использовали РИБ, которую готовили в лабораторных условиях импрегнированием целлюлозного носителя раствором хлорида кадмия.

Газовую экстракцию проводили в реакционной системе, представленной на рисунке 1. После добавления соляной кислоты для смещения равновесия в системе в сторону образования сероводорода определяемый компонент извлекается потоком воздуха из анализируемой пробы. Взаимодействие сероводорода с хлоридом кадмия происходит на поверхности РИБ, которая вставлена в индикаторное устройство, т.е. вне анализируемого раствора, что и позволяет исключить мешающее влияние компонентов пробы. В связи с тем, что сероводород динамично контактирует с РИБ, происходит концентрирование продукта реакции в реакционной зоне, что значительно повышает чувствительность методики. Реакционная зона за счет образования сульфида кадмия окрашивается в желтый цвет, интенсивность которого возрастает с увеличением концентрации.

Схема реакционной системы:

- 1 – стеклянный сосуд;
- 2 – резиновая пробка;
- 3 – индикаторное устройство;
- 4 – микрокомпрессор;
- 5 – полимерный шланг;
- 6 – барботер.



Рисунок 1 - Реакционная система для определения сероводорода с использованием РИБ

Подобраны оптимальные условия определения: кислотность, скорость подачи потока воздуха, время газовой экстракции.

Приготовлена шкала эталонов с диапазоном определяемых концентраций сероводорода и сульфидов от 0,001 до 0,16 мг/л.

Для полуколичественной оценки рекомендовано определение по шкале эталонов с визуальной индикацией:

- по интенсивности желтой окраски реакционной зоны РИБ;
- по интенсивности люминесценции сульфида кадмия в ультрафиолетовом свете ($\lambda_1=370$ нм; $\lambda_2=640$ нм).

Для количественной оценки концентраций сероводорода изучены спектры диффузного отражения реакционной зоны РИБ эталонных образцов. Спектры регистрировали на приборе Varian Cary 5000 UV-Vis-NIR Spectrophotometer с помощью приставки диффузного отражения DRA-2500 в диапазоне от 350-700 нм с интервалом 1 нм. Используя полученные спектральные характеристики, рассчитывали функцию Кубелки-Мунка, строили график зависимости функции от концентрации сероводорода в пробе. Градуировочный график описывается линейной функцией ($y=0,0019x+0,0004$) с высокой корреляцией ($R=0,9977$), что свидетельствует о возможности использования метода спектроскопии диффузного отражения.

Однако метод предполагает использование дорогостоящего оборудования, поэтому была предпринята попытка для количественного определения сероводорода и сульфидов использовать простой и доступный метод цветометрии.

Для оценки возможности использования в качестве аналитического сигнала цветометрических характеристик шкалу эталонов сканировали и обрабатывали, используя программное обеспечение Adobe Photo Shop. Значения цветовых координат при различных концентрациях сероводорода позволяют сделать следующий вывод: значение красной и зеленой координат практически постоянны, а значение синей координаты уменьшается с увеличением концентрации сероводорода в пробе. Это свидетельствует о том, что в качестве аналитического сигнала в цветовой модели RGB следует выбрать светлоту канала В. Зависимость координаты В от концентрации сероводорода адекватно описывается экспоненциальным уравнением

первого порядка $y=100e^{-x/0,037}+135$ (рис. 2).

Для удобства экспоненциальная зависимость в координатах: яркость цветового канала – концентрация, была переведена в линейный вид. График представлен на рисунке 3. Линейная форма градуировочного графика для определения концентрации сероводорода и сульфидов описывается уравнением: $y= -0,81x+0,09$ ($R=0,9936$).

Разработанная методика была опробована в анализе реальных объектов. Результаты представлены в таблице 1. Параллельно анализ проводили контрольным методом по РД ГХИ [8].

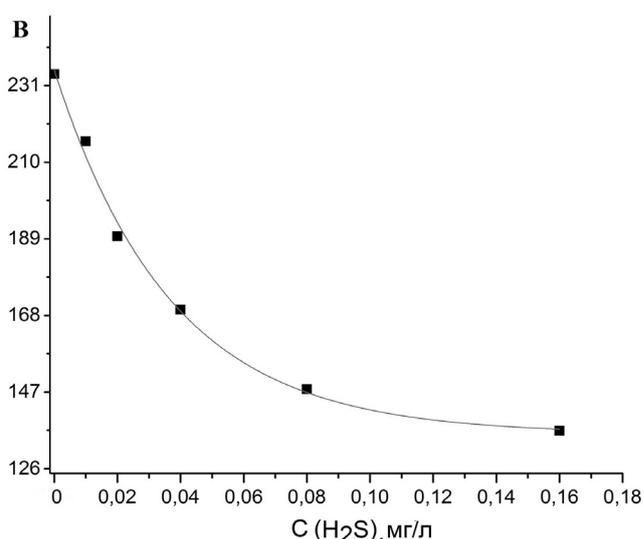


Рисунок 2 – График зависимости синей координаты цвета от концентрации сероводорода

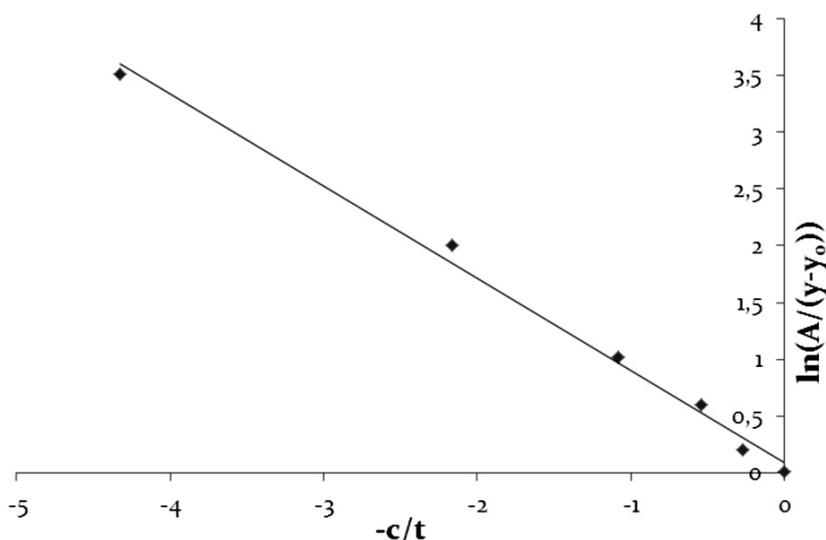


Рисунок 3 - Градуировочный график для определения сероводорода

Результаты анализа водных объектов цветометрическим и экстракционно-фотометрическим (с N,N-диметил-п-фенилендиамином) методами ($n=4$; $P=0,95$; $F_{теор} = 9,28$)

Объект	Определено, мг/л				$F_{эксп}$
	Цветометрия	Δ	Фотометрия	Δ	
р. Дон (Богатыновский спуск)	0,038±0,003	0,08	0,035±0,004	0,11	4,47
р. Дон (Кумженская роща)	0,028±0,002	0,07	0,030±0,002	0,06	3,15
р. Темерник	0,049±0,005	0,10	0,056±0,005	0,09	3,24

Как видно из приведенных данных, между результатами, полученными двумя методами, наблюдается хорошая сходимость: критерий Фишера не превышает табличного значения для заданной доверительной вероятности и данного числа параллельных проб.

Оценку достоверности результатов анализа проводили методом «введено-найдено» (таблица 2). Результаты, представленные в таблице 2, свидетельствуют об отсутствии систематической погрешности методики.

Таблица 2

Оценка достоверности результатов анализа методом «введено-найдено»

Объект	Введено, $C(H_2S)$, мг/л	Найдено, $X (n=3)$, мг/л	$\Theta = \bar{X} - C$
Дистиллированная вода	0,04	0,039	- 0,001
р. Дон, $C(H_2S)=0,03$ мг/л	0,04	0,072	0,032 (0,002)
р. Темерник, $C(H_2S)=0,05$ мг/л	0,04	0,086	0,044 (-0,004)

В результате апробации методики на водных объектах бассейна р. Дон установлено, что концентрация сероводорода и сульфидов в р. Дон и р. Темерник превышают ПДК [7].

Следует отметить следующие достоинства экстракционно-цветометрической методики определения сероводорода и сульфидов в водных объектах:

- экспрессность;
- доступность оборудования и реактивов;
- простота в исполнении;
- высокая чувствительность;
- отсутствие мешающего влияния компонентов пробы.

Таким образом, разработанная методика может быть рекомендована для количественного экспресс-определения сероводорода и сульфидов в водных объектах.

Список литературы

1. Амелин В. Г. Химические тест-методы определения компонентов жидких сред // Журнал аналитической химии. – 2000. – Т. 55. – №. 9. – С. 902-932.
2. Горбунова М.О., Кононова А.Ю., Втулкина В.Э. Экстракционное визуально-тестовое и цветометрическое определение хлора в воде с использованием реактивной индикаторной бумаги, импрегнированной метиловым оранжевым // Вода: химия и экология. – 2014. – Т. 78. – №12. С.76-80.
3. Горбунова М.О., Кононова А.Ю., Втулкина В.Э. Индикаторный порошок с использованием метилового оранжевого для визуально-тестового определения свободного хлора в воде // Вода: химия и экология. – 2014. – Т. 69. – №3. С.84-88.
4. Горбунова М.О., Абакумова Ю.В. Тест-метод полуколичественного определения хлоридов в воде с использованием газовой экстракции хлора. // Вода: химия и экология. – 2012. – №3. – С.95-99.
5. Гусева Т. В. и др. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: справочные материалы // М.: ФОРУМ: ИНФРА-М. – 2007.
6. Золотов Ю. А., Иванов В. М., Амелин В. Г. Химические тест-методы анализа. – М.: Едиториал УРСС, 2002.
7. Приказ Росрыболовства от 18.01.2010 г. №20 “Об утверждении нормативов качества воды водных объектов”.
8. РД 52.24.450-2010 Массовая концентрация сероводорода и сульфидов в водах. Методика измерения фотометрическим методом с N,N-Диметил-п-фенилендиамином – Росгидромет ГУ ГХИ. – 2010.
9. Рубин А. Б. Биофизические методы в экологическом мониторинге // Соросовский образовательный журнал. – 2000. – Т. 6. – №4. – С.7-13.

ESTIMATING THE ECOLOGICAL STATUS OF WATER: AN NEW EXPRESS-METHOD

Gorbunova M.O.¹, Bayan E.M.², Moguchikh E.A.²

¹*Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia, mg700@mail.ru*

²*Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia*

A test-method for carrying out hydrogen sulfide and sulfide analysis, which is based on colorimetry with preliminary gas extraction as well as the usage of reactive indicating strips impregnated with cadmium chloride, is proposed for the rapid assessment of the ecological status of water. Optimal conditions for the experiment (the acidity, the time period of gas extraction and air flow rate) have been selected. Calibration curve and the detectable concentration range have been determined during the experiment. The lightness of channel B in RGB color model has been selected as the most promising analytical signal. The new method is high-speed (20 minutes), low-resource consuming and easy-to-apply.

Keywords: gaze-markers of water life, hydrogen sulfide, test method, indicator paper.

УДК 543.068.8:546.131

БИНАРНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОНИТОРИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

М.О. Горбунова¹, Е.М. Баян², А.А. Пилюгина²

¹*ГБОУ ВПО «Ростовский государственный медицинский университет»,
Ростов-на-Дону, Россия, mg700@mail.ru*

²*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», Ростов-на-Дону, Россия*

Показана перспективность использования приема бинарного тестирования в мониторинге водных объектов. Отмечена возможность замены количественного определения в лабораторных условиях на предварительное тестирование на месте пробоотбора в массовом анализе однотипных проб. Методология бинарного тестирования продемонстрирована на примере определения хлоридов в реке Дон и ее притоках.

Ключевые слова: рыбохозяйственный водоем, скрининг, тест-метод, хлорид-ионы.

С целью оценки и прогноза изменений биологического состояния, численности, распределения и воспроизводства водных биоресурсов, а также среды их обитания под воздействием природных и антропогенных факторов в Российской Федерации проводятся мониторинговые исследования, предусматривающие контроль состояния рыбохозяйственных водоемов. При этом ежегодно анализу подвергается огромное количество проб, которые после отбора консервируются и доставляются в лаборатории. Значительно сократить расходы и время позволяет скрининг, который занимает чрезвычайно важное место в массовом анализе однотипных проб.

Скрининг проводят в том случае, когда контролируемый компонент присутствует не во всех пробах или если присутствует, то в концентрациях ниже нормируемой [3]. Ядро методологии скрининга составляют тест-методы анализа – экспрессные, простые и дешевые приёмы обнаружения и определения веществ на месте отбора проб. Как правило, они не требуют сложных приёмов подготовки пробы к анализу, использования громоздкого и сложного лабораторного оборудования, привлечения высококвалифицированного персонала. В основе тест-методов могут использоваться различные процессы: химические, биохимические, биологические. При этом аналитическим сигналом может быть возникновение или изменение окраски реакционной зоны, возникновение либо тушение флуоресценции, образование осадка, появление запаха, ускорение или ингибирование ферментативных реакций, изменения в жизнедеятельности организмов и др. Химические тест-методы чаще всего основаны на реакциях с образованием окрашенных продуктов и допускают визуальную индикацию аналитического сигнала.

В работах [4, 5] изложены основные требования к используемым реакциям и методикам:

- селективность по отношению к одному веществу или классу веществ;
- низкий предел обнаружения;
- простота регистрации и устойчивость аналитического сигнала, контрастность хромогенной реакции;
- экспрессность;
- простота манипуляций и исключение консервации проб.

Этим требованиям соответствует предложенный ранее тест-метод полуколичественного определения хлоридов в воде [1]. Визуальная индикация аналитического сигнала (фиолетовой окраски) осуществляется по предварительно построенной шкале эталонов в диапазоне от 50 до 1600 мг Cl-/л с использованием реактивной индикаторной бумаги (РИБ), импрегнированной растворами иодида тетраметиламмония и крахмала. Время единичного определения составляет 20 минут.

Определение проводится вне анализируемой пробы, что позволяет исключить мешающее влияние других компонентов [2]. РИБ готовится в лабораторных условиях с использованием легкодоступных реактивов: иодида тетраметиламмония и крахмала. При хранении в плотно закрытой склянке из тёмного стекла она пригодна к использованию в течение полугода.

Выбор в качестве реагента иодида тетраметиламмония для определения хлоридов был обоснован требованием к чувствительности методики. Так как он является одновременно реагентом и катализатором межфазных процессов, при его использовании наблюдалась максимальная окраска реакционной зоны РИБ. Учитывая диапазон концентраций хлоридов в природных водах для приготовления РИБ можно использовать иодид калия, что позволит ещё больше снизить себестоимость массовых анализов. Следует учитывать, что срок хранения бумаги сократится до одного месяца.

Для экспресс-контроля содержания хлоридов была опробована возможность использования приема бинарного тестирования [7] с применением только одного образца сравнения.

Сопоставляя интенсивность окраски реакционной зоны РИБ при анализе контролируемого образца и образца сравнения можно получить ответ только на один вопрос: «Содержание хлоридов в пробе больше или меньше нормируемого показателя?». При разработке методики тестирования руководствовались основными положениями методологии скрининга:

- проба и образец сравнения должны тестироваться в одинаковых условиях;
- ложный отрицательный результат, как правило, гораздо важнее ложного положительного, поскольку необнаружение целевого аналита может повлечь за собой крайне отрицательные последствия [7, 8].

Для выбора концентрации хлорид-ионов в образце сравнения применили статистический подход [7]. Выявили интервал концентраций хлоридов, в котором частота обнаружения различий окраски образца сравнения $P_i^{эмп}$ и контролируемого образца, $P(c)$, менялась от 0 до 1. Для этого проводили N_i раз определение хлоридов в модельных растворах с концентрациями C_i . $P_i^{эмп}$ рассчитывали по формуле $P_i^{эмп} = n_i / N_i$, где n_i – число положительных результатов. Концентрации модельных растворов и рассчитанные значения $P_i^{эмп}$ приведены в таблице 1.

Таблица 1
Данные для построения кривой эффективности

C_i , мг/дм ³	N_i	n_i	$P_i^{эмп}$
150	20	1	0.05
175	20	2	0.10
200	20	4	0.20
225	20	11	0.55
250	20	16	0.80
275	20	18	0.90
300	25	24	0.96

Учитывая, что для практического использования достаточно ограничиться интегральными функциями экспоненциального и логистического распределений [8], выбрали математическую функцию, лучше всего описывающую зависимость $P(c)$. Коэффициент корреляции имеет максимальное значение (0,9951) при описании кривой эффективности функцией логистического распределения вида $P(c) = 1/(1+\exp(-(c-k)/t))$, где $k = 223,1$; $t = 20,2$. Кривая эффективности представлена на рисунке.

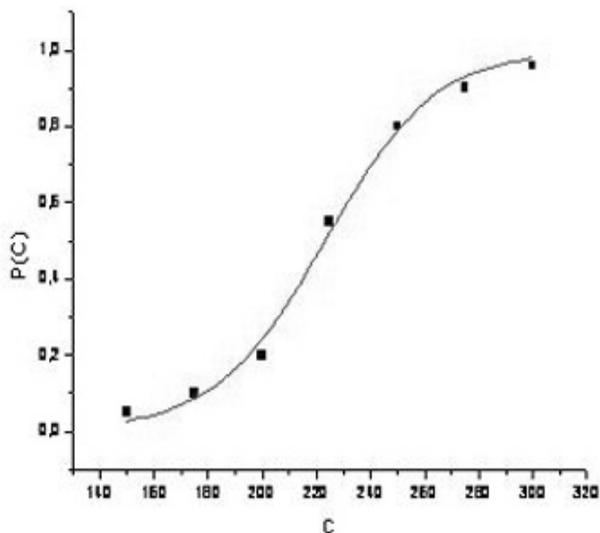


Рисунок 1 - описание кривой эффективности функции логистического распределения

Используя полученное уравнение кривой при доверительной вероятности 0.95 рассчитали значение искомой концентрации хлорид-ионов в образце сравнения, равное 285 мг/дм³. Выбранная концентрация хлоридов меньше ПДК на величину, обеспечивающую риск ложно отрицательного результата тестирования не более 5 %.

Апробацию методики бинарного тестирования проводили на пробах природной воды. Сравнивали интенсивности сине-фиолетовой окраски реакционной зоны РИБ после анализа контролируемого образца и образца сравнения и давали ответ на поставленный вопрос. Далее пробы подвергали полуколичественному анализу с использованием описанной выше методики [1] и количественному

анализу аргентометрическим титрованием по методу Мора [6]. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты анализа водных объектов

Объект	Определено		
	тестирование	цветометрия, мг/л [1]	титриметрия, мг/л [6]
р. Дон	ниже ПДК	120 - 140	129 ± 14
р. Темерник	ниже ПДК	140 - 160	140 ± 20
р. Мертвый Донец	ниже ПДК	120 - 140	141 ± 15
оз. Соленое	выше ПДК	700 - 800	750 ± 59

Как видно из приведенных данных, между результатами наблюдается хорошая сходимость. Это позволяет рекомендовать в процессе мониторинговых исследований для контроля содержания хлоридов в водоемах использовать бинарное тестирование. Пробы, давшие положительный результат, далее могут быть подвергнуты количественному анализу.

Таким образом, предложена экспрессная, простая и доступная методика бинарного тестирования хлорид-ионов в природных водах, не требующая пробоподготовки, использования громоздкого и сложного оборудования, привлечения высококвалифицированного персонала. Методика предназначена для водных объектов рыбохозяйственного назначения.

Список литературы

1. Горбунова М.О., Жихарева И.Н. Тест-метод полуколичественного определения хлора в воде с предварительным извлечением потоком воздуха // Вода: химия и экология. – 2010. – №12. – С.33-37.
2. Горбунова М.О., Никулина Н.Л. Тест-метод определения микроколичеств ртути в пищевых продуктах // Изв. ВУЗов. Пищевая технология. – 1998. – №2-3. – С.75.
3. Золотов Ю. А. Скрининг // Журн. аналит. химии. – 2001.- Т.56. – №8. – С. 794.
4. Золотов Ю. А., Иванов В. М., Амелин В. Г. Химические тест-методы анализа. – М.: Едиториал УРСС, 2002.
5. Островская В.М., Запорожец О.А., Будников Г.К., Чернавская Н.М. Вода. Индикаторные системы. – М.: ФГУП ВТИИ, 2002. – 266 с.
6. РД 52.24.407-2006 Массовая концентрация хлоридов в водах. Методика выполнения измерений аргентометрическим методом – Росгидромет ГУ ГХИ. – 2006.
7. Холин Ю.В., Никитина Н.А., Пантелеймонов А.В., Решетняк Е.А., Бугаевский А.А., Логинова Л.П. Метрологические характеристики методик обнаружения с бинарным откликом. – Харьков: Тимченко, 2008. – 127 с.
8. Trullons E., Ruisanchez I., Xavier Riuz F. Validation of qualitative analytical methods // Trends Anal. Chem. – 2004. – V.23. – № 2. – P.137.

BINARY TESTING AS A WAY TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF WATERBODY MONITORING

Gorbunova M.O.¹, Bayan E.M.², Pilyugina A.A.²

¹*Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia, mg700@mail.ru*

²*Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia*

The prospects of receiving a binary test in the water bodies monitoring is shown in the article. The possibility of replacing the quantitative determination in the laboratory for preliminary testing on-site sampling in the mass analyzes of samples is checked. Binary testing method have been demonstrated by determination of chloride in the Don River and its tributaries.

Keywords: fisheries reservoir monitoring, screening, test method, chloride ions.

УДК 581.526.325.2 (282.247.412)

МНОГОЛЕТНЯЯ И СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ВИДОВОГО СОСТАВА ФИТОПЛАНКТОНА РЕКИ ОКА В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ Г. ДЗЕРЖИНСК

Ю.С. Гришанова¹, О.С. Решетняк^{1,2}

¹*Институт наук о Земле ЮФУ, г. Ростов-на-Дону, Россия,*

²*ФГБУ «Гидрохимический институт» Росгидромета, г. Ростов-на-Дону, Россия, grishanova.yulia@yandex.ru*

Статья посвящена изучению видового состава фитопланктона реки Ока в районе г. Дзержинск. Показана изменчивость доминирующих видов за многолетний и сезонный периоды. Исследование проведено на основе обобщения и анализа многолетней режимной гидробиологической информации. Рассмотрены количественные (относительная численность доминирующих видов) и качественные (разнообразие доминирующих видов) показатели развития фитопланктона.

Ключевые слова: фитопланктон, режимная гидробиологическая информация, доминирующие виды, река Ока.

Введение. В современных условиях процессы развития и преобразования водных экосистем протекают значительно быстрее, чем раньше, поскольку они уже обусловлены не только естественными факторами, действующими в масштабе геологического времени, но и антропогенным влиянием [1]. Воздействие человека на водные объекты приводит к нарушению их экологического состояния, ухудшению качества водной среды и, как следствие, снижению устойчивости водных экосистем. К числу глобальных процессов, резкое возрастание скорости которых отмечено в последние десятилетия, можно отнести процессы антропогенного эвтрофирования и экологического регресса, охватившие многие водные объекты мира и вызвавшие ухудшение качества поверхностных вод [9].

Одним из серьезных затруднений при оценке последствий антропогенного воздействия - экологического регресса и антропогенного эвтрофирования водоемов и водотоков является то, что благодаря механизмам гомеостаза изменения в функционировании экосистем оказываются на первом этапе незаметными. Чаще такие нарушения сложно отличить от природных вариаций в развитии экосистем. К последним могут быть отнесены сезонные, межгодовые колебания гидродинамических процессов, климатические изменения, циклы развития биоты и другие [1].

Данные факты указывают на необходимость проведения регулярного экологического мониторинга за уровнем развития фитопланктонных сообществ, что позволит проводить оценку состояния водных экосистем рек по гидробиологическим показателям.

Фитопланктон – важнейший элемент биотической компоненты водных экосистем, активно участвует в формировании качества воды. Индикаторные свойства сообщества проявляются как в изменении видового и группового состава, так и в количественных показателях его развития [3, 5-7]. Высокая антропогенная нагрузка на речные экосистемы

приводит не только к ухудшению качества водной среды, но и к нарушению естественного функционирования планктонных сообществ водных организмов [5-7].

Являясь первичным звеном трофической цепи, фитопланктон обладает уникальным свойством быстрой адаптационной реакции на изменения условий среды. Это свойство широко используется в биоиндикации для проведения оценки экологического состояния водных объектов [8]. Изучение таксономического состава водорослей и цианобактерий, формирующих фитопланктон реки Ока имеет важное значение для понимания протекающих в ней процессов. Поэтому целью настоящего исследования являлась оценка изменчивости видового состава фитопланктона р. Ока в зоне влияния г. Дзержинск в многолетнем и сезонном аспектах.

Материал исследования. В основу исследования положены материалы обработки режимной гидробиологической информации о качественных и количественных показателях развития фитопланктона реки Ока за многолетний период (2000-2014 гг.). Рассмотрены два участка реки – выше и ниже города. Также использованы материалы из «Ежегодников состояния экосистем поверхностных вод России» (по гидробиологическим показателям).

Результаты исследования. Фитопланктон реки Ока в пункте наблюдений г. Дзержинск представлен зелеными, диатомовыми, сине-зелеными, пиррофитовыми, золотистыми и эвгленовыми водорослями (табл. 1).

Таблица 1

Изменчивость числа видов фитопланктона р. Ока в районе г. Дзержинск в 2014 г.

Створ 0,5 км выше города							
Отдел		Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
Зеленые		21	22	23	29	16	15
Диатомовые		19	21	21	18	15	16
Сине-зеленые			1	-	4	4	2
Пиррофитовые		2	1	3	2	2	2
Золотистые		3	1	1	2	1	1
Эвгленовые		1	1	1	-	-	-
Всего		46	47	49	55	38	36
Створ 15,6 км ниже города (в створе 3 вертикали: 0,2; 0,5 и 0,8)							
Зеленые	0,2	22	18	23	32	15	15
	0,5	22	22	21	23	16	14
	0,8	23	20	23	33	17	14
Диатомовые	0,2	21	22	21	12	13	14
	0,5	17	20	24	16	14	14
	0,8	19	21	19	14	14	16
Сине-зеленые	0,2	-	-	2	5	5	2
	0,5	-	-	3	3	3	1
	0,8	-	1	1	3	3	2
Пиррофитовые	0,2	4	1	3	2	2	3
	0,5	4	1	1	1	3	2
	0,8	3	2	1	1	2	1
Золотистые	0,2	-	2	1	1	1	1
	0,5	3	1	1	2	1	3
	0,8	1	2	1	1	-	1
Эвгленовые	0,2	-	-	2	-	2	-
	0,5	2	2	1	1	1	-
	0,8	4	1	-	-	1	-
Всего	0,2	58	43	52	52	39	36
	0,5	48	46	51	46	38	34
	0,8	50	47	45	52	37	34

Наибольшее видовое богатство присуще зеленым и диатомовым водорослям, в совокупности составляющими 80,1 % (выше города) и 84,6 % (ниже города) от общего числа видов. Таким образом, по таксономическому составу фитопланктон реки Ока в районе г. Дзержинск имеет диатомово-хлорофитовый характер. В рамках данного исследования было проведено обобщение и анализ данных о доминирующих видах фитопланктона в сезонном (май-октябрь) и многолетнем (2000-2014гг.) аспектах. В таблице 2 представлена сезонная и многолетняя изменчивость относительной численности доминирующих видов фитопланктона реки Ока в створе наблюдений выше г.Дзержинск, в таблице 3 – ниже города.

Таблица 2

Динамика сезонной изменчивости доминирующих видов фитопланктона (% , доля от общей численности) водной экосистемы р. Ока в створе выше г. Дзержинск

	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
2000	33	17	17	13	---	28
2001	15	70	15	19	100	41
2002	37	16	21	46	34	16
2003	48	21,5	24	32,5	32	25
2004	39	46	21	26	22	24
2005	39	19,5	26	20	32	44
2006	36	34	14	37	53	17
2007	52	19,5	15 13	16	12	30
2008	37	16	24	32	16	27
2009	29	30	41	18 18	19	24
2010	20	18	33	29	30 27	33
2011	14	29	42	19	16	41
2012	24	50	37	39	27	20
2013	28	29	35	21	25	32
2014	35	20	23	20	28	24
	Зеленые	Сине-зеленые	Диатомовые	Пирофитовые		

Примечание – прочерк означает отсутствие данных.

Анализ таблиц 2 и 3 позволил установить, что среди видов, являющихся доминирующими для исследуемых водных экосистем явно преобладают представители диатомовых водорослей (*Stephanodiscus hantzschii*, *Stephanodiscus minutulus*, *Stephanodiscus binderanus*, *Skeletonema subsalsum*, *Cyclotella menegheniana*). В пик цветения водоемов (июль-август) наблюдается увеличение количества сине-зеленых водорослей (*Aphanizomenon flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis pulvereae*, *Microcystis viridis*).

За многолетний период не наблюдается четкой тенденции смены доминирующих видов. В отдельные периоды характерен выход на доминирующее положение зеленых водорослей (*Dictyosphaerium subsolitaria*, *Pandorina Morum*, *Hyaloraphidium arcuat*, *Coelastrum microsporum*) в июне 2012 г. или пирофитовых водорослей (*Chroomonas acuta*, *Cryptomonas sp.*) в мае 2013 г.

Таким образом, видовое разнообразие данной водной экосистемы в целом соответствует характерному для данной территории составу фитопланктона. Но при этом, повышенное развитие сине-зеленых водорослей в летний период косвенно указывает на загрязнение водоема органическими и биогенными веществами и усиление процессов эвтрофирования водотока.

Динамика сезонной изменчивости доминирующих видов фитопланктона
(%, доля от общей численности) водной экосистемы р. Ока в створе ниже г. Дзержинск

Год	Вертикаль	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
2000	0,2	32	29	21	40	---	14
	0,5	19	22	16	50	---	15
	0,8	19	20	17	17	---	21
2001	0,2	33	22	60	55	21	32
	0,5	23	9,5	51	30	21	28
	0,8	17	16	98	48	100	24
2002	0,2	15	38	45	18	20	24
	0,5	16	13,5	33	40	29	13
	0,8	19	25	33	19	32	12
2003	0,2	55	15	22	29	17	29
	0,5	52	18	28	28	18	26
	0,8	68	15	20	22	22	24
2004	0,2	49	61	23	19	53	23
	0,5	43	60	23	19	40	21
	0,8	36	57	19	16	45,5	24
2005	0,2	43	57	19	20	17	31
	0,5	45	20	26	40	29	40
	0,8	37,5	10	27	21	18	26
2006	0,2	22	18	25	32	58	19
	0,5	36	13	20	57	33	23
	0,8	33	10	35,5	42	35	19
2007	0,2	44	19	44	23	21	29
	0,5	60	22	13	14	13	31
	0,8	42	22	19	20	17	33
2008	0,2	39	23	23	27	19,5	43
	0,5	34	19	28	31,5	16	49
	0,8	33,5	22	43	26	16	39
2009	0,2	32	32,5	11	17	40	23
	0,5	33	21,5	23	26	12	28
	0,8	42	22	16	14	14	17
2010	0,2	20	20	38	30	35	37
	0,5	20	20	32	24	26	36
	0,8	23	33	39	37	32	36
2011	0,2	16	24	44	26	16	30
	0,5	17	25	38	20	14	14
	0,8	14	22	41	16	16	27
2012	0,2	30	69	16	31	26	25
	0,5	20	54	15	34	29	26
	0,8	23	51	14	24	19	20
2013	0,2	36	15	34	24	25	19
	0,5	48	16	27	18	21	23
	0,8	28	17	15	20	28	21
2014	0,2	29	24	16	22	72	22
	0,5	22	21	12	11	33	29
	0,8	24	21	28	19	22	30
Зеленые		Сине-зеленые		Диатомовые		Пирофитовые	

Как было показано ранее, [2] исследуемые водные экосистемы подвергаются значительному антропогенному воздействию со стороны промышленных предприятий г. Дзержинска. Это один из крупнейших центров химической индустрии. Основой экономики города является промышленность в составе 46 крупных и средних предприятий, в том числе – 25 предприятий химического производства и производства резиновых и пластмассовых изделий. Соответственно, в водную среду р. Ока могут поступать различные загрязняющие вещества, в том числе органические соединения. При этом степень загрязненности воды характеризуется как «очень загрязненная» и «грязная» (III и IV классы качества воды).

Показатели развития фитопланктона характеризуют качество тех водных масс, в которых происходит их развитие. Загрязнение водной среды влияет на фитоценоз, изменяя его структурные характеристики, что позволяет использовать показатели его развития для оценки качества воды и состояния водной экосистемы.

Результаты статистической обработки вариационных рядов значений общей численности фитопланктона р. Ока в районе г. Дзержинск [4] за многолетний период позволили оценить состояние экосистемы реки по гидробиологическим показателям, которое характеризуется как «антропогенное напряжение с элементами эвтрофирования».

Заключение

Основу фитопланктонных сообществ реки Ока в районе г. Дзержинск составляют зеленые, диатомовые, сине-зеленые, пиррофитовые, золотистые и эвгленовые водоросли. Доминирующий комплекс фитопланктона представлен зеленым и диатомовым водорослям.

За период исследования четкой тенденции смены доминирующих видов не выявлено. Периодическое доминирование сине-зеленых водорослей в летний период может быть связано с загрязнением речных экосистем и усилением процессов эвтрофирования водотока.

Состояние водных экосистем р. Ока в пункте наблюдений г. Дзержинск по общей численности фитопланктона соответствует категории «антропогенное напряжение с элементами эвтрофирования».

Список литературы

1. РД 52.24.620-2000. Методические указания. Охрана природы. Гидросфера. Организация и функционирование подсистемы мониторинга антропогенного эвтрофирования пресноводных экосистем; введ. 2001-01-04. – СПб. : Гидрометеоиздат, 2001. – 47 с.
2. Гришанова Ю. С. Оценка влияния крупного города на качество воды реки Ока (на примере г. Дзержинск) / О. С. Гришанова, О. С. Решетняк // Актуальные проблемы наук о Земле. Сборник трудов научной конференции студентов и молодых ученых с международным участием. Ростов-н/Д: Издательство ЮФУ, 2015. – С. 335-337.
3. Гришанова Ю.С. Характеристика фитопланктона реки Ока в зоне влияния г. Дзержинск // Ломоносов-2015. Тезисы докладов XXII Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Москва, 13-17 апреля 2015г. – М.: Наука, 2015. – С. 131-132.
4. Гришанова Ю. С. Пространственная изменчивость состояния водных экосистем реки Ока / Ю. С. Гришанова, О. С. Решетняк // Экологические проблемы. Взгляд в будущее. Сборник трудов VII международной научно-практической конференции. Ростов-н/Д : Издательство ЮФУ, 2015. - с. 116-119.
5. Никаноров А. М. Оценка состояния гидробиоценоза на участках водных объектов Кольского Севера с высокой степенью загрязненности воды соединениями меди и никеля / А. М. Никаноров, Л. П. Соколова, Л. С. Косменко, О. С. Решетняк // Метеорология и гидрология, № 11. 2009. - с. 69-80
6. Решетняк О.С. Пространственно-временная изменчивость состояния фитопланктона реки Северский Донец // Электронное периодическое издание ЮФУ «Живые и биокосные системы», № 4, 2013. URL:<http://www.jbks.ru/archive/issue-4/article-18>.
7. Решетняк О.С. Антропогенная трансформация водной экосистемы Нижней Волги / О. С. Решетняк, А. М. Никаноров, В. А. Брызгалов, Л. С. Косменко // Водные ресурсы, 2013. Том 40, № 6. С. 623-632.
8. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Под ред. В.А.Абакумова. – СПб.: Гидрометеоиздат, 1992. – 318 с.
9. Хендерсон-Селлерс Б., Маркленд Х. Р. Умирающие озера. Причины и контроль антропогенного эвтрофирования. - Л.: Гидрометеоиздат, 1990. - 279с.

LONG-TERM AND SEASONAL VARIABILITY OF PHYTOPLANKTON SPECIES COMPOSITION OF THE OKA RIVER IN THE ZONE OF DZERZHINSK

Grishanova. Yu.S.¹, Reshetnyak O.S.^{1,2}

¹*Institute of Earth Science SFedU, Rostov-on-Don, Russia,*

²*FSBI «Hydrochemical institute» Roshydromet, Rostov-on-Don, Russia,
grishanova.yulia@yandex.ru*

The article is devoted to studying the species composition of phytoplankton Oka River near Dzerzhinsk. The variability of dominant species for long-term and seasonal periods was shown. The study was conducted on the basis of summarizing and analyzing long-term regime hydrobiological information. We have considered indicators the quantitative (relative abundance of the dominant species) and qualitative (diversity of dominant species) indicators of phytoplankton development.

Key words: phytoplankton, regime hydrobiological information, the dominant species, the river Oka.

УДК 576.8:597.2/5:574.9(262.5)

ХАРАКТЕРИСТИКА ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ И СТРУКТУРЫ СООБЩЕСТВ ПАРАЗИТОВ РЫБ В КАРКИНИТСКОМ ЗАЛИВЕ (ЧЕРНОЕ МОРЕ)

Е.В. Дмитриева, Ю.М. Корнийчук, В.М. Юрахно, Н.В. Пронькина, Т.А. Полякова, М.П. Попюк

*Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН,
г. Севастополь, Российская Федерация, genijadmitrieva@gmail.com*

У 878 экз. рыб 19 видов, исследованных с 2007 по 2015 гг. в разных биотопах Каркинитского залива, найдено 55 видов паразитических грибов и ракообразных, миксоспоридий и гельминтов. 82 % составляли морские виды и 48 % – виды-генералисты. Инфрасообщества паразитов рыб во всех исследованных биотопах были обедненными и не сбалансированными по обилию видов. Анализ межгодовой динамики компонентных сообществ паразитов выявил перестройки в их структуре в связи с изменением солености некоторых биотопов Каркинитского залива.

Ключевые слова: паразиты, рыбы, видовое разнообразие, инфрасообщества, компонентные сообщества, индексы разнообразия, Черное море.

Каркинитский залив расположен в северо-западной части Черного моря между материком и северо-западным побережьем Крымского полуострова и является крупнейшим заливом Азово-Черноморского бассейна. В данном исследовании анализируются многолетние данные по фауне паразитов массовых видов рыб этого района.

Пробы отбирались в четырех биотопах, расположенных вдоль крымского побережья



Каркинитского залива и различающихся по степени солености (рис.1): на I и II станции соленость составляла 17 – 18,5 ‰, на станциях III и IV биотопы периодически опреснялись в результате сбросов вод с рыбоводных прудов, рисовых чеков и оросительных каналов с момента ввода в строй Северо-Крымского канала (1971 г.) и до 2014 г, а в последние два года соленость в них повысилась, достигая в полузакрытых лагунах в районе станции III 27,6 ‰.

Обследовано 878 экз. рыб 19 видов и у них найдено 55 видов паразитических грибов и ракообразных, миксоспоридий, гельминтов (табл. 1).

Рисунок 1 – Расположение биотопов – станций отбора проб в Каркинитском заливе (Черное море, Крым): I – п. Межводное, II – п. Steregushie, III – п. Портовое, IV – п. Рисовое

Паразиты, найденные у рыб Каркинитского залива, их хозяева, экологическая характеристика, встречаемость в биотопах и обилие

Вид паразита	Виды хозяев	Экологическая характеристика вида	Биотоп	ИО±SE
1	4	2	3	5
<i>Loma acerinae</i>	<i>Neogobius fluviatilis</i>	солонатоводный, генералист, автогенный	III	6,5±2,8
<i>Microsporidium sp. 1</i>	<i>Atherina boyeri</i>	–	II III	0,1±0,1 6,3±3,2
<i>Microsporidium sp. 2</i>	<i>N. melanostomus</i> , <i>Zosterisessor ophiocephalus</i>	–	II	0,1±0,08
<i>Kudoa nova</i>	<i>N. melanostomus</i> , <i>N. fluviatilis</i>	морской эвригалинный, генералист, автогенный	II III	0,2±0,1* 84±64
<i>Sigmomyxa sphaerica</i>	<i>Belone belone</i>	- “ -	II	0,1±0,06
<i>Sphaeromyxa sabrazesi</i>	<i>Hippocampus guttulatus</i>	- “ -	III	4,5±0,9
<i>S. sevastopoli</i>	<i>A. boyeri</i>	- “ -	II	0,3±0,3
<i>Zschokkella admiranda</i>	<i>Liza aurata</i>	морской эвригалинный, генералист, автогенный	II	0,2±0,1
<i>Axine belone</i>	<i>B. belone</i>	морской стеногалинный, специалист, автогенный	I II	0,2±0,1 2,6±0,4
<i>Squalonchocotyle pontica</i>	<i>Dasyatis pastinaca</i>	- “ -	I	7,5±1,5
<i>Ligophorus vanbenedeni</i>	<i>L. aurata</i>	морской эвригалинный, промежуточный специалист, автогенный	II	11±2,8
<i>L. szidati</i>	<i>L. aurata</i>	- “ -	II	11±2,9
<i>Solostamenides mugilis</i>	<i>L. aurata</i>	- “ -	II	0,4±0,18
<i>Dollfusiella aculeata</i>	<i>D. pastinaca</i>	морской стеногалинный, промежуточный специалист, автогенный	I II	0,10±0,1 4±3
<i>Progrillotia dasyatidis</i>	<i>D. pastinaca</i>	морской эвригалинный, промежуточный специалист, автогенный	II	2,9±1,3
<i>P. dasyatidis l.</i>	<i>Z. ophiocephalus</i> , <i>Mesogobius batrachocephalus</i> , <i>Platichthys flesus</i>		I	1,3±1,1
			III	0,2±0,07
<i>Rhinebothrium walga</i>	<i>D. pastinaca</i>	морской стеногалинный, специалист, автогенный	I	0,2±0,1
<i>Rhinebothriidea gen. sp. 1</i>	<i>D. pastinaca</i>	морской стеногалинный, автогенный	I	0,4±0,2
<i>Rhinebothriidea gen. sp. 2</i>	<i>D. pastinaca</i>	морской стеногалинный, автогенный	I	2,8±1,3
			II	4±1
<i>Cairaeanthus ruhnekei</i>	<i>D. pastinaca</i>	морской стеногалинный, специалист, автогенный	I	0,2±0,1
<i>Acanthobothrium crassicolle</i>	<i>D. pastinaca</i>	- “ -	I	1±39
			II	3±3
<i>Prochristianella papillifer</i>	<i>D. pastinaca</i>	морской стеногалинный, промежуточный специалист, автогенный	II	3±3
<i>P. papillifer l.</i>	<i>Z. ophiocephalus</i>	морской стеногалинный, специалист, автогенный	II	0,02±0,02
<i>Caulobothrium sp. 1</i>	<i>D. pastinaca</i>	морской стеногалинный, специалист, автогенный	II	36±32
<i>Ptychobothrium atherinae</i>	<i>A. boyeri</i>	солонатоводный, специалист, автогенный	II	0,01±0,01
			III	0,01±0,01
<i>Proteocephalus sp. 1.</i>	<i>Z. ophiocephalus</i>	морской эвригалинный, автогенный	II	0,15±0,1
			III	0,03±0,03
<i>Scolex pleuronectis l.</i>	<i>Syngnathus typhle</i> , <i>Parablennius tentacularis</i> , <i>N. melanostomus</i> , <i>Z. ophiocephalus</i> , <i>P. flesus</i> , <i>M. batrachocephalus</i>	морской эвригалинный, генералист, автогенный	I	3±2,8
			II	0,1±0,02
			III	0,03±0,01
<i>Haploplanhnus pachysomus</i>	<i>L. aurata</i> , <i>L. saliens</i>	морской эвригалинный, промежуточный специалист, автогенный	II	0,06±0,06
			III	1,7±1,4

Продолжение таблицы 1.				
1	2	3	4	5
<i>Saccocoelium tensum</i>	<i>L. aurata</i>	- " -	II	10±2,8
			III	4,4±2,4
<i>S. obesum</i>	<i>L. aurata</i>	- " -	II	1,3±0,5
			III	0,8±0,6
<i>Dicrogaster contracta</i>	<i>L. aurata</i>	- " -	II	5,4±1,6
			III	0,5±0,4
<i>Schikhobalotrema sparisoma</i>	<i>L. aurata</i>	- " -	II	0,4±0,3
<i>Saturnius papernai</i>	<i>L. haematocheila, L. saliens</i>	- " -	III	0,4±0,3
<i>Bacciger bacciger</i>	<i>A. boyeri</i>	морской стеногалинный, специалист, автогенный	II	0,1±0,07
			III	0,2±0,1
<i>Prodistomum polonii</i>	<i>Trachurus mediterraneus</i>	- " -	I	38±18,5
<i>Pronoprymna petrowi</i>	<i>N. fluviatilis</i>	морской эвригалинный, промежуточный генералист, автогенный	III	1,5±1,1
<i>Magnibursatus sp.</i>	<i>Z. ophiocephalus, M. batrachocephalus</i>	морской стеногалинный, автогенный	III	0,15±0,07
<i>Aphallus sp.</i>	<i>S. typhle, H. guttulatus</i>	- " -	III	0,1±0,06
<i>Monorchis sp.</i>	<i>P. tentacularis</i>	- " -	III	12
<i>Timoniella imbutiforme</i>	<i>S. typhle</i>	морской стеногалинный, автогенный, генералист	II	6,4±2,2
			III	12±4,6
<i>T. imbutiforme mtc.</i>	<i>S. typhle, H. guttulatus</i>		III	6,7±3,0
<i>Pygidiopsis genata mtc.</i>	<i>Gasterosteus aculeatus, N. fluviatilis, P. flesus, N. melanostomus, A. boyeri, M. batrachocephalus</i>	морской эвригалинный, генералист, аллогенный	I	14±14
			II	26±4
			III	58±15
<i>Galactosomum lacteum mtc.</i>	<i>N. melanostomus, H. guttulatus</i>	- " -	I	22±10
			II	1,6±0,6
			III	1,5±1,1
<i>Cryptocotyle concavum mtc.</i>	<i>N. fluviatilis, Z. ophiocephalus, N. fluviatilis</i>	солонатоводный, генералист, аллогенный	II	0,03±0,03
			III	25±4,6
<i>Cryptocotyle sp.1 mtc.</i>	<i>Syngnathus typhle, N. melanostomus, H. guttulatus</i>	солонатоводный, аллогенный	III	15±2,8
<i>Ascocotyle sinoecum mtc.</i>	<i>L. aurata, L. saliens</i>	морской эвригалинный, промежуточный специалист, аллогенный	II	1,0±0,6
			III	1,1±0,5
<i>Stephanostomum sp. mtc.</i>	<i>T. mediterraneus</i>	морской стеногалинный, аллогенный	I	4±2
<i>Southwellina hispida</i>	<i>A. boyeri, B. belone, Z. ophiocephalus</i>	пресноводный, генералист, автогенный	I	0,13±0,13
			II	0,02±0,02
			III	0,01±0,01
			IV	0,2±0,1
<i>Telosentis exiguus</i>	<i>A. boyeri, B. belone, Z. ophiocephalus, N. melanostomus, N. fluviatilis, H. guttulatus</i>	морской эвригалинный, генералист, автогенный	I	0,4±0,2
			II	1,6±0,3
			III	0,67±0,1
			IV	1,0±0,3
<i>Acanthocephaloides propinquus</i>	<i>M. batrachocephalus, N. melanostomus, Z. ophiocephalus, L. aurata, Gobioides cobitis</i>	- " -	I	0,5±0,3
			II	1,5±0,5
			III	6,2±1,1
<i>Dihelyne minutus</i>	<i>N. melanostomus, Z. ophiocephalus, M. batrachocephalus, P. flesus</i>	солонатоводный, генералист, автогенный	I	0,14±0,14
			II	0,15±0,07
			III	0,12±0,04
<i>Contraecum microcephalum l.</i>	<i>A. boyeri, B. belone, N. melanostomus, N. fluviatilis, S. typhle, Z. ophiocephalus, P. flesus, H. guttulatus, Symphodus ocellatus, M. batrachocephalus</i>	пресноводный, генералист, аллогенный	I	0,3±0,1
			II	0,4±0,1
			III	0,25±0,06
			IV	0,2±0,06

Окончение таблицы 1.				
1	2	3	4	5
<i>C. rudolphii</i> l.	<i>N. fluviatilis</i> , <i>N. melanostomus</i> , <i>L. aurata</i> , <i>A. boyeri</i> , <i>Z. ophiocephalus</i> , <i>P. flesus</i> , <i>S. ocellatus</i> , <i>M. batrachocephalus</i> , <i>H. guttulatus</i> , <i>S. typhle</i>	- “ -	I	0,7±0,6
			II	0,7±0,1
			III	0,5±0,08
			IV	0,3±0,09
<i>Cosmocephalus obvelatus</i>	<i>A. boyeri</i> , <i>B. belone</i> , <i>N. melanostomus</i> , <i>N. fluviatilis</i> , <i>S. typhle</i> , <i>Z. ophiocephalus</i> , <i>M. batrachocephalus</i>	- “ -	I	0,6±0,4
			II	0,13±0,05
			III	0,1±0,03
			IV	0,04±0,02
<i>Paracuaria adunca</i> l.	<i>N. fluviatilis</i> , <i>A. boyeri</i> , <i>B. belone</i> , <i>N. melanostomus</i> , <i>Z. ophiocephalus</i> , <i>M. batrachocephalus</i>	- “ -	I	0,1±0,06
			II	0,08±0,03
			III	0,07±0,03
			IV	0,03±0,02
<i>Hysterothylacium aduncum</i> l.	<i>Gasterosteus aculeatus</i> , <i>B. belone</i>	морской стеногалинный, генералист, автогенный	I	0,03±0,03
			III	0,6±0,57
<i>Ergasilus nanus</i>	<i>B. belone</i> , <i>L. aurata</i> , <i>N. fluviatilis</i> , <i>N. melanostomus</i> , <i>Z. ophiocephalus</i>	морской эвригалинный, генералист, автогенный	II	0,8±0,3
<i>Mothocya taurica</i>	<i>A. boyeri</i>	морской эвригалинный, специалист, автогенный	II	0,2±0,07

Примечание: расположение биотопов см. на рис. 1; ИО – среднее значение индекса обилия среди всех хозяев ± стандартная ошибка.

* Для микроспоридий численность рассчитана как среднее количество спор в одном из десяти случайно выбранных полей зрения.

Все виды паразитов подразделены на две группы: аллогенные – использующие рыб только как промежуточных хозяев и автогенные – достигающие половой зрелости в рыбах; по проявлению специфичности [5]: на специалистов – встречающихся в одном виде хозяина, промежуточных специалистов – в видах одного рода, промежуточных генералистов – в видах хозяев из разных родов одного семейства и генералистов. Толерантность вида к солености среды оценивалась по собственным и литературным данным.

Для каждого инфрасообщества (терминология по [3]) рассчитаны показатели видового богатства (индекс Бриллюэна), доминирования (индекс Бергера-Паркера) и выравненности (индекс Пиелу), видовое богатство компонентных сообществ оценивалось по индексу Шеннона [2]. С помощью t-теста [4] оценивалась степень различий между видовым богатством этих сообществ. Использовались пакеты программ Statistica6 и Past3.

Из 56 видов, паразитирующих у исследованных рыб в Каркинитском заливе, 82 % составляли морские виды, солоноватоводные и виды пресноводного происхождения – по 9 % (табл. 1). Доминирование морских форм сохранялось в I–III биотопах в течение всего периода исследований, однако после прекращения работы Северо-Крымского канала в 2014 г. доля морских форм в районе станции III возросла с 63 % – в 2007-2013 гг. до 81 % – в 2014-2015 гг. У атерины, которая исследовалась в этом районе в предыдущие годы, в 2014 г. впервые найден ее специфичный паразит – морская стеногалинная трематода *Bacciger bacciger*. Также впервые в данной акватории у бычка *Zosterisessor ophiocephalus* обнаружена нематода из рода *Ascarophis*, представители которого типичные обитатели полигалинных биоценозов. Все это говорит о начавшемся в связи с изменением режима солености процессе пополнения экосистемы Каркинитского залива типично морскими формами. Несмотря на большое разнообразие и численность птиц, представленных в экосистеме Каркинитского залива, аллогенные виды, заканчивающие в них свое развитие, составили только 10 % паразитофауны исследованных рыб. Около половины (48 %) найденных паразитов используют широкий круг хозяев для реализации своих жизненных циклов, однако четверть видов представлена специалистами.

Проанализированные инфрасообщества паразитов рыб (табл. 2) во всех исследованных биотопах Каркинитского залива являются слабо сбалансированными и обедненными (индекс Бриллюэна <1, индекс Пиелу >0,5 и индекс Бергера-Паркера >0,5). Наибольшее видовое разнообразие отмечено для сообществ видов, паразитирующих у сингиля (табл. 3). Доминирующими в них являются виды-специалисты (моногонеи рода *Ligophorus* и трематоды сем. Harporogidae), они составляют не только ядро паразитофауны данного хозяина, но также относятся к одним из наиболее многочисленных видов среди всех найденных паразитов, представленных половозрелыми формами (табл. 1). Личиночные формы трематод (*Pygidiopsis genata* mtc. и *Cryptocotyle concavum* mtc.), а также споры миксоспоридий *Kudoa nova* имели более высокую численность (табл. 1), что, в целом, характерно для расселительных стадий паразитов. Однако половозрелые формы обоих видов трематод зарегистрированы в районе Каркинитского залива у нескольких видов птиц, при этом их численность очень высока: так, у серебристой чайки ИО *P. genata* составил 47, а ИО *C. concava* – 331 экз./особь [1], что свидетельствует о том, что эти гельминты входят в ядро паразитофауны всего биоценоза.

Таблица 2

Характеристика инфрасообществ паразитов рыб в разных биотопах и в разные годы в Каркинитском заливе

Вид рыбы	Год	Биотоп	N	n	Ин. Б.	Ин. J	Ин. Б-П.
<i>Belone belone</i>	2007	II	6	2,3±0,8	0,5±0,28	0,8±0,12	0,7±0,15
		I	14	1,5±0,8	0,2±0,23	0,9±0,16	0,9±0,22
	2014	II	21	2,1±0,6	0,4±0,21	0,7±0,22	0,8±0,15
<i>Syngnathus typhle</i>	2014	II	14	1,4±0,6	0,1±0,19	0,7±0,26	0,9±0,16
	2015	III	7	2,9±1,2	0,5±0,34	0,7±0,23	0,7±0,19
<i>Atherina boyeri</i>	2007	III	38	1,4±0,6	0,1±0,18	0,7±0,36	0,9±0,17
		II	39	1,8±0,8	0,2±0,24	0,6±0,36	0,8±0,21
	2012	IV	22	1,9±0,9	0,3±0,27	0,8±0,24	0,8±0,22
	2014	II	28	2,0±0,9	0,3±0,29	0,9±0,15	0,7±0,24
	2015	III	79	1,6±0,7	0,1±0,19	0,5±0,37	0,9±0,15
<i>Symphodus ocellatus</i>	2014	II	9	1,1±0,3	0,05±0,15	1	0,9±0,17
<i>Neogobius melanostomus</i>	2007	III	29	2±0,9	0,25±0,27	0,6±0,34	0,8±0,25
	2007	II	30	1,3±0,5	0,1±0,17	0,9±0,21	0,9±0,18
	2014	II	11	1,2±0,4	0,1±0,19	0,9±0,08	0,9±0,12
	2015	III	34	1,5±0,9	0,1±0,24	0,5±0,28	0,9±0,12
<i>Zosterisessor ophiocephalus</i>	2007	III	40	1,6±0,7	0,2±0,23	0,6±0,24	0,9±0,15
	2007	III	10	2,2±1,6	0,3±0,48	0,7±0,19	0,8±0,25
	2014	III	30	1,8±0,9	0,3±0,29	0,8±0,27	0,8±0,23
	2015	II	25	2,4±1,5	0,3±0,26	0,5±0,24	0,9±0,10
<i>Neogobius fluviatilis</i>	2007	III	30	1,5±0,6	0,1±0,21	0,4±0,33	0,9±0,13
	2008	II	9	2,1±1,3	0,4±0,38	0,7±0,36	0,8±0,22
	2012	IV	5	1	0		1,0
	2014	III	28	1,5±0,8	0,1±0,17	0,4±0,19	1,0±0,06
	2015	III	25	2,8±1,0	0,5±0,31	0,6±0,27	0,7±0,19
<i>Mesogobius batrachocephalus</i>	2007	I	7	2,1±1,3	0,2±0,20	0,7±0,37	0,8±0,20
<i>Liza aurata</i>	2007	II	7	1	0		1,0
	2014	II	20	4,1±1,8	0,7±0,34	0,9±0,10	0,5±0,18
	2014	III	5	1,6±0,9	0,2±0,34	0,8±0,08	0,9±0,16
<i>Platichthys flesus</i>	2015	III	8	1,8±0,7	0,2±0,21	0,5±0,28	0,9±0,17

Примечание: N – количество инфрасообществ, n – среднее количество видов в одном инфрасообществе; Ин Б. – индекс видового богатства Бриллюэна, Ин. J – индекс выравненности Пиелу; Ин. БП. – индекс доминирования Бергера-Паркера.

**Характеристика компонентных сообществ паразитов рыб в разных биотопах и в разные годы
в Каркинитском заливе**

Вид рыбы	Год	Биотоп	n	Ин. Ш	Ин. J	Ин. БП
<i>Belone belone</i>	2007	II	8	1,5	0,7	0,4
<i>Belone belone</i>	2014	II	4	0,5	0,4	0,8
<i>Syngnathus typhle</i>	2014	II	4	0,6	0,4	0,8
<i>Syngnathus typhle</i>	2015	III	6	1,2	0,7	0,6
<i>Atherina boyeri</i>	2007	III	6	0,5	0,3	0,9
<i>Atherina boyeri</i>	2007	II	7	0,4	0,2	0,9
<i>Atherina boyeri</i>	2012	IV	6	1,0	0,6	0,7
<i>Atherina boyeri</i>	2014	II	8	1,6	0,8	0,4
<i>Atherina boyeri</i>	2015	III	5	0,3	0,2	0,9
<i>Symphodus ocellatus</i>	2014	II	4	0,7	0,5	0,8
<i>Neogobius melanostomus</i>	2007	III	9	0,8	0,4	0,7
<i>Neogobius melanostomus</i>	2007	II	10	1,2	0,5	0,7
<i>Neogobius melanostomus</i>	2014	II	4	1,1	0,8	0,4
<i>Neogobius melanostomus</i>	2015	III	7	0,8	0,4	0,7
<i>Zosterisessor ophiocephalus</i>	2008	III	10	0,6	0,2	0,9
<i>Zosterisessor ophiocephalus</i>	2007	II	7	1,3	0,7	0,5
<i>Zosterisessor ophiocephalus</i>	2014	II	10	1,1	0,5	0,7
<i>Zosterisessor ophiocephalus</i>	2015	III	11	0,9	0,4	0,6
<i>Neogobius fluviatilis</i>	2007	II	3	0,2	0,2	0,9
<i>Neogobius fluviatilis</i>	2007	III	8	1,2	0,6	0,5
<i>Neogobius fluviatilis</i>	2014	III	5	0,5	0,3	0,9
<i>Neogobius fluviatilis</i>	2015	III	8	0,4	0,2	0,9
<i>Mesogobius batrachocephalus</i>	2007	I	9	1,2	0,5	0,7
<i>Liza aurata</i>	2007	II	5	0,6	0,4	0,9
<i>Liza aurata</i>	2014	II	12	1,7	0,7	0,3
<i>Liza aurata</i>	2014	III	3	0,6	0,6	0,8
<i>Platichthys flesus</i>	2015	III	6	0,5	0,3	0,8

Примечание: Ин. Ш – индекс Шеннона; остальные обозначения как в таблице 2

Анализ компонентных сообществ паразитов наиболее многочисленных в исследуемых биоценозах рыб, также показал их относительную бедность, индекс Шеннона во все годы исследований и во всех биотопах был <2, однако они более сбалансированы и выровнены по обилию (табл. 2), чем соответствующие инфрасообщества (табл. 3).

Сравнение компонентных сообществ паразитов рыб, которые были исследованы в разные годы (до и после прекращения работы Северо-Крымского канала) показало, что в районе п. Портовое и заповедника «Лебяжьий острова» (станция III), где соленость воды до 2014 г. колебалась от 6 до 16 ‰, а после стала стабилизироваться на уровне полигалинной, существенно уменьшилось видовое богатство анализируемых паразитарных сообществ у 3 из 4 исследованных рыб (табл. 4). При этом в наибольшей степени у такого типичного обитателя солоноватоводных прибрежных биоценозов как *N. fluviatilis*, для которого в предыдущие годы исследований в данном районе отмечалось достоверно большее видовое богатство компонентного сообщества паразитов, чем в других исследованных биотопах (табл. 4).

Сравнение видового богатства компонентных сообществ паразитов рыб в разных биотопах и в разные годы в Каркинитском заливе по индексу Шеннона с применением *t*-теста по [4]

Вид рыбы	Годы	Биотопы	t	df	P*
<i>Belone belone</i>	2007 vs 2014	II	12	186	1 Ч 10 ⁻²⁵
<i>Neogobius melanostomus</i>	2007 vs 2014	II	1,5	156	0,15
<i>Zosterisessor ophiocephalus</i>	2007 vs 2014	II	2,2	274	0,03
<i>Liza aurata</i>	2007 vs 2014	II	-5	87	5 Ч 10 ⁻⁶
<i>Atherina boyeri</i>	2007 vs 2014	II	-12	151	2 Ч 10 ⁻²⁴
<i>Atherina boyeri</i>	2007 vs 2015	III	10,5	636	7 Ч 10 ⁻²⁴
<i>Neogobius melanostomus</i>	2007 vs 2015	III	19	2829	3 Ч 10 ⁻⁷⁷
<i>Zosterisessor ophiocephalus</i>	2007 vs 2015	III	1,2	1070	0,22
<i>Neogobius fluviatilis</i>	2007 vs 2015	III	29,3	1394	2 Ч 10 ⁻¹⁴⁰
<i>Atherina boyeri</i>	2007	III vs II	2,9	1089	0,04
<i>Neogobius fluviatilis</i>	2007	III vs II	41	2254	3 Ч 10 ⁻²⁷⁶
<i>Liza aurata</i>	2014	III vs II	9	100	6 Ч 10 ⁻¹⁵
<i>Neogobius melanostomus</i>	2007	III vs II	-2,9	118	0,05
<i>Zosterisessor ophiocephalus</i>	2007	III vs II	-8	197	6 Ч 10 ⁻¹³

Примечание: Ин. III – индекс Шеннона; остальные обозначения как в таблице 2.

* Наименьшая величина уровня значимости.

Таким образом, несмотря на наблюдаемое в последние годы пополнение фауны паразитов рыб Каркинитского залива морскими формами, компонентные сообщества видов, паразитирующих у типичных обитателей этой экосистемы, очевидно, претерпевают существенные перестройки, что отражается на показателях видового разнообразия.

Список литературы

1. Стенько Р. П. Биоценотические связи трематод серебристой чайки в районе Лебяжьих островов Черного моря / Р. П. Стенько // II Всесоюз. Съезд паразитологов. – Киев: Наук. Думка, 1983. – С. 325–326.
2. Пугачев О. Н. Паразитарные сообщества речного голяна (*Phoxinus phoxinus* L.) / О. Н. Пугачев // Паразитология. – 2000. – 34, 3.– С. 196–209.
3. Bush A. O. Parasitology Meets Ecology on Its Own Terms: Margolis et al. Revisited / A. O. Bush, K. D. Lafferty, J. M. Lotz, A. W. Shostak // The Journal of Parasitology. – 1997. – 83. – P. 575–583.
4. Hutcheson K. A test for comparing diversities based on the Shannon formula / K. Hutcheson // Journal of Theoretical Biology. – 1970. – 29. – P.151–154.
5. Ыимковб А. Specificity and specialisation of congeneric monogeneans parasitizing cyprinid fish / А. Ыимковб, O. Verneau, M. Gelnar, S. Morand // Evolution. – 2006. – 60. – P.1023–1037.

CHARACTERIZATION OF SPECIES DIVERSITY AND STRUCTURE OF FISH PARASITE COMMUNITIES FROM KARKINITSKY BAY (BLACK SEA)

Dmitrieva E.V., Yurakhno V. M., Kornychuk Yu. M., Pronkina N.V., Polyakova T.A., Popyuk M.P.

*The A.O. Kovalevsky Institute of Marine Biological Research of RAS, Sevastopol,
Russian Federation, genijadmitrieva@gmail.com*

Fifty five species of parasitic fungi and crustaceans, myxosporidians and helminths were found in 878 specimens of 19 fish species, which were studied from 2007 to 2015 years in different biotopes of Karkinitsky Bay. There are 82 % of marine species and 48 % of species-generalist among them. The parasite infracommunities in all studied biotopes are poor and unbalanced by the abundance of species. The analysis of the interannual dynamics of the component communities of parasites revealed changes in their structures due to in the salinity, which is changed in some biotopes of Karkinitsky Bay.

Keywords: parasites, fish, species diversity, infracommunity, component community, diversity indices, Black Sea.

**ФОРМИРОВАНИЕ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЗАПОВЕДНОЙ ЗОНЫ
«БАЛКА КУЦАЯ» В ВЕСЕЛОВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ
КАК МЕРА ПО СОХРАНЕНИЮ БИОРАЗНООБРАЗИЯ**

Дудкин С.И.^{1,2}, Саенко Е.М.²

¹*Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия, si_dudkin@mail.ru,*

²*ФГБНУ «Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства»,
Ростов-на-Дону, Россия, si_dudkin@mail.ru, saenko_712@rambler.ru*

Веселовское водохранилище – искусственно сформированный и интенсивно используемый пресноводный водный объект на территории Ростовской области. Промышленное рыболовство и любительское рыболовство являются главными факторами, оказывающими влияние на численность и структуру популяций рыб и раков в водохранилище и его рыбопродуктивность. Система обеспечения устойчивого рыболовства в водохранилище предполагает введение запретных для рыболовства пространств.

Ключевые слова: Рыбохозяйственная заповедная зона. Ограничения рыболовства. Сохранение биоразнообразия.

Веселовское водохранилище один из основных промысловых водоемов Ростовской области. Обилие нерестилищ, отсутствие резких колебаний водного уровня, высокие концентрации фитопланктона, зоопланктона и зообентоса создают благоприятные условия для обитания водных биоресурсов и основой относительно высокого разнообразия ихтиофауны. Однако современный уровень рыбопродуктивности водохранилища не отвечает потенциальным продукционным возможностям водоема. Промысловая рыбопродуктивность водоема в последние годы варьирует в пределах всего лишь 9,7-12,6 кг/га, в среднем составляя 10,3 кг/га (при потенциальной рыбопродуктивности 300-500 кг/га).

Одной из основных причин современного низкого уровня рыбопродуктивности водохранилища является снижение эффективности естественного нереста рыб в результате ухудшения биоэкологических условий на нерестилищах.

В целях сохранения водных биоресурсов Веселовского водохранилища и создания оптимальных условий для развития рыболовства необходима организация запретных для рыболовства пространств, формирование «зон покоя», особенно на участках, наиболее ценных для естественного размножения рыб. Одним из таких ценных естественных нерестилищ для рыб в Веселовском водохранилище является Балка Куцая, на которой целесообразно формирование рыбохозяйственной заповедной зоны.

Залив Балка Куцая располагается на акватории Веселовского водохранилища в 2,3 км на юго-восток от пос. Дальний в границах Пролетарского административного района Ростовской области.

Внешней границей акватории является прямая линия, соединяющая точки с координатами 47°02'26.76'' с.ш.-41°10'50.34'' в.д. и 47°02'11.55'' с.ш.-41°10'41.79'' в.д.

Состояние ихтиофауны в образуемой рыбохозяйственной зоне.

В настоящее время в Веселовском водохранилище встречается около 30 видов рыб. Основными промысловыми видами являются судак (жилая форма), лещ (жилая форма), тарань, густера, толстолобики и карась серебряный. Сопутствующими промысловыми видами являются окунь пресноводный, сом пресноводный, берш, щука, сазан, амур белый, линь и красноперка, а также уклея и верховка.

Густера локализуется преимущественно в балках водохранилища, т.е. на наиболее богатых кормом участках. В заливе Балка Куцая густера обитает практически на всей акватории участка. Популяция представлена рыбами в возрасте от сеголетков до 5-годовалых с преобладанием 3-годовалых. В сетных и неводных уловах встречаются рыбы в возрасте 1+-4+. Основу уловов составляют особи в возрасте 2+-3+. Размерно-массовые показатели густеры варьируют от 15 до 25 см и от 73 до 402 г. Средняя длина рыб в уловах составляет 17,2 см, средняя масса - 0,125 кг.

Весной в заливе Балка Куцая отмечается активный нерест густеры в мелководных слабопроточных ее участках на глубине 20-60 см на умеренно заросших воздушно-водной и погруженной растительностью участках. Нерест густеры порционный. Икра откладывается на растительность, продолжительность эмбриогенеза составляет 4-6 суток. На всей акватории залива Балка Куцая трофические условия благоприятны для нагула молоди густеры. Кормовые условия для густеры в Балке Куцая оценены удовлетворительными. Коэффициент упитанности рыб осенью изменялся от 1,8 до 3,1 единиц со средним значением 2,4 единицы.

Карась серебряный. Ареалом обитания карася в водохранилищах является вся акватория водохранилища. Весной в нерестовый период карась встречается в основном в прибрежной части водохранилища. В заливе Балка Куцая имеются благоприятные условия для его нереста, расположенные на мелководьях прибрежной части, где водная среда хорошо прогревается. Икру карась откладывает на водную растительность, произрастающую в обилии в прибрежной части залива.

Воспроизводство карася в последние годы в водохранилище можно охарактеризовать как эффективное. Осенью при проведении обловов мальковой сеголетки карася встречались практически на всех станциях, составляя 2,4-17,5 % общего улова, количество особей на один замет мальковой волокуши колебалось от 3 до 5 экз.

В нагульный период карась равномерно распределяется по всей акватории водоема, как в балках, так и в открытой части водоема.

Уловы ставными сетями были представлены рыбами длиной от 14 до 28 см и массой от 0,1 кг до 0,71 кг. Средняя длина карася составила 23,4 см, средняя масса 0,45 кг. Основу (57,1 % общей численности) составляли рыбы длиной 23-25 см.

Основу рациона карася в водохранилище составляет зоопланктон, мягкая водная растительность и детрит, некоторую долю в питании занимают мелкие моллюски и личинки хирономид, имеющиеся в достаточном количестве в прибрежной части водоема. В Балке Куцая практически вся часть прибрежной акватории представляет собой высококормные участки для нагула карася. В 2015 г. коэффициент упитанности карася в течение нагульного колебался от 2,2 до 4,3 единиц (в среднем 3,4 единицы).

Лещ (жилая форма). В период исследований в уловах ставными сетями лещ встречался по всей акватории балок. Уловы были сформированы 2-7-годовиками. Из них 56,0 % приходилось на долю 4-годовиков. Длина рыб была в пределах 17-38 см и 0,1-1,03 кг. Средняя длина и масса рыб составила 24,3 см и 0,32 кг, соответственно.

Сеголетки леща в балке Куцей отмечались во всех уловах мальковой волокушей, преимущественно в прибрежной зоне, составляя 2,3-18,8 % от общего количества пойманной рыбы. Их количество в одном улове достигало 22 экз., средний показатель по станциям составлял 8 экз.

Предпочтительными объектами питания леща в водохранилище являются высшие ракообразные, заменяющей пищей – личинки хирономид, моллюски, растительность, детрит и зоопланктон. Данные кормовые объекты находятся в достаточном количестве в Балке Куцая, а их высокий уровень обеспечивает благоприятные трофические условия для леща.

В осенний период коэффициент упитанности леща изменялся от 1,3 до 3,4 единиц со средним значением 2,0 единиц, что свидетельствовало о хорошем физиологическом состоянии рыб, а условия нагула леща на исследуемом участке были оценены как удовлетворительные.

Тарань. В настоящее время в водохранилищах сложились популяции тарани, частично утратившие полупроходной образ жизни. Однако, иногда наблюдается скат молоди и производителей тарани из межплотинного участка Пролетарского в Веселовское водохранилище, а затем через Усть-Маньчское в р. Дон. Также отмечена нерестовая миграция производителей тарани из р. Дон через рыбоходные каналы Усть-Маньчского гидроузла в Усть-Маньчское водохранилище и далее вверх по каскаду водохранилищ Маньчского каскада, что свидетельствует о наличии общего репродуктивного стада и более сложных популяционных взаимоотношениях между жилой (плотва) и полупроходной (тарань) формами вида *Rutilus rutilus* в Азово-Донской части ареала.

Тарань начинает созревать в двухгодовалом возрасте. Основная масса рыб становится

половозрелой уже в 2-3 года. Свыше 3 лет длиной тела более 17 см все рыбы участвуют в нересте. Наибольшая абсолютная плодовитость рыб в Веселовском водохранилище наблюдалась у 5-годовиков (61,0 тыс. икринок). Количество икринок у самок, впервые участвующих в нересте (2-годовики), изменялось в пределах 10,5-18,5 тыс. шт. Яловость самок промысловых размеров не отмечена. Эффективность воспроизводства тарани в водохранилище в 2014-2015 гг. оценивается как высокая.

Осенью 2015 г. сеголетки тарани в основных местах нагула мелководной части залива Балки Куцая наблюдались в большом количестве во всех уловах, составляя 5,6-49,5 % всего вылова мальковой волокуши. Кроме того, регулярно отмечались особи урожайного поколения 2014 г. Число мальков тарани ваыировало от 5 экз. до 27 экз. на один замет волокуши.

Коэффициент упитанности тарани в течение нагульного периода (июнь-ноябрь) варьировал в пределах 1,9-4,2 единицы. Средние значения коэффициентов в водохранилищах были достаточно схожи – 2,3 и 2,5 единиц, что свидетельствует о хороших условиях нагула этого вида рыб в 2015 г.

Окунь пресноводный в Веселовском водохранилище преобладает по численности и биомассе. Уловы представлены рыбами, длина которых варьирует от 15 см до 32 см, масса от 0,05 кг до 0,73 кг (средние значения 21,4 см и 0,23 кг). Доминирующей группой являются рыбы длиной 22 см и массой 0,24 кг, составляя 18-21 % выловленных в балке Куцая особей.

Коэффициент упитанности рыб, отловленных в заливе Балка Куцая, в течение всего нагульного сезона варьировал от 1,8 до 3,3 единиц при средних значениях 2,2-2,4 единицы, свидетельствовало о благоприятных трофических условиях.

Красноперка. Уловы состояли из рыб в возрасте 2-4-годовиков. Основу составляли 2 и 3-годовики (53,8 % и 42,3 %, соответственно). Длина красноперки в уловах колебалась в пределах 16-24 см, масса – 0,02-0,38 кг (при средних значениях 20,1 см и 0,22 кг, соответственно). Коэффициент упитанности рыб был в среднем 2,6, при колебании от 2,2 до 3,2 единицы. В популяции преобладали самки – 81,5 % общей численности.

Нерест красноперки отмечается во второй половине апреля на мелководных, хорошо прогреваемых участках балок водохранилищ. В первой половине апреля самки имели IV-V и V стадии зрелости гонад. Максимальная абсолютная плодовитость у красноперки отмечена у 4-годовиков – 84,0 тыс. икринок. Количество икринок у самок, впервые участвующих в нересте (2-годовики), колеблется от 12,0 тыс. до 20,4 тыс. икринок, а средняя плодовитость – 33,6 тыс. икринок. Яловость самок промысловых размеров не отмечена.

Для Веселовского водохранилища щука обыкновенная, как правило, малочисленный вид, не имеющий промыслового значения в неводных уловах, встречающийся в качестве прилова к основным промысловым видам: лещ, судак, тарань, толстолобики. Однако в заливах Балки Куцая является излюбленным объектом добычи рыболовов-любителей. Ежегодно ее вылов в Балке составляет не менее 210 экземпляров.

В уловах щука начинает встречаться в возрасте 1+, при размерах, превышающих промысловую длину – 30 см. Ежегодно наблюдается недоучет рыб младших возрастных групп, что обусловлено крайне редкой встречаемостью молоди щуки в уловах мальковой волокушей из-за ее образа жизни и сравнительно небольшой площадью.

По результатам полевых исследований, выполненных осенью 2015 г., наблюдалось увеличение частоты встречаемости щуки в уловах и расширение площади мест ее обитания. В уловах щука была представлена рыбами поколений 2009-2013 гг. Длина рыб варьировала от 30 до 86 см, масса от 0,6 до 6,9 кг. Наиболее многочисленной группой были рыбы поколения 2012 г. (44,2 % общей численности). Доля рыб возрастной группы (6+) составила 5,1 %.

Судак (жилая форма). В водохранилище судак встречается на всей акватории водохранилища, но наибольшие его скопления отмечаются в балках, а из открытых частей водоема – в верхнем плёсе Веселовского водохранилища.

В заливе Балка Куцая популяция судака представлена рыбами от сеголетков до 7-годовиков. Наиболее многочисленной была группа 4-годовиков. Численность рыб старших возрастных групп составляющих основу воспроизводственного потенциала популяции не превышает 7 %.

В уловах текущего года размерно-массовые показатели судака варьировали в пределах 21-73 см и 0,13-5,2 кг. Средняя длина производителей в уловах закидным неводом составила 33,4 см, средняя масса 0,59 кг.

Половозрелым в водохранилище судак становится в 3-4-годовалом возрасте. По многолетним данным плодовитость самок в Веселовском водохранилище варьирует от 25,3 тыс. икринок у первонерестящихся до 550,1 тыс. икринок у 7-годовиков.

Нерест судака по многолетним данным проходит с первой половине апреля. Однако в зависимости от погодных условий возможны незначительная временная флуктуация.

Весной 2015 г. в Веселовском водохранилище нерест судака был продолжительным. Подход рыб на нерестилища начался в конце марта – начале апреля. Первые текущие самки стали встречаться в первой половине апреля при температуре воды 8-10 °С. Активный нерест производителей отмечался в середине апреля. Весной неводные уловы судака, в основном были сформированы 2-7-годовиками, из них 36,6 % приходилось на долю 5-годовиков. На долю рыб старшего возраста приходилось менее 1 %.

Длина нерестящихся рыб варьировала от 24 до 70 см, масса от 0,19 до 4,6 кг при средних значениях 37,7 см и 0,90 кг. В сетных уловах судак был представлен единичными экземплярами.

Нерест судака в 2014-2015 гг. оценивался как достаточно эффективный, однако в ходе мальковой съемки осенью 2015 г. сеголетки судака встречались в уловах неравномерно, преимущественно на глубине и - единично возле берега. В целом, частота встречаемости молоди судака в уловах в Балке Куцей была крайне низкой и не превышала 2,4 % от общего количества пойманной рыбы. Осенью сеголетки судака в уловах мальковой волокушей имели длину тела 13-15 см, что является хорошим показателем для этого вида.

В 2015 г., как и прежние годы, трофические условия для судака в нагульный период были удовлетворительными практически на всей акватории водохранилища благодаря достаточному количеству кормовых объектов (как мелкого частика, так и молоди других промысловых видов рыб).

Коэффициент упитанности судака в нагульный период варьировал от 0,8 до 1,8 единиц со средним значением 1,2, что свидетельствует о благоприятных трофических условиях текущего года для судака в заливах балок.

По результатам анализа данных о величине промысловых и контрольных неводных уловов промысловая численность судака на начало 2015 г. в Веселовском водохранилище составит 81,0 тыс. экз. биомассой 57,9 т и будет представлена рыбами промыслового размера (46,1 тыс. экз.) и группой пополнения (34,9 тыс. экз.). В рекомендуемой к формированию рыбохозяйственной заповедной зоне Балка Куцая, по расчетным данным неводной съемки, обитает около 8,5 тыс. экз. судака биомассой порядка 5,0-5,5 т.

Наличие зимовальных ям судака в заливе Балка Куцая.

Потенциальная продуктивная для обитания ихтиофауны площадь залива Балка Куцая составляет 141 га. На акватории Балки Куцей глубины варьируют от 0,5 м до 5,1 м. Наибольшая глубина отмечается в центральной части залива.

Площадь зимовальной ямы составляет 26 га, яма имеет овальную форму, вытянутую вдоль залива, протяженностью 1,1 км и шириной от 105 м до 340 м.

Наличие глубоководной зоны в русловой части залива создает благоприятные условия для зимовки судака, щуки, сома, растительноядных рыб и других видов рыб.

Рыбопромысловое значение залива Балка Куцая.

Основными объектами добычи (вылова) в водохранилище являются толстолобики, карась, судак (жилая форма), лещ (жилая форма), тарань (плотва) и густера. Добыча (вылов) рыбы в водохранилище традиционно осуществляется промышленным рыболовством и рыболовами-любителями.

Официальный промысел в Веселовском водохранилище ведется в соответствии с Правилами рыболовства для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна только одним видом орудия лова - закидными неводами ячеей 36-40 мм в общем количестве 4 единиц.

Промысел в водохранилище проводится как на открытой акватории водохранилища,

так и заливах. Залив Балка Куцая является частым местом добычи рыболовецких бригад.

Статистические данные об уловах пользователями основных видов промысловых рыб (без прочих пресноводных рыб) за период 2006-2014 гг. представлены в таблице 1.

Таблица 1

Уловы промысловых видов рыб в Веселовском водохранилище, т

Вид рыб	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Густера	18,5	30,0	14,0	3,0	10,5	18,3	14,8	6,8	11,2
Карась	40,9	96,1	84,3	8,2	82,5	181,5	49,9	58,0	181,1
Лещ	21,3	23,7	18,4	9,3	18,1	24,9	16,0	17,3	23,9
Судак	3,5	5,8	3,9	0,5	1,6	2,9	1,8	1,8	2,7
Тарань	12,1	8,5	4,8	2,8	7,7	9,0	7,0	7,7	10,9
Толстолобики	307,7	174,6	181,2	174,6	198,8	197,5	276,0	92,3	25,2
Всего	404,0	338,7	306,6	198,4	319,2	434,1	365,5	183,9	355,0

Как указывалось выше, современный уровень рыбопродуктивности Веселовского водохранилища не отвечает потенциальным продукционным возможностям водоема. Так, в 2013 г. промысловая рыбопродуктивность Веселовского водохранилища (без учета карася) составила лишь 4,2 кг/га, в то время как рыбопродуктивность интенсивно зарыбляемого водохранилища Миусский лиман (в той же VII зоне рыбоводства) – 431 кг/га, т.е. была в 100 раз выше, чем Веселовского водохранилища. При создании аналогичных Миусскому лиману условий (зарыбление, охрана, ограничение ННН-промысла и любительского рыболовства) промысловая рыбопродуктивность Веселовского водохранилища могла бы составить порядка 12,5 тыс. т рыбы в год.

Любительское рыболовство в Веселовском водохранилище осуществляется массово и в большинстве случаев носит неорганизованный характер.

Согласно «Правилам рыболовства для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна (Приказ Минсельхоза России от 09.06.2015 № 234), в Веселовском водохранилище любительский лов рыбы разрешен круглогодично. Зимой в период ледостава на водохранилище популярен подледный лов.

Анализ статистических данных ФГБУ «Аздонрыбвод» и госинспекторов АЧТУ за период 2006-2014 гг. свидетельствует о том, что численность рыболовов, посещающих водоемы, непостоянна и имеет межгодовую и межсезонную флуктуацию. Так, в период 2007-2008 гг. отмечалось снижение их численности по сравнению с 2006 г., а с 2009 г. отмечен рост численности рыболовов, посетивших водоем.

Рыболовы-любители вылавливают следующие виды рыб: берш, бычки, густера, карась, красноперка, лещ, линь, окунь, сазан, сом, судак (жилая форма), тарань, уклейка, щука. В зимний период в основном объектами любительского лова являются судак (жилая форма), щука, карась, окунь и красноперка, а в летний – тарань, густера, сазан, карась, красноперка и уклея.

Особое воздействие на популяции рыб наносят любители-рыболовы, проводящие добычу с использованием подводного снаряжения и добывающие крупных особей, составляющих основу репродуктивного потенциала популяций.

Наибольшая численность рыболовов-любителей зимой отмечалась в период ледостава (конец декабря – первая половина февраля). По экспертным оценкам, численность посетителей Веселовского водохранилища варьировала от 25 человек/сутки в ноябре до 3000 человек/сутки в январе.

В весенне-осенний период лов рыбы осуществляется с берега и с лодок спиннингами, удочками различных конструкций, разрешенных Правилами рыболовства.

Средний вылов на одного рыбака в течение года в Веселовском водохранилище

составляет 3.1 кг за одно посещение.

Густера ловится круглогодично с различной интенсивностью. Частота встречаемости густеры в уловах рыболовов-любителей находится в пределах 15-45 % общего объема выловленной рыбы.

Объем густеры, выловленной за одно посещение водоема, варьирует от 0,5-1,0 кг до 5-8 кг на человека. В среднем, вылов на одного рыболова составляет 3,4 кг/сутки.

По экспертной оценке, годовой вылов густеры рыболовами-любителями в Веселовском водохранилище составил порядка 10 т.

Карась – наиболее распространенный вид в водохранилищах, и в уловах рыболовов-любителей присутствует круглогодично в больших количествах. Частота его встречаемости в уловах рыболовов была в пределах 20-90 % общего объема выловленной рыбы.

По экспертной оценке, годовой вылов карася рыболовами-любителями в Веселовском водохранилище составил порядка 30 т.

Лещ встречается в уловах рыболовов-любителей в основном в весенне-осенний период. Частота его встречаемости в любительских уловах находится в пределах 5-25 % от общего объема выловленной рыбы.

По экспертной оценке годовой вылов леща рыболовами-любителями в Веселовском водохранилище составляет ежегодно порядка 9 т.

Судак – излюбленный объект любительского рыболовства в водохранилищах. В уловах встречается круглогодично, но наиболее популярен его лов в зимний период, когда он скапливается на зимовальных ямах. Наиболее активно добыча судака зимой осуществляется в глубокой устьевой части залива. За одно посещение водоема улов рыболовов-любителей в заливе достигает 50 кг.

Частота его встречаемости в любительских уловах в весенне-осенний период в зависимости от опытности рыболовов колеблется в пределах 5-30 % общего объема выловленной рыбы.

По экспертной оценке годовой вылов судака рыболовами в Веселовском водохранилище составляет порядка 10 т, что превышает рекомендованные объемы вылова этого вида в водохранилище.

Анализ убыли поколений *тарани* показывает, что объемы изъятия в несколько раз превышают статистические данные об уловах промышленным рыболовством. По оценке районной инспекции рыбоохраны, численность рыболовов-любителей зимой достигает порядка 6 тыс. человек, при этом уловы тарани не отражаются официальной промысловой статистикой.

В уловах рыболовов любителей тарань встречается круглогодично. Наибольшие ее уловы зимой отмечаются зимой в период ледостава. В весенне-осенний период частота ее встречаемости и количество выловленной рыбы относительно стабильны. В любительских уловах доля тарани в общем объеме улова рыб достигает 30 %. По экспертной оценке годовой вылов тарани рыболовами в Балке Куцей составляет порядка 5 т.

Окунь и *красноперка* также являются наиболее распространенными видами в уловах рыболовов-любителей. В уловах рыболовов-любителей размеры рыб колебались в пределах 10-17 см, составляя, в среднем 12,2 см, масса в пределах – 0,01-0,1 кг при среднем значении 0,03 кг. По экспертной оценке годовой вылов окуня и красноперки любителями в Веселовском водохранилище составляет порядка 2,5 т.

Таким образом, залив Балка Куца в Веселовском водохранилище по гидрологическим и биологическим условиям представляет собой уникальный естественный участок водоема, имеющий большое значение для нереста многих видов рыб, в том числе для ценного вида – судака (жилая форма), а также для леща, сазана, сома, тарани, щуки, окуня, густеры и других видов.

Анализ кормовой базы Балки Куцей свидетельствует, что ее акватория по сравнению с центральной частью водоема наиболее богата трофическими ресурсами, представленными широким разнообразием видов зоопланктона и зообентоса, что создает благоприятные условия для нагула молоди рыб.

Наличие глубоководной зоны в русловой части залива создает благоприятные условия для зимовки судака, щуки, сома, растительноядных рыб и других видов рыб.

Вышеизложенные материалы показывают необходимость и целесообразность в числе разнообразных ограничительных мер, направленных на сохранение и восстановление популяций водных биоресурсов в Веселовском водохранилище и создание оптимальных условий для устойчивого осуществления рыболовства, применить наиболее действенную природоохранную меру – организацию запретного для рыболовства пространства на акватории залива Балка Куцая. Ценность указанной акватории для естественного размножения рыб, пополнения и стабильной численности популяций рыб является основной биологической предпосылкой для обоснования необходимости формирования в заливе Балка Куцая рыбохозяйственной заповедной зоны.

FORMATION OF THE FISHERY CONSERVATION AREA «BEAM KUTSAYA» IN VESELOVSKY RESERVOIR AS A MEASURE OF BIODIVERSITY

Dudkin S.I.^{1,2}, Saenko E.M.²

¹Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russian Federation, si_dudkin@mail.ru

*²Azov Fisheries Research Institute, Rostov-on-Don, Russian Federation,
si_dudkin@mail.ru, saenko_712@rambler.ru*

Veselovskoye Reservoir - artificially generated and intensively used freshwater reservoir in the Rostov region. Commercial fishing and recreational fishing are the main factors that influence the size and structure of populations of fish and crayfish in the pond and fish productivity. The system of sustainable fisheries in the reservoir involves the introduction of no-fishing space.

Keywords: No-fishing zone. Restrictions on fishing. Biodiversity Conservation.

УДК: 582. 275. 54 581.55

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАКРОФИТОБЕНТОСА И ИХ ДИНАМИКА В РЕКРЕАЦИИ БУХТЫ БАЛАКЛАВСКАЯ (ЧЕРНОЕ МОРЕ)

И.К. Евстигнеева, И.Н. Танковская

ФГБУН ИМБИ им. А.О. Ковалевского РАН, г. Севастополь, Россия, Logrianin@nm.ru

Впервые описаны видовой состав и экологическая структура макрофитобентоса рекреационной зоны бухты Балаклавская (Черное море). Выделены эколого-таксономические лидеры и главные продуценты. Выявлены основные тенденции изменений макрофитобентоса бухты в течение года.

Ключевые слова: Черное море, бухта Балаклавская, макрофитобентос, эколого-таксономическая структура, фитомасса, временная динамика

Существующие знания о структуре и особенностях развития фитобентоса черноморской бухты Балаклавская, к сожалению, не могут быть признаны полными, поэтому этот участок Севастопольского региона остается достаточно новым для гидробиологических исследований. Одним из слабо исследованных ракурсов являются последствия рекреационно-туристического освоения черноморского побережья вообще и бухты Балаклавская, в частности. Поэтому целью работы стало круглогодичное исследование донной растительности рекреационной зоны бухты в условиях усиливающейся антропогенной нагрузки. Полученные данные сформируют представление о составе и структуре донной растительности морской рекреации и тенденциях их внутригодовых и межсезонных изменений.

Материал и методы. Исследования фитобиоты проводили на западном берегу бухты Балаклавская в зоне пляжа Мраморный, официально функционирующего с 2004 г. Сведения о гидролого-гидрохимическом режиме бухты изложены в работе [2]. Кроме того, по данным многолетнего государственного мониторинга (1992 - 2005 гг.) воды бухты

Балаклавская были постоянно загрязненными, а значения индекса эвтрофикации E – TRIХ (4,5-4,9) свидетельствовали о среднем уровне трофности водоема [1].

В течение 2013 г. ежемесячно на глубине до 0,5 м альгологические пробы отбирали по стандартной геоботанической методике [5]. Идентификацию водорослей проводили по определителю [4] с учетом последних номенклатурных изменений [9]. Экологические характеристики водорослей даны по опубликованным [7] и неопубликованным данным А.А. Калугиной-Гутник.

Для сравнительной характеристики флористического состава ценозов рассчитывали коэффициенты общности видов Жаккара (K_j , %) и их встречаемости (R, %). На основе данных о встречаемости виды распределяли по группам постоянства [8]. Для оценки структуры фитоценозов применяли индекс видового разнообразия Шеннона (H) [8]. Выявление силы и характера вариабельности отдельных характеристик производили на основе шестибальной шкалы Г.Н. Зайцева, учитывающей величину коэффициента вариации (C_v) [3]. Для определения степени равномерности сложения фитоценозов применяли индекс гомотонности J [8]. Группы доминантов и содоминантов выявляли по шкале доминирования и индивидуальной фитомассе видов, определяли индекс доминирования ключевых компонентов [8]. Для оценки качества водной среды и характера флоры применяли коэффициент Фельдманна и индекс Ченея [6, 10].

Общая характеристика эколого-таксономического разнообразия макрофитов рекреации бухты. В течение года в зоне пляжа Мраморный обитают макроводоросли 48 видов, 30 родов, 21 семейство, 17 порядков отделов Chlorophyta (Ch), Phaeophyta (Ph) и Rhodophyta (Rh). Видовая пропорция отделов (3Ch : 1Ph : 3Rh) свидетельствует о равном вкладе Ch и Rh в общий состав, втрое превышающем таковой у Ph (таблица). Таксономический анализ показывает, что самая упрощенная структура у Ph, богатая разнообразием – у Rh, за счет чего отдел является таксономическим лидером. Наиболее значимые таксоны имеют отношение к отделам Ch и Rh. Среди них числом видов выделяются *Cladophora*, *Ulva*, Ulvaceae, Cladophoraceae, Ceramiaceae, Ulvales, Cladophorales, Ceramiales. Величина отношения суммы видов Ch и Rh к числу видов Ph (индекс Ченея) позволяет причислить исследованную акваторию к среднезагрязненной. Значение коэффициента Фельдманна ($Rh/Ph = 3,1$) указывает на формирование в бухте субтропической флоры.

Идентифицированные виды относятся к 12 из 13 экологических групп, известных для фитобентоса Черного моря. Среди них нет представителей пресноводно-солонатоводной группы. Высокое разнообразие и вклад видов в состав морской, мезосапробной, однолетней и ведущей групп делают их ценогическими лидерами (доля выше 50 %). Близка к ним и позиция солонатоводно-морских видов. Более половины групп сформированы видами всех трех отделов, в остальные входят только представители Ch и Rh и реже - только Ch. Как правило, в составе групп преобладают виды Ch и Rh, Ph наиболее значим в сезонной и олигосапробной группах.

Внутригодовая и межсезонная динамика эколого-таксономического состава и фитомассы. В течение года виды проявляют разный уровень встречаемости. Ее максимум характерен ограниченному числу таксонов, таких как *Ulva intestinalis*, *Ulva linza*, *Ulva rigida* из Ch. На месяц реже встречаются *Gelidium crinale*, *Ceramium secundatum*, на два – *Callithamnion corymbosum* и *Grateloupia dichotoma* (все из Rh). Константное ядро макрофитобентоса рекреации бухты объединяет лишь 16 % видов. Надо отметить, что в условиях пляжа черноморские ценозообразующие виды *Cystoseira crinita* и *Cystoseira barbata* зарегистрированы лишь в 25 и 42 % случаев. Первый из названных видов здесь вегетирует в холодное время года, второй – в теплое.

С учетом встречаемости виды распределены между постоянной, добавочной и случайной группами. Доминируют добавочные виды с встречаемостью 25-50 %. На основе полученных данных рассчитаны индексы гомотонности альгоценоза, величина которых ($J_1 = 0,39$ и $J_2 = 1,9$) свидетельствует о низкой степени внутреннего видового подобия сообщества рекреации в течение года. Подтверждением этого служит невысокое среднее значение коэффициента Жаккара ($K_j = 38$ %). Самая высокая общность видов характерна альгоценозу в январе и феврале, в мае и июле, июле и октябре.

Таблица
Список видов водорослей бухты Балаклавская и их встречаемость (R, %) в течение года

Таксон	R, %
Chlorophyta	
<i>Ulva rigida</i> C. Ag.	100
<i>U. intestinalis</i> (L.) Nees	92
<i>U. linza</i> L. J. Ag	92
<i>U. prolifera</i> O.F. Muller	17
<i>U. torta</i> (Mertens) Trevisan	75
<i>U. flexuosa</i> Wulf.	42
<i>U. clathrate</i> (Roth) C. Ag.	17
<i>Bryopsis plumosa</i> (Huds.) C. Ag.	25
<i>B. corymbosa</i> J. Ag.	33
<i>Cladophora vadorum</i> (Aresch.) Kütz.	17
<i>C. albida</i> (Nees) Kütz.	58
<i>C. laetevirens</i> (Dillw.) Kütz.	8
<i>C. sericea</i> (Huds.) Kütz.	33
<i>C. liniformis liniformis</i> Kütz.	8
<i>Chaetomorpha aerea</i> (Huds.) Ag.	50
<i>Ch. Linum</i> (O.F. Muller) Kütz.	33
<i>Cladophoropsis membranacea</i> (Hofm. Bang ex C. Ag.) Börg.	17
<i>Urospora penicilliformis</i> (Roth) Aresch.	8
<i>Ulothrix implexa</i> (Kütz.) Kütz.	17
Phaeophyta	
<i>Cystoseira crinita</i> (Desf.) Bory	25
<i>C. barbata</i> C. Ag.	42
<i>Sphacelaria cirrosa</i> (Roth) C. Ag.	17
<i>Scytosiphon lomentaria</i> (Lyngb.) Link	42
<i>Ectocarpus siliculosus</i> (Dillw.) Lyngb.	50
<i>Dictyota spiralis</i> Montagne	8
<i>Stilophora tenella</i> (Esper)	8
Rhodophyta	
<i>Callithamnion corymbosum</i> (Sm.) Lyngb.	83
<i>Gelidium crinale</i> (Turn.) Lamour.	92
<i>G. spinosum</i> (Grev.) Born. et Thur.	67
<i>Ellisolandia elongate</i> (J.Ellis & Solander)	25
<i>Phymatolithon lenormandii</i> (Aresch.) W.H. Adey	8
<i>Ceramium secundatum</i> Lyngb.	92
<i>Ceramium virgatum</i> Roth	42
<i>C. diaphanum</i> (Lightf.) Roth.	58
<i>Polysiphonia denudata</i> (Dillw.) Grev. ex Harv.	17
<i>P. elongata</i> (Huds.) Spreng.	25
<i>P. subulifera</i> (C. Ag.) Harv	42
<i>Laurencia coronopus</i> J. Ag.	8
<i>Hydrolithon farinosum</i> (J.V.Lamour.)	8
<i>Acrochaetium secundatum</i> (Lyngb.) Ndgel	50
<i>Grateloupia dichotoma</i> J. Ag.	83
<i>Lomentaria clavellosa</i> (Lightfoot ex Turner) Gaillon	25
<i>Erythrotrichia carnea</i> (Dillw.) J. Ag.	25
<i>Pterothamnion plumula</i> (J.Ellis) Ndgeli	33
<i>Pyropia leucosticte</i> (Thuret) Neef.	28
<i>Spermathamnion strictum</i> (C. Ag.) Ardissonne	25
<i>Bangia fuscopurpurea</i> (Dillw.) Lyngbye	42
<i>Dasya apiculata</i> (C. Ag.) De Toni	

В течение года общее число видов варьирует от 14 в декабре до 23 в мае и августе, составляя в среднем 18 ± 2 таксона. Второй, локальный максимум приходится на январь и сентябрь. Рисунок иллюстрирует некоторую плавность внутригодовых изменений видового состава.

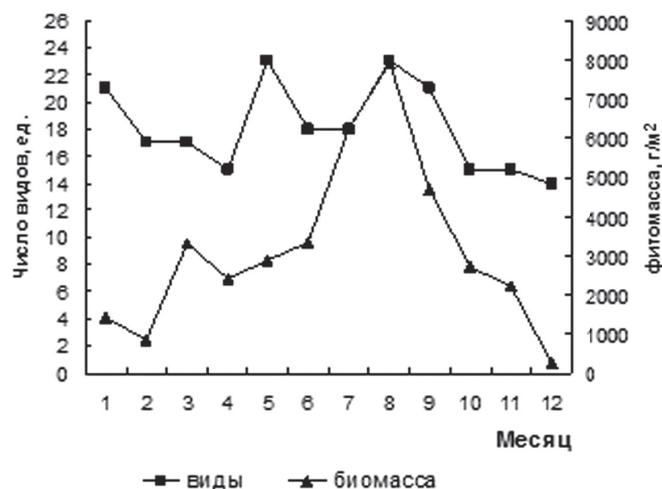


Рисунок - Внутригодовая динамика видового разнообразия и фитомассы ценоза в бухте Балаклавская.

Значение C_v невелико (20 %), что позволяет считать их по шкале Г.Н. Зайцева «нижне»нормальными. Большая часть кривой изменений числа видов Ch повторяет описанную. Лимиты колебаний числа видов Ch составляют 2-10 таксонов. У Ph, по сравнению с другими отделами, ниже не только видовое разнообразие, но и среднемесячное число видов, а также лимиты и размах изменчивости его состава. Высокий C_v позволяет расценивать внутригодовые изменения видовой структуры Ph как «значительные». Максимум разнообразия видов Ph приходится на май, много их в январе и феврале. Минимум их числа отмечен в начале лета, середине осени и в начале зимы. Число видов Rh варьирует в более широких границах, но с тем же размахом и в той же степени, что у Ch и всего альгоценоза. Среднемесячное число видов Rh высокое, особенно по сравнению с Ph. Максимум параметра зафиксирован в апреле, минимум – в августе.

Относительное количество видов каждого отдела, по сравнению с абсолютным, в течение года меняется незначительно, в рамках «верхней» нормы. Среднемесячная доля видов Ch и Rh примерно одинакова и втрое выше, чем у Ph. У Ch и Ph минимум относительного числа видов приходится на осень и начало зимы, у Rh - на май. Максимум этого показателя у отделов зарегистрирован в один и тот же весенне-летний период. Внутригодовым колебаниям подвержена и видовая пропорция отделов.

В итоге, внутригодовая изменчивость абсолютного и относительного числа видов в отделах, за исключением Ph, по силе является «нормальной». Максимум разнообразия Ch и Rh чаще приходится на теплый период года, минимум – на холодный. У Ph нет такой строгой временной приуроченности.

Среди экогрупп самая низкая встречаемость у солоноватоводной, у сезонной она близка к максимуму. У остальных групп встречаемость 100%-ная.

Видовой состав экогрупп в течение года чаще варьирует в пределах «нормы» и прежде всего «верхней». Кроме того, для редкой и сезонной групп характерна еще и «большая» изменчивость. Максимум и минимум абсолютного числа видов в группах нередко приходится сразу на несколько месяцев, но чаще первый – на май и август, второй – на апрель и конец года. В этом прослеживается аналогия с внутригодовой динамикой общего видового состава.

Относительное число видов в разных группах, подобно абсолютному, как правило, меняется с одной и той же силой («норма»). Доля видов в сезонной, полисапробной и солоноватоводной группах в течение года существенно подвержена изменчивости. Особенностью внутригодовой динамики этого показателя в группах, в отличие от его абсолютного выражения, является строгая приуроченность минимума к ноябрю. Максимум доли видов в группах приходится на разные месяцы, но чаще в первые два месяца осени.

Комбинации базовых экогрупп меняются ежемесячно, однако в них всегда присутствует ведущая группа. Встречаемость однолетников в роли базовой группы несколько ниже (83 %), поскольку в апреле и сентябре эту роль они выполняют паритетно с двумя другими группами продолжительности вегетации. Мезосапробионты единолично главенствуют в январе, феврале, а также с мая по октябрь. В иное время такое положение разделяют еще и олигосапробионты. С января по май среди галобных групп первенство удерживают солоноватоводно-морские виды, которые в начале и конце лета, а также в октябре и декабре уступают или совмещают его с морской группой.

Водоросли рекреационной зоны бухты Балаклавская в отдельные месяцы способны формировать очень высокую фитомассу. Среднемесячная фитомасса альгоценоза достигает 3188 ± 1243 г·м⁻², а лимиты вариации самого показателя - $252-7923$ г·м⁻² (рисунок). Большой размах внутригодовой изменчивости данного показателя определяет высокое значение C_v (69 %), свидетельствующее о том, что она по характеру является «значительной». Августовский максимум связан, в первую очередь, с уровнем функционирования видов Ch и прежде всего *U. rigida*. Минимум фитомассы альгоценоза совпадает с низким видовым разнообразием, а также с отсутствием в этот период бурых водорослей и прежде всего таких крупнотелых, как виды *Cystoseira*.

Из трех отделов наибольшая суммарная фитомасса видов у Ch, которая в 2,1 и 1,7 раза выше, чем у Ph и Rh. Этот показатель Ch особенно велик в июле, когда 96 % его приходится на долю *U. rigida*. Чуть ниже фитомасса Ch в августе, хотя *U. rigida* остается основным продуцентом, как в отделе, так и в фитоценозе. В декабре Ch представлен двумя видами с низкой суммарной фитомассой. Внутригодовая изменчивость фитомассы всех видов отдела достаточно интенсивна и по шкале Г.Н. Зайцева соответствует «большой». Среднемесячный уровень показателя изменяется от $0,04$ г·м⁻² у *Cladophora liniformis* до 877 г·м⁻² у *U. rigida*. Вторую и третью позицию после доминанта занимают *U. intestinalis* и *U. linza*. Средняя за месяц фитомасса Ch достигает половины такой же фитомассы ценоза (1589 ± 783 г·м⁻²).

Суммарная фитомасса видов Ph является варибельным признаком, минимум и максимум которого различаются на несколько порядков (32 и 2600 г·м⁻²). Наибольшее развитие виды отдела получают в августе, когда их доля составляет треть фитомассы ценоза и прежде всего за счет *Cystoseira barbata*. Низкий уровень общей фитомассы видов Ph отмечен в декабре и мае. Следует отметить, что сроки проявления минимума продукционной характеристики Ph и Ch совпадают во времени. Невысокая встречаемость видов Ph в течение года (8-50 %) сказалась на величине C_v , свидетельствующей об «аномально» высокой изменчивости их общей фитомассы. Среднемесячная фитомасса Ph в 2 и в 1,2 раза меньше, чем у других отделов. Среднемесячная фитомасса видов колеблется от $0,1$ до $417,0$ г·м⁻² с максимумом у *C. barbata*. У *C. crinita* она втрое ниже, но при этом в много раз превышает таковую у других видов Ph.

Общая фитомасса видов Rh характеризуется высоким непостоянством («очень большая» изменчивость). В отличие от других отделов ее максимум приходится на сентябрь, а минимум, подобно Ch, Ph и всему фитоценозу - на декабрь и апрель. Индивидуальная среднемесячная фитомасса видов Rh варьирует от 0,003 до 332 г·м⁻² с максимумом у *C. secundatum*, близка к максимальной и фитомасса *G. crinale*. Среднемесячная общая фитомасса Rh составляет 915±893 г·м⁻², что ниже, чем у Ch и выше, чем у Ph.

Исходя из данных о среднемесячном уровне фитомассы, основными продуцентами в исследованной части бухты являются *U. rigida*, *U. intestinalis*, *C. barbata*, *C. secundatum* и *G. crinale*. В отдельные месяцы их позиция может занимать другие виды. Группа доминантов сложена четырьмя видами Ch, тремя – Ph и Rh каждый. Среди Ch ключевыми видами являются *U. torta*, *U. intestinalis*, *U. linza*, *U. rigida*, среди Ph – оба вида цистозирры и *Scytosiphon lomentaria*, среди Rh – *C. secundatum*, *C. virgatum*, *G. crinale*. В первую половину года доминанты представлены 2-3 видами, фитомасса которых часто ниже 1 кг·м⁻², во вторую – одним с фитомассой более килограмма. Индекс доминирования ключевых видов варьирует от 9 % у *G. crinale* до 33 % у *U. rigida* и *C. crinita*. У *C. secundatum* индекс близок к максимальному. Группа содоминантов, по сравнению с доминантами, разнообразнее на 3 вида. Она сложена 5 видами Ch и Rh каждый, а также 3 видами Ph. Степень качественного совпадения обеих групп достигает 44 %. Учитывая встречаемость того или иного вида в роли доминанта или содоминанта можно утверждать, что первая группа представлена облигатными и факультативными видами в соотношении 4 : 1, вторая – 2 : 1.

В соответствие со шкалой доминирования, учитывающей величину относительной фитомассы, виды рекреации бухты Балаклавская делятся на четыре группы: малозначимые, второстепенные, субдоминанты и доминанты. В течение года в исследованном фитоценозе отсутствуют абсолютные доминанты, господствуют малозначимые виды (69 % общего числа видов) с относительной фитомассой не более 1 %. Субдоминантами сообщества являются *C. barbata*, *U. intestinalis*, *C. secundatum* и *G. crinale* (9-13 %), а доминантом *U. rigida* (27 %).

Перечень доминантов можно откорректировать или подтвердить на основе формулы Бродской-Зенкевич [8], учитывающей кроме объема продуцируемой фитомассы еще и встречаемость вида. В этом случае список базовых продуцентов сокращается до *U. rigida*, *U. intestinalis*, *C. secundatum*.

Индекс видового разнообразия Шеннона варьирует от 1,5 в июле до 3,4 в январе, составляя в среднем 2,6±0,3. Низкий индекс в середине лета связан с тем, что в это время 70 % суммарной фитомассы приходится только на *U. rigida*.

Обобщение и усреднение данных для каждого сезона позволяет проследить тенденции внутригодовой динамики с учетом связи «сезон-признак» и выявить временную приуроченность (локализацию) максимумов и минимумов параметров альгоценоза бухты к одному сезону, нескольким сезонам или констатировать ее отсутствие.

Так, было установлено, что весной, по сравнению с другими периодами года, максимальным уровнем отличаются видовое разнообразие и фитомасса ценоза, в том числе и видов Ch, доля надвидовых таксонов, средние для сезона встречаемость, число видов Ph и изменчивость их фитомассы. Кроме этих обнаружен еще ряд показателей альгоценоза, уровень которых не менее велик, однако такой факт обнаружен и в иные сезоны, прежде всего осенью. Вместе с тем исключительно весной в сообществе среди Rh мало видов со 100%-ной встречаемостью, крайне низка доля видов, родов и семейств этого же отдела в общем таксономическом спектре. Видовой состав и фитомасса Ch во временных рамках сезона практически не меняется. Средняя за сезон доля фитомассы видов Rh говорит об их малом вкладе в продукционный процесс. Исходя из среднего для сезона значения коэффициента Жаккара, видовая общность фитоценоза в весенние месяцы охарактеризуется как очень низкая.

Помимо выше перечисленных ценотических показателей выявлены и такие, минимумы которых зафиксированы не только весной, но и в осенне-зимний период.

На лето приходятся максимумы средней за сезон встречаемости видов Ch и значения коэффициента Жаккара, а также числа постоянных видов. В это время наивысшим уровнем

характеризуются фитомасса ценоза, общая и средняя для сезона фитомасса видов Rh и только средняя - у Ch. Летние максимумы некоторых параметров соответствуют подобным в другие сезоны, чаще зимой и весной. Исключительно летом среди водорослей рекреации бухты очень мало добавочных видов, невелико родовое разнообразие Ch, крайне невысоки суммарная фитомасса видов Rh и взаимосвязанные между собой величины индекса Шеннона и числа субдоминантных видов. Кроме этих показателей, у Ch и Rh выявлены еще и такие, минимум которых приурочен не только к описываемому периоду года, но и к осенне-зимнему.

Фитоценозы осеннего периода обладают самым высоким таксономическим разнообразием Ch, выраженной вариативностью видовой структуры и доли Rh в общем составе. К очень высоким, по сравнению с другими периодами года, относятся значения коэффициента Ченя, общей, среднемесячной фитомассы Rh и ее средней доли у Ph. Среди характеристик фитоценоза есть и те, максимум которых кроме осени зафиксирован еще весной и летом. Осенний альгоценоз отличается такой средней встречаемостью видов Ph, которая в 1,5-2 раза ниже, чем в другие сезоны. Очень низкими являются и отдельные количественные параметры надвидовой части таксономического состава Ch и Ph. На этот сезон приходится самые незначительные вклад видов Ch в общую фитомассу и его внутрисезонная изменчивость. В осеннем фитоценозе рекреации бухты очень мало постоянных видов с показателем встречаемости более 50 %. Доля видов Ph и Rh в общем составе, число постоянных видов Ch и Ph, общее количество надвидовых таксонов в ценозе, изменчивость фитомассы Rh минимальны не только осенью, но и в другие сезоны и прежде всего летом.

Зимние фитоценозы характеризуются самыми высокими долей видов и количеством родов Ph, степенью изменчивости относительного и абсолютного числа видов Ch, их суммарной фитомассой и ее долей в общей, значением индекса Шеннона и размахом изменчивости коэффициента K_j. В таких ценозах очень много второстепенных и субдоминантных видов. Выявленные зимой максимумы некоторых признаков соответствовали таковым в других сезонах и прежде всего весной и осенью. Среднее для зимы число видов Ch, значение индекса Ченя, общая за сезон фитомасса ценоза, среднемесячная фитомасса Ch и Ph, относительная фитомасса и ее изменчивость в зимние месяцы у Ph, вариабельность вклада видов Rh в общую фитомассу, число малозначимых видов в этот период являются наименьшими за все сезоны. Минимум же доли видов и родов Ch в районе наших исследований, размах изменчивости числа видов Rh зарегистрирован не только зимой, но и летом.

Среди охарактеризованных признаков есть такие, у которых время проявления максимума и минимума ограничено одним сезоном и, следовательно, оставшуюся большую часть года они мало подвержены вариациям и даже остаются неизменными. К ним можно отнести общее число видов, родов, семейств и порядков в каждом отделе, среднее значение коэффициента встречаемости видов Ch и Rh, пропорции их таксонов, размах вариабельности общего числа видов и видов Rh. Среднемесячное число видов в альгоценозе и у Rh, доля видов каждого из отделов в любой сезон меняется по одному и тому же типу («норма»).

Максимум и минимум фитомассы, в отличие от таковых у других характеристик ценоза, не совпадают во времени. Минимум фитомассы и связанных с ней показателей фиксируется преимущественно зимой, для максимума нельзя выделить один конкретный период года.

Оценим качество (силу и характер) межсезонной изменчивости некоторых признаков фитоценоза побережья бухты и сравним его с внутрисезонными вариациями. Имеющиеся данные показывают, что межсезонные количественные изменения видового состава не превышают 18 %, что соответствует «нижней» норме и это гораздо меньше подобных изменений внутри сезонов. Спектр внутри- и межсезонных вариаций относительного числа видов в отделах включает те же типы изменчивости и с тем же уклоном в сторону «нормальной», что и у абсолютного числа. Однако, в отличие от абсолютного числа видов существенные колебания относительного показателя проявляются только зимой у Ch и осенью у Ph.

Внутригодовые колебания фитомассы отделов и всего фитоценоза по шкале Г.Н. Зайцева соответствуют шести классам изменчивости, среди которых доминирует «верхняя» норма (второй класс). Межсезонная изменчивость фитомассы относится к «значительной»,

«большой» и «очень большой», исключая «нормальную», что было отмечено для внутригодовой. Наиболее существенные изменения происходят зимой, что в некоторой мере связано с температурным режимом и гидродинамическими особенностями сезона. В целом же, самой статичной выглядит абсолютная фитомасса видов Ch и всего ценоза, а самой динамичной – у Rh. Изменения относительной фитомассы у Ch имеют преимущественно «нижненормальный» характер, у двух других отделов он чаще «значительный» и «очень большой». В отличие от абсолютной относительная фитомасса особенно непостоянна весной и летом. Среди отделов у Rh она самая динамичная, у Ch - наиболее статичная.

Сопоставление характера внутрисезонных изменений абсолютной и относительной фитомассы показало, что у Ch оба показателя проявляют себя как достаточно константные признаки. У Rh зимой и осенью относительная фитомасса изменяется в той же степени, что и абсолютная, а весной и летом в несколько меньшей. У Rh, исключая лето, абсолютная фитомасса изменяется так же или сильнее, чем относительная.

Заключение. Круглогодично в зоне пляжа Мраморный обитают макроводоросли 48 видов, 30 родов, 21 семейства, 17 порядков отделов Chlorophyta, Phaeophyta и Rhodophyta. Среди них преобладают виды морской, мезосапробной, однолетней и ведущей групп. Фитоценозы в основном сложены постоянными и добавочными видами с высокой встречаемостью.

Видовое разнообразие ценоза, слагающих его отделов Rh и Ch в течение года меняется не столь существенно, как у Ph.

Межсезонная изменчивость параметров видового разнообразия невелика, а их зримые пики разнесены во времени. Зимой и летом господствуют Rh, которые весной и осенью функционируют наравне с Ch. Ph по числу видов уступает другим отделам и не является базовым компонентом донной растительности рекреации. Доля видов разных отделов варьирует между сезонами в пределах «нормы».

Для надвидовой части таксономической структуры характерны незначительность изменчивости числа семейств, равенство количества родов в зимне-весенний период, а также слабо выраженный, но максимум числа порядков весной.

Средний за сезон показатель встречаемости видов Rh большую часть времени одинаково велик и лишь осенью снижается до минимума. У Ch и Ph максимум показателя приходится соответственно на лето и осень.

Внутригодовые колебания фитомассы отделов и всего ценоза по шкале Г.Н. Зайцева соответствуют шести классам изменчивости, среди которых доминирует «верхняя» норма (второй класс). Для нее периодом минимума является зима, тогда как для максимума нет четкой сезонной приуроченности. Межсезонные изменения абсолютной фитомассы нередко более выраженные, чем внутрисезонные. Колебания относительной фитомассы у Ch преимущественно «нижненормальные», у других отделов они выше.

Список литературы

1. Губанов В.И., Куфтаркова Е.А., Ковригина Н.П., Родионова Н.Ю. Диагноз качества вод Черного моря в районе г. Севастополя. // Современные проблемы экологии Азово–Черноморского региона: Материалы III Международной конференции, 10 – 11 октября 2007 г. - Керчь, ЮгНИРО, 2008. - С. 90 - 97
2. Евстигнеева И.К., Танковская И.Н. Донная растительность рекреационной зоны бухты Балаклавская // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона : материалы VIII Международной конференции. Керчь, 26-27 июня 2013 г. – Керчь: ЮгНИРО, 2013. – С. 46 – 55.
3. Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной ботанике. М: Наука, 1990. – 296 с.
4. Зинова А.Д. Определитель зеленых, бурых и красных водорослей южных морей СССР. – Изд-во «Наука», М. – Л., 1967. – 397 с.
5. Калугина А.А. Исследование донной растительности Черного моря с применением легководолазной техники // Морские подводные исследования. М., 1969. – С. 105 - 113.
6. Калугина-Гутник А.А. Изменение видового состава фитобентоса в бухте Ласпи за период 1964-1983 гг. // Экология моря. – 1989. – Вып. 31. – С. 7-12
7. Калугина-Гутник А.А. Фитобентос Черного моря. – Киев: Наук. думка, 1975.– 248 с.
8. Розенберг Г.С. Количественные методы экологии и гидробиологии / Сб. научн. трудов, посвященный памяти А.И. Баканова. – Тольятти: СамНЦ РАН, 2005. – 220 с.

9. Guiry M. D., Guiry G. M. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway [Electronic resource]. – [http:// www.algaebase.org](http://www.algaebase.org). – Searched on 07 May 2015

10. Cheney D.T. R + C/P – a new and improved ratio for comparing seaweed floras // J. Phycol. – 1977. – 13, № 2. – P. 12.

STRUCTURAL-FUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF MACROPHYTOBENTHOS AND ITS DYNAMICS IN RECREATIONAL ZONE OF BALAKLAVA BAY (BLACK SEA)

Evstigneeva I.K., Tankovskaya I.N.

IMBR RAS, c. Sebastopol, Russia

Species content and ecological structure of macrophytobenthos in recreational zone of Balaklava bay (Black sea) are described for the first time. Ecology-taxonomic leaders and principal producers are identified. The main tendencies of changes in macrophytobenthos of the bay during a year are determined.

Key words: Black sea; Balaklava bay; macrophytobenthos; ecology-taxonomic structure; phytomass; time dynamics.

УДК 574.58

ВИДОВОЙ СОСТАВ РЫБНОГО НАСЕЛЕНИЯ И ИНТЕНСИВНОСТЬ ПОЕДАНИЯ МОЛОДИ ГОРБУШИ *ONCORHYNCHUS GORBUSCHA* РАЗНЫМИ ВИДАМИ РЫБ ТИПИЧНОЙ ЛОСОСЕВОЙ РЕКИ ЮГО-ВОСТОЧНОГО САХАЛИНА В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД 2015 Г.

Живоглядов А.А.¹, Живоглядова Л.А.¹, Метленков В.В.²

¹ФГБНУ «АзНИИРХ», г. Ростов-на-Дону, Россия, tauros-kiff@mail.ru, Zhivoglyadova.L@rambler.ru

²ФГБНУ «СахНИРО», г. Южно-Сахалинск, a.metlenkov@sakhniro.ru

В уловах активных орудий лова в среднем течении и в эстуарной части типичной лососяной реки о. Сахалин (р. Фирсовка, юго-восточное побережье острова) в июне-июле 2015 г. зарегистрировано 7 (среднее течение) и 13 (эстуарий) видов рыб. По биомассе и численности на эстуарном участке в июне доминировали проходные и эвригалитные виды: преднерестовая сима *Oncorhynchus masou*, крупночешуйная красноперка *Tribolodon hakuensis*, звездчатая камбала *Platichthys stellatus*. В начале июля доминанты закономерно сменились, наиболее массовыми видами на данном участке стали проходные южная мальма *Salvelinus malma krascheninnikovi* и преднерестовая горбуша *O. gorbuscha*. На участке среднего течения преобладали типичные обитатели сахалинских рек – молодь сими *O. masou* и кунджа *Salvelinus leucomaenis*.

Обловы были приурочены к выпуску искусственно воспроизведенной молоди горбуши *O. gorbuscha* с лососяной рыбодного завода «Фирсовка», расположенного на исследуемой реке. Указанные виды, наряду с дальневосточной широколобкой *Megalocottus platycephalus taeniopterus* и дальневосточной навагой *Eleginus gracilis*, так же отмеченными в уловах, являются наиболее вероятными потребителями молоди тихоокеанских лососей в реках и побережье Сахалинской области. По результатам проведенных работ интенсивность потребления молоди горбуши указанными видами различалась. Наиболее интенсивно выедала молодь горбуши кунджа (как в среднем течении, так и в эстуарии р. Фирсовка), на втором месте по интенсивности потребления молоди лососей находились дальневосточная навага и дальневосточная широколобка (эстуарный участок). На третьем месте по интенсивности выедания молоди горбуши находилась молодь сими (среднее течение р. Фирсовка).

Ключевые слова: о. Сахалин, лососяная река, массовые виды рыб, питание рыб, потребление молоди лососей, горбуша *Oncorhynchus gorbuscha*, хищные виды рыб.

Несмотря на длительную историю изучения рыб пресных вод Сахалина [8; 9; 1; 10 и др.], вопросы, касающиеся структурных характеристик рыбного населения текущих вод острова, до сих пор освещены недостаточно [3].

Одним из вопросов, неизбежно затрагиваемых при изучении разнообразия ихтиофауны лососяных рек Дальнего Востока, являются пищевые связи рыбного населения. В частности,

весьма важным и не до конца изученным моментом является интенсивность потребления молоди лососей разными видами хищных рыб на протяжении катадромной миграции в нерестовой реке. Указанный вопрос не рассматривается в доступной литературе, несмотря на то, что его решение имеет важное практическое значение. В частности, подобные сведения необходимы для уточнения списка хищных и малоценных видов сахалинских рек, мест проведения и интенсивности мероприятий по рыбохозяйственной мелиорации (очистке водоемов от хищных видов) в период выпуска молоди тихоокеанских лососей с лососевых рыбопроизводных заводов (ЛРЗ), а также для решения ряда теоретических задач.

Установлено, что основными потребителями молоди лососей являются кунджа, навага и бычки. Кроме того, молодь лососей поедают голец, сельдь, сиви, таймень и другие рыбы [4].

Более уязвимой, чем молодь естественного происхождения, является рыба, выпущенная с рыбопроизводных заводов. Так, степень выедания «заводской» молоди в р. Барабашевка (Приморье) в 1991 г. составила 10,3 % и была в 3,5 раза выше, чем природной [5].

Механизмы и закономерности воздействия хищных рыб на молодь лососей для рек Сахалина рассмотрены на ограниченном материале [11;12; 2; 13], без учета структурных характеристик рыбного населения и происходящих в них изменений.

Данная работа призвана в какой-то степени исправить существующий пробел. В наши задачи входило выяснение видового состава и основных ценологических показателей (численность-биомасса на единицу площади русла) рыбного населения р. Фирсовка на участках русла, через которые проходит катадромная миграция молоди горбуши в период выпуска с ЛРЗ «Фирсовка», и ската с естественных нерестилищ, анализ размерно-массового состава и наличия в желудках хищных видов молоди горбуши для выяснения их роли в потреблении молоди лососей.

В соответствии с поставленными задачами, анализировали рыбное население только на участке выпуска молоди лососей с рыбопроизводного завода (среднее течение реки) и ниже, на эстуарном участке, поскольку миграция молоди лососей носит активно-пассивный характер и направлена преимущественно вниз по течению [6].

Материал и методы

Обловы реки Фирсовка были выполнены в период с 9.06 по 03.07.15 г., т.е., до начала выпуска, во время максимальных выпусков и после завершения выпуска молоди горбуши с лососевого рыбопроизводного завода (ЛРЗ) «Фирсовка».

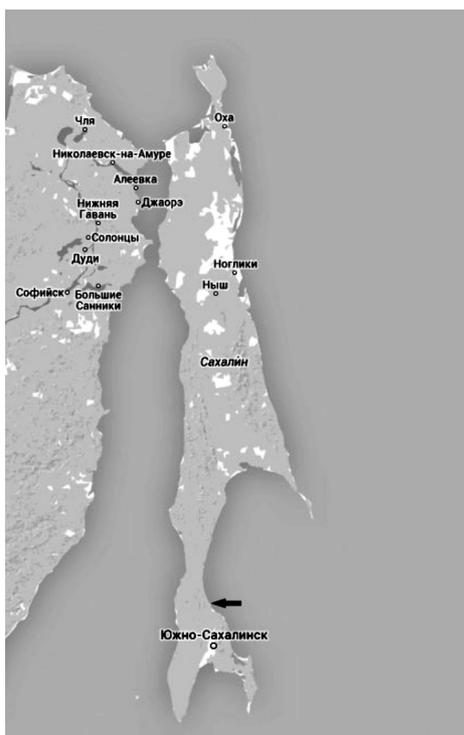


Рисунок 1 – Карта-схема о. Сахалин. Стрелкой отмечено местонахождение р. Фирсовка.

Исследования осуществлены в двух точках: в эстуарной части реки (станция №1), и на расстоянии 50 м выше места выпуска молоди (станция №2) (рисунок 1).

Выпуск молоди горбуши с ЛРЗ «Фирсовка» в 2015 году проводили партиями, в период с 16.06 по 18.06.15. Всего было выпущено 7,5 млн шт. мальков.

На эстуарном участке (станция №1) обловы были выполнены при участии бригады прибрежного лова ООО «Меридиан». Для работ был использован невод длиной 70 м, с ячейей 10x10 мм. Заметы были произведены с кунгаса, один конец невода находился на берегу, длина ваера другого конца невода варьировалась от 20 до 30 м. В каждый день работ было выполнено по 2–3 последовательных замета неводом. Коэффициент уловистости невода принят равным 0,3.

На станции №2, расположенной в 50 м выше точки выпуска молоди, обловы ихтиофауны были проведены при помощи мальковой волокуши

длиной 10 м (ячей в крыльях 5x5 мм, в кутце 3x3 мм). Протяженность участков, обловленных мальковой волокушей составила 40–50 м. На каждой станции было выполнено по 2 облова. С учетом результативности и параметров лова, коэффициент уловистости волокуши принят равным 0,3.

Количество выполненных станций и обловов приведено в таблице 1.

Таблица 1

Количество выполненных станций в р. Фирсовка, июнь-июль 2015 г.

Водоток	Участок реки,	Номер станции	Количество обловов на станции	Общее количество, обловов
Р. Фирсовка	приустьевая часть	станция 1	2-3	16
	среднее течение, 50 м выше по течению от места выпуска молоди с ЛРЗ «Фирсовка»	станция 2	2	15

Улов каждого замета разбирали до вида, затем транспортировали в цех обработки на ЛРЗ «Фирсовка», где выполняли дальнейший анализ.

Весь улов просчитывали и взвешивали. При расчетах численности и биомассы рыб в реке полученные данные пересчитывали на 1 м². Биологический анализ и массовые промеры произведены в соответствии с общепринятыми методами [7].

Выполнен сбор желудков рыб и фиксация 4% формалином для дальнейшей камеральной обработки. Просмотр содержимого желудков и подсчет количества потребленной молоди горбуши произведен при помощи бинокулярного микроскопа МБС-10. Количество собранного материала представлено в таблице 2.

Таблица 2

Количество материала, отобранного на биологический анализ, р. Фирсовка, юго-восточный Сахалин, июль 2015 г.

Вид	Биоанализ	Промеры
Зубастая корюшка	63	7
Звездчатая камбала	45	168
Крупночешуйная красноперка	124	271
Сима	34	14
Дальневосточная широколобка	34	115
Усатый голец	8	
Кунджа	83	98
Молодь симы	39	32
Дальневосточная навага	36	27
Горбуша	2	14
Сахалинский подкаменщик	14	18
Южная мальма	1	1

При обработке данных на персональном компьютере применён стандартный пакет программ Microsoft Office 2013.

Результаты и обсуждение

Всего в уловах активными орудиями лова из среднего течения и приустьевого участка р. Фирсовка в июне-июле 2015 г. отмечено 16 видов рыб из 8 семейств. Наибольшим числом видов (5) были представлены проходные рыбы семейства лососевых Salmonidae (таблица 3).

Видовой состав уловов рыб в р. Фирсовка, июнь-июль 2015 г.

Семейство	Вид	Станция №1	Станция №2
Cyprinidae – карповые	Крупночешуйная красноперка <i>Tribolodon hakuensis</i>	+	+
Valitoridae – балиторовые	Сибирский голец <i>Barbatula toni</i>		+
Osmeridae – корюшковые	Обыкновенная малоротая корюшка <i>Hypomesus olidus</i>	+	
	Морская малоротая корюшка <i>Hypomesus japonicus</i>	+	
	Японская малоротая корюшка <i>Hypomesus nipponensis</i>	+	
	Зубастая корюшка <i>Osmerus dentex</i>	+	
Salmonidae – лососевые	Сима <i>Oncorhynchus masou</i>	+	+
	Кунджа <i>Salvelinus leucomaenis</i>	+	+
	Ручьевая мальма <i>Salvelinus malma curilus</i>		+
	Южная мальма <i>Salvelinus malma krascheninnikovi</i>	+	+
	Горбуша <i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	+	
Gadidae – тресковые	Дальневосточная навага <i>Eleginus gracilis</i>	+	
Gasterosteidae – колюшковые	Трехиглая колюшка <i>Gasterosteus aculeatus</i>	+	
Cottidae – рогатковые	Сахалинский подкаменщик <i>Cottus amblystomopsis</i>		+
	Дальневосточная широколобка <i>Megalocottus platycephalus taenioptera</i>	+	
Pleuronectidae – камбаловые	Звездчатая камбала <i>Platichthys stellatus</i>	+	

В распределении рыб по руслу р. Фирсовка во время исследований можно выделить два основных периода. Первый – июнь, второй – начало июля.

Первый период (июнь)

В уловах закидного невода в эстуарной части р. Фирсовка (станция №1) в первый период отмечено 13 видов рыб (таблица 4).

По биомассе (24,8%) на эстуарном участке доминировали преднерестовые производители сими. По численности (41%) преобладали разновозрастные особи крупночешуйной красноперки, биомасса которых составила 17,2% от общего значения. Значения численности и биомассы изменялись в период исследований. Максимальные показатели были отмечены 15 мая, за день до выпуска молоди. После выпуска молоди горбуши численность и биомасса красноперки уменьшились. Вторым по биомассе и численности видом была звездчатая камбала

(22,6% и 35,5% , соответственно). Отмечена определенная закономерность увеличения показателей. Наибольшие значения были отмечены 17 мая после выпуска молоди горбуши в реку. Если принять значения численности и биомассы, полученные 9 июня, за фоновые, то после выпуска молоди 17 июня показатели численности возросли в 19,3 раза, а биомассы в 12,8 раз. Возможно, это связано с кормовыми миграциями рыб из моря в устье реки. Также выявлено увеличение количества взрослых особей наваги после выпуска молоди горбуши.

Таблица 4

Численность и биомасса рыб, станция № 1, р. Фирсовка, июнь-июль 2015 г.

Вид	Дата	09.06.	15.06.	16.06.	17.06.	18.06.	02.07.	03.07.	М (средняя)
<i>Oncorhynchus masou</i>	N, экз./кв.м	0,015	0,007	0,001	0,001	0,009	-	-	0,005
	B, г/кв.м	15,655	7,917	0,69	2,31	10,056	-	-	5,233
<i>Salvelinus leucomaenis</i>	N, экз./кв.м	0,004	0,11	0,004	0,014	0,008	0,083	0,042	0,038
	B, г/кв.м	1	5,84	0,182	0,755	0,389	4,917	2,458	2,22
<i>Osmerus dentex</i>	N, экз./кв.м	0,074	0,025	0,007	0,002	-	0,072	0,017	0,033
	B, г/кв.м	7,5	1,944	0,61	0,202	-	1,711	0,658	2,104
<i>Megalocottus platycephalus</i>	N, экз./кв.м	0,008	0,047	0,036	0,062	0,11	0,139	0,092	0,071
	B, г/кв.м	1,667	0,857	0,901	1,955	2,833	-	-	1,173
<i>Platichthys stellatus</i>	N, экз./кв.м	0,017	0,103	0,194	0,329	0,343	0,3	0,125	0,202
	B, г/кв.м	1,071	2,5	6,103	12,869	10,856	10,117	4,217	6,819
<i>Tribolodon hakuensis</i>	N, экз./кв.м	0,068	0,833	0,125	0,108	0,004	0,656	0,025	0,26
	B, г/кв.м	2,833	19,93	1,387	1,22	0,05	14,094	0,583	5,728
<i>Salvelinus malma krascheninnikovi</i>	N, экз./кв.м	-	-	-	0,001	-	0,122	0,392	0,172
	B, г/кв.м	-	-	-	0,279	-	30	92,042	40,774
<i>Eleginus gracilis</i>	N, экз./кв.м	-	0,004	0,015	0,046	0,003	-	-	0,011
	B, г/кв.м	-	0,594	2,024	6,429	0,236	-	-	1,547
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	N, экз./кв.м	-	0,001	0,002	-	0,003	-	-	0,001
	B, г/кв.м	-	0,004	0,006	-	0,01	-	-	0,004
<i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	N, экз./кв.м	-	0,003	-	-	0,006	0,039	0,142	0,047
	B, г/кв.м	-	5,528	-	-	10,217	71,517	251,667	84,732
<i>Hypomesus olidus</i>	N, экз./кв.м	-	0,001	-	0,001	-	-	-	0,001
	B, г/кв.м	-	0,018	-	0,036	-	-	-	0,014
<i>Hypomesus nipponensis</i>	N, экз./кв.м	-	0,003	0,001	-	0,001	-	-	0,001
	B, г/кв.м	-	0,014	0,006	-	0,028	-	-	0,01
<i>Oncorhynchus gorbuscha</i> (молодь)	N, экз./кв.м	-	0,003	-	-	-	-	-	0,001
	B, г/кв.м	-	0,003	-	-	-	-	-	0,001
<i>Oncorhynchus masou</i> (молодь)	N, экз./кв.м	-	0,004	-	-	0,004	0,039	0	0,012
	B, г/кв.м	-	0,081	-	-	0,1	0,822	0	0,251
<i>Hypomesus japonicus</i>	N, экз./кв.м	-	-	0,006	-	-	-	-	0,002
	B, г/кв.м	-	-	0,17	-	-	-	-	0,057

В уловах на станции №2 (среднее течение реки) в первый период учтено 7 видов рыб. На данном участке русла закономерно отсутствовали солоноватоводные обитатели эстуарной части реки (навага, звездчатая камбала, дальневосточная широколобка, трехиглая колюшка, представители семейства корюшковых, таблица 5).

Таблица 5

Численность и биомасса рыб в месте выпуска молоди горбуши (станция №2) в р. Фирсовка, июнь-июль 2015 г.

Вид	дата	15.06.	16.06.	17.06.	18.06.	02.07.	03.07.	М (средняя)
<i>Salvelinus leucomaenis</i>	N, экз./кв.м	0,08	0,04	0,17	0,2	-	-	0,12
	B, г/кв.м	2,78	1,76	6,4	6,44	-	-	4,34
<i>Tribolodon hakuensis</i>	N, экз./кв.м	-	-	0,1	0,08	-	-	0,05
	B, г/кв.м	-	-	3,29	2,33	-	-	1,41
<i>Oncorhynchus masou</i> (молодь)	N, экз./кв.м	0,16	0,09	0,08	0,19	-	-	0,13
	B, г/кв.м	1,74	1,06	1,27	3,13	-	-	1,8
<i>Cottus amblystomopsis</i>	N, экз./кв.м	0,01	0,02	0,03	0,02	-	-	0,02
	B, г/кв.м	0,03	0,36	1,15	0,31	-	-	0,46
<i>Salvelinus malma curilus</i>	N, экз./кв.м	-	-	0,01	-	-	-	0,001
	B, г/кв.м	-	-	0,11	-	-	-	0,03
<i>Barbatula toni</i>	N, экз./кв.м	-	-	-	0,03	-	-	0,01
	B, г/кв.м	-	-	-	0,51	-	-	0,13

В точке отбора проб, расположенной в основном русле реки (станция №2), выше места выпуска молоди горбуши с ЛРЗ по численности (37,8%) преобладал типичный обитатель среднего течения сахалинских рек – молодь симы. По биомассе (53,2 %) преобладали среднеразмерные особи кунджи, численность данного вида также была высока и составила 37,8 % от общего значения. Количество особей кунджи ко времени после выпуска молоди горбуши возросло, по сравнению с предыдущими показателями по численности в 2,1, а по биомассе в 2,3 раза.

Второй период (начало июля)

На станции №1, расположенной в эстуарной части реки по численности (38 %) в данный период также доминировали разноразмерные особи крупночешуйной красноперки, при этом численность красноперки при последующих обловах уменьшалась.

Вторым по численности видом была южная мальма (23,8 %). Численность данного вида при последующих обловах увеличилась более чем в два раза. Еще один сравнительно многочисленный вид – горбуша – была представлена в основном самцами (67 %), что характерно для начала нерестовой миграции.

Другие виды (звездчатая камбала, дальневосточная широколобка и кунджа) составляли от 20 до 30 % от улова. Корюшка и покатная молодь симы (смолты) была представлена единичными экземплярами, что является характерным при завершении покатной и нерестовой миграции.

Обловы, проведенные 02 и 03 июля в районе расположения ЛРЗ «Фирсовка», показали отсутствие массовых скоплений рыб на данном участке. Вероятно, это связано с тем, что доминирующая в это время красноперка частично переместилась с низовьев реки выше по течению на нерест, а в устье появились скопления производителей горбуши и южной мальмы, именно в устьевой зоне показатели биомассы рыб на этот момент были наибольшими. В этих местах и было сосредоточено рыбное население в первой декаде июля.

В целом, наблюдалась следующая картина. Высокие концентрации ихтиофауны отмечены в эстуарной части русла р. Фирсовка в первой половине июля, перед началом выпуска молоди горбуши. Затем, к середине – концу июля, концентрации рыб в эстуарии существенно уменьшились, однако, увеличилась концентрация рыб в среднем течении реки в месте выпуска

молоди. Во второй период (июль) отмечено существенное снижение концентрации рыб в среднем течении при значительном увеличении плотности и биомассы скоплений в эстуарии (в основном за счет проходных видов, таких, как южная мальма и горбуша).

Наиболее активно молодь горбуши в р. Фирсовка в летний период 2015 г. потребляла кунджа (таблица 6).

Таблица 6

Частота встречаемости молоди лососей в желудках, среднее количество мальков на желудок (от общего числа рыб) в устье р. Фирсовка, июнь-июль 2015 г.

Вид	Наличие в желудках молоди лососей	Частота встречаемости молоди лососей, %	Среднее количество молоди лососей на желудок, экз.
станция 1, эстуарный участок			
Зубастая корюшка	–	–	–
Сима	–	–	–
Звездчатая камбала	+	23	0,3
Кунджа	+	90	13
Крупночешуйная красноперка	+	6	<0,1
Навага	+	27	1,5
станция 2, основное русло			
Сима	+	40	0,6
Кунджа	+	50	6
Крупночешуйная красноперка	–	–	–
Сахалинский подкаменщик	+	11	0,1

Частота встречаемости мальков лосося в желудках кунджи достигала 50-90 % на разных станциях. В среднем на одну рыбу приходилось от 6,0 до 13,0 мальков. Максимум (65 экз. молоди лосося)

На втором месте по интенсивности потребления молоди лососей находились дальневосточная навага и дальневосточная широколобка (эстуарный участок). Частота встречаемости молоди лососей в желудках наваги составила 27 %. Количество мальков варьировало от 1 до 12 экз. Среднее количество мальков на одну особь наваги составило 1,5 экз. Частота встречаемости молоди лососей в желудках широколобки составила 35%, отмечено от 1 до 11 мальков, в среднем, число мальков лососей на одну рыбу составило 1,5 экз. Также в желудках широколобки найдена молодь данного вида (отмечен внутривидовой каннибализм).

На третьем месте – молодь симы, в 40 % желудков отмечена молодь лососей, количество мальков варьировало от 1 до 3 экз. В среднем (с учетом всех проанализированных желудков) число мальков на одну рыбу – 0,6 экз.

В желудках других исследованных видов молодь тихоокеанских лососей либо отсутствовала, либо встречалась в незначительных количествах и была скорее случайным компонентом.

Выводы

Всего в уловах из среднего течения и эстуарной части р. Фирсовка в июне-июле 2015 г. было зарегистрировано 16 видов рыб из 8 семейств. Наибольшим числом видов (5) было представлено семейство лососевых Salmonidae.

В первой-третьей декадах июня (период до и во время выпуска молоди горбуши) в уловах в эстуарной части р. Фирсовка (станция №1) отмечено 13 видов рыб. По биомассе (24,8 %) доминировала заходящая на нерест сима, по численности (41 %) доминировали

разноразмерные особи крупночешуйной красноперки, их биомасса составила 17,2 % от общего значения. На третьем по биомассе и численности месте была звездчатая камбала (22,6 % и 35,5 %, соответственно). Выявлено увеличение количества взрослых особей наваги после выпуска молоди горбуши.

В уловах со станции №2 (среднее течение реки, место выпуска молоди лососей с ЛРЗ «Фирсово») выявлено 7 видов рыб, на данном участке закономерно отсутствовали солоноватоводные обитатели эстуарной части реки. По численности (37,8 %) доминировал типичный обитатель среднего течения сахалинских рек – молодь симы, по биомассе (53,2 %) и численности (37,8 %) преобладали среднеразмерные особи кунджи. Отмечено существенное увеличение количества кунджи после выпуска молоди горбуши.

В первой декаде июля (период после завершения выпуска молоди горбуши) фаунистический состав уловов существенно изменился. Обловы в районе расположения ЛРЗ «Фирсовка» показали отсутствие массовых скоплений рыб в этот период на данном участке. Вероятно, это связано с тем, что доминирующая в это время крупночешуйная красноперка частично переместилась с низовьев реки выше по течению на нерест, а в устье появились скопления производителей горбуши и южной мальмы, именно в эстуарной зоне было сосредоточено рыбное население в первой декаде июля.

Наиболее активно молодь горбуши потребляла кунджа (как в эстуарии, так и в среднем течении р. Фирсовка). На втором месте по интенсивности потребления молоди лососей находились дальневосточная навага и дальневосточная широколобка (эстуарный участок). На третьем месте по интенсивности выедания молоди горбуши находилась молодь симы (среднее течение р. Фирсовка). У других видов рыб встречаемость молоди горбуши в пищевом комке была на уровне случайной.

Список литературы

1. Гриценко О.Ф. 2002. Проходные рыбы острова Сахалин. Систематика, экология, промысел / О. Ф. Гриценко. - М.: Изд. ВНИРО. - 247 с.
2. Гриценко О.Ф., Чуриков А.А. 1977. Исследования экологии тайменя *Nucho perryi* (Brevoort) Северного Сахалина / О.Ф. Гриценко, А.А. Чуриков. - М.: ВНИРО. - 26 с.
3. Живоглядов А.А. 2014. Рыбы малых и средних рек острова Сахалин: Пространственное распределение, структура и динамика. / А.А. Живоглядов // Вопросы ихтиологии. - Том 54. - № 1. - С. 1–11.
4. Иванков В.Н., Андреева В.В., Тяпкина Н.В. 1991. “Трофика-3”: Оценка биомассы и динамика численности кормовых объектов тихоокеанских лососей в прибрежный период их жизни: (юго-восток Сахалина) / В.Н. Иванков, В.В. Андреева, Н.В. Тяпкина - Владивосток: Изд-во ДВГУ. - 105 с.
5. Крупянко Н.И., Скирин В.И. 1998. Выедание хищными рыбами молоди кеты и горбуши в реках Южного Приморья / Н.И. Крупянко, В.И. Скирин // Изв. ТИНРО. Т. 123. - С. 381-390.
6. Павлов Д.С., Лупандин А.И., Костин В.В. 2007. Механизмы покатной миграции молоди речных рыб / Д.С. Павлов, А.И. Лупандин, В.В. Костин - М.: Наука. - 213 с.
7. Правдин, И.Ф. Руководство по изучению рыб, преимущественно пресноводных / И.Ф. Правдин. - М.: Пищевая пром-ть, 1966. - 376 с.
8. Сафронов С.Н. 2000. Экологические группы и пространственное распределение рыб малых рек острова Сахалин / С.Н. Сафронов // Чтения памяти профессора В.В. Станчинского. Изд. СГПИ. - С. 59-63.
9. Сафронов С.Н. Литенко Н.Л., Пешеходько В.М., Лабай В.С., Степанова Т.Г., Колганова Т.Н. 2000. Эколого-биоценотическая характеристика и качество вод внутренних водоемов острова Сахалин / С.Н. Сафронов, Н.Л. Литенко, В.М. Пешеходько, В.С. Лабай, Т.Г. Степанова, Т.Н. Колганова // Чтения памяти профессора В.В. Станчинского. Изд. СГПИ. С. 321-329.
10. Сафронов С.Н., Никифоров С.Н. 2003. Список рыбообразных и рыб пресных и солоноватых вод Сахалина // С.Н. Сафронов, С.Н. Никифоров / Вопр. ихтиологии. Т. 43. № 1. С. 42–53.
11. Тагмазьян З.И. 1972. Влияние освещенности воды на выедание молоди горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*) хищными рыбами. Исследования по биологии рыб и промысловой океанографии / З.И. Тагмазьян // Владивосток. Вып.7. - С. 123.
12. Тагмазьян З.И. 1974. Питание хищных рыб покатной молодью горбуши в реках Сахалина / З.И. Тагмазьян // Известия ТИНРО. - Т. 69. - С. 65-76.
13. Хоревин Л.Д. 1981. Выедание хищными рыбами молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) в период ската из небольшой нерестовой реки о. Сахалин / Л.Д. Хоревин, В.А. Руднев, А.П. Шершнева // Вопр. ихтиологии. - Т. 21, вып.6. - С. 1016-1022.

**SPECIFIC STRUCTURE AND INTENSITY OF EATING PINK SALMON
ONCORHYNCHUS GORBUSCHA FRY BY DIFFERENT FISH SPECIES
IN THE TYPICAL SALMON RIVER (SOUTHEAST SAKHALIN, FAR EAST OF RUSSIA)
DURING THE SUMMER PERIOD OF 2015**

Zhivoglyadov A.A., Zhivoglyadova L.A., Metlenkov A.V.

In active fishing gear catches in the typical salmon river of Sakhalin Island (the Firsovka river, southeast coast of Sakhalin) 7 (in the middle course of the river) and 13 (in the estuarian part) species of fish were registered in June-July, 2015.

Masu salmon *Oncorhynchus masou*, Pacific redfin *Tribolodon hakuensis*, starry flounder *Platichthys stellatus* dominated in the estuarian part of the Firsovka river in June. At the beginning of July southern Dolly Varden charr *Salvelinus malma krascheninnikovi* and prespawning pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* became the most plentiful fish species in the estuarian part of the river.

Typical inhabitants of the Sakhalin rivers – masu salmon fry *O. masou* and whitespotted charr *Salvelinus leucomaenis* – dominated in the middle course of the Firsovka river.

Whitespotted charr was registered as the most intensive pink salmon fry eater (in the middle course and in the estuarian part of the river), Pacific herring *Eleginus gracilis* and Southern flathead sculpin *Megalocottus platycephalus taeniopterus* (estuarian part of the river) were the second as to the intensity of eating away the pink salmon fry. Masou salmon fry (in the middle course of the Firsovka river) took the third place in intensity of eating away the pink salmon fry.

Keywords: Sakhalin Island, salmon river, mass species of fishes, a food of fishes, salmon fry consumption, pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha*, predatory species of fishes

УДК 556.16:556.18:639.21.03 (282.247.36)

**ФОРМИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ ДЛЯ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА
ПРОХОДНЫХ И ПОЛУПРОХОДНЫХ РЫБ АЗОВО-ДОНСКОГО РАЙОНА
В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД И ОЦЕНКА ИХ СООТВЕТСТВИЯ
ТРЕБОВАНИЯМ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА**

**С.И. Жукова, Л.А. Лутынская, И.Ф. Фоменко, А.П. Куропаткин, Т.И. Подмарева,
В.Г. Карманов, Д.С. Бурлачко, Е.А. Безрукавая**

ФГБНУ «АзНИИРХ», г. Ростов-на-Дону, gidroazniirh@yandex.ru

Рассмотрены требования рыбного хозяйства к водному режиму р. Дон ниже Цимлянского гидроузла, определяемому попусками воды в нижний бьеф. Представлены гидрографы весенних рыбохозяйственных попусков при различной водности р. Дон. Показано, что при современной политике управления водными ресурсами Цимлянского водохранилища требования рыбного хозяйства реализуются только в годы исключительно высокой водности р. Дон, в связи с чем естественное воспроизводство проходных и полупроходных рыб стагнировано. Обсуждаются гидролого-экологические и рыбохозяйственные проблемы Нижнего Дона и Азовского моря.

Ключевые слова: водные ресурсы, сток, гидрограф, рыбохозяйственный попуск, естественное воспроизводство, обводнение нерестилищ, требования рыбного хозяйства;

Ихтиофауна Азово-Донского района насчитывает около 40 видов и подвидов рыб [12]. Среди них выделяются особо ценные виды: русский осетр, севрюга и белуга. К ценным видам промысловых рыб также относятся черноморско-азовская проходная сельдь, рыбец, шемая, лещ, тарань, сазан, судак и др. Экологическое благополучие популяций гидробионтов находится в прямой зависимости от условий их обитания – водной среды, количественные и качественные показатели которой подвержены существенной изменчивости.

Наиболее важным жизненным циклом любого биологического сообщества является процесс воспроизводства. Для большинства рыб – это весенний период. Как указано

в «Правилах использования водных ресурсов Цимлянского водохранилища» (далее Правила) [11], «..рыбное хозяйство Азово-Донского промыслового района заинтересовано, прежде всего, в весенних рыбохозяйственных попусках в низовья Дона для сохранения и поддержания естественного воспроизводства ценных видов рыб, а также в водных ресурсах для обеспечения работы Цимлянского шлюза-рыбоподъемника и сети прудовых хозяйств Нижнего Дона». Включение в новую редакцию Правил этого пункта, равно как и модели гидрографа рыбохозяйственных попусков, стало возможным, не только благодаря многолетним усилиям «рыбников», добивающихся восстановления паритета рыбохозяйственной отрасли в водохозяйственных комплексах, но и вследствие очевидного катастрофического падения биологической продуктивности, как в Азово-Донском рыбопромысловом районе, так и во всем Азовском море (рисунок 1). Очевидно, что, по сравнению с 30-ми годами XX века (период наиболее высокой рыбопродуктивности Азовоморского бассейна), уже к концу пятидесятых годов уловы проходных и полупроходных рыб Азово-Донского района снизились в 5, к концу семидесятых – в 20, а в современный период – в 260 раз (проходных) и 1700 раз (полупроходных) (рис. 1). И если в период до зарегулирования уловы измерялись десятками тысяч тонн, то в последние годы – единицами и десятками тонн. Эти данные свидетельствуют о том, что Азово-Донской рыбопромысловый район по осетровым, азовским сельдям, основным частиковым полупроходным видам, также как и все Азовское море, утратили свое значение [2,5].

Поэтапное разрушение целостности экосистемы бассейна Нижнего Дона и Азовского моря происходило под воздействием целого ряда антропогенных факторов (гидростроительство – безвозвратное водопотребление – загрязнение), постоянное или периодическое влияние которых проявлялось с различной интенсивностью. При этом следствия влияния одних становились причиной возникновения новых сбоев в звеньях сложного механизма экосистемы [7].

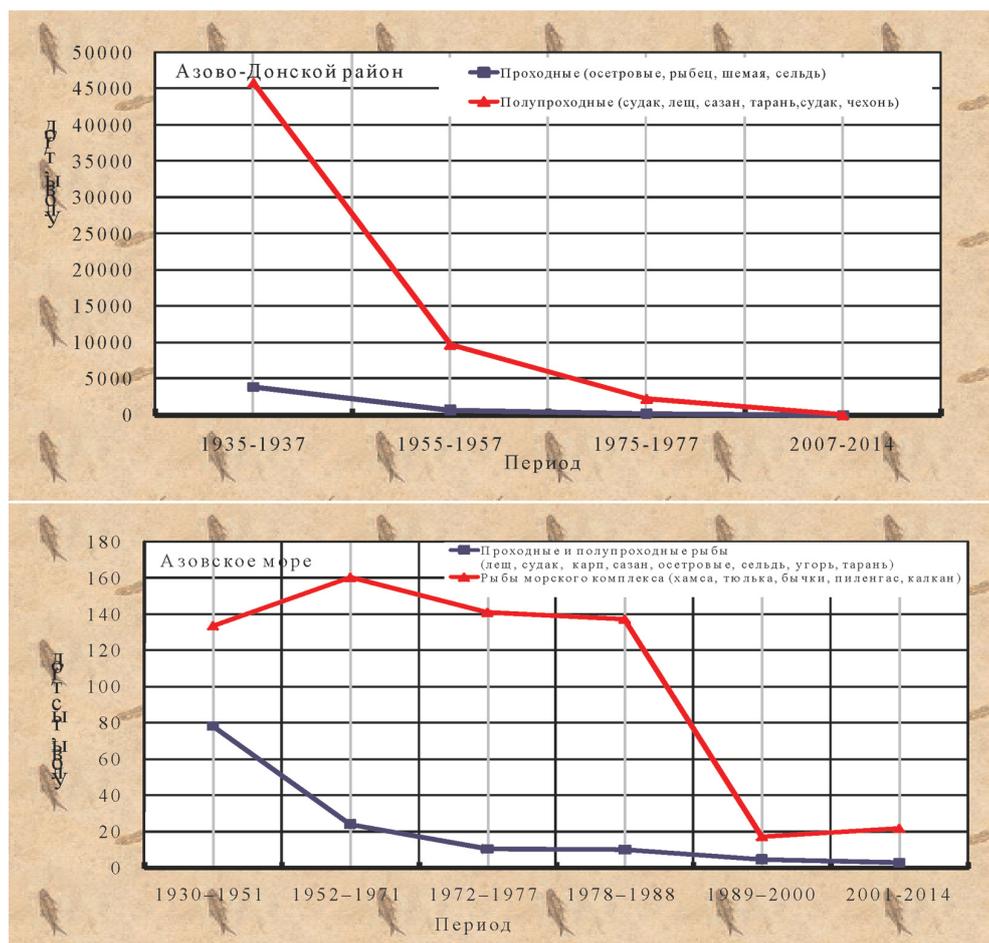


Рисунок 1 – Уловы промысловых рыб Азово-Донского района и Азовского моря по периодам

Первые серьезные нарушения продукционных процессов в бассейне Азовского моря произошли уже в первой половине 30-х годов XX века в результате создания каскада Манычских водохранилищ, подорвавшего на бывших наиболее продуктивных в бассейне нерестовых площадях (около 40 тыс. га) естественное воспроизводство донских судака, леща, тарани и других рыб. Но еще более тяжелые последствия для экосистем Дона и моря имело сооружение Цимлянской плотины, преградившей доступ преимущественно проходных рыб к их традиционным местам нереста. Выше Цимлянской плотины оказались отрезанными 100 % нерестилищ белуги, около 80 % нерестилищ осетра, чехони и сельди, около 50 % нерестилищ севрюги. В результате срезки объемов весеннего половодья произошли радикальные ухудшения условий нереста полупроходных рыб на займищах, общей площадью 200 тыс. га (рис. 2, табл. 1), продуктивность которых в промысловом возврате достигала 500 тыс. ц.

Неблагоприятная ситуация на нерестилищах определялась тем, что Правилами использования водных ресурсов Цимлянского водохранилища, разработанными в 1964 г. и действующим до настоящего времени, на нужды рыбного хозяйства ежегодно гарантировано выделялось всего 0.3-1.75 км³ воды для обеспечения рыбхозов в пойме Нижнего Дона и на реках Сал и Маныч. Основная масса воды расходовалась на обеспечение водного транспорта, выработку электроэнергии, нужды сельского хозяйства, включая орошение. Если бы эти траты были сокращены, водные ресурсы Дона могли бы обеспечить обводнение нерестилищ в соответствии с требованиями рыбного хозяйства в 45 % случаев [6], т.е. практически один раз в два-три года.

Требования рыбного хозяйства к водным ресурсам р. Дон, и в частности гидрографы рыбохозяйственных попусков, были разработаны В.Г.Дубининой [4, 5] еще в 60-х годах прошлого столетия. Гидрограф учитывал специфику гидрологического режима, площади и продолжительности затопления нерестилищ в период температур, благоприятных для нереста и развития личиночных стадий рыб, эффективность размножения различных видов рыб при различных сценариях водно-термического режима.

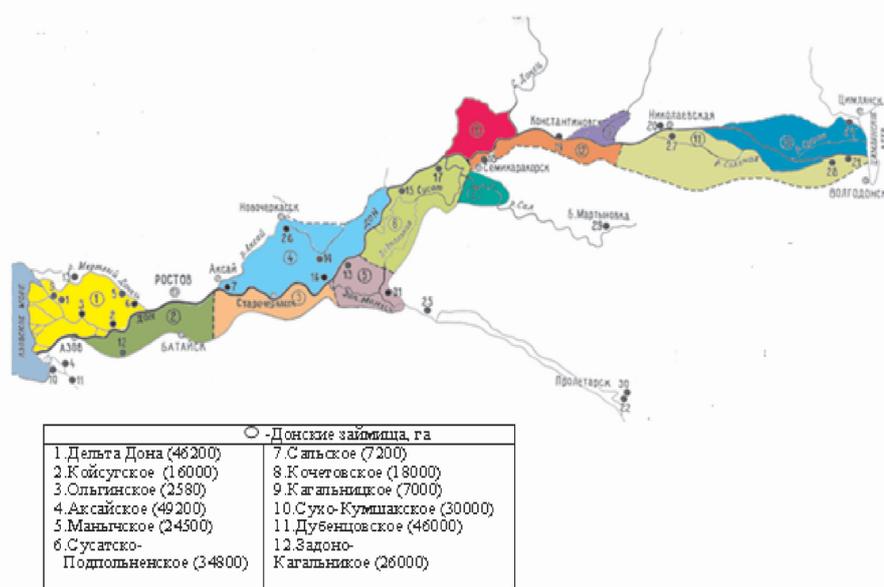


Рисунок 2 – Схема Донских займищ

Разработанные почти 50 лет назад требования рыбного хозяйства к водным ресурсам Цимлянского водохранилища вошли составной частью только в последние редакции Правил (2002, 2008, 2012 г.) [11], в результате чего рыбохозяйственная отрасль впервые получила долгожданный статус полноправного участника Схемы комплексного использования водных ресурсов Цимлянского водохранилища, что подтверждено цитируемым резюме: «...Впервые в качестве одного из основных приоритетов водохозяйственной политики в бассейне приняты интересы рыбного хозяйства».

Рыбохозяйственная оценка займищ низовьев Дона (по Городничему, 1971) [3]

Займище	Общая площадь, тыс. га	Средняя площадь залития, тыс. га	Оценка в условных единицах*	Продуктивность в промышленном возрате, тыс. ц	Продуктивность, ц/га
Кочетовско-Донецкое	15	10.5	0.8	32.5	3.1
Сусатско-Сальское	20	14.0	2.0	108.0	7.7
Подполинско-Багаевское	20	14.0	0.8	42.5	3.0
Манычское	17	11.9	3.0	138.0	11.6
Аксайско-Донское	50	35.0	1.0	135.0	3.8
Батайско-Ольгинское	26	18.6	0.5	34.0	1.8
Дельта Дона	52	26.0	0.1	10.0	0.4
Всего	200	130.0	–	500	3.8**

* Балльная оценка займищ в качестве пригодности их для нерестилищ полупроходных рыб была разработана группой сотрудников Доно-Кубанской научной рыбохозяйственной станции (Александров и др., 1930).

** Средний показатель для ряда.

Как записано в Правилах [11], «для обеспечения естественного воспроизводства рыбных запасов, согласно проработкам ФГУП «АЗНИИРХ», необходима, наряду с решением других проблем, организация регулярных весенних рыбохозяйственных попусков:

– объемом 14.2 км³ (с 16 марта по 10 июня) с обеспеченностью 50 % для залития донских пойменных нерестилищ с максимальным суточным расходом по р. Дон ниже устья р. Северский Донец 3200 м³/с;

– объемом 12.2 км³ (за период с 16 марта по 1 июня) с обеспеченностью 60 % для залития донских пойменных нерестилищ с максимальным суточным расходом по р. Дон ниже устья р. Северский Донец 2800 м³/с;

– объемом 10.6 км³ с максимальным расходом 2500 м³/с в среднемаловодные годы (с обеспеченностью более 75 %) ниже ст. Раздорской.

Гидрографы весенних рыбохозяйственных попусков воды из Цимлянского водохранилища представлены на рисунке 3.

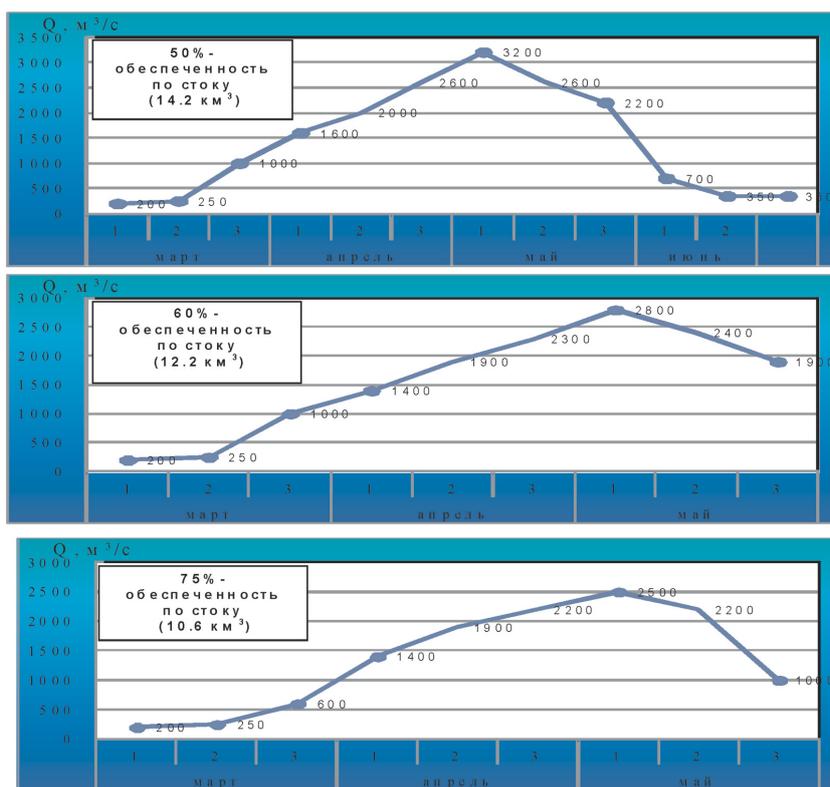


Рисунок 3 – Рыбохозяйственный гидрограф весеннего стока различной обеспеченности (построено по [4, 11])

Анализ данных по стоку весеннего половодья р. Дон у ст. Раздорской за период 1952-2015 гг. (рис. 4) показал, что за 64 года, прошедших после сооружения Цимлянской ГЭС, только в 11-ти (около 17 %) случаях отмечалось затопление нижнедонской поймы и только в 6,3 % случаев, т.е. четырежды (1963, 1979, 1981, 1994 гг.) режим обводнения пойменных нерестилищ отвечал экологическим требованиям полупроходных и проходных рыб.

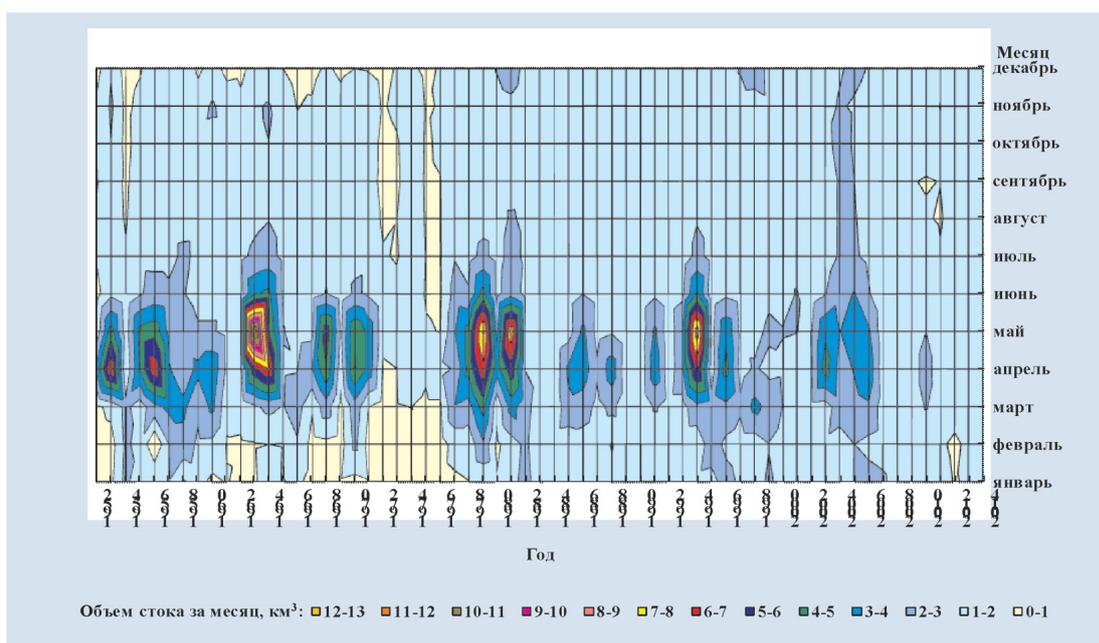


Рисунок 4 – Поле стока р. Дон у ст. Раздорская, 1952-2014 гг.

Как следует из рисунка 4, выход воды на пойму и затопление пойменных нерестилищ отмечались в годы, когда ежемесячный сток весеннего периода (март-май) формировался в объемах от 4 до 8-9 км³ [8], а в последующий после 1994 г. период затопления поймы не происходило. Промежутки между указанными половодьями превышают жизненный цикл полупроходных рыб в условиях эксплуатируемых промыслом популяций. В таких условиях для воспроизводства сохраняется весьма ограниченное количество «производителей», нереститься которым приходится в гидрографической сети. Результативность такого нереста лимитируется сгонными явлениями, приводящими к осушению икры, отложенной по бровкам русла, гибели личинок и молоди [2].

Зачастую при отсутствии необходимых условий для нереста у производителей рыб наблюдается резорбция икры, т.е. нереста рыб не происходит. Редкие обводнения поймы повлекли за собой изменение геоботанического облика займищ, освоение другими отраслями хозяйства и отмирание гидрографической сети.

Ориентируясь на данные А.Е. Городничего [3], А.М. Бронфмана и др. [1], Э.В. Макарова и др. [9], свидетельствующие о том, что русловые нерестилища в Дону и устьях его притоков «работают» в ситуации, когда уровни предшествуют выходу воды на пойму, а дельтовые нерестилища – ежегодно», в работе (Воловик и др., 2009) рассмотрены возможности обводнения этих нерестовых площадей за период зарегулированного стока Дона. Согласно оценкам упомянутых авторов, выход воды на пойму на разных участках нижнего Дона происходит при расходах у станции Раздорской от 1300 до 2200 м³/с (таблица 2), что дает в пересчете на месяц сток в объеме от 3.11 до 5.18 км³ [2].

Полное затопление займищ происходит при значительно больших расходах и стоке: на участке от Цимлянской плотины до устья Северского Донца и от устья этой реки до ст. Багаевской при 7000-7400 м³/с, от Багаевской до г. Ростова – при 12000 м³/с, ниже г. Ростова – при 4000 м³/с [1]. Располагая данными по характеристике расходов в районе ст. Раздорской, можно определить ситуацию обводнения нерестилищ за период 1952-2008 гг. в весенние месяцы:

в марте – в 53 случаях расход в Дону было недостаточным для заполнения русла и русловых нерестилищ (кроме участка ниже ст. Багаевской), в 3 случаях вода, заполнив русло, начинала выходить на пойму, в 1 случае отмечалось среднее затопление поймы;

– в апреле – в 29 случаях расход р. Дон у ст. Раздорской было недостаточным для заполнения русла, в 2 случаях отмечалось заполнение русла без выхода воды на пойму, слабое затопление поймы наблюдалось 11 раз, среднее – 5 раз, обильное – в 10 случаях;

– в мае – в 29 случаях русловая сеть была не заполнена, заполнена водой – трижды, отмечалось слабое затопление поймы 3 раза, среднее – 11 раз и обильное – 11 раз [2].

Таблица 2

Расходы воды, соответствующие началу затопления поймы [2]

Участок	Расход, м ³ /с	Автор
От Цимлянкой плотины до устья Северского Донца	1500-1700	[3]
	1700	[1]
От устьях Сев. Донца до пос. Багаевский	1700	[3]
	1800-2200	[1]
От пос. Багаевского до г. Ростова на Дону	1800-1300	[1]
От г. Ростова на Дону до устья Дона	1200	[1]
От плотины Цимлянского водохранилища до устья Дона	1500	[9]

Таким образом, за период после зарегулирования стока Дона выход воды на пойму в апреле и мае (в течение 2 месяцев в одном и том же году) отмечался в 22 случаях. В связи с отсутствием данных о характере затопления поймы в указанные годы (площади, уровни и скорости течения воды, продолжительность затопления и др.) невозможно судить об эффективности там нереста полупроходных рыб. Но с уверенностью можно говорить о том, что в эти годы и еще в 9 случаях было полное затопление русловых нерестилищ полупроходных рыб и, при наличии производителей, мог быть достаточно эффективным нерест судака, леща, сазана. Что примечательно: практически все случаи с затоплением русловых нерестилищ и имели место в период до 1986 г. В последующий период (не считая 1994 г.) не было объективных предпосылок для размножения полупроходных рыб на Нижнем Дону. Этот вывод подтверждается соответствующим распределением уловов полупроходных рыб в Азово-Донском районе: если еще до 1990 г. в море и реке ловилась рыба, то после 1995 г. уловы стали быстро уменьшаться, и с начала третьего тысячелетия промысловый лов судака и леща в Таганрогском заливе и в Нижнем Дону был запрещен [2]. Произведенная оценка эффективности естественного воспроизводства рыбных запасов (полупроходных видов) в годы затопления поймы Нижнего Дона дала следующие результаты: 1963 г – 35-40 тыс. т в промвозврате, 1979 г. + 1981 г. – 10-12 тыс. т, 1994 г. – 2-3 тыс. т. [2].

Это еще раз подтверждает, что значительные промежутки между затоплением пойменных нерестилищ обуславливают не только прогрессирующе уменьшающийся промвозврат поколений, но и значительную деградацию качества нерестилищ.

Судя по масштабам происшедших преобразований в Азовоморском бассейне и на Нижнем Дону, уже на уровне 1952-1955 гг. появились убедительные доказательства «реальной опасности для экосистемы Азовского моря и его биоресурсов от осуществленного безвозвратного отъема больших объемов пресного стока и обоснованности требований рыбного хозяйства к рациональному решению проблемы управления водным хозяйством и ресурсами бассейна» [2].

Произведенная рядом авторов [1] оценка потерь рыбного хозяйства от гидростроительства и безвозвратных изъятий стока на уровне 1977 г. позволила им сделать вывод, что «рыбное хозяйство Азовского бассейна за 25 лет зарегулирования и преобразования режима стока рек потеряло не менее 1.4 млрд руб.», или в среднем за год ущерб составлял 57 млн руб. (в ценах того периода). Общие размеры ущерба были сопоставимы с капитальными вложениями в мероприятия, необходимые для сохранения и поддержания уникальной экосистемы

Азовского моря, а также почти на порядок превышали вложения средств на строительство Волго-Донской водной магистрали (общая смета строительства которой оценивалась в 175 млн руб).

Удручающее современное состояние рыбного хозяйства Азовоморского бассейна за годы эксплуатации Волго-Донского канала, помимо гидростроительства, безвозвратных изъятий, перераспределения стока и действия еще целого ряда известных антропогенных факторов, было существенно усугублено: 3Н-фактором, невысокой эффективностью искусственного воспроизводства, выполнении Госзаданий которого лимитируется отсутствием производителей, невозможностью обводнения прудовых емкостей из-за маловодья р. Дон (подобная ситуация сложилась в 2015 г.); изменением после распада СССР правового статуса Азовского моря и различием подходов российской и украинской сторон к вопросам рыболовства и промысла [7].

Безусловно, учет интересов рыбной отрасли в современной редакции Правил является неоспоримым фактом экологизации и изменения государственной политики управления водными ресурсами. Однако, по-прежнему вероятность организации рыбохозяйственных попусков остается низкой или осуществимой только в случае формирования половодья редкой повторяемости, объем которого водохранилище не сможет удержать. Это подтверждается параграфом 30 «Основных положений Правил», где сказано, что «в годы с высоким половодьем свободная емкость водохранилища должна использоваться для срезки максимальных сбросных расходов воды и уменьшения, тем самым, ущербов от весенних затоплений поймы Нижнего Дона», а также § 41, гласящим, что «...Организация специальных рыбохозяйственных попусков из Цимлянского водохранилища осуществляется в соответствии с настоящими Правилами только после выполнения комплекса мероприятий на территориях, подлежащих периодическому затоплению».

Согласно этим двум пунктам, становится очевидным, что организация весенних рыбохозяйственных попусков полностью лимитируется необходимостью предотвращения затоплений.

В «Российском гидрометеорологическом энциклопедическом словаре» «половодье» трактуется следующим образом: «Подъем воды в результате правильного периодического усиления стока (вследствие таяния зимних снегов, ледников, выпадения муссонных дождей)», а «наводнение» – «стихийное затопление суши водой, выступающей из берегов, образовавшейся в результате сильных ливней или таяния снега». Наводнения и половодья бывают разными: низкими, высокими, выдающимися и катастрофическими. На Нижнем Дону в течение 21 года (с 1994 г.) практически не было никаких! Весеннее половодье – это обычная фаза водности в жизни реки, природный процесс, формирующийся каждый год в результате таяния снега.

На наш взгляд, в управленческой политике любого водохозяйственного комплекса (ВХК) правильнее было бы стремиться организовать прохождение весеннего половодья с минимизацией ущербов, но не за счет срезки весенних подъемов уровней в период, предшествующий половодью, а созданием условий, при которых проживающие в пойме люди, поселяясь вблизи реки, осознавали бы возможность подтопления, воспринимая его как обычное природное явление, предусмотрительно учитывая это при возведении жилых строений (или, прибегая к услугам страхования имущества).

Именно так устраивали свои жилища донские казаки, поднимая дома на сваях. Именно поэтому в каждом дворе станиц, расположенных на берегах Дона, неотъемлемым атрибутом жизненного уклада была деревянная лодка. Люди научились «уживаться» с половодьями, зная, что после их прохождения будет больше рыбы, будут лучше урожаи.

В контексте создавшихся проблем необходимо подчеркнуть, что экосистема Нижнего Дона включает только три ключевых объекта, «жизнь» которых предопределена самой природой. Это – вода (водный сток), пойма (околоводный ландшафт) и рыба (водно-биологический ресурс). Единственной отраслью, благополучно существовавшей еще до создания Цимлянского водохранилища и не заинтересованной в изменении естественного режима стока р. Дон, является рыбное хозяйство, для которого сток весеннего половодья служит мерилем урожайности рыбных поколений, а следовательно, – и индексом экономической

состоятельности. Не предъявляя требований к водным ресурсам в естественных условиях, а развиваясь в соответствии с законами природы, в ситуации зарегулированного режима рыбное хозяйство оказалась заложником растущих интересов водного транспорта и сельского хозяйства, получивших безоговорочный приоритет в использовании донского стока. Перспективы развития рыбохозяйственной отрасли в настоящий период во многом зависят от режима управления водным хозяйством Нижнего Дона, рачительным распоряжением природными ресурсами поймы. Глубокие и необратимые преобразования пойменных ландшафтов, водной среды и катастрофическое снижение рыбохозяйственного потенциала Нижнего Дона и Азовского моря, стремление восстановить утраченные позиции рыбного хозяйства выдвигают необходимость проведения научно-обоснованной оценки эколого-рыбохозяйственной ситуации в бассейне, принятия мер для восстановления утраченных позиций отрасли, упорядочения использования водных ресурсов с учетом требований рыбного хозяйства.

Список литературы

1. Бронфман А.М., Дубинина В.Г., Макарова Г.Д. Гидрологические и гидрохимические основы продуктивности Азовского моря, М.: Пищевая промышленность, 1979, 288 с.
2. Воловик Е.С., Воловик С.П., Косолапов А.Е. Нижний Дон. Водные и биологические ресурсы Нижнего Дона: состояние и проблемы управления-Новочеркасск: СевКавНИИВХ, 2009, 301 с.
3. Городничий А.Е. Пути миграции с естественных нерестилищ полупроходных рыб Дона // Гидробиологический журнал. -1971. -Т.VII. -№4, с.51-56
4. Дубинина В.Г. Гидрологический режим поймы нижнего Дона и проблемы рыбохозяйственного использования водных ресурсов реки: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Ростов н/Д: РГУ, 1969. – 24 с.
5. Дубинина В.Г. Рациональное использование водных ресурсов Дона с учетом рыбохозяйственных требований // Водные ресурсы. -1978. -№3, с. 67-82
6. Дубинина В.Г., Гаргопа Ю.М. Рыбное хозяйство бассейна Азовского моря в условиях интенсивного использования водных ресурсов // Сырьевые ресурсы Азовского бассейна и перспективы их развития: Тр. ВНИРО. - 1974. -Т.103, с.10-31
7. Жукова С.В. Оценка влияния на водные биоресурсы и среду их обитания при эксплуатации Цимлянского и Маньчжунских водохранилищ / М., WWF России, с.47-67
8. Жукова С.В., Сыроватка Н.И., Беляев А.Г., Шишкин В.М., Куропаткин А.П., Лутынская Л.А., Фоменко И.Ф. Дельта Дона: эволюция в условиях антропогенной трансформации стока. Ростов- на – Дону, 2009. 184 с.
9. Макаров Э.В., Грибанова С.Э., Макаров Э.И. Сток рек Азовского бассейна и оценка последствий его преобразования для естественного воспроизводства осетровых // Эколого-географический вестник юга России. -2000. -№3, с. 17-25
10. Основные положения Правил использования водных ресурсов Цимлянского водохранилища на р. Дон. - М., 1965. - 40 с.
11. Правила использования водных ресурсов Цимлянского водохранилища на р. Дон, Новочеркасск, Рукопись, 2012 г.
12. Троицкий С.К., Цуникова Е.П. Рыбы бассейнов Нижнего Дона и Кубани. Руководство по определению видов - Ростов-на-Дону: кн. Изд-во, 1988. – 112 с.

FORMATION OF CONDITIONS FOR THE NATURAL REPRODUCTION OF THE AZOV-DON ANADROMOUS AND SEMI-ANADROMOUS FISH SPECIES IN THE MODERN PERIOD AND EVALUATION OF THEIR COMPLIANCE WITH THE FISHERIES

Zhukova S.V., Lutynskaya L.A., Fomenko I.F., Podmareva T.I., Shishkin V.M., Kurapatkin A.P., Karmanov V.G., Burlachko D.S., EA Bezrukavaya

FGbNU "AzNIIRH", Rostov-on-Don, gidroazniirh@yandex.ru

The requirements of fisheries are considered to the water regime of the river Don controlled by water releases into the downstream below the Tsimlyansk hydroelectric power system. Hydrographers of spring fishery releases are presented at different water content of the Don. It is shown that in the contemporary politics of water management of the Tsimlyansk reservoir, the fishery requirements can be realized only in the years of extremely high water content of the river Don, hence some stagnation phenomena are observed in the reproduction of natural and semi-anadromous fish species. We discuss the hydrological, ecological and fisheries problems of the Lower Don and the Sea of Azov.

Keywords: water resources, runoff, hydrograph, Fisheries releases, natural reproduction, flooding spawning, requirements of fisheries;

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РЕЖИМА СОЛЕННОСТИ АЗОВСКОГО МОРЯ В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД

**С.В. Жукова, В.М. Шишкин, А.П. Куропаткин, Л.А. Лутынская, Д.С. Бурлачко,
В.Г. Карманов, Т.И. Подмарева, И.Ф. Фоменко, Е.А. Безрукавая**

ФГБНУ «АзНИИРХ», Ростов-на-Дону, Россия, gidroazniirh@yandex.ru

В работе представлены материалы исследований по режиму солености Азовского моря на основе данных, полученных при проведении экспедиционных исследований за период 1960-2015 гг. С 2006 г. в Азовском море отмечается тенденция повышения солености вод, в результате которой в октябре 2015 г. соленость моря достигла 13,52 ‰, приблизившись к отметкам периода максимального осолонения моря. Рассмотрены циклы и тренды в многолетних колебаниях солености под воздействием климатических и антропогенных факторов, закономерности пространственно-временной изменчивости солености в различные периоды. Отмечается роль солевого режима в изменениях площадных характеристик опресненных зон, имеющих определяющее значение при формировании условий обитания ценных видов проходных и полупроходных рыб Азовского моря. Обсуждается прогноз возможных изменений речного стока и солености на перспективу 2020 г.

Ключевые слова: соленость, речной сток, аппроксимация, пространственно-временная изменчивость.

Эвригалинность обитателей Азовского моря позволяет считать соленость воды важнейшим показателем условий их существования. Поэтому знание закономерностей формирования и необходимость научно-обоснованного предвидения изменений в режиме солености, ставшие предметом наших исследований, представляются весьма актуальными. Отличительной особенностью современного гидрологического режима Азовского моря является прогрессирующий с 2006 г. процесс осолонения, последствия которого могут сказаться не только на сокращения численности ценных видов рыб, ареалов их обитания, но и на видовом разнообразии. Этим обстоятельством обусловлено стремление проанализировать характер пространственно-временной изменчивости солености всего моря в многолетнем аспекте и выявить особенности изменения этого параметра в современный период.

В работе использованы материалы экспедиционных исследований Азовского моря, проводимых ФГБНУ «АзНИИРХ», и данные по стоку, получаемые по договорам с подразделениями Северо-Кавказского Гидрометцентра.

Комплексные экспедиционные исследования Азовского моря проводятся ФГБНУ «АзНИИРХ» с 1960 г. по стандартной сетке, включающей 34 станции (рис. 1а), расположенных в 13-ти районах моря (рис. 1б).

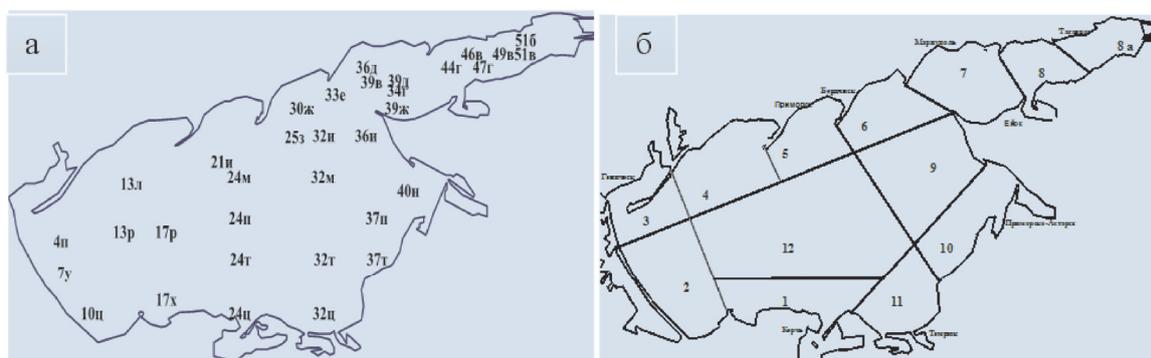


Рисунок 1 – Схема стандартных станций (а) и районов (б) Азовского моря

Примечание: районы 7, 8 и 8а расположены в Таганрогском заливе, районы 1-6, 9-12 расположены на акватории собственно моря

При статистической обработке данных по солености за период 1960-2015 гг. были получены осредненные значения солености по сезонам, периодам и по районам (отдельные районы моря, Таганрогский залив, собственно море, все море), представляющие часть базы данных по

гидрометеорологическому режиму Азовского моря [2].

По материалам скомпонованных рядов наблюдений проведен анализ многолетней изменчивости солености. Изменение объемов речного стока оценивались за гидрологический год (с ноября предшествующего года по октябрь текущего).

Анализ данных многолетних наблюдений (1960-2015 гг.) показал, что изменения среднегодовых значений солености Азовского моря за этот период происходили в диапазоне от 9,29 ‰ в апреле 2006 г. до 13,76 ‰ в октябре 1976 г. (рис. 2, табл. 1). В изменении по районам за этот же период соленость моря колебалась от 0,68 ‰ (1964 г. – район 8а) до 14,66 ‰ (1976 г. – 1 район). Средние значения по районам варьировали от 2,92 ‰ (район 8а) до 12,12 ‰ (1 район). Среднемноголетние величины солености составили: все море – 11,36 ‰ (коэффициент вариации – 0,06), собственно море – 11,69 ‰, Таганрогский залив – 7,56 ‰. Наивысшей вариабельностью (коэффициент вариации составляет 0,21) характеризуются среднегодовые значения солености Таганрогского залива – наиболее пресноводной части Азовского моря, условно представляющей собой фронтальную зону, разграничивающую эстуарную область р. Дон и более соленые воды собственно моря.

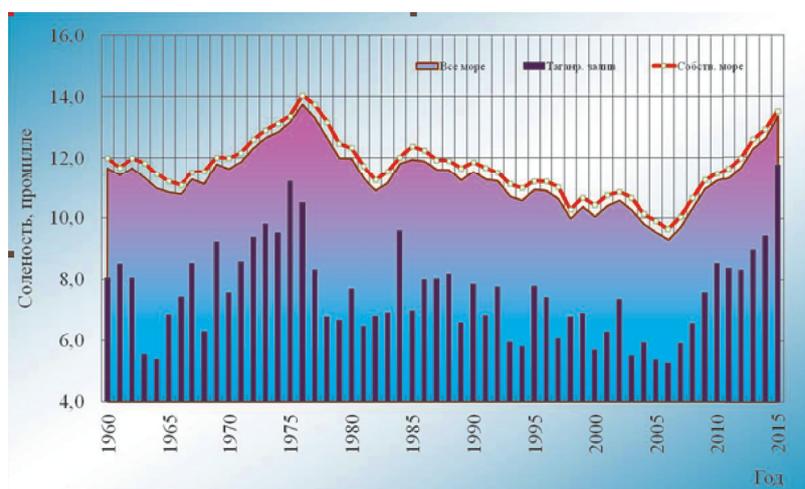


Рисунок 2 – Изменение среднегодовой солености Азовского моря за период 1960-2015 гг.

Таблица 1

Статистические характеристики значений среднегодовой солености Азовского моря (‰), 1960-2015 гг.

Район моря	Среднее	Максимум		Минимум	
		Значение	Год	Значение	Год
Таганрогский залив	7.56	11.75	2015	5.26	2006
Собственно море	11.69	14.04	1976	9.64	2006
Все море	11.36	13.76	1976	9.29	2006
1	12.12	14.66	1976	10.05	2006
2	11.56	13.74	1977	9.70	2005
3	11.43	13.64	1977	9.46	2005
4	11.58	13.96	1976	9.54	2005
5	11.40	13.85	1976	9.23	2005
6	10.95	13.58	1976	8.76	2005
7	9.20	12.45	2015	6.64	2005
8	5.67	11.28	2015	2.52	1964
8а	2.92	9.14	2015	0.68	1964
9	11.46	14.04	1976	8.88	2006
10	11.22	13.82	1976	8.63	2006
11	11.81	14.21	1976	9.34	2006
12	11.92	14.17	1976	10.04	2006

Согласно графику изменения солености Азовского моря (рис. 2), в первом приближении можно выделить пять циклов с разнонаправленными тенденциями в изменении режима солености: опреснения, осолонения или стабилизации, уравнивания трендов которых представлены в таблице 2.

Таблица 2

Тенденции изменения солености Азовского моря за период 1960-2015 гг.

№ п/п	Период	Тенденция	Уравнение тренда	Достоверность аппроксимации (R^2)
1	1960-1966	стабилизации	$y = -0,16x + 11,88$	0,86
2	1966-1976	осолонения	$y = 0,27x + 10,48$	0,96
3	1976-1982	распреснения	$y = -0,47x + 14,17$	0,98
4	1982-2006	стабилизации	$y = -0,08x + 11,91$	0,73
5	2006-2015	осолонения	$y = 0,42x + 8,97$	0,98

Самыми высокими темпами падения или роста солености характеризовались два периода: 1976-1982 гг., когда, согласно уравнению тренда, скорость снижения солености Азовского моря составляла 0,47 ‰ в год, и период 2006-2015 гг., когда ежегодный прирост значений солености достигал, в среднем, 0,42 ‰ в год. К концу этого периода, в октябре 2015 г., средняя соленость Азовского моря возросла до 13,37 ‰, вплотную приблизившись к максимальным значениям (1976 г.).

Следует особо отметить, что наиболее высокими темпами осолонения (0,59 ‰ в год) за период 2006-2015 гг. характеризовался Таганрогский залив. Примечательно, что при анализе ряда наблюдений по солености (1960-2015 гг.) в категории максимальных отметок расположились значения солености, отмеченные в 2015 г. в трех районах (7,8,8а) и среднее значение солености Таганрогского залива (табл. 1, рис. 2).

Ранее установлено, что определяющее значение при формировании режима солености Азовского моря имеют объем и внутригодовое распределение материкового стока, формируемого, главным образом, реками Дон и Кубань [3, 4]. Формирование многолетних циклов в изменении материкового стока способствует развитию процессов распреснения или стабилизации солености моря, а в периоды маловодья преобладают процессы осолонения морских вод [11]. Это обстоятельство подтверждается наличием выраженной асинхронности в колебаниях среднегодовых значений солености и стока [10], однако зависимость среднегодовой (средневзвешенной) солености от годового стока в целом характеризуется очень невысоким коэффициентом корреляции (0,41). При этом по мере увеличения продолжительности маловодной фазы в формировании стока теснота связи между соленостью и стоком снижается [10].

Соленость Таганрогского залива и юго-восточных прибрежных районов находится под существенным влиянием стока рек Дон и Кубань, а южный предпроливный район испытывает значительное воздействие черноморских вод. Поэтому горизонтальное и вертикальное распределение солености в Азовском море характеризуется существенными пространственными градиентами: от пресной воды на устьевых взморьях Дона и Кубани до 17 ‰ в предпроливном районе [8, 9, 12].

В результате совместного анализа изменения солености и материкового стока Азовского моря проведена более детальная типизация режима солености Азовского моря (табл.3) и выявлена зависимость солености (на конец цикла) от средней величины стока за период (рис. 3).

Полученная зависимость (характеризуемая коэффициентом корреляции, равным 0,87) свидетельствует о том, что формирование оптимального для гидробионтов режима солености (от 9,0 до 11,5 ‰) происходит в многолетних и средних по водности периоды со средним объемом стока выше 35 км³. В маловодные периоды (при среднем значении объема

материкового стока ниже 30 км³) отмечается процесс повышения солености азовоморских вод до 12,0-13,76 ‰.

Таблица 3

Типизация периодов изменения солености Азовского моря за период 1960-2015 гг.

Период (цикл)	Годы	Сток, км ³ (среднее за период)	Соленость, ‰	
			ср. за период	на конец периода
Стабилизация	1960-1968	36,3	11,23	11,12
Осолонение	1968-1976	27,8	12,36	13,76
Распреснение	1976-1982	37,4	12,28	10,90
Осолонение	1982-1985	29,6	11,46	11,95
Распреснение	1985-1998	34,1	11,15	9,98
Стабилизация	1998-2003	34,2	10,27	10,26
Распреснение	2003-2006	40,5	9,72	9,29
Осолонение	2006-2015	28,4	11,05	13,06

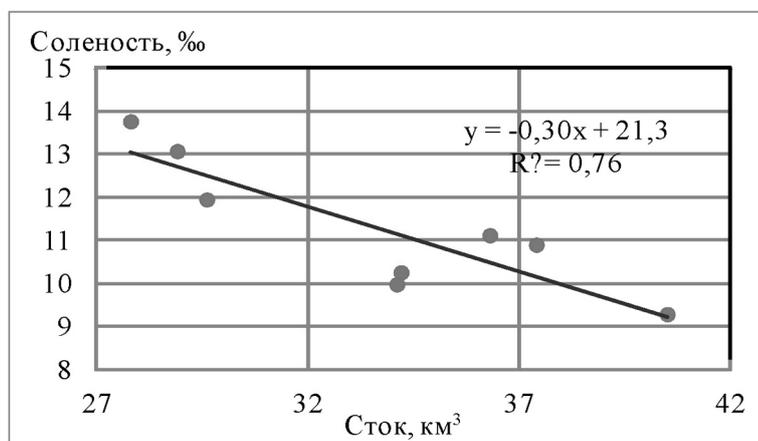


Рисунок 3 – Зависимость солености Азовского моря (на конец цикла) от средней величины материкового стока (табл. 3)

Анализ изменения солености по сезонам за период 1960-2014 гг. позволил установить, что, как правило, соленость воды снижается от весны к лету и повышается от лета к осени (рис. 4). Такой характер изменения солености обусловлен определяющим воздействием материкового стока весеннего половодья, результирующее влияние которого (с учетом времени добегания) в наибольшей степени проявляется в Азовском море в летний период.

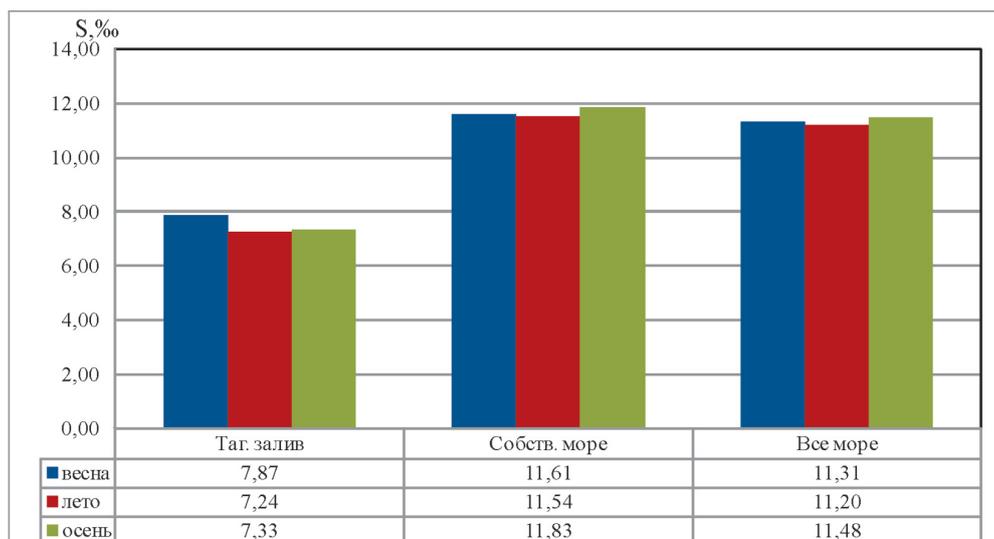


Рисунок 4 – Межсезонное изменение солености Азовского моря (1960-2014 гг.)

При изучении пространственного распределения солености Азовского моря за период 1960-2014 гг. выделены три характерных периода: максимального распреснения, среднемноголетнего распределения и периода осолонения (рис. 5). В периоды распреснения для большей части моря

свойственна соленость, не превышающая 10 ‰, а очаги повышенной солености, происхождение которых связано с адвекцией черноморских вод, как правило, формируются в южной части собственно моря. Структура среднемноголетнего (за период 1960-2014 гг.) пространственного распределения характеризуется выраженным ростом солености от 2-3 ‰ в Таганрогском заливе до 12 ‰ в районе Керченского предпроливья. В условиях осолонения изогалины 13-14 ‰ оконтуривают практически всю акваторию собственно моря, а область наибольшего распреснения ограничивается небольшой зоной на востоке Таганрогского залива.

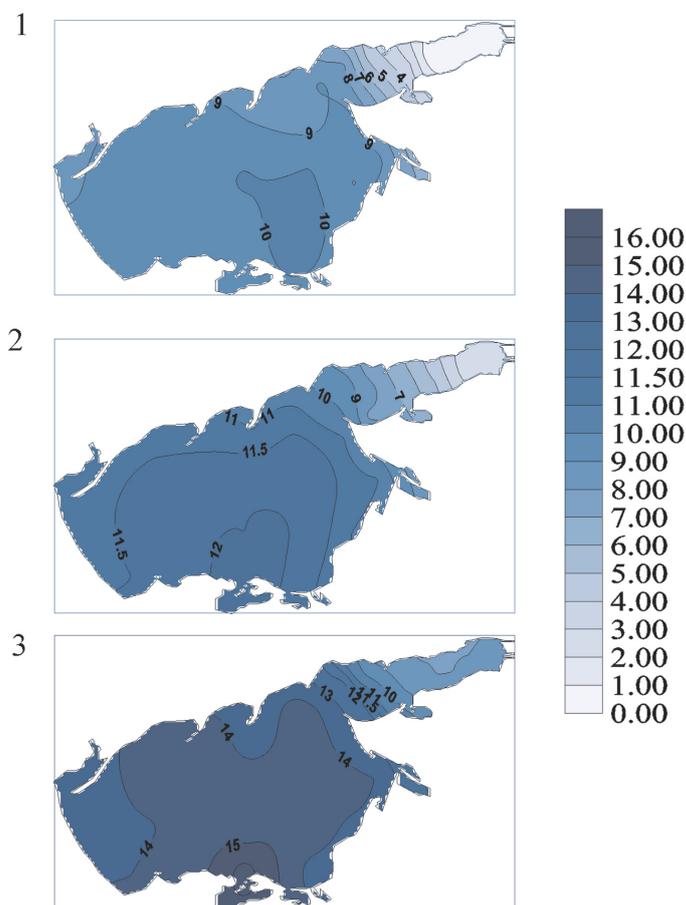


Рисунок 5 – Пространственное распределение солености:

1 – период максимального распреснения (апрель 2006 г.); 2 – среднемноголетнее (1960-2014 гг.); 3 – период максимального осолонения (октябрь 1976 г.).

По типу периода осолонения происходило пространственное распределение солености воды Азовского моря в 2015 г. (рис. 6). Особенно высокая минерализация вод отмечалась в октябре, когда соленость достигала следующих значений: всего моря – 13,37 ‰, собственно моря – 13,52 ‰ и Таганрогского залива – 11,75 ‰. Таким образом, в октябре 2015 г. показатели солености воды собственно моря и всего моря вплотную приблизились к значениям периода максимального осолонения моря (1976 г.), а значения солености Таганрогского залива, как уже сказано, заняли строку абсолютных максимумов периода 1960-2015 гг.

При этом в структуре пространственного распределения солености в осенний период 2015 г., имеющей большое сходство с «полем солености» 1976 г. (рис. 6), на юге моря сформировались зоны, оконтуренные изогалиями 14 ‰. Значительную часть акватории собственно моря занимали воды с соленостью более 13,5 ‰, а 13-процентная изогалия солености достигала горла Таганрогского залива. Этот процесс предопределил усиление взаимной статистической зависимости между соленостью залива и водами собственно моря. Так, если в выборке ряда по солености за 1994-2005 гг. коэффициент корреляции этой связи составлял 0,475, то по данным ряда за последние десять лет (2006-2015 гг.) коэффициент корреляции повысился до 0,976 (т.е. более чем в два раза).

В связи с прогрессирующим осолонением Азовского моря в 2015 г., произошло существенное перераспределение по акватории моря зон осолонения и опреснения. Зоны солености меньше 7, 9 и 11 ‰ (т.н. опресненные) уменьшились по площадям соответственно до 0,85; 1,85 и 2,75 тыс. км² при соответствующих среднемноголетних значениях равных 2,78; 4,27 и 14,41 тыс. км².

Соленость Азовского моря в среднем за 2015 г., составила: всего моря 13,06 ‰, собственно моря – 13,24 ‰, Таганрогского залива – 11,05 ‰.

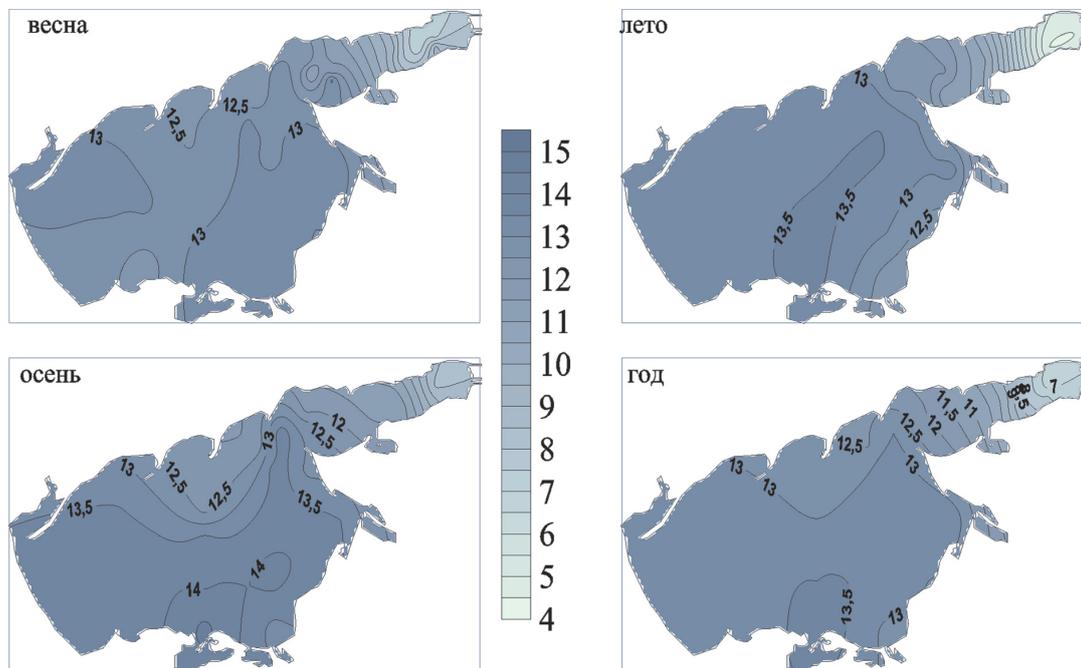


Рисунок 6 – Пространственное распределение солености Азовского моря в 2015 г.

Современный процесс осолонения Азовского моря определяется целым рядом факторов, среди которых: климатообусловленные повышение температуры воздуха и воды, ослабление ветровой активности (что в обоих случаях способствует росту испарения с водной поверхности), уменьшение объемов поступления в море атмосферных осадков, усиление черноморской адвекции и др.

Но главная причина повышения солености Азовского моря заключается в сокращении материкового стока, и, особенно, его донской компоненты, доля которой составляет в среднем около 60 %.

В результате малоснежной зимы и низкой увлажненности почв в период, предшествовавший образованию снежного покрова, в 2015 г. в бассейне р. Дон отмечается маловодье, редкая повторяемость которого подтверждается снижением уровня воды Цимлянского водохранилища до отметок, близких к уровню мертвого объема (31,17 м Бс).

В многолетней динамике годового стока р. Дон в своре станицы Раздорской (в условиях зарегулированного режима), согласно разностной интегральной кривой модульных коэффициентов стока р. Дон – ст. Раздорская (рис. 7), маловодные периоды водности, являющиеся следствием результирующего воздействия климатических и антропогенных факторов, наиболее выражено проявлялись на отрезках 1972-1976 гг. (5 лет), 1983-1993 гг. (11 лет) и в современный (возможно, незавершенный) период 2007-2015 гг. (9 лет). Наиболее ощутимое снижение материкового стока отмечалось в период 1972-1976 гг. Средний годовой сток на этом отрезке времени составлял всего 12,3 км³ (табл. 4). На отрезке 1983-1993 гг. колебания стока происходили не столь однозначно, и среднее значение стока за этот период оказалось равным 18,9 км³ (табл. 4). В современный период (2007-2015 гг.) средняя величина годового стока составила немногим более 15 км³ (табл. 4). Оценка отклонения значений стока за эти периоды от среднемноголетней величины, выполненная интегрально,

позволяет судить о дефиците водных ресурсов Цимлянского водохранилища. На уровне 2015 г., как следствие затянувшегося с 2007 г. маловодья, Цимлянское водохранилище недополучило почти 48 км³ речных вод, что является максимальным значением из трех рассматриваемых циклов маловодья (табл. 4).

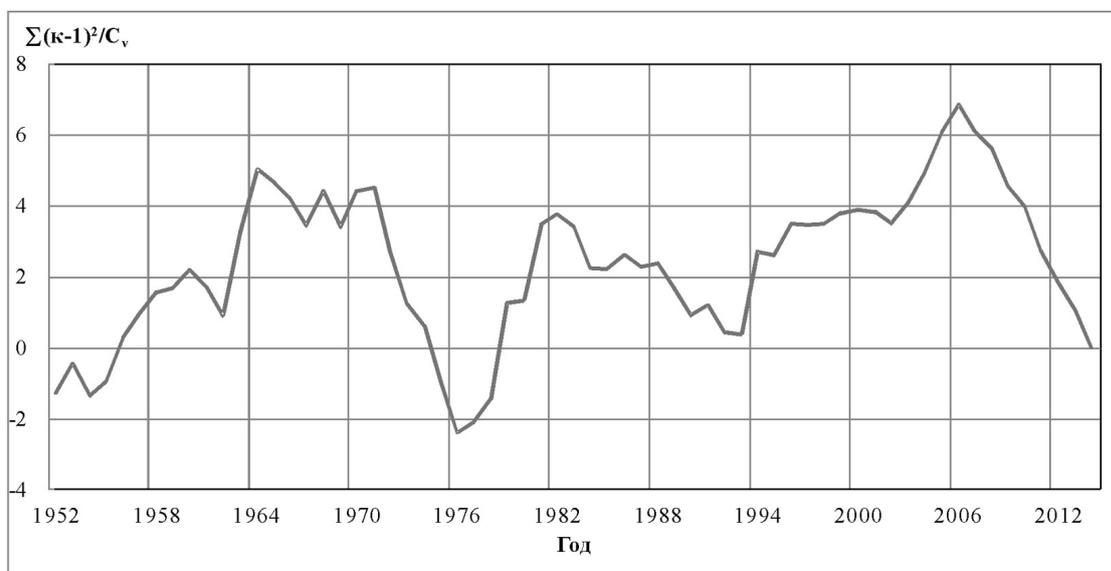


Рисунок 7 – Разностная интегральная кривая модульных коэффициентов годового стока р. Дон-ст. Раздорская за период 1952-2014 гг.

Таблица 4

Параметры стока и солености Азовского моря в периоды маловодья (данные ФГБНУ «АзНИИРХ»)

Периоды маловодья (годы)	Продолжительность, лет	Сред. сток за период, км ³	Недополученный объем*, км ³	Пределы изменения солености, ‰	Скорость осолонения, ‰/год
1972-1976	5	12,30	46,29	11,78-13,76	0,40
1983-1993	11	18,90	26,91	11,16-11,95	0,07
2007-2015	9	15,63	47,73	9,29-13,07	0,45

* Интегральная сумма разностей значений стока среднесуточного и текущего года.

Следует особо отметить, что сокращение донского стока во все периоды приводило к росту солености Азовского моря. Как следует из таблицы 4, скорость осолонения Азовского моря в современный период, составив 0,45 ‰/год, является максимальной.

Оценками степени взаимосвязи материкового стока и солености установлено, что в различные периоды солёность вод Азовского моря, формируясь, главным образом, под влиянием речного стока, одновременно зависит не только от факторов природного (атмосферные осадки, испарение и ветровой режим), но и антропогенного происхождения [10,9,12]. Однако в результате ретроспективного анализа указанных элементов климатического режима на основе принципов инерционного прогноза солености подтверждено определяющее влияние материкового стока. При этом следует учитывать, что объемы всего Азовского моря (323 км³) и собственно моря (297,6 км³) соответственно в 10 и 9 раз превышают суммарную величину годового материкового стока. Таким образом, водообмен моря, определяемый соотношением объема вод моря к величине стока, интегрально отражает степень разбавления морских вод речными, а, следовательно, опосредованно зависит от цикличности формирования материкового стока. Проведенные нами исследования зависимости солености Азовского моря от речного стока позволили ранее установить и уточнить уравнения аппроксимации солености [10]. В результате пополнения базы данных новыми значениями солености за последние годы

нами разработана статистическая модель изменений солености в зависимости от ее величины в предшествующем году и колебаний речного стока в текущем. Модель составлена на основании 55-летнего ряда данных наблюдений за стоком и соленостью (1960-2014 гг.), а изменение объемов речного стока оценивались за гидрологический год (период с ноября предшествующего года по октябрь текущего). Полученное уравнение зависимости имеет вид:

$$Y = 0,88 X_1 - 0,04 X_2 + 2,84,$$

где: X_1 – соленость Азовского моря в предшествующем году по данным экспедиционных наблюдений АЗНИИРХ в апреле – октябре, ‰.

X_2 – суммарный сток рек Дона и Кубани за текущий гидрологический год, км³.

Коэффициент множественной корреляции в приведенной многофакторной модели является довольно высоким ($R = 0,96$).

Анализ итоговых значений прогнозирования солености Азовского моря на 1-2 года и более удаленный период указывает на вполне удовлетворительные результаты. В итоге проведенных расчетов представлены материалы, характеризующие возможное изменение средней солености при различных тенденциях формирования материкового стока (табл. 5). Необходимо подчеркнуть, что данные 2014 г. не использовались для расчетов по предлагаемой модели и служили проверочными.

В современных условиях климатического сокращения годовой величины материкового стока соленость моря постоянно возрастала с 2006 г., достигнув в 2014 г. фактической величины 12,64 ‰. Расчетное значение солености за 2014 г. составило 12,66 ‰ при объеме материкового стока около 25 км³ (табл. 5). Сравнение расчетных и фактических значений солености показало, что относительная средняя ошибка уравнения составила 0,22 ‰. Этот факт позволяет оценивать данный метод прогнозирования как вполне удовлетворительный.

Таким образом, перспективная оценка значений солености по предложенной модели достаточно достоверно отражает возможные сценарии формирования водно-солевого режима моря в условиях относительно стабильной тенденции в изменении материкового стока. При современных климатических прогнозах наиболее вероятного развития сценария сохранения маловодья на реках юга России в ближайшей перспективе, на наш взгляд, годовая величина материкового стока, вероятнее всего, не будет превышать объемов 27-22 км³. Вследствие этого в 2016 г. тенденция роста солености сохранится, и средняя соленость Азовского моря будет находиться в диапазоне 13,05-13,58 ‰, достигая к 2018 г. значений 13,42-14,20 ‰. В последующий период можно ожидать повышения солености до «рекордных» значений, приближающихся к 15 ‰. Соответственно будут изменяться и размеры зон с благоприятными и неблагоприятными по степени осолонения условиями [11].

Таблица 5

Варианты изменений солености (‰) при различных показателях водности (км³) основных рек бассейна Азовского моря

Сток/Годы	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
36 км ³	12,22	12,16	12,10	12,06	12,00	11,96	11,93
33 км ³	12,34	12,38	12,41	12,44	12,47	12,49	12,51
30 км ³	12,46	12,61	12,74	12,85	12,95	13,03	13,12
27 км ³	12,58	12,83	13,05	13,25	13,42	13,57	13,70
25 км ³	12,66	12,98	13,27	13,51	13,73	13,92	14,09
22 км ³	12,78	13,21	13,58	13,91	14,20	14,46	14,68

Приведенные материалы, характеризующие основные закономерности формирования режима солености в современный период и подтверждающие определяющую роль речного стока, позволяют производить перспективную оценку изменений солености Азовского моря,

а также размеров зон с различной степенью осолонения [10,11]. Эти и выше рассмотренные аспекты в изменении режима солености моря, как нам представляется, позволяют проводить экспертный анализ и принимать управленческие решения в спектре возникающих задач по оценке современных и перспективных условий существования водных биологических ресурсов, как в Азовском море в целом, так и на акватории его отдельных районов. Уравнения зависимости между соленостью всего моря (S в.м.) или собственно моря (S с.м.) и соленостью отдельных районов представлены в таблице 6.

Таблица 6

Уравнения для расчета среднегодовой солености в стандартных районах Азовского моря (1960-2013 гг.)

№ района	Уравнение связи	Средняя ошибка расчета, ‰	№ района	Уравнение связи	Средняя ошибка расчета, ‰
1	$S=0.984 S_{с.м.}+0.610$	-0,02	5	$S=1.085 S_{с.м.} - 1.277$	-0,01
2	$S=0,952 S_{в.м.}+0,735$	-0,03	6	$S=1.080 S_{с.м.} - 1.666$	-0,03
2	$S=0.972 S_{с.м.}+0.180$	-0,02	7	$S=1.19S_{в.м.} - 4.34$	-0,02
3	$S=0.928 S_{с.м.}+0.574$	-0,03	8	$S= 1.1148S_{с.м.} - 6.51$	-0,37
4	$S=0.988 S_{с.м.}+0.012$	-0,01	9	$S=1.099S_{с.м.} - 1.384$	-0,03
5	$S=1.083 S_{в.м.} - 0.880$	-0,03	10	$S=1.016 S_{с.м.} - 0.668$	-0,03
Тар. з.	$S=0.5368S_{в.м.}+7.314$	-0,06	11	$S=0.969 S_{с.м.}+0.473$	-0,02
			12	$S=0.973 S_{с.м.}+0.547$	-0,02

Список литературы

1. Аведикова Т.М., Баландина Л.Г., Воловик С.П., Иванченко И.Н., Корнеев А.А., Кукарина Л.В., Луц Г.И., Рогов С.Ф. Влияние океанографических факторов на воспроизводство и распределение проходных и полупроходных видов рыб Азовского моря. // Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т.5. Л.: Гидрометеоиздат 1991, с. 209-215.
2. База данных ФГБНУ «АЗНИИРХ» «Гидрометеорологический режим Азовского моря» (Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2014620936 от 01.07.2014 г.)
3. Бронфман А.М., Воловик С.П., Козлитина С.В., Кучай Л.А., Попов И.В. Статистическая структура океанологических и биологических параметров экосистемы Азовского моря. Ростов-на-Дону. Изд-во РГУ, 1979, 160 с.
4. Бронфман А.М., Дубинина В.Г., Макарова Г.Д. Гидрологические и гидрохимические основы продуктивности Азовского моря // М.: Пищевая промышленность, 1979, 288 с.
5. Жукова С.В., Шишкин В.М., Куропаткин А.П., Лутынская Л.А., Фоменко И.Ф., Подмарева Т.И., Бурлачко Д.С., Карманов В. Г. Особенности гидрологического режима юго-восточной части Азовского моря в летний период 2005-2011 годов // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2012 №11, с. 68-75.
6. Жукова С.В., Шишкин В.М., Лутынская Л.А. Куропаткин А.П., Фоменко И.Ф., Подмарева Т.И. Карманов В.Г., Бурлачко Д.С. Результаты гидрологического мониторинга лицензионного участка ООО «НК Приазовнефть» в Азовском море в летний период 2012 года // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2013 №12, с. 11-19
7. Закутский В.П., Куропаткин А.П., Гаргопа Ю.М. Перспективная оценка численности и биомассы медузы в Азовском море по уровню осолонения. // Гидробиол. ж., 1988. Т. 24. с. 18-22.
8. Куропаткин А.П. Особенности гидрологического режима и рыбопродуктивность Азовского моря // Материалы всерос. научно-практ. конф. «Проблемы современной гидрометеорологии и геоэкологии», Ростов-на-Дону, 2007. с.89-92.
9. Куропаткин А.П. Ретроспективные изменения и прогноз пространственной структуры поля солености Азовского моря // Среда, биота и моделирование экологических процессов в Азовском море. РАН, Апатиты, 2001. с. 72-77.
10. Куропаткин А.П., Жукова С.В., Шишкин В.М., Бурлачко Д.С., Карманов В.Г., Лутынская Л.А., Фоменко И.Ф., Подмарева Т.И. Изменение солености Азовского моря // Вопросы рыболовства, т.14, № 4 (56), 2013, с. 666-673.
11. Куропаткин А.П., Шишкин В.М., Бурлачко Д.С., Карманов В.Г., Жукова С.В., Подмарева Т.И., Фоменко И.Ф., Лутынская Л.А. Современные и перспективные изменения солености Азовского моря.// Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе, ж. 2015. №11. с. 7-6.
12. Куропаткин А.П., Жукова С.В., Шишкин В.М., Лутынская Л.А., Фоменко И.Ф., Подмарева Т.И. Влияние условий среды обитания на развитие популяции пиленгаса. в Азовском море // Тр. межд. семинара «Генетические и вероятностные методы в гидрологии: проблемы развития и взаимосвязи», Одесса, 26-28 марта 2009 , М., 2009. с. 233-240.

SALINITY PATTERNS IN THE AZOV SEA UNDER PRESENT-DAY CONDITIONS

Zhukova S.V., Shishkin V.M., Kuropatkin A.P., Lutynskaya L.A., Burlachko D.S.,
Karmanov V.G., Podmareva T.I., Fomenko I.F., Bezrukavaya E.A.

FGBNU "AzNIRH", Rostov-on-Don, gidroazniirh@yandex.ru

The paper presents research materials on the salinity regime of the Azov Sea that were gathered in the surveys conducted by AzNIRH over the period 1960-2015. Since 2006 a trend has been traced towards increasing in water salinity to 13.52‰ in October of 2015 that is almost equal to maximum values of the sea salinization. Cycles and trends of the long-term salinity fluctuations induced by climatic and anthropogenic factors, and the patterns of spatial and temporal variability of salinity in different periods have been considered. The decisive role of runoff is underlined in the formation of salt regime. Long-term prediction (up to 2020) is given in regard to possible changes in the river runoff and salinity.

Key words: water salinity, river runoff, spatial and temporal variability, approximation.

УДК: 343.772:34.03

АНАЛИЗ НАРУШЕНИЙ ПРАВИЛ РЫБОЛОВСТВА В НЕКОТОРЫХ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ БАССЕЙНАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В.П. Загрийчук

*ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный технический университет»,
Астрахань, Россия, lojnichenko@rambler.ru*

Автор исследовал нарушения правил рыболовства в некоторых рыбохозяйственных бассейнах (Дальневосточный, Северный, Западный, Волжско-Каспийский, Азово-Черноморский). Установлено, что среди основных типов нарушений основным является – отсутствие учета либо ненадлежащий учет водных биоресурсов в промысловом журнале и (или) иных отчетных документах при условии, что законодательством установлена обязанность по ведению таких документов.

Ключевые слова: Дальневосточный, Северный, Западный, Волжско-Каспийский, Азово-Черноморский, браконьерство, незаконная рыбная ловля, водные биологические ресурсы, отчетные документы.

Мировая добыча водных биологических ресурсов приближается к показателю 100 млн тонн в год, а вместе с аквакультурой значительно превысила его [1, с. 7]. Очевидным становится факт чрезмерного вылова наиболее ценных видов водных биоресурсов. Так по оценкам ФАО ООН, около 25 % от мировых рыбных ресурсов в 2009 г. были отнесены к категории «чрезмерно эксплуатируются, истощены и восстанавливаются», 50 % – «использованы в полной мере» и 25 % – «недоиспользованы или умеренно эксплуатируются». Таким образом, почти 80 % мировых рыбных ресурсов истощено либо медленно восстанавливается от чрезмерной эксплуатации [2, с. 6; 3, с. 8]. Для многих видов реальностью стала ситуация истощения популяции, а то и ее полного уничтожения. В 1989 году в декларации конференции ООН по окружающей среде в практику рыболовства вошло понятие «предосторожный подход». С целью обеспечения эффективного сохранения, освоения живых морских ресурсов и управления ими в 1995 году утвержден Конференцией ФАО Кодекс ведения ответственного рыболовства.

Вместе с тем видится, что одной из причин сложившегося положения является увеличение интенсивности лова за счет совершенствования средств добычи и недостаточной эффективности регулирования промысла. Предотвращение ННН-промысла является одной из задач стоящей перед Федеральными органами исполнительной власти. На сегодняшний день, достоверными данными о масштабах незаконного промысла не располагают ни Росрыболовство, ни Пограничная служба ФСБ России, а информация о незаконном промысле разрознена. Вместе с тем, согласно недавним данным Счетной палаты РФ, ежегодный объем неучтенного экспорта дальневосточных водных биологических ресурсов в стоимостном

выражении составляет 15-30 млрд рублей [4, с. 5].

Главным документом, руководствуясь которым происходит пользование биологическими ресурсами, является ФЗ № 166 от 20.12.2004 г. с дополнениями и изменениями в соответствии с частью 2 статьи 43.1 которого утверждаются правила рыболовства для рыбохозяйственных бассейнов. Правила рыболовства регламентируют деятельность пользователей водными биологическими ресурсами, к которым относятся (юридические лица, индивидуальные предприниматели, граждане, иностранные юридические лица, граждане, осуществляющие рыболовство в соответствии с законодательством Российской Федерации и международными договорами Российской Федерации).

За нарушение пользователями правил рыболовства предусматривается административная либо уголовная ответственность в соответствии с отдельными статьями кодекса Административных правонарушений, Уголовного кодекса.

Следует отметить, что понятие рыболовство в настоящее время трактуется несколько шире, чем собственно добыча рыбы. Так Федеральным законом от 20.12.2004 г. № 166-ФЗ понятие рыболовство предполагает деятельность по добыче (вылову) водных биоресурсов и в предусмотренных настоящим Федеральным законом случаях по приемке, обработке, перегрузке, транспортировке, хранению и выгрузке уловов водных биоресурсов, производству рыбной и иной продукции из водных биоресурсов [5, с. 1].

В исследовании для выявления характерных нарушений правил рыболовства в рыбохозяйственных бассейнах воспользовались постановлением Пленума Верховного Суда РФ от 23 ноября 2010 г. № 27 с поправками от 18 октября 2012 г. № 22, в котором типовые нарушения распределены на пять основных групп. Согласно данному постановлению к основным группам нарушений правил рыболовства относятся:

1. Добыча (вылов) водных биоресурсов без разрешительных документов, если их получение является необходимым условием осуществления этой деятельности, (то есть без разрешения на добычу (вылов), без путевки для осуществления любительского и спортивного рыболовства);

2. Нарушение условий, предусмотренных разрешительным документом на добычу (вылов), в частности несоблюдение целей, указанных в разрешении на добычу (вылов) водных биоресурсов (промышленных, научных, контрольных, рыбоводных); добыча (вылов) в районах, не определенных в разрешении, с нарушением установленных сроков, не указанными в разрешении орудиями или способом, в большем количестве, чем предусмотрено разрешением;

3. Несоблюдение установленных запретов (например, в отношении периода, орудий, способов лова, мест добычи (вылова) при осуществлении любительского и спортивного рыболовства);

4. Осуществление рыболовства при отсутствии на судне специальных средств технического контроля, обеспечивающих постоянную автоматическую передачу информации о местоположении судна, и (или) других технических средств контроля, когда оснащение судна такими средствами является обязательным;

5. Отсутствие учета либо ненадлежащий учет водных биоресурсов в промысловом журнале и (или) иных отчетных документах при условии, что законодательством установлена обязанность по ведению таких документов.

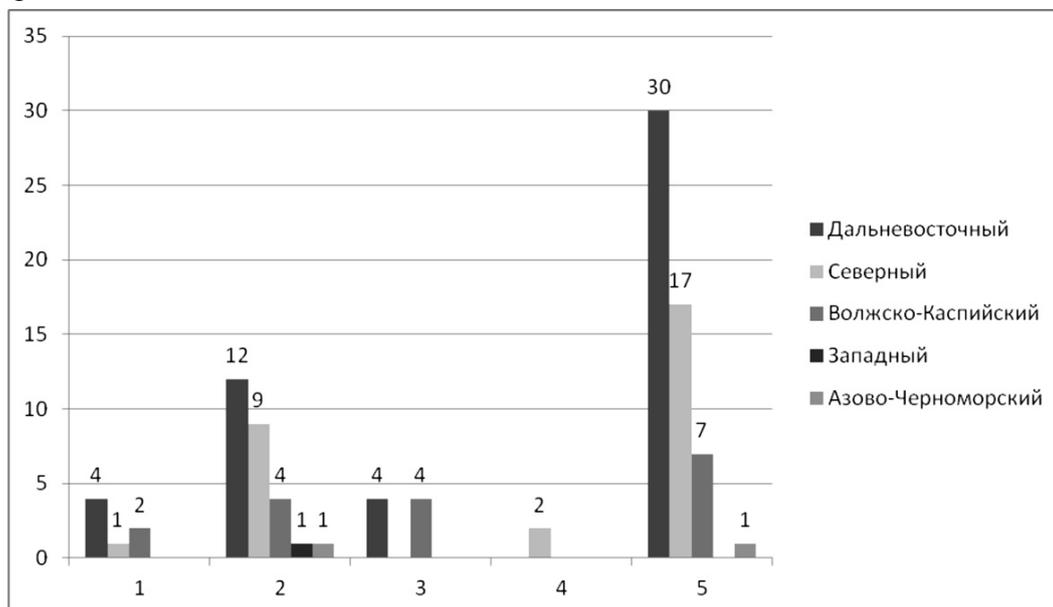
Для изучения закономерностей в проявлении нарушений правил рыболовства воспользовались материалами информационной правовой системы Гарант [6, с. 4].

Анализ типовых нарушений показал, что добыча биологических ресурсов без разрешительных документов составляет порядка 7 % среди прочих видов нарушений (рис 1. поз. 1.), отмечаемых в исследуемых рыбохозяйственных бассейнах. Дальневосточный бассейн является лидером по количеству таких нарушений. В Западном и Азово-Черноморском бассейнах значимых нарушений такого вида не отмечено.

Добыча биологических ресурсов с нарушением условий разрешений регистрировалась во всех исследуемых рыбохозяйственных бассейнах и составила 28 % (рис. 1. поз. 2.). По количеству зарегистрированных нарушений в Дальневосточном и Северном рыбохозяйственных бассейнах отмечается наибольшее количество нарушений данного вида.

Несоблюдение установленных запретов при осуществлении рыболовства (рис. 1. поз – 3.) составило 8 % от прочих видов. Данные нарушения согласно информационно-поисковой системе Гарант были отмечены только в Дальневосточном и Волжско-Каспийском бассейнах.

Осуществление рыболовства при отсутствии на судне специальных средств технического контроля (рис. 1. поз. 4.) составило всего 2 % от прочих видов нарушений и отмечались только в Северном рыбохозяйственном бассейне.



**Рисунок - 1. Показатели нарушений правил рыболовства в некоторых рыбохозяйственных бассейнах (%).
Поз. 1-5 – типовые группы основных нарушений правил рыболовства согласно постановлению Пленума
Верховного Суда РФ от 23 ноября 2010 г. № 27**

Наконец отсутствие учета либо ненадлежащий учет водных биоресурсов (рис. 1. поз. 5.) среди прочих нарушений, лидируют по количеству и составили 55 % от всех зарегистрированных в рыбохозяйственных бассейнах. На первом месте по данным нарушениям находится Дальневосточный рыбохозяйственный бассейн, в Западном бассейне нарушения такого типа практически не отмечаются. При анализе нарушений выяснилось, что основными являются нарушения, связанные с ведением промыслового журнала на рыбопромысловых участках, добывающих судах, а также ненадлежащий учет водных биологических ресурсов, выявляющийся при выгрузке продукции в портах. Характерным является, что нарушения такого рода достаточно легко выявляются при непосредственном установлении массы продукции и анализе сопроводительных документов. Данные нарушения свидетельствуют о массовом нарушении базовой меры регулирования рыболовства – «лимитирование уловов», что сказывается при расчетах ОДУ и нарушает принципы рациональной эксплуатации запасов водных биологических ресурсов.

Осуществление учета и приемки улова водных биоресурсов основывается на добросовестном выполнении пользователями обязанностей, возлагаемых на них существующими правилами рыболовства [7, с. 2; 8, с. 3]. Вместе с тем, очевидно, что суда, ведущие промысел биологических ресурсов, имеют возможность занижать фактические уловы, это происходит, в том числе, за счет избытка времени нахождения судов на промысле для освоения выделенной квоты. Утрата силы приказа № 185 «О порядке и механизме представления оперативной и статистической отчетности по добыче рыбы и переработке рыбопродукции» позволяет добывающим судам находиться на промысле, не указывая затраты календарного времени в судовых суточных донесениях. Это, в свою очередь, способствует неконтролируемому нахождению на промысле добывающих судов.

Таким образом, установлено, что среди основных типов нарушений более 55 % нарушений связано с ненадлежащим учетом и приемкой улова водных биоресурсов.

Список литературы

1. О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов [Электронный ресурс]: федер. закон от 20.12.2004 № 166-ФЗ, ред. от 29.06.2015 – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_50799/. - (Дата обращения: 25.11.2015).

2. Об утверждении правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна: Приказ МСХ № 385 от 21.10.2013 г.
3. Об изготовлении промыслового журнала и производстве записей в нем: Прил. к письму Росрыболовства от 7 апреля 2011 г. № 1846-ВВ/У02.
4. Гарант версия 7.10.2.030 СИМ обновление от 04.07.2015 г.
5. Афанасьева С.К. Крабят / С.К. Афанасьева // Совершенно секретно. – 2014. – № 28-323. – С. 9-11.
6. Корнейко О.В., Латкин А.П. Теоретические подходы к управлению развитием промышленного рыболовства / О.В. Корнейко, А.П. Латкин // Рыбное хозяйство. – 2014. – № 3. – С. 35-37.
7. Сытова М.В., Вафина Л.Х. Научный инструментарий прослеживаемости рыбной продукции в Российской Федерации / М.В. Сытова, Л.Х. Вафина // Рыбное хозяйство. – 2014. – № 3. – С.38-41.
8. FAO (2010). The State of World Fisheries and Aquaculture. FAO Fisheries and Aquaculture Department, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. ФАО, 2010.

ANALYSIS OF VIOLATIONS OF FISHING RULES IN SOME FISHERY BASINS OF THE RUSSIAN FEDERATION

Zagriyчук V.P.

FSEI HPE Astrakhan State Technical University, Russia, Astrakhan, lojnichenko@rambler.ru

Dynamics of violations of fishing rules were analyzed in some fishery basins (Far Eastern, Northern, Western, Volga Caspian, Azov-Black Sea). It was established that the dominant one among the main types of violations is the lack of record or improper record of aquatic bioresources and other report documents in ship fishing logs, on condition that the legislation imposes obligation of keeping such documents

Keywords: Far Eastern, Northern, Western, Volga Caspian, Azov-Black Sea poaching, illegal fishing, water biological resources, report documents.

УДК 574.633

ОШИБКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ КИСЛОРОДА НА РЕКАХ С ГРУНТОВО-БОЛОТНЫМ ВОДОСНАБЖЕНИЕМ

И.Е. Зыков, Д.Е. Ваулин

*Государственный гуманитарно-технологический университет, г. Орехово-Зуево, Россия,
zykov-oz@yandex.ru*

Проведена экологическая оценка состояния реки Большая Дубна Орехово-Зуевского района Московской области. С помощью биотических индексов Вудивисса, Майра, Гуднайта-Уитли, Пантле-Букка и Николаева качество воды оценено как в-мезосапробное. Дан анализ ошибок, приводящих к завышению значений растворенного кислорода и биологического потребления кислорода.

Ключевые слова: биотический индекс, сапробность, растворенный кислород, биологическое потребление кислорода.

При определении биологического потребления кислорода на малых реках, имеющих грунтово-болотное водоснабжение в летний период, возникают ошибки, дающие завышенное значение этого параметра. Особенно наглядно завышение показателей БПК₅ видно при их сравнении со значениями биотических индексов [9], отражающих более низкие уровни сапробности и, как следствие, позволяющих оценивать степень загрязнения реки более оптимистично.

Такие ошибки нами были выявлены на реке Большая Дубна (код водного реестра РФ: 09010300712110000031603) [7], протекающей в северной части Мещерской зандровой низменности по Киржачскому району Владимирской области (начало у деревни Кашино) и по Орехово-Зуевскому району Московской области (впадает в реку Клязьма в 2 км ниже города Орехово-Зуево) [1].

Данные БПК₅ воды реки Большая Дубна, взятой в нижней трети ее течения в августе 2014 года, определялись методом Винклера [5]. Среднее значение БПК₅ по 3 пробам

составило 8,3 мг/л (с отклонением не выше 0,5 мг/л), что превышает ПДК для водоемов культурно-бытового водопользования. В то же время по значению биотических индексов эту реку следовало бы отнести к β -мезосапробному типу (табл. 1).

Таблица 1
Значения биотических индексов оценки качества воды реки Большая Дубна в августе 2014 года

Метод	Значение индекса	Характеристика сапробности
Вудивисса	8	ксеносапробные/ олигосапробные
Майра	19	олигосапробные
Гуднайта-Уитли (%)	20,5	ксеносапробные/ олигосапробные
Пантле-Букка (Росгидромет)	2,4	β -мезосапробные
Пантле-Букка (по М.В. Чертопруду)	2,4	β -мезосапробные
С.Г. Николаева	4	α -мезосапробные

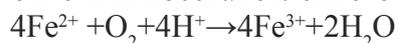
не как показатель, определенный йодометрическим методом, а как табличную величину, соответствующую равновесной концентрации. Этот прием при вычислении минимизирует ошибку.

2. Количество кислорода, израсходованного на аэробное окисление органики бактериями, в данном случае складывается с кислородом, потребляемым аэробными железобактериями [2].

Действительно, в реках, вытекающих из болот и протекающих по заболоченным местностям, содержание ионов Fe (II) в воде может быть очень высоко. В частности, в изученной нами реке содержание общего железа, растворенного в воде, составило 0,22 мг/л. Такое высокое значение этого показателя вместе с достаточным количеством кислорода в воде и ее pH=6,6 создает хорошие условия для развития железобактерий родов *Leptothrix*, *Sulphobacillus*, *Naumaniella* и *Siderocapsa* [8].

Визуально наличие хемолитотрофных железоокисляющих микроорганизмов можно определить по появлению в инкубированных емкостях характерных рыжих аморфных образований, представляющих собой нерастворимый гидроксид железа (III).

Определить количество кислорода, использованного железобактериями, можно исходя из формулы, характеризующей окисление ими восстановленного железа [6].



Для этого следует определить количество ионов Fe (II) в воде при заборе пробы и по истечении пятидневного периода инкубации. Например, используя методику фотометрического определения Fe²⁺ с 1,10-фенантролином, который дает достаточно точный результат в концентрациях железа 0,05-1,0 мг/л [4]. Модификация метода в этом случае заключается в исключении процесса восстановления железа (III) гидроксиламином [3]. Искомый показатель окисленного бактериями Fe²⁺ является разностью между начальным и конечным значениями их концентрации, а количество потребленного при этом кислорода вычисляется по уравнению реакции.

Список литературы

1. Вагнер Б. Б. Реки и озера Подмосковья. — М.: Вече. — 2006. - С.103-106.
2. Заварзин Г.А. Лекции по природоведческой микробиологии. - М.: Наука. — 2003. - С. 168-171.
3. Лурье Ю. Ю. Унифицированные методы анализа вод. — М.: Химия. - 1973. - С. 264-266.
4. Массовая концентрация железа общего в водах // Методика выполнения измерений фотометрическим методом с 1,10-фенантролином. РД 52.24.358-2006 (утв. Росгидрометом 27.03.2006). <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=EXP;n=433732;fld=134;dst=100012;md=180312.03833790383321545;ts=01803121764442111200457>

5. Муравьев А.Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами. – СПб.: Крисмас+. – 2009. - С. 67-83.
6. Пиневиц А.В. Микробиология. Биология прокариотов. - СПб.: изд-во С.-Петерб. ун-та. - 2007, 2. - С.167-169.
7. Поиск по данным государственного водного реестра РФ. <http://textual.ru/gvr/index.php?card=179431>
8. Федорюк Е.Д., Няникова Г.Г. Выделение культур железо- и марганецоксилирующих микроорганизмов // Наука и образование в современной конкурентной среде. – 2015, 1 (2). - С. 3-8.
9. Чертопруд М. В. Мониторинг загрязнения водоемов по составу макрозообентоса // Методическое пособие. – М.: Ассоциация по химическому образованию. - 1999.

ERRORS OF DETERMINATION OF BIOLOGICAL CONSUMPTION OF OXYGEN ON THE RIVERS WITH A GROUND-BOG WATER-SUPPLY

Zykov I. E., Vaulin D. E.

State humanitarian University of technology, Orekhovo-Zuyevo, Russia, zykov-oz@yandex.ru

Conducted environmental assessment of the river Big Dubna Orekhovo-Zuevsky district, Moscow region. Using biotic indices of Woodiwiss, Myra, Goodnight-Whitley, Pantle-Bookk and Nikolaev the water quality assessed as в-mesosaprobic. The analysis of errors leading to the underestimation of dissolved oxygen and biological oxygen demand.

Key words: biotic index, saprobity, dissolved oxygen, biological oxygen demand.

УДК 574.587

АНАЛИЗ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ И СТРУКТУРЫ ЗООБЕНТОСА В ВЕРХОВЬЕ РЕКИ КУБНЯ И ОЦЕНКА ЕЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

А.Р. Ильясова¹, А.В. Мельникова²

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань, Россия, Lie4ka_101@mail.ru

²Государственное бюджетное учреждение Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан, Казань, Россия, d.bugensis@mail.ru

В статье представлен фаунистический обзор видового состава зообентоса в верховье реки Кубня Зеленодольского района Республики Татарстан (РТ). По результатам обследования зообентоса выявлено 37 таксонов (идентифицировано 23 вида). По результатам качественного и количественного анализа дана оценка экологического состояния исследуемых участков реки.

Ключевые слова: река Кубня, бентос, разнообразие, количественный анализ, видовой состав, экологическая оценка, загрязнения.

Биоразнообразие организмов служит хорошим показателем экологического состояния водоемов. Особенно острая ситуация наблюдается на урбанизированных территориях, где сообщества многих организмов подвергаются сильному антропогенному прессу, приводящему к изменению условий обитания, видового состава, численного обилия, структуры популяций [7]. Донные беспозвоночные и их сообщества являются чувствительными индикаторами загрязнения биогенными и токсическими веществами, закисления и эвтрофикации водных объектов. В настоящее время большое значение приобретает использование зообентоса в целях биоиндикации качества вод малых рек [5].

Река Кубня протекает по территории Чувашии и Татарстана и является левым притоком реки Свияги. Многочисленные населенные пункты оказывают влияние на речную систему. Река Кубня находится под воздействием неорганизованных источников загрязнения. Наряду с другими реками Татарстана здесь отмечен наиболее высокий уровень загрязненности. Приоритетными загрязняющими веществами в водной среде рек Республики Татарстан (РТ) (р.Свияга, р.Карла, р.Меша, р.Кубня, р.Берсут) являются ХПК, БПК₅, азот нитритный, медь, нефтепродукты, азот аммонийный, железо общее, сульфаты [1].

Актуальность данной работы заключается в малоизученности данного водоема, а исследования структуры зообентоса р. Кубня ранее не проводились.

Цель исследования – изучение качественного и количественного показателя зообентоса р. Кубня на территории села Мамадыш - Акилово Зеленодольского района РТ.

Материалом для работы послужили пробы, отобранные на 4 станциях с июня по октябрь 2014 г. Всего было отобрано и обработано 48 качественных проб зообентоса в соответствии с общепринятыми гидробиологическими методами [4,6]. Для анализа распределения по глубине нами условно было выделено 3 разреза: <0.2 м, 0.2-0.4 м и 0.4-0.6 м. Пробы отбирали с помощью стандартного дночерпателя Петерсена. Камеральная обработка выполнялась на базе лаборатории гидробиологии Института проблем экологии и недропользования АН РТ.

В составе зообентоса отмечены следующие таксономические группы водных беспозвоночных: олигохеты, пиявки, моллюски, паукообразные (водяные клещи), насекомые (поденки, стрекозы, полужесткокрылые, жесткокрылые, ручейники, двукрылые). За период исследования в верховье р. Кубня было выявлено 37 таксонов, из них 23 определены рангом до вида: Oligochaeta – 6 таксонов, Hirudinea и Bivalvia – по 2, Hydracarinae – 1, а для класса Insecta было выявлено 26 таксонов (табл.1, 2).

Таблица 1

Видовой состав донных беспозвоночных на исследуемых станциях участков р. Кубня

Таксон	Станции			
	1	2	3	4
1	2	3	4	5
Тип ANNELIDA				
Класс OLIGOCHAETA				
<i>Isochaetides nevaensis</i> (Michaelsen, 1902)	+	-	+	+
<i>Limnodrilus</i> sp.	+	+	+	+
<i>Lumbriculus variegatus</i> (O.F Muller, 1773)	+	+	+	+
<i>Pristinella bilobata</i> (Bretscher, 1903)	+	-	-	+
<i>Tubifex</i> sp.	-	-	-	+
<i>Tubifex tubifex</i> (O.F Muller, 1773)	-	-	-	+
Класс HIRUDINEA				
<i>Erpobdella octoculata</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	+	-
<i>Pisciola geometra</i> (Linnaeus, 1761)	+	+	+	+
Тип MOLLUSCA				
<i>Euglesa subtruncata</i> (Malm, 1855)	+	+	-	+
<i>Sphaerium nitidum</i> (Glessin in Wisterlund, 1876)	+	+	-	+
Тип ARTHROPODA				
Класс ARACHNIDA				
Отряд ACARINA				
<i>Hydracarina</i> sp.	+	-	+	-
Класс INSECTA				
Отряд EPHEMEROPTERA				
<i>Caenis rivulorum</i> (Eaton, 1884)	+	+	+	+
<i>Polymitarcis virgo</i> (Oliver, 1791)	-	+	-	-
<i>Procleon bifidum</i> (Bengtsson, 1912)	-	+	+	+
Отряд ODONATA				
<i>Gomphus flavipes</i> (Charpentier, 1825)	+	+	+	+
Отряд HEMIPTERA				
<i>Aphelocheirus aestivalis</i> (Fabricius, 1803)	-	+	+	-
<i>Micronecta minutissima</i> (Leach, 1817)	+	+	+	+
Отряд COLEOPTERA				
<i>Hydrochus</i> sp.	-	+	-	-

Окончание таблицы 1.				
1	2	3	4	5
Отряд TRICHOPTERA				
<i>Hydropsyche pellucidula</i> (Curtis, 1834)	-	+	+	-
<i>Lepidostoma hirtum</i> (Fabricius, 1775)	-	-	+	-
Отряд DIPTERA Семейство Chironomidae				
Подсемейство Tanypodinae				
<i>Procladius</i> sp.	+	+	+	+
<i>Tanypus</i> sp.	+	+	+	+
Подсемейство Diamesinae				
<i>Prodiamesa olivacea</i> (Meigen, 1804)	+	-	-	-
Подсемейство Orthoclaadiinae				
<i>Cricotopus</i> sp.	-	-	+	-
Подсемейство Chironominae Подтриба - Tanytarsini				
<i>Tanytarsus</i> sp.	-	+	-	-
Подтриба - Chironomini				
<i>Chironomus plumosus plumosus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+
<i>Chironomus</i> sp.	+	+	-	+
<i>Cryptochironomus defectus</i> (Kieffer 1913)	+	+	+	-
<i>Demicryptochironomus vulneratus</i> (Zett., 1838)	+	-	-	-
<i>Endochironomus impar</i> (Walker, 1856)	+	-	-	-
<i>Glyptotendipes</i> sp.	-	+	-	-
<i>Lipinella arenicola</i> (Shilova, 1961)	+	+	+	+
<i>Lipinella</i> sp.	+	-	+	+
<i>Polypedilum gr.nubeculosum</i> (Meigen, 1818)	+	+	+	-
<i>Polypedilum</i> sp.	-	+	-	-
Семейство LIMONIIDAE				
<i>Limoniidae</i> sp.	-	-	+	-
Семейство TIPULIDAE				
<i>Tipula</i> sp.	-	-	+	-

«+» – присутствие видов в количественных пробах бентоса;

«-» – отсутствие видов

Наиболее часто в пробах отмечены хирономиды *Chironomus plumosus* (93.8 %) и *Lipinella arenicola* (60.4 %), стрекоза *Gomphus flavipes* (68.8%), клоп *Micronecta minutissima* (68.8 %), олигохета *Limnodrilus* sp. (45.8 %).

Наибольшее количество таксонов в пробе выявлено на станции № 1 (7.3±0.6). По встречаемости самыми многочисленными в пробах были отмечены Chironomidae – *Ch. plumosus plumosus* (94 %), *L. arenicola* (60 %), из Tanypodinae – *Tanytarsus* sp. (48 %); из Odonata – *G. flavipes* (69 %); из представителей Hemiptera – *M. minutissima* (69 %). В пробах нами был обнаружен вид, занесенный в Красную книгу РТ *Polymitarcis (=Ephoron) virgo*, который находится под статусом малоизученный вид (IV категория).

Среднее кол-во таксонов на пробу составило: на глубине <0.2 м (7.5±0.5); 0.2-0.4 м (7.5±0.4) и 0.4-0.6 м (5.1±0.5), соответственно (табл. 3).

Выявлено, что с увеличением глубины наблюдается сокращение видового разнообразия (достоверное снижение количества видов в пробе $p=0.04$) [2]. В пробах на выделенных глубинах доминировали: среди олигохет – *I. nevaensis*, *Limnodrilus* sp, *L. variegatus*; пиявок – *P. geometra*, двухстворчатых моллюсков *E.subtruncata*, *Sph. nitidum*, поденок – *C. rivulorum*, стрекоз – *G. flavipes*, полужесткокрылых – *M. minutissima*, ручейников – *H. pellucidula*, двукрылых насекомых – *Procladius* sp., *Tanypus* sp., *Ch. plumosus plumosus*, *L. arenicola*.

Встречаемость отдельных таксономических групп по станциям

Группа	1	2	3	4
Oligochaeta	4	2	3	6
Hirudinea	1	1	2	1
Bivalvia	2	2	-	2
Arachnida	1	-	1	-
Ephemeroptera	1	3	2	2
Odonata	1	1	1	1
Hemiptera	1	2	2	1
Coleoptera	-	1	-	-
Trichoptera	-	1	2	-
Diptera	11	10	10	6
Всего	22	23	23	19
Среднее кол-во таксонов на пробу	7.3±0.6	7.0±0.7	7.0±0.4	6.9±0.4

Максимальная численность зообентоса была выявлена на станции 3 (649 ± 314 экз./м²), а минимальная – на станции 4 (95 ± 10 экз./м²). Биомасса всего зообентоса на станциях 1, 2 и 4 изменялась в пределах ошибки и в среднем составила 552.2 ± 106.3 мг, а для станции 3 была характерна наименьшая биомасса, которая составила в среднем 389.0 ± 106.1 мг (данный участок испытывает антропогенную нагрузку, так как является местом выпаса и водопоя для скота).

Таблица 3

Таксономический состав донных беспозвоночных на исследуемых глубинах участков р. Кубня

Группа	<0.2 м	0.2-0.4 м	0.4-0.6 м.
Oligochaeta	3	5	4
Hirudinea	2	1	1
Bivalvia	2	2	2
Arachnida	1	1	-
Ephemeroptera	2	3	1
Odonata	1	1	1
Hemiptera	2	2	1
Coleoptera	-	1	-
Trichoptera	2	1	-
Diptera	14	11	5
Всего	21	28	15
Среднее кол-во таксонов на пробу	7.5±0.5	7.5±0.4	5.1±0.5

Численность и биомасса всего зообентоса верховья р. Кубня составили в среднем 372 ± 104.6 экз. и 514.2 ± 54.3 мг соответственно. У двукрылых (Diptera), олигохет (Oligochaeta) и полужетскокрылых (Hemiptera) наибольшая численность и биомасса наблюдались на глубинах от 0.4-0.6 м.

Для остальных групп зообентоса характерно уменьшение количественных показателей с увеличением глубины [3]. Результаты показали, что максимальная численность всего зообентоса наблюдается на станции № 3 (648.9 ± 313.6 экз.), а минимальная – на станции №4 (95.3 ± 10.0 экз.).

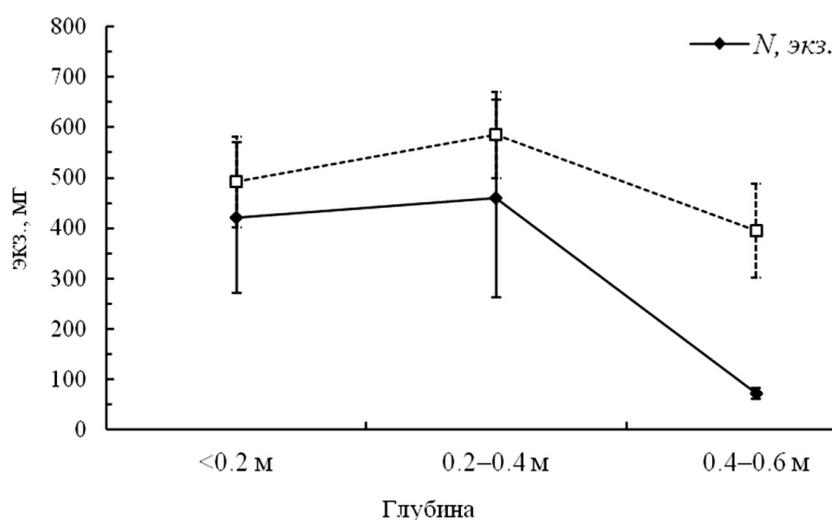


Рис. 1. Распределение численности и биомассы всего зообентоса по глубине

Наибольшая биомасса отмечена на станции №1 (552.2 ± 106.3 мг), а наименьшая на станции №3 (389.0 ± 106.1 мг). Наибольший вклад в количественные показатели всего зообентоса вносили двукрылые насекомые (Diptera) (>40%). (табл.4).

Таблица 4

Относительная численность и биомасса (%) зообентоса р. Кубня

Группа	Численность	Биомасса
Oligochaeta	10.1±2.0	8.4±1.8
Hirudinea	0.6±0.3	0.8±0.3
Bivalvia	0.2±0.1	2.8±1.4
Hydracarinae	0.5±0.5	0.4±0.4
Ephemeroptera	4.7±2.1	4.7±1.7
Odonata	3.2±0.9	22.1±4.1
Hemiptera	33.1±5.7	16.7±4.1
Coleoptera	0.2±0.2	0.1±0.1
Trichoptera	0.5±0.4	0.4±0.2
Diptera	44.0±4.8	42.2±4.5

В июне, августе и октябре по численности всего зообентоса преобладали двукрылые насекомые (Diptera); в июле, сентябре доминировали полужесткокрылые (Hemiptera). По биомассе в июне и июле преобладали двукрылые (Diptera), в августе и сентябре – стрекозы (Odonata) и двукрылые (Diptera), в октябре – олигохеты (Oligochaeta), стрекозы (Odonata) и двукрылые (Diptera). Анализ распределения количественных показателей всего зообентоса по месяцам выявил, что в июне наблюдалась минимальная численность – 56 ± 10 экз./м², а в июле уже наблюдается максимальная численность зообентоса (840 ± 265 экз./м² ($p=0.006$)).

Оценка качества воды проводилась с использованием индексов: индекса сапробности Пантле и Букка в модификации Сладечека (S), индекса видового разнообразия Шеннона (H), биотического индекса Вудивисса (БИ) и хирономидного индекса Балушкиной (К) (табл. 5). Сезонная динамика индекса Шеннона колебалась от 1.04-2.18 бит/экз. Максимальное значение (2.18 ± 0.19 бит/экз.) для данного индекса наблюдалось в августе, а минимальное – в июле (1.04 ± 0.21 бит/экз. ($p=0.005$)). Среднее значение индекса S составило 3.04 ± 0.08 . Анализ биологических индексов показал, что все рассматриваемые станции р. Кубня относятся к IV классу качества воды, что характеризует их как «загрязненные».

Значения индексов зообентоса для отдельных станций

Индексы	Станции			
	1	2	3	4
<i>H</i> , бит/экз.	1.63±0.22	1.49±0.34	1.19±0.26	1.70±0.12
<i>S</i>	2.96±0.20 *α	3.17±0.12 α	2.74±0.16 α	3.32±0.04 α
<i>K</i>	7.24±0.21	7.05±0.20	6.63±0.71	8.10±0.29
<i>БИ</i>	2.32±0.30 *полисапобная – α-мезосапробная	4.00±0.98 α	3.79±0.80 α	2.25±0.50 *полисапобная – α-мезосапробная

Таким образом, полученные данные вносят вклад в познание биологического разнообразия групп зообентоса р.Кубня. Сведения о видовом составе имеют значение для биогеографической характеристики региона и прилегающих территорий. Полученные данные могут быть использованы в гидробиологическом мониторинге состояния водных экосистем.

Список литературы

1.Вертлиб М.Г., Артюшина Н.Н., Яковлева О.Г. Оценка состояния водных объектов с учетом антропогенной нагрузки и региональных особенностей компонентного состава воды на территории // Окружающая среда и устойчивое развитие регионов: новые методы и технологии исследований / Труды Всероссийской научной конференции с международным участием. Казань, 2009. -Т. IV. - С.37-40.

2.Ильясова А.Р., Яковлева А.В., Гимадиева А.Х. Экологическое состояние реки Кубня по зообентосу (Зеленодольский район Республики Татарстан) // Материалы VIII Международной научно-практической конференции. 21-22 мая 2015 г., г. Астрахань / сост. Т.В. Дымова. – Астрахань, 2015. – С.22-27.

3. Ильясова А.Р., Мельникова А.В. Оценка качества вод реки Кубня по видовому разнообразию зообентоса // Материалы X Всероссийская конференция «Промышленная экология и безопасность», посвященная А.И. Щеповских / Журнал экологии и промышленной безопасности, № 1-2, 2015. С. 23-27.

4. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах: Зообентос и его продукция / Сост. А.А.Салазкин, А.Ф.Алимов, Н.П.Финогорова; Гос. НИОРХ, Л. 1984. - 52с.

5.Ткачев Б.П., Булатов В.И. Малые реки: современное состояние и экологические проблемы. Аналитический обзор / ГПНТБ СО РАН. – Новосибирск, 2002. – 114 с.

6. Унифицированные методы исследования качеств вод // Методы биологического анализа вод. М., 1976, Ч.3.

7.Яковлев В.А., Яковлева А.В., Ильясова А.Р. Эколога-фаунистический обзор насекомых в верхних плесах Куйбышевского водохранилища // Журнал «Экология России: на пути к инновациям». -Астрахань. Изд-во: Нижневолжский экоцентр, 2014. -Вып.9.-С.144-148.

ANALYSIS OF BIOLOGICAL DIVERSITY AND THE STRUCTURE OF THE ZOOBENTHOS IN THE UPPER REACHES OF THE RIVER KUBNYA AND ASSESSMENT OF ITS ENVIRONMENTAL CONDITION

И'yasova A.R.¹, Mel'nikova A.V.²

¹*Federal state budget educational establishment of higher professional education «Kazan (Volga region) federal university», Kazan, Russia, lie4ka_101@mail.ru*

²*State budgetary establishment «Institute for problems of ecology and mineral Wealth use of Tatarstan academy of sciences», Kazan, Russia, d.bugensis@mail.ru*

The article presents an overview of faunal species composition of zoobenthos in the upper reaches of the river Kubnya Zelenodolsk district of the Republic of Tatarstan (RT). According to a survey of zoobenthos revealed 37 taxa (23 species identified). According to the results of qualitative and quantitative analysis assesses the ecological state of the investigated areas of the river.

Key words: River Kubnya, benthos, diversity, quantitative analysis, the species composition, environmental assessment, pollution.

ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПЛАНКТОННОГО И БЕНТОСНОГО СООБЩЕСТВ Р. НЕРЧА

С.М. Казыкина, Е.Х. Зыкова

*ФГБОУ ВПО Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия,
Rumkazsv@mail.ru*

В работе изложены сведения о видовом составе планктонных и бентосных беспозвоночных р. Нерча за вегетационные периоды в 2010-2011 гг. Рассмотрена структура сообществ по географическому распространению, предпочитаемым биотопам. Выделены доминирующие формы. Приведён межгодовой анализ изменения видового разнообразия.

Ключевые слова: видовое разнообразие, зоопланктон, зообентос, группы, виды, таксоны, род, семейство.

К приоритетным регионам Российской Федерации, обладающими уникальными природными комплексами, имеющими ключевое значение для сохранения глобального и национального биоразнообразия, отнесено Забайкалье [17].

В целях обеспечения сохранения природного разнообразия водных экосистем используется система мониторинга, включающая в себя гидробиологическую информацию регионального характера.

Материалом для данной работы послужили полевые сборы зоопланктонных и зообентосных организмов р. Нерча, расположенной на территории Забайкальского края. В гидробиологическом отношении р. Нерча изучалась эпизодически. Ее упоминание отмечается при рассмотрении Верхне-Амурского бассейна в комплексе с более крупными реками, такими как Онон, Шилка. Наиболее ранние сведения приводятся в Трудах Амурской ихтиологической экспедиции 1945-1949 гг, позднее упоминание отмечено в работах лаборатории водных экосистем ИПРЭК СО РАН Итигиловой М.Ц., Клишко О.К., Матафонова П.В., Афоной Е.Ю. [2, 3, 6, 14].

Река Нерча является притоком второго порядка р. Амур, и левым притоком р. Шилка. Длина реки составляет 580 км, площадь бассейна – 27 500 км², средний расход воды – 90 м³/с. Река берёт начало на склонах горы Чернышева между хребтом Черского и Олекминским становиком. Река Нерча течёт в широкой долине и относится к горно-таежной природной зоне. Питание в основном дождевое. Ее воды используются как источник промысловых ресурсов для хозяйственно-бытового, промышленного водоснабжения и в рекреационных целях. Река Нерча считается одной из менее подверженных антропогенному воздействию водотоков края [8,10, 16].

Гидробиологические пробы были отобраны в 2010-2011 гг. в вегетационный период на 8 станциях: 500 м выше и 500 м ниже с. Зюльзя, 500 м ниже с. Олинск, 500 м выше и 500 м ниже с. Знаменка, 500 м ниже с. Левые Кумаки, 500 м выше и 500 м ниже г. Нерчинск. Обследованные участки реки имеют предгорный характер и представляют собой неглубокие участки с преимущественно каменистыми русловыми отложениями, с быстрым течением, заполненными песком, реже растительностью и илом. Основные биотопы представлены каменисто-галечными грунтами. Глубина отбора проб изменялась от 0,1 до 0,6 м, скорость течения от 0,02 до 0,63 м/с, температура воды колебалась от 11 до 28 °С. Высшая водная растительность не развита. В 2011 г. плесы и перекаты были слабо выражены из-за подъемов уровня воды во время паводков.

За период наших наблюдений в планктофауне р. Нерча идентифицировано 42 вида беспозвоночных, относящихся к 27 родам, 15 семействам, 7 отрядам и 4 классам [3]. Пробы зоопланктона отбирались согласно общепринятым методикам [1, 7, 9].

Наиболее многочисленной группой являются коловратки – 24 вида и подвида (57 % от общего числа видов). Ветвистоусые ракообразные представлены 16 видами (38 %), меньше всего отмечено веслоногих ракообразных – 2 вида (5 %). Наибольшим таксономическим разнообразием отличаются следующие роды: *Euchlanis* – 5 видов и вариететов, *Alona* – 4,

Trichocerca – 3.

Наибольшим разнообразием отличаются коловратки – 31 видовых и внутривидовых названий, это составляет 45 % от общего количества видов. Из ветвистоусых рачков идентифицировано 29 видов (42 %). Веслоногие рачки были представлены 9 видами (13 %). Кроме того, в пробах встретились коловратки отр. Bdelloida, младшевозрастные стадии копепод. Наибольшим таксономическим разнообразием представлены роды *Euchlanis* (5), *Alona* (4), *Trichocerca* (3).

По географическому распространению планктофауна водотока представлена, в основном, видами-космополитами (57 %), далее следуют палеаркты (15 %) и голаркты (10 %). Виды, относящиеся к другим областям распространения, занимают 10 %.

По приуроченности к биотопам в зоопланктоне наиболее полно представлены фитофильные обитатели прибрежья (46 % от общего состава), меньше эвритопных (17 %) видов, бентических (12 %) и истинно-планктонных видов (10 %).

По отношению к температуре большинство отмеченных видов (90 %) относятся к эвритермным. Встретились stenothermo-холодноводные виды коловраток.

Из встреченных видов организмов 56 (82 %) являются индикаторами зон сапробности. Среди них большую часть составляют олиго-бетамезосапробы – 43 %, к олигосапробам относится 30 %, к бетамезосапробам – 20 %, к бета-олигосапробам – 7 %.

В 2010 г. в р. Нерча встретилось 35 видов планктонных беспозвоночных [11]. Наибольшим видовым богатством отличались коловратки (22 вида). Количество видов ветвистоусых ракообразных было в два раза меньше (11), веслоногие ракообразные представлены двумя видами (рис. 1а). Наибольшим количеством видов и подвидов среди коловраток были представлены семейства Brachionidae (6), Trichocercidae (3), Euchlanidae (3), среди низших ракообразных это семейства Chydoridae (6 видов), Daphniidae (3). Основу планктофауны составляли широко распространенные фитофильные и эвритопные виды (47 и 33 %), встречались планктонные (14 %) и бентические (6 %) виды. Доминирующие по численности виды – коловратки отряда Bdelloida, *Euchlanis dilatata*, ювенильные и копеподитные стадии *Cyclops vicinus* и *Paracyclops fimbriatus*.

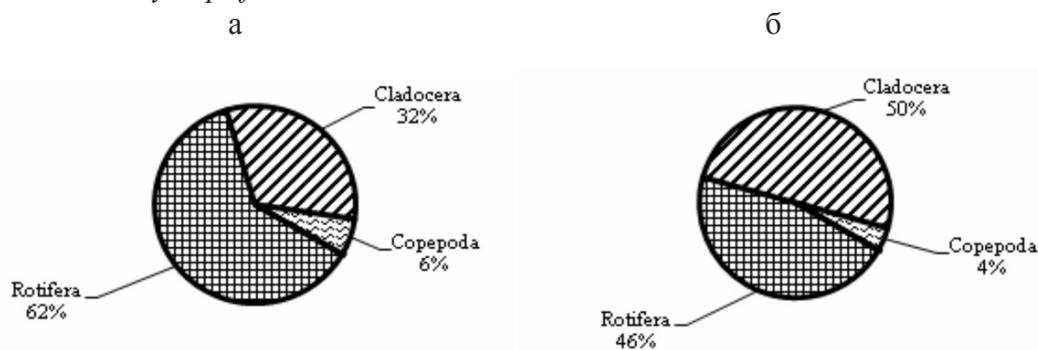


Рисунок 1 – Соотношение основных групп зоопланктона р. Нерча по количеству видов
а) в 2010 г., б) в 2011 г.

В 2011 г. в р. Нерча встретилось 25 видов зоопланктона [12, 13]. Из них 12 видов ротифера, 12 видов кладочера и младшевозрастные стадии циклопид (рис. 1б). Количество видов сократилось за счет уменьшения видов коловраток. Наибольшим количеством видов в сообществе представлены семейства Chydoridae (11 видов), Euchlanidae (3). Так же, как и в предыдущий вегетационный период, преобладали фитофильные (36 %) и эвритопные (26 %) виды-космополиты, но уже не встретились планктонные виды. Видами-доминантами являлись *Alona costata*, науплиальные и первые копеподитные стадии циклопид, *Ch. sphaericus*, *E. dilatata*, *A. rectangula*.

В 2010 г. количество выявленных видов варьировало от 5 до 22. По численности на разных станциях преобладали либо коловратки (4 станции), либо копеподы (4 станции). В 2011 г. число видов по станциям отбора колебалось от 7 до 19. Количество видов увеличивалось вниз по течению реки. По численности преобладали ветвистоусые ракообразные, сообщество сменилось на кладочерное.

Таким образом, мониторинг видового разнообразия планктофауны показал, что зооценоз представлен большей частью широко распространенными видами, а также голарктами и палеарктами. В основном, это виды, экологически связанные с водной растительностью и прибрежьем и эвритопные виды.

В результате наблюдений в бентофауне было выявлено 133 таксона разного систематического уровня, принадлежащих к 6 классам: Nematoda, Arachnidae, Clitellata, Insecta, Gastropoda, Bivalvia. Общее число таксонов распределилось среди 35 семейств, 3 подсемейств, 52 родов, 65 видов [4, 5]. Пробы зообентоса отбирались на характерных каменисто-галечных и галечно-песчаных грунтах по общепринятым методикам [1, 7, 9, 15].

Представители донной фауны исследуемых участков водотока имеют голарктический, палеарктический амфиевразийский, палеарктический трансевразийский, палеарктический арктоальпийский, восточно-палеарктический тип распространения.

В экологическом отношении большая часть донных беспозвоночных состоит из реобионтных, оксибионтных видов, которые предпочитают быстрые реки с насыщенным кислородным режимом, а также эврибионтных видов.

Доминирующее положение занимают амфибиотические насекомые (118 таксонов). Наибольшим видовым разнообразием отмечался отряд поденок (46 таксонов), состоящий из 8 семейств, 11 родов, 27 видов; отряд ручейников (30 таксонов) – 10 семейств, 15 родов, 11 видов; и семейство хирономид (32 таксона) – 15 родов, 21 вид.

На каждом участке основу сообщества бентофауны составляли поденки родов *Baetis*, *Ecdyonurus*, *Ephemera*, *Ephemerella*; хирономиды родов *Cladotanytarsus*, *Cricotopus*, *Synorthocladus*; и ручейники различных семейств.

По структуре сообщества донной фауны на всех исследуемых участках, кроме вышеуказанных организмов, встречались олигохеты и нематоды. Также часто отмечался отряд веснянок, за исключением станции 500 м ниже г. Нерчинск.

Малочисленными группами отмечались паукообразные, водяные клещи, бабочки, стрекозы, двукрылые и моллюски, представленные брюхоногими и двустворчатыми видами.

Степень однородности видового разнообразия указывал на устойчивость видового разнообразия гидробиологических биоценозов.

В годовом аспекте исследований видовое разнообразие показало следующие результаты.

В 2010 г. было обнаружено 109 таксонов разного систематического уровня, принадлежащих к 5 классам – Nematoda, Arachnidae, Clitellata, Insecta, Gastropoda. Самой многочисленной группой были выявлены организмы класса Insecta, среди которого отмечены отряды Plecoptera, Trichoptera, Arachnida, Odonata, Ephemeroptera, Diptera (рис. 2).

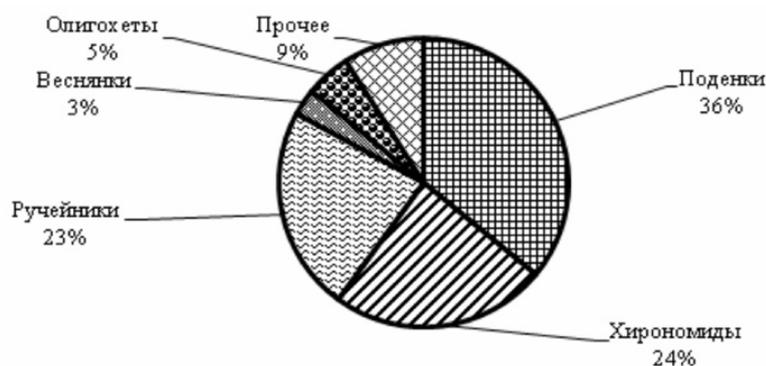


Рисунок 2 – Процентное соотношение структуры зообентоса р. Нерча в 2010 г.

В исследуемых пробах наибольшим видовым разнообразием отмечался отряд поденок, представленный 39 таксонами, который включил в себя 8 семейств: Heptageniidae (32,0 %), Ephemerellidae (26,0 %), Baetidae (18,9 %), Behningiidae (4,1 %), Ephemeridae (2,6 %), Leptophlebiidae (1,4 %), Caenidae (1 %), Polymitarcyidae (1 %) и 10 родов: Ecdyonurus (34,5 %), Ephemerella (31,5 %), Baetis (16,5 %), Protobehningia (4,8 %), Heptagenia (3,1 %), Ephemerella (3,1 %), Baetopus (2,8 %), Choroterpes (1,7 %), Caenis (1,1 %), Ephoron (1,0 %).

Второй многочисленной группой отмечен отряд двукрылых семейства Chironomidae, представленный 26 таксонами, состоящими из 14 родов: Cladotanytarsus (51,1 %), Cricotopus (25,7 %), Synorthocladius (10,7 %), Polypedilum (5,5 %), Corynoneura (1,4 %), Tanypus, Acricotopus, Orthocladius, Chironomus, Trissocladius, Tanytarsus, Parapsectra, Parachironomus, Cryptochironomus (по 1,0 %).

Также многочисленной группой отмечался отряд ручейников, представленный 25 таксонами, состоящий из 10 семейств: Polycentropadidae (1,5 %), Leptoceridae (17,7 %), Glossosomatidae (10,3 %), Sericostomatidae (7,4 %), Hydropsychidae (5,9 %), Hydroptilidae, Molannidae (по 4 %), Ecnomidae, Rhyacophilidae, Psychomyiidae (по 1,5 %) и 13 родов: Polycentropus (37,1 %), Glossosoma (20,0 %), Oecetis (14,3 %), Agraylea, Plectrocnemia (по 5,7 %), Pseudoneureclipsis, Rhyacophila, Amphipsychidae, Macrostemum, Hydropsyche, Psychomyia, Ecnomus (по 2,9 %).

Менее разнообразным был представлен отряд веснянок, представленный семействами: Chloroperlidae (63 %), Perlodidae (19 %), Pteronarcyidae (18 %).

Класс олигохет представлен семействами: Tubificidae (91 %), Lumbriculidae (5 %), Enchytraeidae (3 %).

В 2011 г. было обнаружено 63 таксона разного систематического уровня, принадлежащих к 5 классам: Nematoda, Clitellata, Arachnidae, Insecta, Bivalvia. Самой многочисленной группой были выявлены организмы класса Insecta, среди которого отмечены отряды Plecoptera, Trichoptera, Arachnida, Odonata, Ephemeroptera, Diptera (рис. 3).

В исследуемых пробах наибольшим видовым разнообразием выявлен отряд поденок, представленный 28 таксонами, который включил в себя 8 семейств: Heptageniidae (31,4 %), Ephemeridae (23,5 %), Ephemerellidae (19,4 %), Leptophlebiidae (10,6 %), Baetidae (7,2 %), Behningiidae (4,4 %), Polymitarcyidae (2 %), Caenidae (1,6 %) и 10 родов: Ephemera (29,5 %), Ephemerella (24,3 %), Ecdyonurus (21,5 %), Baetis (7,2 %), Protobehnia (5,5 %), Epeorus (3,4 %), Ephoron (2,5 %), Caenis (2,0 %), Baetopus (1,8 %), Heptagenia (1,3 %), Choroterpes (1,1 %).

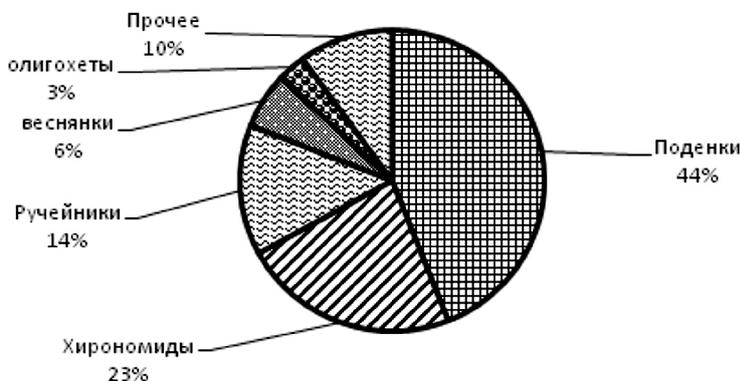


Рисунок 3 – Процентное соотношение структуры зообентоса р. Нерча в 2011 г.

Второй многочисленной группой был отмечен отряд двукрылых семейства Chironomidae, представленный 15 таксонами, из 9 родов: Cricotopus (57,7 %), Cladotanytarsus (20,5 %), Synorthocladius (11,6 %), Corynoneura (4,6 %), Polypedilum (3 %), Parachironomus (1,2 %), Orthocladius (0,6 %), Eukiefferiella (0,5 %), Pseudochironomus (0,4 %).

Отряд ручейников был отмечен третьим по видовому разнообразию и представлен 9 таксонами, в которые входили 5 семейств: Hydropsychidae (77,3 %), Leptoceridae (20,2 %), Polycentropadidae (0,8 %), Glossosomatidae (0,8 %), Ecnomidae (0,8 %), 2 рода (Glossosoma (2,6 %), Hydropsyche (97,4 %)).

Веснянки представлены 4 таксонами, в которые входили 4 семейства: Perlidae (55,9 %), Leuctridae (2,9 %), Taeniopterygidae (38,2 %), Nemouridae (2,9 %), 4 рода: Paragnetina (55,9 %), Paraleuctra (2,9 %), Taeniopteryx (38,2 %), Nemoura (2,9 %) и 1 вид Paragnetina flavotincta (55,9 %). Представители данных семейств не были отмечены в пробах в 2010 г.

Класс олигохет представлен 2 таксонами, в которые входили 2 семейства: Tubificidae

(89,3 %) и Enchytraeidae (10,7 %), отмеченные также в пробах 2010 г.

Таким образом, мониторинг видового разнообразия бентосных организмов показал, что видовое разнообразие донной фауны в 2010 г. выше, чем в 2011 г., что, возможно, обусловлено частыми паводками и смывом инфауны. Отмечено, что поденка рода *Choroterpes* и хирономиды родов *Acricotopus*, *Chironomus*, *Parapsectra*, *Tanytus*, *Tanytarsus*, *Trissocladius* были выявлены только в 2010 г., хирономиды родов *Eukiefferiella*, *Pseudochironomus* – были встречены только в 2011 г.

При сравнении видового состава в 2011 г. по отношению к 2010 г. доля поденок оставалась доминирующей, и увеличилась на 8 %. Также было отмечено увеличение доли веснянок. Колебания численного состава в сторону уменьшения наблюдались в группах ручейников и олигохет. Соотношение хирономид в видовом составе практически не изменялось.

В целом, пелагическая и донная фауны р. Нерча характеризуются значительным таксономическим разнообразием. За период наблюдений было обнаружено 42 вида планктонных и 133 вида бентосных беспозвоночных. В планктофауне наибольшим видовым разнообразием отличались коловратки. Доминирующими группами бентофауны являлись представители амфибиотических насекомых. Большинство отмеченных видов зооценозов относятся к широко распространенным, а также к голарктическому и палеарктическому типу распространения.

Список литературы

1. Абакумов В.А. Контроль качества поверхностных вод СССР по гидробиологическим показателям / В.А. Абакумов, Н.П. Бубнова. - Москва: Гидрометеиздат, 1979. 524 с.
2. Афонина Е. Ю. Новые и редкие виды планктонных животных в бассейне Верхнего Амура/ Е.Ю. Афонина, М.Ц. Итигилова // Морская экология–2007 (МОРЭК–2007): мат. междунар. науч.-практ. конф. – Владивосток: МГУ им. Адм. Г. И. Невельского, 2007. – С.176–179.
3. Афонина Е.Ю. Качественный состав коловраток и низших ракообразных бассейна р. Шилка/ Е.Ю. Афонина, М.Ц. Итигилова // Записки Забайкальского Отделения Российского Географического Общества. - № 131, 2012б. - С. 40-51.
4. Беломестнова Е.С., Казыкина С.М. Обзор видового разнообразия зообентосных организмов реки Нерча / Е.С. Беломестнова, С.М. Казыкина // Водные ресурсы и водопользование: сб. науч. тр. преподав. и студентов каф. водного хоз. и инж. экологии ЗабГУ / под ред. В.Н. Заслоновского, Л.Н. Зима. – Чита: ЗабГУ, 2013. – вып. 6. – С. 59-64.
5. Беломестнова Е.С. Обзор донной фауны р. Нерча / Беломестнова Е.С. // Материалы XL научно-практической конференции студентов, магистрантов и аспирантов ЗабГУ в рамках «Молодежной научной весны - 2013». – Чита: ЗабГУ, 2013. – С. 140-141.
6. Боруцкий Е.В. Донные беспозвоночные (зообентос) Амура и их роль в питании Амурских рыб // Труды Амурской ихтиологической экспедиции 1945 – 1949 гг. /Е.В. Боруцкий, О.А. Ключарева, Г.В. Никольский. – Москва: Издательство Московского университета. - 1958. - Т. 3. - С. 5-141.
7. ГОСТ 17.1.3.07-82 Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков. – Введ. 01.01.83. - Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 19 марта 1982 г. № 1115. - 81 с.
8. Доклад об экологической ситуации в Забайкальском крае за 2011 год / Правительство Забайкальского края. Министерство природных ресурсов и экологии Забайкальского края. Государственное казенное учреждение «Забайкальский краевой экологический центр». – Чита: Экспресс-издательство, 2012. - 200 с.
9. Жадин В.И. Методы гидробиологического исследования / В.И. Жадин. - Москва: Высшая школа. - 1960. - 190 с.
10. Забайкальский край [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.novrosen.ru/Russia/regions/zab.htm>
11. Зыкова Е.Х. Видовой состав зоопланктона р. Нерча/ Е.Х. Зыкова // М-лы XII междунар. науч.-практ. конф. «Кулагинские чтения», ч. V. - Чита: ЗабГУ, 2012. - С.94-97.
12. Зыкова Е.Х., Ильина Ф.Ф. Качество воды р. Нерча по индикаторным организмам зоопланктона/ Е.Х. Зыкова, Ф.Ф. Ильина // Кулагинские чтения: техника и технологии производственных процессов: XIII междунар. научно-практ. конф.: сб. статей. Забайкал. гос. ун-т. – Чита, 2013. - Ч. IV. С. 90-93.
13. Зыкова Е.Х., Ильина Ф.Ф. Количественные характеристики зоопланктона реки Нерча /Е.Х. Зыкова, Ф.Ф. Ильина// Водные ресурсы и водопользование: сб. науч. тр. преподав. и студентов каф. водного хоз. и инж. экологии ЗабГУ /под ред. В.Н. Заслоновского, Л.Н. Зима. – Чита: ЗабГУ, 2013. - Вып. 6. С. 55-59.
14. Итигилова М.Ц. Структура гидробиоценозов рек Онон, Шилка, Нерча и некоторых водных экосистем их бассейна / Итигилова М.Ц. Горлачева Е.П., Матюгина Е.Б., и др. // Материалы научной конференции «Природные ресурсы Забайкалья и проблемы геосферных исследований». - Чита: Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, 2006.
15. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на

пресноводных водоемах // Зообентос и его продукция. - Ленинград: ГосНИОРХ. - 1984. - 53 с.

16. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Т.1, выпуск 20. Бассейны Шилки, Аргуни и Амазара. - Л.: Гидрометеиздат, 1986. - 243 с.

17. Национальная Стратегия сохранения биоразнообразия России. Журнал Биология № 35 (762) 1-15.09.2004.

18. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / под ред. Абакумова В. А. - Ленинград: Гидрометеиздат. - 1983. - 240 с.

TAXONOMICAL STRUCTURE OF PLANKTONIC AND BENTOSNY COMMUNITIES OF THE NERCHA RIVER

Kazykina S.M., Zykova E.H.

Transbaikal state university, Chita, Russia, Rumkazsv@mail.ru

In work data on specific structure planktonic and the bentosnykh of invertebrates of the Nercha River for the vegetative periods in 2010-2011 are stated. The structure of communities on geographical distribution, the preferred biotopes is considered. The dominating forms are allocated. The interannual analysis of change of a specific variety is provided.

Keywords: specific variety, zooplankton, zoobenthos, groups, types, taxons, sort, family.

УДК 597.08.591.3.591.53

СОСТОЯНИЕ ИХТИОПЛАНКТОННЫХ КОМПЛЕКСОВ В ЗОНАХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА

Климова Т.Н*., Вдович И.В.

Институт морских биологических исследований РАН, Севастополь, Россия, tnklm@mail.ru

Проанализирован видовой состав, численность и видовое разнообразие ихтиопланктонных комплексов в районах дампинга в послеексплуатационный период в шельфовых водах Крымского полуострова в июле 1990 и 2010 гг. Ихтиопланктон в районах дампинга отличается высокими показателями смертности икры рыб и пониженным видовым разнообразием по сравнению с водами шельфа Крымского полуострова. Несмотря на двадцатилетний послеексплуатационный период, районы дампинга остаются зонами экологического риска.

Ключевые слова: ихтиопланктон, икра, личинки, численность, видовое разнообразие, дампинг, загрязнение

Одним из основных источников антропогенного загрязнения шельфовых вод является дампинг продуктов дноуглубления. В районах свалок, расположенных в прибрежных водах черноморского шельфа, где влияние дампинга накладывается на общий фон интенсивных антропогенных нагрузок, гидрохимический эффект дампинга проявляется посредством эвтрофирования морской среды, снижения содержания растворенного кислорода в придонном горизонте, загрязнения различными токсикантами. В 1980-х годах Черноморский бассейн являлся районом наиболее интенсивных дноуглубительных работ и дампинга грунтов. Из 40-50 млн.м³ ежегодных сбросов в моря бывшего СССР на его долю в 1984-1986 гг. приходилось 26-42 % [9, 10]. Только в шельфовых водах Крымского полуострова от Каламитского залива до Керченского пролива в период с 1986-1990 гг. эксплуатировались 8 свалок грунтов. Гидробиологические исследования, проведенные в 1980-х годах, показали, что негативное влияние дампинга на планктонные организмы проявляется только непосредственно в момент сброса, в то время как деградация бентоса наблюдается постоянно, независимо от происхождения продуктов сброса и частоты эксплуатации свалки. Было отмечено, что загрязнение донных осадков не локализуется в пределах границ свалки, а широко распространяется на сопредельную акваторию, а отрицательное влияние дампинга на гидробионты может проявляться в течение длительного послесбросового периода, особенно в придонных слоях [8, 9].

Несмотря на то, что рыбы на ранних стадиях онтогенеза обладают повышенной чувствительностью к изменению как биотических, так и абиотических факторов внешней среды, а нерест и нагул большинства видов рыб черноморской ихтиофауны происходит в водах шельфа, влиянию дампинга на состояние ихтиопланктона уделялось мало внимания. Влияние дампинга в различных районах шельфа Крымского полуострова на состояние ихтиопланктона наиболее подробно было исследовано сотрудниками ИнБЮМ в 1988-1992 гг. [4, 10].

В данной работе представлен сравнительный анализ видового разнообразия ихтиопланктона в зонах влияния 5 свалок грунтов в послеексплуатационный период в 1990 и 2010 гг. Сбор ихтиопланктона осуществляли сетью Богорова-Расса (БР-80/113, ячея 400 мкм, площадь входного отверстия 0,5 м²) в режиме горизонтального поверхностного лова и в слое 0-100 м на глубоководных станциях и от дна до поверхности – на мелководных в 1990 г. и в слоях 0-25 и 0-50 м – в 2010 г. Всего были проанализированы данные 50 проб, собранных в июле 1990 г. в 118 рейсе НИС «Ак.Ковалевский» и 30 проб, собранных в июле 2010 г. в 64 рейсе НИС «Пр. Водяницкий».

Описание районов дампинга. На траверзе Евпатории свалка грунтов была расположена над глубиной 47 м. Объем сброса грунтов в 1986-1987 гг. не превышало 61 тыс. м³. Здесь не отмечалось симптомов напряженной гидрохимической обстановки, но под влиянием общего антропогенного воздействия усиливалось эвтрофирование морской среды. Так, концентрации фосфора в период эксплуатации увеличились в 2 раза, нитратного азота в 3 раза, аммонийного азота – в 5 раз. Концентрации нефтяных углеводородов (НУ) не превышали 4 ПДК, загрязнение ртутью – 2 ПДК, а концентрация хлорорганических соединений в 6 раз превышала ПДК. Свалка на траверзе мыса Херсонес находилась над глубиной 110 м. Вследствие регулярного сброса грунтов с высоким содержанием кадмия, свинца, полихлорфенилов, фенолов, нефтяных углеводородов здесь наблюдалась наиболее неблагоприятная гидрохимическая ситуация из всех районов дампинга в шельфовой зоне Крымского полуострова. В 1989 г. величина комплексного показателя загрязнения морских вод составляла 9 ПДК у поверхности и 14 – у дна. Максимальные концентрации НУ у дна составляли 10 ПДК, синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) – более 2 ПДК, нитратного азота – 213 мкг/м. На траверзе Ялты в 1980-х годах эксплуатировались две свалки, расположенные над глубиной 90 и 80 м. В период эксплуатации (1984-1985 гг.) объем сбросов составлял соответственно 94 и 82 тыс.м³ в год. В районе свалок отмечалось эвтрофирование морских вод и формирование дефицита растворенного кислорода у дна, концентрация НУ достигала 20-26 ПДК. Содержание нитратного азота, фосфатного фосфора и концентрация СПАВ, как правило, не превышали ПДК, концентрации НУ и ртути составляло 3-4 ПДК. Наиболее мелководной была Феодосийская свалка, она располагалась над глубиной 12 м и эксплуатировалась эпизодически. За период с 1988 по 1990 гг. минимальные концентрации кислорода у дна не падали ниже 91 % насыщения. Фенолы, азот, фосфор находились на уровне ПДК или ниже, а содержание НУ в придонном горизонте достигало 8 ПДК. В грунтах района Феодосии содержание хлорорганических соединений в 3 раза превышало ПДК [9, 10].

Ихтиопланктонные исследования проводились в послеексплуатационный период в июле 1990 и 2010 гг.

Результаты и обсуждение. В июле 1990 г. в водах шельфа Крымского полуострова были отмечены икра и личинки 22 видов рыб, в т. ч. в вертикальных ловах – 15 видов и в горизонтальных – 20 видов. Средняя численность икры и личинок, как у поверхности, так и в слое от дна до поверхности, была одного порядка и составляла в вертикальных ловах 9,3 и 2,8 экз./м², а в горизонтальных ловах – 10,8 и 3,8 экз./100 м³ [4]. В то же время, видовой состав и численность ихтиопланктона в районах свалок имели существенные различия.

В районах двух свалок – Евпаторийской и Херсонесской в слое от дна до поверхности ихтиопланктон отсутствовал. Возможно, это связано с загрязнением придонного слоя в районах дампинга. Данное предположение подтверждается тем, что в поверхностном горизонте моря в районе Херсонесской свалки (глубина 110 м) были пойманы икра и личинки 7 видов рыб

и их средняя численность составляла 2,6 и 5,0 экз./100 м³ соответственно, а в районе мелководной Евпаторийской свалки (глубина 47 м) в поверхностном горизонте моря были отмечены 2 вида икры и личинок рыб и их средняя численность составляла всего 0,6 и 0,3 экз./100 м³, соответственно [4] (табл. 1).

Таблица 1

Видовой состав ихтиопланктона в районах свалок грунтов на шельфе Крымского полуострова в июле 1990 г. (вертикальные ловы)

Виды	Крымский Шельф	Ялтинские свалки	Феодосийская свалка
<i>Sprattus sprattus</i>	+		
<i>Engraulis encrasicolus</i>	+	+	+
<i>Merlangius merlangus euxinus</i>	+		
<i>Serranus scriba</i>	+		
<i>Pomatomus saltatrix</i>	+		
<i>Trachurus mediterraneus ponticus</i>	+	+	
<i>Diplodus annularis</i>	+		
<i>Mullus barbatus ponticus</i>	+		+
<i>Symphodus roissali</i>	+		
<i>Blennius pavo</i>	+		
<i>B. tentacularis</i>	+		
<i>Pomatoschistus marmoratus</i>	+		+
<i>Psetta maeotica</i>	+		
<i>Diplecogaster bimaculata</i>	+		
<i>Lepadogaster candollei</i>	+	+	+
Средняя численность, экз./м ² , (икра/личинки)	9,3/2,8	4,6/0,7	2,0/3,1

Низкие численность и количество видов в вертикальных ловах были отмечены и на остальных свалках. Так в районе Ялтинских свалок были пойманы только три вида икры и личинок рыб, а их средняя численность составляла 4,6 и 0,7 экз./м² соответственно (табл. 1). В то время как в поверхностном горизонте моря были пойманы икра и личинки 8 видов рыб, а их средняя численность составляла 58,4 и 1,3 экз./100 м³ соответственно. Наибольшее количество видов в ихтиопланктоне было отмечено в поверхностном горизонте моря района Феодосийской свалки, где были идентифицированы 10 видов икры и личинок рыб, однако их численность была сопоставимой с районом Херсонесской свалки. Как и на предыдущих свалках, в слое от дна до поверхности были пойманы всего 4 вида икры и личинок рыб, а их средняя численность составляла 2,0 и 3,1 экз./м² соответственно [4].

Индексы видовой разнообразия ихтиопланктона [7] рассчитаны по данным горизонтальных поверхностных ловов (рис. 1). Наибольшие показатели индексов видовой разнообразия, видовой богатства и выровненности наблюдались на траверзе Феодосии. Здесь было отмечено максимальное количество видов в ихтиопланктоне при минимальной численности, и в наименьшей степени было выражено доминирование.

По сравнению с индексами разнообразия по ихтиопланктону всего шельфа Крымского полуострова наблюдалось последовательное снижение индексов видовой разнообразия и видовой богатства от Феодосийской свалки к Ялтинским свалкам, где, в отличие от остальных свалок, доля икры хамсы – *Engraulis encrasicolus* и султанки – *Mullus barbatus ponticus* в сумме превышала 80 % от общей численности икры всех видов и индекс доминирования был максимальным. Районы свалок грунтов не отличались высокой численностью икры и личинок рыб и количеством видов, ее обеспечивающей. Мезопланктон, в состав которого

входит и ихтиопланктон, в начале 1990-х годов отличался крайне нестабильным состоянием, бедностью видового состава, особенно в прибрежных участках шельфа, и низкой численностью. Основной причиной деградации мезопланктонного комплекса было массовое развитие гребневика-вселенца *Mnemiopsis leidyi*, биомасса которого к 1994 году достигла своих максимальных значений [3]. По отношению к ихтиопланктону гребневик мнемипсис с одной стороны является хищником, а с другой стороны – конкурентом в питании личинок рыб. В начале 1990-х годов процент личинок с пустыми кишечниками в прибрежных водах крымского шельфа в среднем составлял 74,5 %, а личинок хамсы – до 90 % [11, 12]. Бедность кормовой базы личинок рыб привела к резкому снижению их численности. Так в июле 1990 г. по сравнению с 1988 г. средняя численность личинок рыб на шельфе Крымского полуострова снизилась в десять раз [4]. Снижению численности икры и личинок промысловых видов рыб способствовало увеличение рыбного промысла. До 80-х годов убыль от промысла при его интенсивности не вызывала больших межгодовых колебаний численности короткоцикловых рыб, но с увеличением промысла в конце 80-х годов произошло резкое падение нерестовых запасов хамсы. Если в 1988 г. нерестовый запас хамсы составлял 235 тыс. т, а средняя численность ее икры на шельфе Крымского превышала 50 экз./м², то в 1990 г. нерестовый запас хамсы снизился до 48 тыс. т, а средняя численность икры упала на порядок [4, 11]. Изменение структуры видового состава ихтиопланктона за счет снижения численности обычно доминирующих в открытых водах шельфа икры и личинок хамсы и ставриды – *Trachurus mediterraneus ponticus*, способствовали незначительному увеличению индексов видового разнообразия, видового богатства и выровненности (рис. 1).

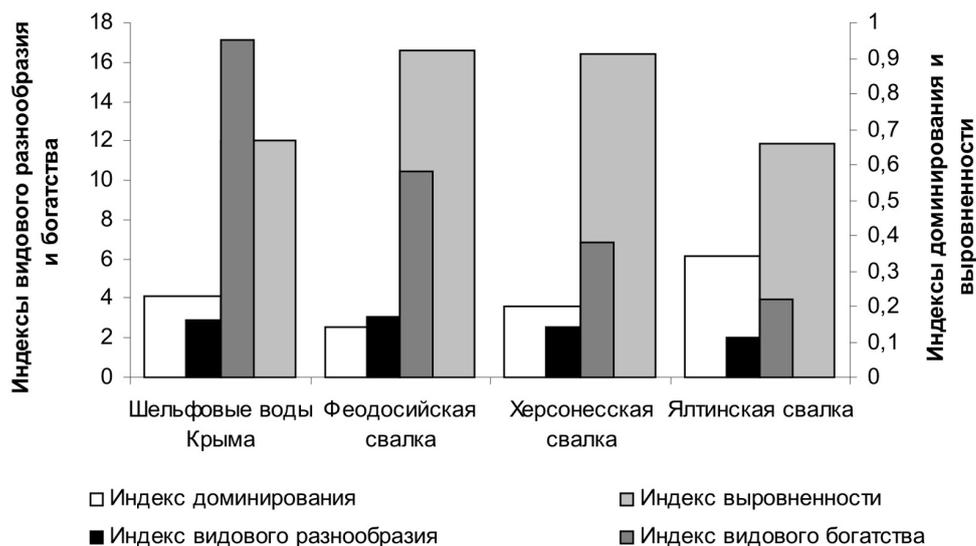


Рисунок 1 – Индексы видового разнообразия ихтиопланктона в районах свалок грунтов в июле 1990 г. (горизонтальные ловы)

В июле 2010 г. выполнялись только вертикальные ловы в слое 0-50 м и 0-25 м. В шельфовых водах Крыма были идентифицированы 14 видов икры и личинок рыб, что было сопоставимо с данными 1990 г. В слое 0-25 м было отмечено 9, а в слое 0-50 м – 10 видов икры и личинок рыб. Средняя численность икры и личинок рыб в обоих слоях лова была одного порядка, и в среднем составляла 23,5 и 4,3 экз./м², соответственно. Если количество видов в ихтиопланктоне было сопоставимо с данными июля 1990 г., то численность икры возросла в 2,5 раза, а личинок – в 1,5 раза.

Максимальная численность ихтиопланктона была отмечена на траверзе Евпатории, где верхний квазиоднородный слой (ВКС) заглаблялся к берегу, и термоклин залегал на глубине свыше 20 м. Коэффициент корреляции численности икры и личинок рыб от глубины залегания ВКС составлял 0.6 и 0.5 соответственно [1, 5]. Здесь было отмечено 5 видов икры и личинок рыб. Несмотря на небольшое количество видов, состояние ихтиопланктона в районе бывшей свалки грунтов можно признать вполне удовлетворительным. Средняя

численность икры и личинок рыб составляла 57,2 и 13,2 экз./м², соответственно и была значительно выше, чем в среднем по шельфу Крыма (табл. 2).

Таблица 2

Видовой состав ихтиопланктона в районах свалок грунтов на шельфе Крымского полуострова в июле 2010 г. (вертикальные ловы)

Виды	Крымский Шельф	Евпаторий-ская свалка	Херсонес-ская свалка	Ялтинские свалки
<i>Sprattus sprattus</i>	+			+
<i>Engraulis encrasicolus</i>	+	+	+	+
<i>Ophidion rochei</i>	+	+		+
<i>Syngnathus phlegon</i>	+	+		+
<i>Pomatomus saltatrix</i>	+			
<i>Trachurus mediterraneus ponticus</i>	+	+	+	+
<i>Diplodus annularis</i>	+			
<i>Mullus barbatus ponticus</i>	+	+		
<i>Symphodus ocellatus</i>	+			
<i>Trachinus draco</i>	+		+	
<i>Uranoscopus scaber</i>	+			
<i>Gobius niger</i>	+		+	
<i>Scorpaena porcus</i>	+			
<i>Sarda sarda</i>	+		+	
Средняя численность, экз./100 м ³ , (икра/личинки)	23,5/ 4,3	57,2/13,2	27,0/3,5	22,0/1,5

Доля мертвой икры возрастала от побережья к открытым водам от 37 % над глубиной 40 м до 100 % – над глубиной 93 м. Увеличение доли мертвой икры, от мелководной к глубоководной станции, возможно, связано с бактериальным загрязнением слоя термоклина и слоя воды под ним. Если в районе Крыма в верхнем слое моря после 1990 г. наблюдалось последовательное снижение численности бактериопланктона, то на траверзе Евпатории санитарное состояние воды в термоклине и под ним было признано наиболее загрязненным по сравнению с остальными районами исследований [1]. Благодаря низкой доле мертвой икры, в районе бывшей свалки была сравнительно высокая численность личинок рыб. На траверзе Евпатории кормовые условия для выживания личинок рыб были благоприятными, так доля ювенильных стадий копепод в кишечниках личинок хамсы составила 28%, а ставриды – 66 % [5].

Снижение слоя ВКС с благоприятной для развития икры температурой воды на глубоководной станции Евпаторийского разреза с одной стороны и бактериальное загрязнение подлежащих к ВКС слоев могли способствовать гибели икры тепловодных видов рыб в данном районе исследований.

В районе бывших Ялтинских свалок над глубинами 85 и 70 м ихтиопланктон был представлен также 5 видами икры и личинок рыб (табл. 2). Как и в 1990 г. в ихтиопланктоне преобладала хамса (доля икры - 95,5, а личинок – 33,3 %). Средняя численность икры составляла 22 экз./м². Личинки, так же, как и в июле 1990 г., встречались только единичными экземплярами, и их средняя численность составляла всего 1,5 экз./м². Низкая численность личинок, по-видимому, в том числе связана с неблагоприятными кормовыми условиями в данном районе исследований. В отличие от района Евпатории в кишечниках личинок хамсы были отмечены только мелкие диатомовые водоросли и яйца гидробионтов [5].

Доля мертвой икры в районе дампинга в обоих слоях лова была высокой и составляла от 76 до 84% от наличной икры в пробах. На фоновой станции, выполненной над глубиной 150 м, численность икры была сопоставима с районом дампинга, однако доля мертвой икры

колебалась от 17 до 33 %, а численность личинок была в 4 раза выше.

В районе Херсонесской свалки были выполнены две станции над глубиной 100 и 116 м. Ихтиопланктон был представлен 5 видами икры и личинок рыб. Средняя численность икры составляла 27, а личинок – 3,5 экз./м². Доминировала икра хамсы, составляя 91 % от общей численности икры всех видов. На разрезе мыс Херсонес – море доля мертвой икры возрастала от 66,7 % над глубиной 86 м до 81,3 % над глубиной 100 м. На самой глубоководной станции, выполненной над глубиной 116 м, численность икры и личинок в слое 0-25 м составляла 30 и 6 экз./м², соответственно, а доля мертвой икры снизилась до 64%.

По критериям ВОЗ воды восточного шельфа Крымского полуострова характеризовались как малозагрязненные, в то время как западного шельфа, куда входят районы рассмотренных нами бывших свалок, – как среднезагрязненные. В ходе комплексных гидрохимических, гидрологических и гидробиологических исследований, проведенных в июле 2010 г. в шельфовых водах Крымского полуострова, рассмотренные нами районы исследований: траверз Евпатории, мыса Херсонес и Ялты были определены как зоны экологического риска [1]. Гидрохимические исследования показали, что районы шельфа повсеместно загрязнены хлорорганическими соединениями (УПХБ и УДДТ), ртутью и метаном. Хотя в целом загрязнение ртутью, ПХБ и УДДТ не превышало уровень десятилетней давности, проведенный нами однофакторный дисперсионный анализ по влиянию суммарной концентрации УДДТ (нг.л-1) и его метаболитов в поверхностном слое моря на процент мертвой икры в пробах показал, что влияние УДДТ было достоверным, и показатель силы влияния фактора достигал 82 % [1, 5].

В июле 2010 г. увеличение численности икры и личинок промысловых видов рыб, обычно доминирующих в ихтиопланктоне, привело к резкому увеличению индексов доминирования и снижению показателей остальных индексов разнообразия по сравнению с июлем 1990 г. (рис. 2).

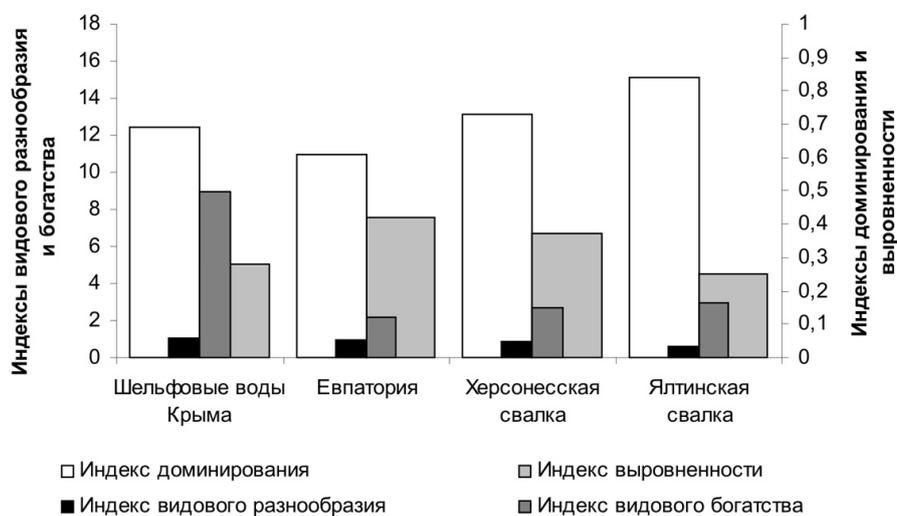


Рисунок 2 – Индексы разнообразия ихтиопланктона в районах дампинга в июле 2010 г. (вертикальные ловы)

Несмотря на закрытие свалок и длительный послеэксплуатационный период, районы дампинга так же, как и в 1990 г., все еще отличались пониженным видовым разнообразием и видовым богатством по сравнению со средними показателями шельфовых вод Крымского полуострова.

В прошедший после 1990 г. период происходило восстановление численности икры и личинок обычно доминирующих промысловых видов хамсы и ставриды. С появлением в конце 1990-х годов нового гребневика *Beroe ovata* – хищника, питающегося ранее доминирующим в макрозоопланктоне мнемииопсисом, популяция мнемииопсиса значительно снизилась, что способствовало положительным изменениям в видовой структуре планктона и началу

восстановления кормовой базы личинок и молоди рыб [3, 5, 12]. Если в 1990 г. доля личинок рыб с пустыми кишечниками была выше 70 % от общей численности, то в 2010 г. она не превышала 10 % [5]. В 2010 г. произошло увеличение численности икры и личинок рыб в основном за счет хамсы, доля икры которой колебалась от 70 до 90 % от общей численности всех видов. Если вылов хамсы в 1988-1990 г. колебался от 80 до 488 тыс. т, то в 2009 и 2010 гг. он не превышал 10 и 13 тыс. т соответственно при прогнозируемом запасе в 60 тыс. т [6]. На увеличение численности икры и личинок хамсы положительное влияние оказал и приказ Росрыболовства от 27.02.2009 №152 о запрещении добычи хамсы в период ее нереста с 15 марта до 15 октября. Положительные изменения произошли и в ихтиопланктоне бывших свалок. Так, если в 1990 г. в районах Евпаторийской и Херсонесской свалок в вертикальных ловах икра и личинки вообще отсутствовали, то в 2010 г. средняя численность икры и личинок даже превышала таковую по всему шельфу Крымского полуострова (табл. 2).

Таким образом, за двадцатилетний период с 1990 по 2010 гг. благодаря положительным изменениям в планктонном сообществе в шельфовых водах Крымского полуострова произошло увеличение численности и восстановление структуры видового состава икры и личинок рыб в пользу промысловых видов. Несмотря на длительный послеэксплуатационный период, районы, сопредельные с бывшими свалками грунтов на траверзе Евпатории, мыса Херсонес и Ялты, в июле 2010 г. характеризовались как зоны экологического риска. Несмотря на сравнительно высокую численность ихтиопланктона, количество видов икры и личинок рыб в районах свалок было значительно ниже, чем в среднем по шельфу Крымского полуострова, кроме того, здесь были отмечены высокая смертность икры и пониженные показатели индексов видовой разнообразия.

Список литературы

1. Биологические, биофизические и гидрологические исследования в 64-м рейсе НИС «Профессор Водяницкий» (30 июня-6 июля 2010 г.) Научный отчет // Архив ИнБЮМ НАНУ. – Опись 2, № 297. – Севастополь; 2010.- 186 с. (Рукопись).
2. Зайцев Ю.П. 1992. Экологическое состояние шельфовой зоны Черного моря у побережья Украины (обзор) // Гидробиол. журн. Вып. 28. №4. С. 3 - 18.
3. Игнатъев С.М., Зуев Г.В., Мельникова Е.Б. 2001. Многолетняя динамика состояния популяции гребневика *Mnemiopsis leidyi* Agassiz в районе Севастополя (Черное море) // Экология моря. Вып. 56. С. 8-12.
4. Климова Т.Н. 2005. Ихтиопланктон Черного моря как индикатор экологического состояния шельфовых вод Украины. Автореф. дис... канд. биол. наук. М.: ИО РАН, 25 с.
5. Климова Т.Н., Вдодович И.В., Загородняя Ю.А., Игнатъев С.М., Малахова Л.В., Доценко В.С., 2014. Ихтиопланктон в планктонном сообществе шельфовой зоны Крымского полуострова (Черное море) в июле 2010 г. // Вопросы ихтиологии. т.54. № 4. С.426-438.
6. Куманцов М.И., Кузнецова Е.Н., Лапшин О.М., 2012. Комплексный подход к организации российского рыболовства на Черном море. // Электронный научный журнал ISSN N2070-7428. Современные проблемы науки и образования. № 5-2012. <http://www.science-education.ru>. (дата обращения: 24.11.15).
7. Одум Ю. 1986. Экология. – М.: Мир, II. 373 с.
8. Патин С. А. 1979. Влияние загрязнения на биологические ресурсы и продуктивность Мирового океана. – М.: Пищ. пром-сть. 304 с.
9. Севрикова С.Д., Болдырев М.А., Назаренко С.А. и др. 1987. Об изменении качества морской среды под влиянием сбросов грунтов ремонтного и капитального дноуглубления в импактных зонах Черного моря // Ежегодник СОГОИН за 1987 г. Т. I. С. 164-186.
10. Севрикова С.Д., Гордина А.Д., Климова Т.Н., Клименко Н.П. и др. 1991. О негативных экологических последствиях дампинга грунтов // II Всесоюз. конф. по рыбохозяйственной токсикологии, посвящ. 100-летию проблемы качества воды в России: Тез. докл. – С-Пб., 1991. – Т.2. – С.152-153.
11. Gucu A.C. 2002. Can Overfishing be Responsible for the Successful Establishment of *Mnemiopsis leidyi* in the Black Sea // Estuarine, Coastal and Shelf Science. Vol. 54. P. 439-451.
12. Tkach A.V., Gordina A.D., Niermann U., Kideys A.E., Zaika V.E. 1999. Changes in the larvae nutrition of Black Sea fishes with respect to plankton // Ecosystem modeling as a Management Tool for the Black Sea. Vol. 1. P. 235-248.
13. Shiganova T. A., Bulgakova Yu. V., Volovik S. P., et al. 2001. The new invader *Beroe ovata* Mayer 1912 and its effect on the ecosystem in the northeastern Black Sea. / Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands. *Hydrobiologia*. - P. 187-197.

THE PRESENT STATE OF ICHTHYOPLANKTON COMPLEXES IN THE AREAS OF ECOLOGICAL RISK

Klimova, T.N. *, Vdodovich I.V.

Institute of Marine Biological Research, Sevastopol, Russia, tnklim@mail.ru

Analyzed species composition, abundance and species diversity of ichthyoplankton complexes in the areas of dumping in post-exploitation period on the shelf waters of the Crimean peninsula in July 1990 and 2010. Ichthyoplankton in the dumping areas characterized by high rates of mortality of fish eggs and low species diversity compared to the shelf waters of the Crimean peninsula. Despite two decades period of the post-exploitation, the areas of dumping in the shelf waters of the Crimean peninsula are zones of ecological risk.

Keywords: ichthyoplankton, eggs, larvae, abundance, species diversity, dumping, pollution

УДК 595.384.16-152.6+639.281.7(28)

ПОПУЛЯЦИИ РЕЧНЫХ РАКОВ АЗОВСКОГО БАССЕЙНА В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ. ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ И ПОПОЛНЕНИЯ

В.Н. Ковалевский¹, Е.Ю. Глушко²

¹*Ростовский филиал МГУ технологий и управления им. К.Г.Разумовского*

²*ФГБНУ «Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства»,
г. Ростов-на-Дону, 344002*

В работе обобщены результаты многолетних исследований АзНИИРХ по биологии и экологии популяций кубанского рака в водоемах Азовского бассейна. Обоснована необходимость его искусственного воспроизводства для пополнения естественных популяций, формирования маточных стад и получения товарной продукции. Даны рекомендации рационального использования ракопродуктивных популяций.

Ключевые слова: *Pontastacus cubanicus*, ракопродуктивность, популяция, биология, экология, промысловые запасы, ННН-промысел, уловы, культивирование.

Речной рак – уникальное беспозвоночное в составе биоценозов и традиционный объект промысла в водоемах Азовского бассейна, включающего Азово-Донской и Азово-Кубанский районы – ареал обитания кубанского подвида длиннопалого речного рака по современной номенклатуре кубанского рака – *Pontastacus cubanicus* (Birst. et Win.) Максимальный уровень добычи речных раков приходился на середину XX века. В дальнейшем, в ухудшающихся условиях обитания, их промысловые запасы и уловы постепенно сокращались и к концу XX века достигли минимальных величин за все годы промысла.

Результаты многолетнего мониторинга состояния ракопромысловых популяций показали, что сокращение запасов раков, особенно в Азово-Кубанских лиманах, обусловлено загрязнением водоемов токсикантами, их чрезмерным зарастанием, нарушением гидролого-гидрохимического режима, ростом объемов ННН-промысла (незаконное, нерегулируемое и несообщаемое рыболовство) [3].

Это убедительнее всего прослеживается в наиболее изученной Ахтарско-Гривенской группе лиманов дельты р. Кубань [2]. В период 1985-2002 гг. Ахтарско-Гривенские лиманы являлись единственными ракопродуктивными водоемами Краснодарского края, сохранившими свое промысловое значение. К началу 2000-х годов, в связи с многолетним отсутствием каких-либо мелиоративных работ, зарастаемость Ахтарско-Гривенских лиманов достигла 50-80 %, а ракопродуктивные угодья сократились с 20 тыс. га до 14 тыс.га.

В течение всего периода наблюдений фиксировалось загрязнение лиманов многими стойкими и высокотоксичными хлорорганическими пестицидами (ХОП), полихлорбифенилами (ПХБ), тяжелыми металлами (ТМ), нефтепродуктами (НП), а также полиароматическими углеводородами (ПАУ) и другими токсичными и канцерогенными веществами, на которые

не разработаны нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК). Как следствие, отмечался рост встречаемости заболеваний и аномалий, таких как хронический токсикоз, ржавопятнистое заболевание, яловость и низкая плодовитость самок, недоразвитость семенников, нарушения процессов линьки, снижение жизнестойкости молоди и взрослых раков – особенно выраженных в неблагоприятные по климатическим и гидрологическим параметрам годы.

Еще одним мощным фактором, ограничивающим численность популяции раков, является незаконный вылов, масштабы которого на рубеже столетий достигали 500-600 % от промышленного вылова.

Как результат – динамика промысловых запасов раков в Ахтарско-Гривенской группе лиманов в период с 1985 по 2007 гг. представляет собой затухающие колебания в пределах 250-200 т в 80-е годы, 420-100 т в 90-е годы и 28-70 т в 2000-2007 гг., уловов в пределах 56-7 т, 34-2 т и 4,6-2,6 т соответственно (таблица 1).

Таблица 1

Промысловые запасы, общие допустимые уловы (ОДУ) и вылов кубанского рака в Ахтарско-Гривенских лиманах в 1985-2007 гг.

Годы	Запасы, т	ОДУ, т	Вылов*, т
1985	250	30.0	56.6
1986	230	23.0	43.8
1987	200	20.0	7.7
1988-1989	Исследования не финансировались. Запрет промысла		
1990	420	42.0	34.0
1991	270	30.0	33.0
1992	240	24.0	30.0
1993	280	30.0	7.0
1994	210	21.0	Запрет промысла
1995	180	18.0	Запрет промысла
1996	150	15.0	2.0
1997	160	16.0	4.5
1998	120	12.0	9.0
1999	100	10.0	5.0
2000	70	7.0	3.0
2001	50	5.0	4.6
2002	42	4.2	3.6
2003	36	3.6	2.6
2004	31	3.1	4.0
2005	38	7.6	2.1
2006	33	6.6	5.1
2007	28	5.6	4.2

* Данные промысловой статистики.

При этом важно отметить, что, если после двухлетнего запрета промысла в 1988-1989 гг. общие запасы раков в лиманах эффективно восстанавливались, то после двухлетнего периода запрета в 1994-1995 гг. этой благоприятной тенденции не наблюдалось. Из этого следует, что степень биологической депрессивности популяции возрастает прямо пропорционально степени ее эксплуатации.

Аналогичные изменения происходили и в структуре промыслового стада раков Ахтарско-Гривенской популяции. Доля младшевозрастных особей (10.1-12.0 см) возрастала с 46-65 % в конце 80-х годов до абсолютного доминирования в 2005-2007 гг. (таблица 2).

Структура промыслового стада Ахтарско-Гривенской популяции кубанского рака в 1985-2007 гг.

Годы	Размерный состав, %		
	10.1-12.0 см	12.1-14.0 см	> 14 см
1985	46	37	17
1986	69	26	5
1987	65	28	7
1988-1989	Исследования не финансировались		
1990	40	48	12
1991	53	35	12
1992	45	41	14
1993	51	40	9
1994	55	43	3
1995	53	38	9
1996	48	45	9
1997	61	33	6
1998	62	34	4
1999	70	25	5
2000	52	46	2
2001	59	38	3
2002	67	28	5
2003	70	26	4
2004	81	17	2
2005	87	11	2
2006	91	9	-
2007	90	10	-

Такие же тенденции наблюдаются и в остальных группах ракопромысловых Азово-Кубанских лиманов. На сегодняшний день эти водоемы практически утратили промысловое значение из-за чрезвычайного измельчения популяций в результате их неконтролируемой эксплуатации.

Значительно более благополучное состояние популяций и условия обитания раков в ракопродуктивных водоемах Азово-Донского района, к которым относятся р. Дон, включая водоемы поймы, бассейн р. Сал, водохранилища Манычского каскада (Усть-Манычское, Веселовское и Пролетарское). Однако и в них основными факторами, лимитирующими численность популяций, являются чрезмерная зарастаемость водоемов, обуславливающая их обмеление и заиливание, особенно малых рек бассейна р. Сал, а также неучтенное изъятие, масштабы которого зачастую сравнимы с объемами промышленного вылова.

Таким образом, если для водоемов Азово-Донского района на сегодняшний день актуальной является задача сохранения естественных ракопромысловых популяций, то для Азово-Кубанских лиманов необходимы радикальные меры, а именно – полный запрет на любые виды вылова раков и пополнение естественных популяций за счет искусственного воспроизводства.

На базе многолетних исследований астакологов Азовского НИИ рыбного хозяйства разработаны и запатентованы методы культивирования раков, которые предусматривают получение личинок и дальнейшее выращивание в неполносистемных хозяйствах для пополнения естественных популяций и в полносистемных для получения товарной

продукции [5, 6]. Аналогичные разработки имеются в различных отечественных и зарубежных научно-исследовательских и научно-производственных центрах.

Однако, несмотря на длительную историю, искусственное разведение раков в России как с целью получения товарной продукции, так и для восстановления естественных популяций, остается практически не развитым [4]. Основными причинами этого являются: браконьерский, не контролируемый вылов раков из естественных водоемов, нестабильная экономическая ситуация в сельском хозяйстве и отсутствие государственной целевой программы по восстановлению естественных популяций речных раков.

Участие государства в сохранении и восстановлении популяций автохтонных видов раков не должно сводиться лишь к регулированию их промысла. На сегодня необходимо создать несколько центров по воспроизводству речных раков, деятельность которых была бы направлена на исследование состояния естественных популяций и проведение работ по восстановлению и поддержанию популяций автохтонных видов речных раков. Результатом деятельности этих центров стало бы сохранение биоразнообразия, улучшение состояния водоемов и появление возможностей для расширения коммерческого лова раков.

Одним из способов привлечения к этой работе заинтересованных лиц и организаций может быть рациональное использование запасов раков в естественных водоемах – как наименее затратный способ получения продукции. В этом случае осуществляется долгосрочная аренда естественных водоемов, на которых ведется промысел раков, а в хозяйстве создается участок по воспроизводству раков. Полученная в хозяйстве молодь раков используется для пополнения эксплуатируемых популяций, вселения в водоемы, в которых раки отсутствуют, а также для продажи в качестве посадочного материала. Этот способ хозяйствования в первую очередь актуален для ракопромысловых водоемов Азовского бассейна, особенно Азово-Кубанских лиманов, и с успехом реализуется в других странах, например, в Финляндии и Швеции [1].

Список литературы

1. Борисов Р.Р., Ковачева Н.П., Чертопруд Е.С. Биология, воспроизводство и культивирование речных раков. – М.: Изд-во ВНИРО 2011, 96 с.
2. Ковалевский В.Н., Глушко Е.Ю. Характеристика популяций и промысловых запасов раков в Кубанских лиманах. //Сб. научных трудов «Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна», г. Ростов-на-Дону, 2008 г., С.209-213.
3. Ковалевский В.Н., Глушко Е.Ю. История промысла речных раков в водоемах Азовского бассейна и проблемы его развития в современный период. //Сб. научных трудов «Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна», г. Ростов-на-Дону, 2012, С.167-169.
4. Мицкевич О.И. (Ред.) Раколовство и раководство на водоемах европейской части России. СПб: ФГНУ ГосНИОРХ, 2006, 207 с.
5. Черкашина Н.Я. Динамика популяций раков *Pontastacus* и *Caspiastacus* (Crustacea, Decapoda, Astacidae) и пути их увеличения. Москва, Изд-во ФГУП «Национальные рыбные ресурсы», 2002, 256 с.
6. Черкашина. Н.Я. Сборник инструкций по культивированию раков и динамике их популяций. Ростов-на-Дону, 2007, 117с.

FRESHWATER CRAYFISH POPULATIONS OF THE AZOV SEA BASIN UNDER CONDITIONS OF THEIR INTENSIVE EXPLOITATION. PROBLEMS OF THEIR CONSERVATION AND REPLENISHMENT

Kovalevskij V.N.¹, E.Yu. Glushko²

¹Rostov Affiliation of Moscow State University of Technologies and Management after K.G. Razumovskij

²Azov Fisheries Research Institute, Rostov-on-Don, 344002

Results of AzNIIRKH multiyear studies have been summarized on the biology and ecology of the Kuban crayfish populations in the waterbodies of the Azov Sea basin. Necessity has been substantiated of artificial propagation of the species in order to restore natural populations, form broodstocks and obtain crayfish of market size. Recommendations are given of rational use of crayfish productive populations.

Key words: *Pontastacus cubanicus*, crayfish productivity, population, biology, ecology, stocks, illegal fishing, catches, rearing.

**МОРФОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ В ПОПУЛЯЦИИ ПЛОТВЫ
RUTILUS RUTILUS (LINNAEUS, 1758) (ACTINOPTERYGII: CYPRINIDAE)
ОЗЕРА ПЛЕЩЕЕВО (РОССИЯ)**

Ю.В. Кодухова, Д.П. Карабанов

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, пос. Борок, Россия,
dk@ibiw.yaroslavl.ru*

В работе дана морфологическая характеристика плотвы озера Плещеево (Россия, Ярославская обл.). Отмечено, что с момента проникновения в озеро моллюска *Dreissena polymorpha* произошло формирование “моллюскоядного” фенотипа плотвы. Проведён ДНК-баркодинг по локусу COI плотвы из озера. Все три выявленных гаплотипа плотвы встречаются как у “моллюскоядной”, так и у “растительной” формы рыб.

Ключевые слова: плотва, Плещеево озеро, морфотип, ДНК-баркодинг.

Водные экосистемы Центральной России оказываются крайне уязвимыми в условиях высокой антропогенной нагрузки, создания рекреационных участков и глобальных инфраструктурных проектов в этом регионе, проводившихся на протяжении всего XX века. Актуальность таких экосистем закреплена в «Повестке дня на XXI век» Рио-де-Жанейрской декларации по окружающей среде и развитию, где отдельно выделены главы 15 («Сохранение биологического разнообразия») и 18 («Сохранение качества ресурсов пресной воды и снабжение ею: применение комплексных подходов к освоению водных ресурсов, ведению водного хозяйства и водопользованию»). Отдельное внимание при оценке биологического разнообразия водных экосистем должно уделяться вопросам инвентаризации и сохранения местных и реликтовых форм.

Создание Национального парка «Плещеево озеро» (Россия, Ярославская обл.) изначально имело целью сохранение реликтовой популяции ряпушки *Coregonus albula*. Вместе с тем, кроме возникновения значительной рекреационной территории, получилось и создание охранной территории для всех водных животных.

В настоящее время одним из массовых видов рыб оз. Плещеево является плотва. Плотва – евроазиатский вид с очень широким ареалом. Предпочитает участки, заросшие растительностью. Держится на границе зарослей и открытой воды в местах с умеренным течением и теплой водой. Стайная рыба. По характеру питания – эврифаг. Взрослые особи питаются разнообразными беспозвоночными и их личинками, моллюсками, летом потребляют много нитчатых водорослей, а при обилии мальков крупная плотва питается личинками и мальками рыб. Половой зрелости жилая плотва достигает в возрасте 3-5 лет. Размножается весной при температуре воды 8-14 °С и выше. Икрометание единовременное, нерестится большими стаями [1]. Типичный фитофил, икра приклеивается к растениям. В оз. Плещеево, судя по распределению молоди, нерест приурочен к устьевым участкам рек. Кроме того, в качестве нерестилища используется побережье, заросшее водной растительностью.

Сбор ихтиологического материала проводился на акватории оз. Плещеево с апреля по октябрь 2014-15 гг. Всего за этот период отработано 86 ставок сетей. Общая экспозиция составила 420 часов. Основными орудиями лова служили ставные жаберные сети: 45 мм, 2x70 м – 1 шт.; 55 мм, 1.8x35 м – 1 шт.; фрагментарная сеть 10-50мм (x10), 1.8x30м – 14 шт.; фрагментарная сеть 10-50мм (x10), 0,9x30м – 3 шт.

Морфологический анализ проводили по количественным (меристическим), пластическим и альтернативным неметрическим (формула глоточных зубов) признакам. Из меристических признаков проанализировано: число разветвленных лучей в спинном (*Db*) и анальном (*Ab*) плавниках, число жаберных тычинок на 1-й жаберной дуге (*sp.br.*), формула глоточных зубов (*d.ph.*), признаки осевого скелета – число позвонков в грудном (*Va*), переходном (*Vi*), туловищном (*Va+Vi*) и хвостовом (*Vc*) отделах, общее число позвонков (*Vert*); число чешуй в боковой линии (*l.l.*), число рядов чешуй над (*S_D*) и под (*S_A*) боковой линией; число отверстий в каналах сейсмодатированной системы в краниальных костях (frontale (*CSO_{fr+par}*), parietale (*CST_{par}*), praepreculum (*CPM_{pop}*), dentale (*CPM_{dn}*)) [2]. Анализировали пластические признаки, выраженные в процентах длины тела (*l*): длина головы (*c*), диаметр глаза (*lo*), длина рыла (*ao*),

межглазничное расстояние (io), длина основания анального плавника (lA), длина основания спинного плавника (lD), антеанальное расстояние (aA), постанальное расстояние (pA), антедорсальное расстояние (aD), постдорсальное расстояние (pD), наибольшая высота тела (H), наименьшая высота тела (h); в процентах длины головы: диаметр глаза (lo), длина рыла (ao), межглазничное расстояние (io), [5]. Подсчет позвонков и отверстий в сейсмодатированных каналах головы выполняли на сухих остеологических препаратах, следуя стандартной методике [5, 10]. Подсчеты и измерения выполнены одним оператором.

Для определения изменчивости признаков использовали коэффициент вариации ($CV\%$). При описании признаков определяли средние значения (M), пределы вариации (lim) и ошибку средней (m). Статистический анализ осуществлялся в соответствии с основными методическими требованиями при изучении как отдельных признаков, так и их комплексов для решения идентификационных задач с применением метода Главных компонент, факторные нагрузки нормированы [3]. Стандартизация признаков и статистическая обработка материала проводилась в программном пакете StatSoft Statistica 6.

Закономерности индивидуального роста рыб прочих видов исследовали на основе анализа регистрирующих структур – cleithrum. Для контроля возрастных определений использовали жаберную крышку operculum и чешую рыб. Линейный рост анализировали по данным обратных расчислений, проведенных по формуле Э. Леа. Анализ темпа роста рыб проводили по общепринятым методам [8].

В качестве материала сравнения по мере возможности приводятся данные по популяциям рыб Рыбинского водохранилища. Этот водоем имеет большие размеры с разнообразными биотопами и богатым животным миром, что позволяет проследить влияние как биотических, так и абиотических факторов и возможность пространственной дифференцировки популяций рыб, что позволяет максимально охватить пределы изменчивости. Также был привлечен большой коллекционный материал лаб. Экологии рыб по размерно-возрастным рядам и морфологические данные Остеологической коллекции ИБВВ РАН как для оз. Плещеево, так и для Рыбинского водохранилища.

Для штрих-кодирования видов на основе ДНК (DNA-barcoding, ДНК-баркодинг) было изучено нуклеотидное разнообразие по 5'-концу локуса цитохромоксидазы-1 (COI) митохондриальной ДНК [11]. Всего генотипировано 6 особей плотвы, относящиеся к «моллюсковядной» и «растительнойядной» формам. Для ДНК-баркодинга использовали пробы ткани (белая скелетная мышца), фиксированные 96 % этанолом (1:5), двойная фиксация, хранение при +4°C. Клеточную ДНК выделяли с использованием наборов реагентов «ДНК-Экстран-2» (ЗАО «Синтол», г. Москва). Для получения ПЦР-продукта, содержащего 5'-конец локуса COI, и его секвенирования использовали универсальные праймеры, применяемые для баркодинга рыб: FishF1 (5'-TCAACCAACCACAAAGAC ATTGGCAC-3') и FishR1 (5'-TAGACTTCTGGGTGGCCAAAGAATCA-3') [13]. Во всех случаях ПЦР-продукты получали на амплификаторе «Терцик» («ДНК-Технология», г. Москва). Амплификацию проводили в 25 мкл буфера производства фирмы «Fermentas» (75 mM Tris-HCl (pH=8.8), 20 mM $(NH_4)_2SO_4$, 0.1% Tween 20, 2 mM $MgCl_2$). Смесь для амплификации содержала около 300 нг тотальной клеточной ДНК, по 200 нмоль каждого из четырех дезоксирибонуклеотидов, по 10 пмоль прямого и обратного праймеров и 0.7 ед. Taq-полимеразы (производство «Сибэнзим», г. Новосибирск). Для предотвращения испарения в ходе реакции сверху на смесь наслаивали минеральное масло. Программа амплификации включала в себя этап первоначальной денатурации ДНК (95 °C, 4 мин.), 30 циклов синтеза ПЦР-продукта (95 °C – 45 сек., 52 °C – 45 сек., 72 °C – 1 мин.), а также этап конечной элонгации цепи (72°C, 5 мин.). Полученные ПЦР-продукты пересаждали при комнатной температуре, добавляя к смеси для амплификации этанол до конечной концентрации 70 % и ацетат аммония до конечной концентрации 125 mM. Осадок ДНК промывали 70%-ным этанолом, высушивали и растворяли в бидистиллированной воде. В реакцию секвенирования брали около 0.3 пмоль ПЦР-продукта и 3.2 пмоль соответствующего праймера. Каждый полученный ПЦР-продукт секвенировали как с прямого, так и с обратного праймера. Определение нуклеотидной последовательности проведено на автоматическом секвенаторе 3500 ABI (8 капилляров) с использованием набора BigDye® Terminator v3.1 Ready Reaction Cycle Sequencing Kit (ABI PRISM®).

Чтение и анализ полиморфизма нуклеотидных последовательностей, а также филогенетические построения проводили в программе Unipro uGene v.1.18 [12]. Интегрирование полученных результатов в Базу данных международного проекта «Штрих-кодирование жизни на основе ДНК» (BoLD) проведено через инструмент BankIt (NCBI). Полученные номера гаплотипов зарезервированы в базе данных GenBank (NCBI), в тексте приводится лишь последовательность нуклеотидов.

Плотва – вид-доминант в прибрежном комплексе рыбной части сообщества озера. На литорали озера были отмечены различия в распределении разноразмерных особей. Так, мелкие особи ($l = 5-100$ мм) нагуливаются в основном на участках с глубинами 0.5-4 м, тогда как крупные рыбы ($l > 200$ мм) ловятся в основном на глубинах 4 м и более. Особенности такого распределения, на наш взгляд, кроются в различиях питания разноразмерной плотвы. Основу питания молодежи и мелких рыб составляет водная растительность и планктон, обильно развивающийся на хорошо прогреваемом, заросшем водной растительностью мелководье. Крупные моллюскоядные рыбы потребляют в основном дрейссену и держатся на большей глубине вплоть до 10-12 м, где уже из-за неподходящего субстрата пропадает дрейссена.

Значения морфологических признаков для плотвы (табл. 1), как из оз. Плещеево, так и из Рыбинского вдхр., располагаются в пределах видовых [1]. Изменчивость признаков в обеих популяциях ниже 30 %. Повышенный коэффициент вариации отмечается для lo , pA , Vi , CST_{par} и CPM_{dn} .

Для ДНК-баркодинга нами было взято по 3 «моллюскоядных» и «растительных» особи плотвы из оз. Плещеево. Выделить гаплотипы, характерные именно для этих экологических форм, не удалось, что может свидетельствовать лишь об экологической, а не о генетической (по изученному локусу) обусловленности этого признака у плотвы. Всего нами описано 3 гаплотипа (KT989765, KT989766 и KT989767), различающихся по трём синонимичным нуклеотидным заменам. Все гаплотипы соответствуют консенсусной последовательности, характерной для *Rutilus rutilus*, описание приведено ниже:

LOCUS KT989765

DEFINITION *Rutilus rutilus*.

ORIGIN

```
1 cctttatctt gttttggtg cctggccgg aatagtggg actgccctaa gcctcctat
61 tcgggccgaa ctaagccaac ctgggtcact ttaggcgat gaccaaattt ataatgcat
121 cgttaccgcc cagcctctg taataattt ctttatagta atgccaattc ttattggtg
181 attcggaac tgactctcc cactaataat tggcgacct gacatagcat tcccacgaat
241 aaataatag agcttctgac ttctacccc atcattcctg ttattgtag cctctctgg
301 tgttgaggcc ggtgccgaa caggatgaac agtataccg cctctgcag gcaacctgc
361 tcacgcagg gcatcagtag acttaacaat cttctactt cacctggcag gtgtgcatc
421 aattttagg gcaagtcaat tcattactac aattattaat atgaaacccc cagccatctc
481 ccagatcaa acacctctt ttgtatgagc cgtactagta acggccgtcc ttctcctt
541 atcattacca gtgctggctg ccggaattac aatgctctt acagatcgta atcttaatac
601 tacattctt caccagcgg gaggaggga cccaatccta taccagcact tacc
```

LOCUS KT989766

DEFINITION *Rutilus rutilus*.

ORIGIN

```
1 cctttatctt gttttggtg cctgagcgg aatagtggg actgccctaa gcctcctat
61 tcgggccgaa ctaagccaac ccgggtcact ttaggcgat gaccaaattt ataatgcat
121 cgttaccgcc cagcctctg taataattt ctttatagta atgccaattc ttattggtg
181 attcggaac tgactctcc cactaataat tggcgacct gacatagcat tcccacgaat
241 aaataatag agcttctgac ttctacccc atcattcctg ttatttag cctctctgg
301 tgttgaggcc ggtgccgaa cgggtgaac agtataccg cctctgcag gtaacctgc
361 tcacgcagg gcatcagtag atttaacaat cttctactt cacctggcag gtgtatc
421 aattttagg gcaagtcaat tcattactac aattattaat atgaaacccc cagccatctc
481 ccagatcaa acacctctt ttgtatgagc cgtactagta acagccgtcc ttctcctt
541 atcattacca gtgctggctg ccggaattac aatgctctt acagatcgta atcttaatac
601 tacattctt gatccagcag gaggaggaga cccaatccta taccagcact tacc
```

LOCUS KT989767

DEFINITION Rutilus rutilus.

ORIGIN

1 ccttatctt gtatttgggtg cctgagccgg aatagtggggg actgcctaa gcctccttat
 61 teggccgaa ctaagccaac cgggtcact ttaggcgat gaccaaattt ataatgcat
 121 cgtaccgcc cagccttcg taataatttt cttatagta atgccaatc ttattgtgg
 181 atcggcaac tgactcgtcc cactaataat tgggtcacct gacatagcat tcccacgaat
 241 aaataatag agcttctgac ttctcccc atcattctctg ttattattag cctctctgg
 301 tgttgaggcc ggtgccggaа cggggtgаac agtatacccг cctcttgсag gтаacctcгc
 361 tcacgccggg gcатсagtag аттаасаат ctctcactt cacctggсag gtgtatcатс
 421 аатттtaggg гсagтсаатт tcattactac ааттатаат атгааcccc cagccatctc
 481 ссagтатсаа асacctctct ttgtatgagc cgtactagta асagccgtcc ttctctctct
 541 атсаттасаа gtгctggctг ccgгааттас аатгcttctt асagатсгта атctтаатас
 601 тасатcttc gatccagсag gaggggggga cccaatccta татсagсact татte

Таблица 1

Значения признаков и коэффициента вариации (CV%) для плотвы

Признак	Рыбинское в/х (2003/15) n=340			Оз. Плещеево (2014/15) n=135		
	M±m	lim	CV%	M±m	lim	CV%
<i>Возраст</i>	2-7			4-14		
<i>l, mm</i>	97.37-212			145.5-294		
<i>Пластические признаки в % от l.</i>						
<i>c</i>	23.4±0.50	21.7-25.3	2.85	22.2±0.73	20.6-24.2	4.11
<i>lA</i>	12.4±1.03	10.3-15.3	9.93	12.0±0.64	10.0-14.6	10.41
<i>lD</i>	15.0±0.92	13.0-17.2	7.14	14.4±0.74	11.9-17.0	6.41
<i>aA</i>	71.4±1.79	67.9-75.7	3.00	72.0±1.87	65.4-78.1	3.37
<i>pA</i>	15.3±1.43	11.4-19.7	11.90	15.6±1.60	10.8-20.7	12.48
<i>aD</i>	52.6±1.69	47.7-56.2	4.11	53.1±1.63	48.2-58.1	3.85
<i>pD</i>	34.8±1.61	30.6-38.4	5.63	33.8±2.04	27.4-41.1	7.66
<i>H</i>	30.2±1.69	26.4-34.8	7.10	29.6±1.61	23.7-37.0	7.01
<i>h</i>	10.2±0.45	8.8-11.1	5.52	9.6±0.62	8.1-12.3	8.09
<i>Пластические признаки в % от с</i>						
<i>ao</i>	27.6±1.49	23.1-31.4	6.70	27.2±1.60	23.4-32.9	7.25
<i>lo</i>	26.4±2.02	21.6-32.4	9.77	25.6±1.83	20.5-35.3	9.19
<i>io</i>	36.3±1.88	31.4-41.0	6.23	35.9±2.33	28.2-55.6	9.53
<i>Меристические признаки</i>						
<i>sp.br.</i>	11.4±0.79	10-14	8.38	11.3±0.74	9-15	8.15
<i>l.l.</i>	43.2±0.93	41-45	2.59	43.8±0.97	42-47	2.67
<i>S_п</i>	8.2±0.37	7-9	6.12	8.1±0.23	7-9	4.60
<i>S_а</i>	4.0±0.05	4-5	3.93	4.0±0.06	3-5	5.44
<i>Ab</i>	10.4±0.55	9-11	5.70	10.2±0.42	9-12	5.48
<i>Db</i>	10.0±0.25	8-11	5.55	9.8±0.31	9-11	4.32
<i>Va</i>	16.3±0.47	15-17	3.40	16.5±0.56	15-19	3.67
<i>Vi</i>	3.6±0.51	2-4	15.37	3.2±0.44	2-4	16.72
<i>Va+Vi</i>	19.9±0.38	19-21	2.69	19.7±0.56	18-22	3.31
<i>Vc</i>	14.3±0.54	13-15	4.48	14.8±0.42	14-16	3.85
<i>Vert</i>	41.1±0.53	40-42	1.67	41.5±0.61	40-44	2.63
<i>CSO_{fr+par}</i>	9.2±0.55	7-11	7.95	9.5±0.77	7-12	9.83
<i>CST_{par}</i>	3.0±0.54	1-4	25.37	3.4±0.58	2-6	21.02
<i>CPM_{pop}</i>	10.4±0.59	9-13	7.11	10.6±0.67	8-13	7.52
<i>CPM_{dn}</i>	5.5±0.55	5-8	11.58	5.5±0.54	4-7	10.44
<i>d.ph.</i>	6-5 (90 %) 5-5 (10 %)			6-5 (87 %) 5-5 (13 %)		

* Приведена частота встречаемости (%) формул глоточных зубов рыбы.

При морфологическом анализе признаков в пространстве Главных компонент наблюдаются две области со значительным перекрытием (рис. 1). Основной вклад по 1 ГК вносят признаки, определяющие пропорции тела рыбы. В целом, можно отметить, что

за последние десятилетия морфотип плотвы оз. Плещеево значительно приблизился к плотве Рыбинского вдхр. Как и другие виды рыб, плотва из озера характеризуется меньшим размером глаза, чем особи из водохранилища, что можно объяснить высокой прозрачностью воды в озере. Также в 1 ГК (условно выделяемую как «габитус рыбы») значительный вклад вносят морфометрические признаки головы и высоты тела.

Обоснованность выделения «литоральных» и «пелагических» группировок, [6, 7] а также локальных стад, [10] требует дополнительного изучения. У рыб, как правило, внутривидовая дифференциация связана либо с лимитированием по какому-либо биологическому фактору (обычно – ограниченность кормовой базы), либо с географической изоляцией (наличие заливов, плесов, русловых и озеровидных участков), либо при их совокупности. Для оз. Плещеево в настоящий момент (при массовом развитии дрейссены) нельзя говорить о недостатке кормовой базы для плотвы. Особи, достигшие определенного размера (и достижения соответствующей массивности плоточных зубов), переходят на питание дрейссеной, запасы которой с лихвой перекрывают кормовые потребности всей популяции. Таким образом, те особи, что ранее вытеснялись с литорали в пелагиаль и были вынуждены потреблять зоопланктон, сейчас переходят на питание дрейссеной, освобождая мелководье для нагула младших возрастных групп рыб. Возникновение географически детерминированных локальных группировок плотвы в озере также затруднено. Существование местных стад плотвы в Рыбинском водохранилище обусловлено его большими размерами, а также значительной удаленностью крупных плесов. В оз. Плещеево нет подобных больших заливов, береговая линия мало изрезана и разнообразие ландшафту придают лишь устье р. Трубеж и исток р. Векса. Таким образом, в озере у плотвы, вероятно, имеется лишь онтогенетическая дифференцировка, связанная со сменой типа питания – переход на потребление моллюсков при достижении длины тела 170-200 мм.

Проникновение в озеро дрейссены послужило поводом к возникновению, а в настоящее время – к доминированию морфотипа моллюскоядной плотвы. В начале 1980-х годов темп роста плотвы из оз. Плещеево существенно отставал от популяций Верхней Волги [7]. В настоящее время темп роста плотвы из озера значимо выше не только в сравнении с наблюдениями 1981 г., но и выше, чем для популяции Рыбинского водохранилища (рис. 2). Также интересно, что переход на питание моллюсками, наблюдаемый при достижении длины тела рыбы 200 мм, приводит к качественному скачку набора массы рыбы.

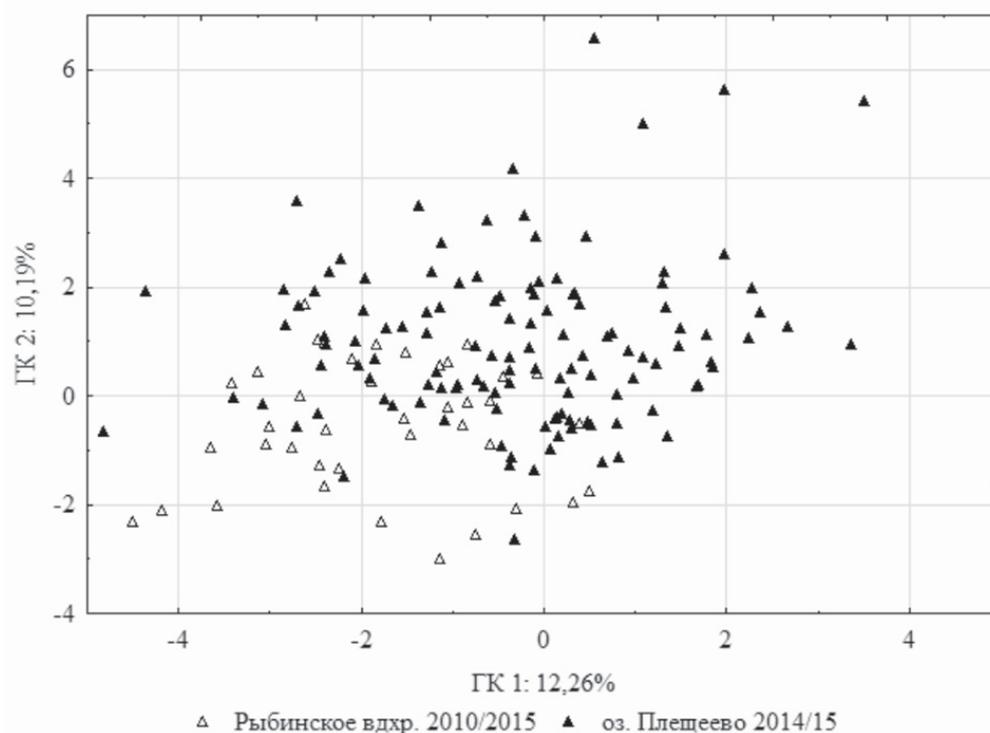


Рисунок 1 – Распределение особей плотвы в пространстве Главных компонент по совокупности морфологических признаков

Факторные нагрузки на Главные компоненты к рисунку 1

Признак	ГК 1	ГК 2	Признак	ГК 1	ГК 2
<i>l</i>	-0,360	-0.086	<i>l.l.</i>	0.322	-0.231
<i>c</i>	-0.646	0.333	<i>S_D</i>	0.189	0.180
<i>ao</i>	-0.202	0.423	<i>S_A</i>	0.085	0.076
<i>lo</i>	-0.756	-0.228	<i>Ab</i>	0.015	0.301
<i>io</i>	0.503	0.459	<i>Db</i>	-0.224	0.271
<i>lA</i>	0.122	0.391	<i>Va</i>	-0.221	-0.306
<i>lD</i>	0.106	0.559	<i>Vi</i>	0.109	0.393
<i>aA</i>	0.016	-0.057	<i>Va+Vi</i>	-0.109	0.076
<i>pA</i>	0.119	-0.191	<i>Vc</i>	0.409	-0.410
<i>aD</i>	0.075	0.153	<i>Vert</i>	0.273	-0.302
<i>pD</i>	-0.159	0.237	<i>CSO_{fr+par}</i>	0.198	0.021
<i>H</i>	0.467	0.583	<i>CST_{par}</i>	0.299	-0.188
<i>h</i>	0.503	0.459	<i>CPM_{pop}</i>	0.216	-0.088
<i>sp.br.</i>	0.095	0.109	<i>CPM_{dn}</i>	-0.014	0.037

Таким образом, у некрупных младшевозрастных особей (до 6 лет, $l. < 200$ мм), питающихся зоопланктоном и растительными остатками наблюдается преобладание линейного роста над весовым (катаболический тип метаболизма). Ускоренный рост позволяет этим рыбам перейти на питание дрейссеной (более доступным и калорийным кормом). При достижении длины тела более 200 мм плотва переходит на анаболический тип обмена, когда замедляется линейный рост и начинает преобладать прирост массы тела рыбы (рис. 7). Сообразно этому за последние десятилетия у плотвы в озере увеличилась и максимальная продолжительность жизни. В опубликованных ранее работах установленная максимальная продолжительность жизни плотвы составляла: для 1980-х годов – 12 лет при $l. = 194$ мм [7], для 1990-х годов – 11 лет при $l. = 239$ мм [4], а в наших исследованиях зафиксирован возраст плотвы в 14 лет при $l. = 294$ мм.

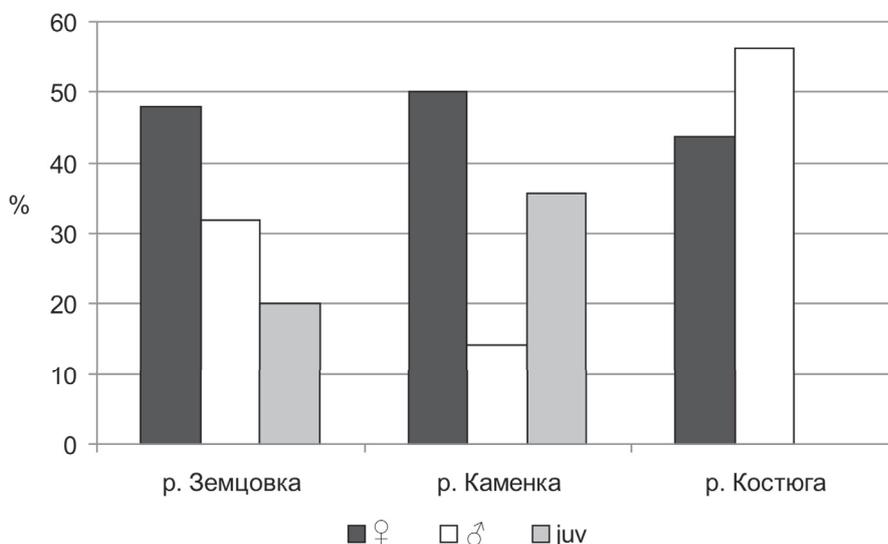


Рисунок 2 – Кривые темпа роста плотвы оз. Плещеево по сравнению с популяцией Рыбинского вдхр. (слева) и график линейно-весового роста плотвы оз. Плещеево (2014/15 г.).

Представленные данные свидетельствуют о возросшем морфо-биологическом разнообразии в популяции плотвы оз. Плещеево, связанном с проникновением и массовым развитием дрейссены. Таким образом, в озере формируется довольно своеобразный внешний вид плотвы: она более прогониста, короткоголовая, при этом достигает значительных размеров. Возникновение и массовость подобной морфы имеют важное значение в повышении привлекательности водоёма для рыболовов-любителей, а как следствие – и увеличение стоимости биологического разнообразия в Национальном парке «Плещеево озеро».

Работа выполнена при финансовой поддержке Национального парка «Плещеево озеро» в рамках проекта «Комплексное исследование экосистемы оз. Плещеево». Авторы выражают благодарность коллективу Национального парка «Плещеево озеро» и лично директору М.Ю. Федорову за всестороннюю помощь в сборе материала.

Список литературы

1. Атлас пресноводных рыб России. В 2-х томах. Под ред. Ю.С. Решетникова. М.: Наука, 2003. - Т.1. - 379 с.
2. Дислер Н.Н. Органы чувств системы боковой линии и их значение в поведении рыб. М.: Изд-во АН СССР, 1960. - 560 с.
3. Ивантер Э.В., Коросов А.В. Введение в количественную биологию. Петрозаводск: ПетрГУ, 2003. - 304 с.
4. Касьянов А.Н., Изюмов Ю.Г. К изучению роста и морфологии плотвы *Rutilus rutilus* оз. Плещеево в связи с вселением дрейссены // Вопросы ихтиологии. - 1995. - Т. 35. - Вып. 4. - С.546-548.
5. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Пищевая промышленность, 1966. - 376 с.
6. Столбунов И.А. Морфофункциональные различия плотвы (*Rutilus rutilus*) оз. Плещеево // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія. - 2008. - Вип. 16. - Т.1. - С.191-196.
7. Стрельников А.С., Пермитин И.Е. Ихтиофауна оз. Плещеево и состояние рыболовства / Функционирование озерных экосистем. Рыбинск: ИБВВ РАН, 1983. - С.97-112.
8. Чугунова Н.И. Методика изучения возраста и роста рыб. М.: Советская наука, 1952. - 115 с.
9. Яковлев В.Н., Изюмов Ю.Г., Касьянов А.Н. К изучению локальных группировок плотвы *Rutilus rutilus* (L.) озера Плещеево // Биология внутренних вод: информ. бюлл. - 1982. - №56. - С.53-55.
10. Яковлев В.Н., Изюмов Ю.Г., Касьянов А.Н. Фенетический метод исследования популяций карповых рыб // Биологические науки. - 1981. - Вып. 2. - С. 98-101.
11. Hebert P.D.H., Cywinska A., Ball S.L., deWaard J.R. Biological identification through DNA barcodes // Proc. R. Soc. Lond. B. - 2003. - V.270. - P.313–321.
12. Okonechnikov K., Golosova O., Fursov, M. Unipro UGENE: a unified bioinformatics toolkit // Bioinformatics. - 2012.- V.28. - P.1166–1167.
13. Ward R.D., Zemlak T.S., Ihnes B.H. et al. DNA barcoding Australia fish species // Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. - 2005. - V.360. - P.1847–1857.

MORPHOGENETIC VARIABILITY IN THE POPULATION OF ROACH *RUTILUS RUTILUS* (LINNAEUS, 1758) (ACTINOPTERYGII: CYPRINIDAE) IN LAKE PLESCHEEVO (RUSSIA)

Kodukhova J.V., Karabanov D.P.

Institute for Biology of Inland Waters RAS, Borok, Russia, dk@ibiw.yaroslavl.ru

The paper presents the morphological and genetic characteristics of roach from Lake Plescheevo (Russia, Yaroslavl region.). It is noted that since the entry into the lake mollusk *Dreissena polymorpha* was the formation of “molluskivorous” phenotype roach. DNA-barkoding made for roach from the lake. All three identified haplotype are found in roach like “molluskivorous” and at the “herbivorous” form of fish.

Key words: roach, Plescheevo lake, morphotypes, DNA-barkoding.

ВИДОВОЙ СОСТАВ КРАСНЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ РОССИЙСКОЙ МАТЕРИКОВОЙ ЧАСТИ ЯПОНСКОГО МОРЯ

С.И. Коженкова

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток, Россия, svetlana@tig.dvo.ru

Составленный на основе обобщения оригинальных и литературных данных список красных водорослей-макрофитов российского материкового побережья Японского моря включает 170 видов. Наиболее разнообразными в районе исследования являются роды *Ceramium* (5 видов), *Lithophyllum*, *Pneophyllum*, *Porphyra*, *Pyropia* (по 4 вида), *Acrochaetium*, *Ahnfeltia*, *Callophyllis*, *Chondrus*, *Clathromorphum*, *Gelidium*, *Gracilaria*, *Grateloupia*, *Laurencia*, *Mazzaella*, *Neodilsea*, *Neorhodomela*, *Odonthalia*, *Peyssonnelia*, *Phymatolithon*, *Rhodomela* и *Rhodophysema* (по 3 вида).

Ключевые слова: красные водоросли, список видов, Японское море.

История изучения водорослей-макрофитов российского материкового побережья Японского моря насчитывает более 100 лет. К настоящему времени учеными накоплен обширный материал о видовом разнообразии макроводорослей. Представляется целесообразным обобщение и систематизация имеющихся данных с учетом современных изменений в систематике водорослей. Поэтому целью работы является составление сводного списка видов исследуемого района с учетом основных таксономических и номенклатурных изменений.

Район работ. Материалы и методы

Российское побережье Японского моря имеет общую протяженность около 3800 км и подразделяется на следующие четыре участка, отличающиеся между собой по физико-географическим и экономико-географическим условиям:

1. Побережье залива Петра Великого (около 1230 км);
2. Побережье открытого моря между м. Поворотным на юге и м. Белкина у пос. Амгу на севере (740 км);
3. Материковое побережье Татарского пролива – включает северо-восточную часть Приморского края (220 км от м. Белкина до м. Туманного) и юго-восточную часть Хабаровского края (850 км от м. Туманного до прол. Невельского). Общая протяженность 1070 км.
4. Сахалинское побережье Татарского пролива (860 км).

В целом протяженность российского материкового побережья Японского моря составляет около 3040 км и включает все побережье Приморского края и южную часть Хабаровского края.

Материалом для исследования послужили литературные данные о видовом составе водорослей-макрофитов различных участков побережья района исследования (более 50 публикаций) и оригинальные материалы, полученные автором в ходе полевых работ в 2000-2008 гг. в заливах Посыета, Амурский, Уссурийский, Стрелок, Восток, Находка и в б. Киевка, часть данных по которым опубликована [1, 2, 5-9, 15 и др.]. Названия видов приведены с учетом современной систематики красных водорослей.

Видовой состав красных водорослей российского материкового побережья Японского моря

Список красных водорослей российского материкового побережья Японского моря насчитывает 170 видов:

1. *Acrochaetium humile* (Rosenvinge) Вшргесен 1915
2. *A. moniliforme* (Rosenvinge) Вшргесен 1915
3. *A. savianum* (Meneghini) Ндгели 1862 [*Colaconema savianum* (Meneghini) Perestenko 1996]
4. *Acrosorium yendoi* Yamada 1930
5. *Ahnfeltia fastigiata* (Endlicher) Makienko 1970
6. *A. plicata* (Hudson) Fries 1836
7. *A. tobuchiensis* (Kanno et Matsubara) Makienko 1970

8. *Ahnfeltiopsis flabelliformis* (Harvey) Masuda 1993
9. *Alatocladia modesta* (Yendo) Johansen 1969
10. *Antithamnion densum* (Suhr) Howe 1914
11. *Antithamnionella longicellulata* Perestenko 1994
12. *Bangia atropurpurea* (Roth) C. Agardh 1824
13. *Bonnemaisonia hamifera* Hariot 1891
14. *Bossiella compressa* Kloczcova 1979 [*Pachyarthron compressum* (Kloczcova) Schneider et Wynne 2007]
15. *Branchioglossum nanum* Inagaki 1935
16. *Callophyllis laciniata* (Hudson) Kützting 1843 [*C. flabellata* Crouan et Crouan 1867]
17. *C. papulosa* Perestenko 1978
18. *C. rhinchocarpa* Ruprecht 1850
19. *Campylaephora crassa* (Okamura) Nakamura 1950
20. *C. hypnaeoides* J. Agardh 1851
21. *Ceramium cimbricum* Petersen in Rosenvinge 1924
22. *C. circinatum* (Kützting) J. Agardh 1851
23. *C. deslongchampsii* Chauvin ex Duby 1830
24. *C. japonicum* Okamura 1896
25. *C. kondoi* Yendo 1920
26. *Champia parvula* (C. Agardh) Harvey 1853
27. *Chondria dasyphylla* (Woodward) C. Agardh 1817
28. *Ch. decipiens* Kylin 1941
29. *Chondrus armatus* (Harvey) Okamura 1930
30. *Ch. pinnulatus* (Harvey) Okamura 1930
31. *Ch. yendoi* Yamada et Mikami 1965 [*Mazzaella cornucopiae* subsp. *yendoi* (Yamada et Mikami) Perestenko 1994]
32. *Choreocolax polysiphoniae* Reinsch 1875
33. *Chrysymenia wrightii* (Harvey) Yamada 1932
34. *Cirrucarpus gmelinii* (Grunow) Tokida et Masaki 1956
35. *Clathromorphum circumscriptum* (Strumfelt) Foslie 1898
36. *C. compactum* (Kjellman) Foslie 1898
37. *C. reclinatum* (Foslie) Adey 1970
38. *Coccolitus orientalis* (Zinova et Makienko) Perestenko 1994
39. *Colaconema daviesii* (Dillwyn) Stegenga 1985
40. *Congregatocarpus kurilensis* (Ruprecht) Wynne 2005 [*Delesseria kurilensis* Ruprecht 1850; *Pseudophycodrys pacifica* Yamada 1930; *Laingia pacifica* (Yamada) Yamada 1932; *Congregatocarpus pacificus* (Yamada) Mikami 1971; *Tokidadendron kurilense* (Ruprecht) Perestenko 1983]
41. *Corallina officinalis* Linnaeus 1758 [*Corallina cretacea* Postels et Ruprecht 1840; *Pachyarthron cretaceum* (Postels et Ruprecht) Manza 1937; *Bossiella cretacea* (Postels et Ruprecht) Johansen 1969]
42. *C. pilulifera* Postels et Ruprecht 1840
43. *Dasya sessilis* Yamada 1928
44. *Delesseria serrulata* Harvey 1857
45. *Devaleraea microspora* (Ruprecht) Selivanova et Klochkova 1989 [*Halosaccion microsporum* Ruprecht 1850]
46. *D. yendoi* (I.K.Lee) Guiry 1982 [*Halosaccion microsporum* Ruprecht 1850]
47. *Dumontia contorta* (Gmelin) Ruprecht 1850
48. *D. simplex* Cotton 1906
49. *Enelittosiphonia stimpsonii* (Harvey) Kudo et Masuda in Masuda et al. 1995 [*E. hakodatensis* (Yendo) Segi 1949]
50. *Erythrocladia irregularis* Rosenvinge 1909
51. *Erythrotrichia carnea* (Dillwyn) J. Agardh 1883
52. *Euthora cristata* (C. Agardh) J. Agardh 1847 [*Callophyllis cristata* (C. Agardh) Kützting 1849]
53. *Ezo epiyessoense* Adey, Masaki et Akioka 1974

54. *Fimbrifolium dichotomum* (Lepechin) Hansen 1980
55. *F. spinulosum* (Ruprecht) Perestenko 1994
56. *Gelidium elegans* Kützting 1868
57. *G. pacificum* Okamura 1914
58. *G. vagum* Okamura 1934
59. *Gloiopeltis furcata* (Postels et Ruprecht) J. Agardh 1851
60. *Gloiosiphonia capillaris* (Hudson) Carmichael in Berkeley 1833
61. *Gracilaria austramaritima* Przhemenetskaya in Selivanova, Przhemenetskaya (Makienko), Skriptsova 2008
62. *G. textorii* (Suringar) De Toni 1867
63. *G. vermiculophylla* (Ohmi) Papenfuss 1967 [*G. confervoides* (L.) Greville 1830; *G. verrucosa* (Hudson) Papenfuss 1950; *G. gracilis* (Stackhouse) Steentoft, Irvine et Farnman 1995]
64. *Grateloupia acuminata* Holmes 1896
65. *G. divaricata* Okamura 1895
66. *G. turuturu* Yamada 1941
67. *Heteroglossum ochotense* A.D.Zinova 1972
68. *Heterosiphonia japonica* Yendo 1920
69. *H. pulchra* (Okamura) Falkenberg 1901
70. *Hideophyllum yezoense* (Yamada et Tokida) A.D. Zinova 1981
71. *Hildenbrandia rubra* (Sommerfelt) Meneghini 1841
72. *Hollenbergia subulata* (Harvey) Wollaston 1972
73. *Hyalosiphonia caespitosa* Okamura 1909
74. *Hydrolithon farinosum* (Lamouroux) Penrose et Chamberlain 1993 [*Melobesia farinosa* Lamouroux 1816; *Fosliella farinosa* (Lamouroux) Howe 1920]
75. *H. sargassi* (Foslie) Chamberlain; Chamberlain, Irvine 1994 [*Melobesia sargassi* (Foslie) Foslie 1908; *Pneophyllum sargassi* (Foslie) Chamberlain 1983; *Fosliella sargassi* (Foslie) Athanasiadis 1996]
76. *Hypnea japonica* Tanaka 1941
77. *Janczewskia morimotoi* Tokida 1947
78. *Kallymeniopsis lacera* (Postels et Ruprecht) Perestenko 1977
79. *Kurogia pulchra* Yoshida 1979
80. *Laurencia nipponica* Yamada 1931
81. *L. pinnata* Yamada 1931
82. *L. saitoi* Perestenko 1980
83. *Lithophyllum corallinae* (P.L.Crouan et H.M.Crouan) Heydrich 1897 [*Titanoderma corallinae* (P.L.Crouan et H.M.Crouan) Woelkerling, Chamberlain et Silva 1985]
84. *L. dispar* (Foslie) Foslie 1909 [*Titanoderma dispar* (Foslie) Woelkerling, Chamberlain et Silva 1985]
85. *L. tumidulum* Foslie 1901
86. *L. yessoense* Foslie 1909
87. *Lithothamnion phymatodeum* Foslie 1902
88. *L. sonderi* Hauck 1883
89. *Lomentaria hakodatensis* Yendo 1920
90. *Masakia bossiellae* Kloczcova 1987
91. *Mastocarpus pacificus* (Kjellman) Perestenko 1980
92. *Masudaphycus irregularis* (Yamada) Lindstrom 1988
93. *Mazzaella hemisphaerica* (Mikami) Yoshida 1997
94. *M. japonica* (Mikami) Hommersand 1993
95. *M. phyllocarpa* (Postels et Ruprecht) Perestenko 1994
96. *Meiodiscus spetsbergensis* (Kjellman) Saunders et McLachlan 1991
97. *Melobesia tomitaroi* Kloczcova 1987
98. *Mesophyllum erubescens* (Foslie) Lemoine 1928
99. *Nemalion vermiculare* Suringar 1874
100. *Neoabbottiella araneosa* (Perestenko) Lindstrom 1985

101. *Neodilsea longissima* (Masuda) Lindstrom 1985
102. *N. orientalis* Kloczcova 1996
103. *N. yendoana* Tokida 1943
104. *Neoholmesia japonica* (Okamura) Mikami 1972
105. *Neohypophyllum middendorffii* (Ruprecht) Wynne 1983
106. *Neoptilota asplenioides* (Esper) Kylin ex Scagel, Garbary, Golden et Hawkes 1986
107. *Neorhodomela aculeata* (Perestenko) Masuda 1982
108. *N. irtugoi* Perestenko 1984
109. *N. munita* (Perestenko) Masuda 1982
110. *Neosiphonia japonica* (Harvey) Kim et Lee 1999 [*Polysiphonia japonica* Harvey; Perry 1857]
111. *N. yendoi* (Segi) Kim et Lee 1999 [*Polysiphonia yendoi* Segi 1951]
112. *Nienburgella angusta* (A.D.Zinova) Perestenko 1994
113. *Odonthalia annae* Perestenko 1973
114. *O. corymbifera* (Gmelin) Greville 1830
115. *O. ochotensis* (Ruprecht) J.Agardh 1863
116. *Opuntiella parva* Perestenko 1980
117. *Palmaria stenogona* Perestenko 1980
118. *Peyssonnelia asiatica* Perestenko 1994
119. *P. harveyana* P.L.Crouan et H.M.Crouan ex J.Agardh 1851
120. *P. pacifica* Kylin 1925
121. *Phycodrys riggii* Gardner 1927
122. *P. vinogradovae* Perestenko et Gussarova in Perestenko 1983
123. *Phymatolithon calcareum* (Pallas) Adey et McKibbin 1970
124. *P. lenormandii* (Areschoug) Adey 1966
125. *P. tenue* (Rosenvinge) Дьwel et Wegeberg 1996 [*Leptophytum laeve* Adey 1966]
126. *Pneophyllum elegans* Kloczcova et Demeshkina 1987
127. *P. fragile* Кьtzing 1843
128. *P. japonicum* Kloczcova et Demeschkina 1987
129. *P. zosteriolum* (Foslie) Kloczcova 1987
130. *Polysiphonia morrowii* Harvey 1857
131. *P. stricta* (Dillwyn) Greville 1824 [*P. urceolata* (Lightfoot ex Dillwyn) Greville 1824]
132. *Porphyra inaequicrassa* Perestenko 1980
133. *P. ochotensis* Nagai 1941
134. *P. onoi* Ueda 1932
135. *P. umbilicalis* (Linnaeus) Кьtzing 1843
136. *Prionitis cornea* (Okamura) E.Y.Dawson 1958
137. *Pterosiphonia bipinnata* (Postels et Ruprecht) Falkenberg 1901
138. *Pterothamnion intermedium* (Tokida) Athanasiadis et Kraft 1994
139. *P. yezoense* (Inagaki) Athanasiadis et Kraft 1994 [*Platythamnion yezoense* Inagaki 1935]
140. *Ptilota filicina* J. Agardh 1876
141. *P. phacelocarpoides* A.D. Zinova 1976
142. *Pyropia onoi* (Ueda) Kikuchi et Miyata in Sutherland et al. 2011 [*Porphyra onoi* Ueda 1932]
143. *P. pseudolinearis* (Ueda) Kikuchi, Miyata, Hwang et Choi in Sutherland et al. 2011 [*Porphyra pseudolinearis* Ueda 1932]
144. *P. seriata* (Kjellman) Kikuchi et Miyata in Sutherland et al. 2011 [*Porphyra seriata* Kjellman 1897]
145. *P. yezoensis* (Ueda) Hwang et Choi in Sutherland et al. 2011 [*Porphyra yezoensis* Ueda 1932]
146. *Rhodochorton kurilense* Nagai 1941
147. *R. purpureum* (Lightfoot) Rosenvinge 1900
148. *Rhodomela sachalinensis* Masuda 1982 [*Neorhodomela sachalinensis* (Masuda) Perestenko 1984]

149. *R. tenuissima* (Ruprecht) Kjellman 1875
150. *R. teres* (Perestenko) Masuda 1982
151. *Rhodophysema elegans* (Crouan et Crouan) Dixon 1964
152. *R. georgii* Batters 1900
153. *R. odonthaliae* Masuda et M.Ohta 1981
154. *Rhodymenia abyssicola* Perestenko 2008
155. *Scagelia pylaisaei* f. *subnuda* (Ruprecht) Perestenko 1994
156. *Schizymeria pacifica* (Kylin) Kylin 1932
157. *Sparlingia pertusa* (Postels et Ruprecht) Saunders, Stracht et Kraft 1999 [*Rhodymenia pertusa* (Postels et Ruprecht) J.Agardh 1851]
158. *Spongites decipiens* (Foslie) Chamberlain 1993
159. *Stylonema alsidii* (Zanardini) Drew 1956
160. *Symphyocladia latiuscula* (Harvey) Yamada 1941
161. *S. marchantioides* (Harvey) Falkenberg; Schmitz, Falkenberg 1897
162. *Tichocarpus crinitus* (Gmelin) Ruprecht 1850
163. *Tokidadendron bullatum* (N.L.Gardner) Wynne 1970 [*Phycodrys bullata* N.L.Gardner 1927; *Phycodrys ambigua* N.L.Gardner 1927; *Pseudophycodrys rainosukei* Tokida 1932; *Tokidadendron ambiguum* (N.L.Gardner) Wynne 1970; *Tokidadendron kurilense* (Ruprecht) Perestenko 1983]
164. *Tokidaea corticata* (Tokida) Yoshida 1974
165. *T. hirta* Perestenko 1980
166. *Turnerella mertensiana* (Postels et Ruprecht) Schmitz 1889
167. *Velatocarpus kurilensis* Perestenko 1986
168. *V. pustulosus* (Postels et Ruprecht) Perestenko 1988
169. *Wildemanina miniata* (C.Agardh) Foslie 1891 [*Porphyra miniata* (C.Agardh) C.Agardh 1824]
170. *W. variegata* (Kjellman) De Toni 1890 [*Porphyra variegata* (Kjellman) Kjellman; Hus 1901]

Относительно новым для науки видом является *Rhodymenia abyssicola* – родимения глубоководная, растущая в Японском море в Татарском проливе, а также в Охотском море у восточного побережья Танино-Анивского п-ова о-ва Сахалин на глубине 22-44 м. Типовой образец хранится в Ботаническом институте им. В.Л. Комарова РАН. Эта водоросль растет при температуре воды не выше 15о, является stenothermной и имеет небольшой ареал [13].

Gracilaria austramaritima – грацилярия южноприморская является другим сравнительно новым для науки видом, ареал которого ограничен заливом Петра Великого Японского моря. В 1989 г. этот вид был описан В.Ф. Пржеменецкой под названием *G. austramaritima*, но без латинского диагноза и иллюстраций. Действительное обнародование нового таксона с учетом требований ботанической номенклатуры выполнено в 2008 г., типовой образец хранится в Камчатском филиале Тихоокеанского института географии ДВО РАН [14].

Заслуживают внимания данные молекулярно-генетического анализа представителей порядка Bangeales, проведенного международной группой экспертов [28]. В результате род *Porphyra* C. Agardh был существенно сокращен, а многие виды, ранее входившие в его состав, переведены в другие, в том числе новые, роды: *Boreophyllum* Lindstrom, Kikuchi, Miyata et Neefus, *Clymene* Nelson, *Fuscifolium* Lindstrom, *Lysithea* Nelson, *Miuraea* Kikuchi, Arai, Yoshida, Shin et Miyata, *Pyropia* J. Agardh и *Wildemanina* De Toni. Эти таксономические изменения затронули и виды япономорской флоры. Так, для российского материкового побережья Японского моря из 10 видов, ранее относящихся к роду *Porphyra* [10, 12], только 4 сохранили родовую принадлежность – *P. inaequicrassa*, *P. ochotensis*, *P. purpurea* и *P. umbilicalis*. Остальные 6 видов теперь относятся к родам *Pyropia* и *Wildemanina*.

В порядке Ceramiales также произошли различные изменения. Например, *Enelittosiphonia hakodatensis* в соответствии с правилом приоритета переименована в *E. stimpsonii* [23]. Другая кустистая водоросль *Platythamnion yezoense* переименована в *Pterothamnion yezoense*, поскольку в ходе таксономической ревизии было установлено, что описанные в разное время роды *Pterothamnion* Nägeli, *Platythamnion* J.Agardh и *Glandothamnus* Wollaston являются идентичными [16]. Типовой вид рода *Polysiphonia* – *P. urceolata* (Lightfoot ex Dillwyn)

Greville – сведен в синонимы *P. stricta* [21]. В районе исследования этот вид является редким. Летом 1962 г. он был найден на глубине 14-15 м у м. Крейсеров в дальневосточном морском заповеднике [3]. В материковой части Татарского пролива вид *P. urceolata* указывался для м. Алексева [4]. Автором вид найден весной 2005 г. на скалистой прибойной литорали б. Киевка.

Изменились названия двух видов делессериевых водорослей (*Delesseriaceae*, *Ceramiales*), которые в обзоре Л.П. Перестенко [12] указывались как *Tokidadendron kurilense* (Rupr.) *Perestenko* и *Congregatocarpus pacificus* (Yamada) Mikami. В 1983 г. Л.П. Перестенко предложила новую номенклатурную комбинацию *T. kurilensis* для *Tokidadendron bullata* (N.L. Gardner) M.J. Wynne на основе типового образца, описанного Рупрехтом с Курильских островов под названием *Delesseria kurilensis* Ruprecht и хранящегося в Гербарии БИН АН СССР [11]. Однако M.J. Wynne – автор упраздненного вида – провел всесторонний и тщательный анализ различных гербарных образцов, в том числе типового, и пришел к выводу, что описанная Рупрехтом *D. kurilensis* является идентичной типовому образцу *Pseudophycodrys pacifica* Yamada, который в 1971 г. был признан типовым для нового рода *Congregatocarpus* [24]. Учитывая, что *D. kurilensis* Ruprecht является младшим синонимом *Congregatocarpus pacificus* (Yamada) Mikami, была предложена новая номенклатурная комбинация *C. kurilensis* (Ruprecht) Wynne. Видовое название *Tokidadendron bullatum* (N.L.Gardner) Wynne было восстановлено его автором [30]. Вдоль российского материкового побережья Японского моря *C. kurilensis* встречается чаще, чем *T. bullatum* [1, 3, 4 и др.].

Порядок Corallinales, включающий красные обызвествленные водоросли, в настоящее время также активно пересматривается. Флора российского побережья Японского моря насчитывает более 20 видов кораллиновых водорослей.

Одним из наиболее широко распространенных и часто встречающихся видов в районе исследования является членистая известковая водоросль *Bossiella cretacea* [10, 12]. Описанный в 1840 г. Постельсом и Рупрехтом как *Corallina cretacea* (типовой образец собран на Алеутских островах в ходе русской кругосветной экспедиции 1826-1829 гг. на шлюпе «Синявин» под командованием Ф.П. Литке), вид был признан типовым для нового рода *Pachyarthron Manza* [22] и получил название *P. cretaceum* (Postels et Ruprecht) Manza. В этой же работе Manza описал и другой новый род – *Bossea*. Silva [27] предложил новое название *Bossiella* для признанного нелегитимным названия *Bossea*. Johansen [20] не нашел принципиальных различий между родами *Pachyarthron* и *Bossiella*, и перевел *Pachyarthron* в подчиненное положение. В результате было закреплено видовое название *B. cretacea* (Postels et Ruprecht) Johansen. Schneider и Wynne [25] также отметили конспецифичность родов *Pachyarthron* и *Bossiella*, но приоритетным признали название *Pachyarthron*, в связи с чем переименовали всех представителей рода *Bossiella*, а обсуждаемому виду вернули название *P. cretaceum* (Postels et Ruprecht) Manza. На следующий год, однако, Woelkerling et al. [29], основываясь на различии в расположении концептакулов у растений, показали, что *Pachyarthron* и *Bossiella* – это отдельные роды: *Pachyarthron* имеет как верхушечные, так и боковые концептакулы, тогда как *Bossiella* – только боковые.

По данным североамериканских исследователей [18, 19], сравнение генетического материала типового образца *Corallina cretacea* Postels et Ruprecht, собранного в ходе экспедиции 1826-1829 гг. и хранящегося в Шведском музее естественной истории, с другими морфологически сходными видами, включая *Calliarthron tuberculosum* и *Corallina officinalis* L., в том числе подвид *Corallina officinalis* var. *chilensis*, а также с современными образцами *P. cretaceum* показало почти полную идентичность проанализированного генетического материала *P. cretaceum* из Тихого океана и *C. officinalis* из северной Атлантики. На основе полученных данных Hind et al. [18] перевели род *Pachyarthron* Manza в синонимы рода *Corallina* Linnaeus, и вид *P. cretaceum* в синонимы *C. officinalis* Linnaeus.

Заключение

Флора красных водорослей российского материкового побережья Японского моря представлена 101 родом, из которых 60 % (61 род) включают по одному виду. Наиболее

разнообразными в районе исследования являются роды *Ceramium* (5 видов), *Lithophyllum*, *Pneophyllum*, *Porphyra*, *Pyropia* (по 4 вида), *Acrochaetium*, *Ahnfeltia*, *Callophyllis*, *Chondrus*, *Clathromorphum*, *Gelidium*, *Gracilaria*, *Grateloupia*, *Laurencia*, *Mazzaella*, *Neodilsea*, *Neorhodomela*, *Odonthalia*, *Peyssonnelia*, *Phymatolithon*, *Rhodomela* и *Rhodophysema* (по 3 вида).

Список литературы

1. Галышева Ю.А. Морские водоросли и беспозвоночные бухты Киевка: учебное пособие по летней полевой практике студентов / Ю.А. Галышева, С.И. Коженкова. – Владивосток: Изд-во ДВГУ, 2006. – 160 с.
2. Галышева Ю.А. Макробентос залива Находка Японского моря / Ю.А. Галышева, С.И. Коженкова // Известия ТИНРО. – 2009. – Т. 156. – С. 135-158.
3. Дальневосточный морской биосферный заповедник. Биота. Т. 2. / под ред. А.Н. Тюрина, А.Л. Дроздова. – Владивосток, 2004. – 848 с.
4. Клочкова Н.Г. Флора водорослей-макрофитов Татарского пролива (Японское море) и особенности ее формирования / Н.Г. Клочкова. – Владивосток, 1996. – 292 с.
5. Коженкова С.И. Ретроспективный анализ морской флоры залива Восток Японского моря / С.И. Коженкова // Биология моря. – 2008. – Т. 34. – № 3. – С. 159-174.
6. Коженкова С.И. Макрофиты залива Находка Японского моря / С.И. Коженкова // Ботанический журнал. – 2009. – № 5. – С. 643-655.
7. Коженкова С.И. Макрофитобентос литорали залива Восток (Японское море) – весенне-летний период / С.И. Коженкова, Ю.А. Галышева // Географические и геоэкологические исследования на Дальнем Востоке. – Владивосток: Дальнаука, 2004. – С. 73-89.
8. Коженкова С.И. Сведения о макробентосе литорали и верхней sublиторали бухты Киевка (Японское море) / С.И. Коженкова, Ю.А. Галышева // Географические и геоэкологические исследования на Дальнем Востоке. Вып. 2. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – С. 126-140.
9. Коженкова С.И. Распределение зеленых водорослей-макрофитов в Амурском заливе (Японское море) / С.И. Коженкова, Н.К. Христофорова // Известия ТИНРО. – 2009. – Т. 159. – С. 157-168.
10. Перестенко Л.П. Водоросли залива Петра Великого / Л.П. Перестенко. – Л., 1980. – 231 с.
11. Перестенко Л.П. Обзорный ключ семейства Delesseriaceae Nag. дальневосточных морей СССР / Л.П. Перестенко // Новости систематики низших растений. – 1983. – Т. 20. – С. 51-54.
12. Перестенко Л.П. Красные водоросли дальневосточных морей России / Л.П. Перестенко. – СПб., 1994. – 332 с.
13. Перестенко Л.П. Новый вид *Rhodymenia* (*Rhodymeniaceae*, *Rhodophyta*) из Японского и Охотского морей / Л.П. Перестенко // Бот. журн. – 2008. – Т. 93. – № 9. – С. 1464-1470.
14. Селиванова О.Н. Таксономия *Gracilaria austramaritima* (*Gracilariales*, *Rhodophyta*) из российских вод Японского моря / О.Н. Селиванова, В.Ф. Пржеменецкая (Макиенко), А.В. Скрипцова // Известия ТИНРО. – 2008. – Т. 154. – С. 3-15.
15. Христофорова Н.К. Оценка антропогенного воздействия на залив Восток (Японское море) по флористическим показателям макробентоса / Н.К. Христофорова, Ю.А. Галышева, С.И. Коженкова // Доклады академии наук. – 2005. – Т. 405. – № 6. – С. 819-821.
16. Athanasiadis A. Description of *Pterothamnion squarulosum* (Harvey) comb. nov. from south-eastern Australia and southern New Zealand, with a taxonomic re-assessment of the genera *Pterothamnion*, *Platythamnion* and *Glandothamnion* (*Ceramiales*, *Rhodophyta*) / A. Athanasiadis, G. T. Kraft // European Journal of Phycology. – 1994. – Vol. 29. – P. 119-133.
17. Hind K.R. A molecular phylogenetic study of the tribe *Corallineae* (*Corallinales*, *Rhodophyta*) with an assessment of genus-level taxonomic features and descriptions of novel genera / K. R. Hind, G. W. Saunders // Journal of Phycology. – 2013. – Vol. 49. – N 1. – P. 103-114.
18. Hind K.R. Misleading morphologies and the importance of sequencing type specimens for resolving coralline taxonomy (*Corallinales*, *Rhodophyta*): *Pachyarthron cretaceum* is *Corallina officinalis* (Note) / K. R. Hind [et al.] // Journal of Phycology. – 2014. – Vol. 50. – N. 4. – P. 760-764.
19. Hind K.R. Molecular-assisted alpha taxonomy reveals pseudocryptic diversity among species of *Bossiella* (*Corallinales*, *Rhodophyta*) in the eastern Pacific Ocean / K.R. Hind, P.W. Gabrielson, G.W. Saunders // Phycologia. – 2014. – Vol. 53. – N 5. – P. 443-456.
20. Johansen H.W. Morphology and systematics of coralline algae with special reference to *Calliarthron* / H.W. Johansen // University of California Publications in Botany. – 1969. – Vol. 49. – P. 1-98.
21. Kim M.S. Reappraisal of the type species of *Polysiphonia* (*Rhodomelaceae*, *Rhodophyta*) / M.S. Kim, C.A. Maggs, L. McIvor, M.D. Guiry // European Journal of Phycology. – 2000. – Vol. 35. – P. 83-92.
22. Manza A.V. The genera of the articulated corallines / A.V. Manza // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. – 1937. – Vol. 23. – P. 44-48.
23. Masuda M. Lectotypification of some marine red algae described by W. H. Harvey from Japan / M. Masuda, T. Kudo, S. Kawaguchi, M. D. Guiry // Phycological Research. – 1995. – Vol. 43. – P. 191-202.
24. Mikami H. *Congregatocarpus*, a new genus of the *Delesseriaceae* (*Rhodophyta*) / H. Mikami // Botanical Magazine. Tokyo. – 1971. – № 84. – P. 243-246.

25. Schneider C.W. A synoptic review of the classification of red algal genera a half a century after Kylin's "Die Gattungen der Rhodophyceen" / C.W. Schneider, M. J. Wynne // *Botanica Marina*. – 2007. – Vol. 50. – P. 197-249.
26. Selivanova O.N. Members of the genus *Pachyarthron* Manza (Corallinales, Rhodophyta) on the Pacific coasts of Russia / O.N. Selivanova, G.G. Zhigadlova // *Phycologia*. – 2010. – Vol. 49. – N 4. – P. 384-389.
27. Silva P.C. Notes on Pacific marine algae / P.C. Silva // *Madrono*. – 1957. – Vol. 14. – P. 41–51.
28. Sutherland J.E. A new look at an ancient order: generic revision of the Bangiales (Rhodophyta) / J.E. Sutherland [et al.] // *Journal of Phycology*. – 2011. – Vol. 47. – N 5. – P. 1131-1151.
29. Woelkerling W.J. Recognition of *Pachyarthron* and *Bossiella* as distinct genera in the Corallinales, subfamily Corallinoideae (Coarllinales, Rhodophyta) / W.J. Woelkerling [et al.] // *Phycologia*. – 2008. – Vol. 47. – P. 265-293.
30. Wynne M. J. Re-examination of the type of *Delesseria kurilensis* Ruprecht (Delesseriaceae, Rhodophyta) / M. J. Wynne // *Algae*. – 2005. – Vol. 20. – N 4. – P. 271-278.

RED ALGAE OF THE RUSSIAN MAINLAND COAST OF THE SEA OF JAPAN

Kozhenkova S.I.

Pacific Institute of Geography FEB RAS, Vladivostok, Russia, svetlana@tig.dvo.ru

List of red algae of Russian mainland coast of the Sea of Japan compiled on the basis of original and literature data includes 170 species. The most diverse in the study area are such genera as *Ceramium* (5 species), *Lithophyllum*, *Pneophyllum*, *Porphyra*, *Pyropia* (4 species in each genera), *Acrochaetium*, *Ahnfeltia*, *Callophyllis*, *Chondrus*, *Clathromorphum*, *Gelidium*, *Gracilaria*, *Grateloupia*, *Laurencia*, *Mazzaella*, *Neodilsea*, *Neorhodomela*, *Odonthalia*, *Peyssonnelia*, *Phymatolithon*, *Rhodomela* и *Rhodophysema* (3 species in each genera).

Key words: Rhodophyta, red algae, list of species, the Sea of Japan.

УДК 581.92:574.587

СВОДНЫЙ СПИСОК ВОДОРОСЛЕЙ РОССИЙСКОЙ МАТЕРИКОВОЙ ЧАСТИ ЯПОНСКОГО МОРЯ. 2. ЗЕЛЕННЫЕ И БУРЫЕ ВОДОРОСЛИ

С.И. Коженкова

*Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, 690041 Владивосток, ул. Радио 7,
svetlana@tig.dvo.ru*

Список водорослей-макрофитов российского материкового побережья Японского моря насчитывает 316 видов, в том числе 62 вида зеленых, 84 вида бурых и 170 видов красных водорослей. Зеленая водоросль *Ulvela geniculata* (Gardner) Nielsen, O'Kelly et Wysor впервые обнаружена в российских водах Японского моря. Приводятся сведения о таксономических изменениях последних лет для 22 видов Chlorophyta и 17 видов Ochrophyta, по сравнению с основными монографическими сводками по флоре данного района (Перестенко, 1994, Ключкова, 1996), включая такие виды как *Capsosiphon groenlandis* (J. Agardh) Vinogradova (совр. *Pseudothrix groenlandica* (J. Agardh) Hanic et Lindstrom), *Cystoseira crassipes* (Merten ex Turner) C. Agardh (совр. *Stephanocystis crassipes* (Mertens ex Turner) Draisma, Ballesteros, Rousseau et Thibaut и другие.

Ключевые слова: Chlorophyta, Ochrophyta, список видов, Японское море.

Введение

Водоросли-макрофиты являются важнейшим структурным компонентом морских экосистем, поскольку выполняют продукционную и средообразующую функцию, участвуют в процессе самоочищения вод. Мониторинг видового состава и структуры донных растительных сообществ – важное направление современных экологических исследований, позволяющих определить влияние различных природных и антропогенных факторов на разнообразие и количественное распределение населения прибрежных участков морей и океанов (Голиков и др., 1986, Коженкова, 2008).

Протяженность российского материкового побережья Японского моря составляет около 3040 км и включает все побережье Приморского края и южную часть Хабаровского

края. История изучения водорослей-макрофитов этого района насчитывает более 100 лет (Коженкова, рукопись по красным водорослям). Основными монографическими обобщениями о видовом разнообразии морских растений являются работы Л.П. Перестенко “Водоросли залива Петра Великого” (1980) и Н.Г. Клочковой “Флора водорослей-макрофитов Татарского пролива и особенности ее формирования” (1996 а). Сотрудники лаборатории водорослей Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра М.В. Суховеева, И.С. Гусарова и другие в разные периоды изучали и собирали материалы по флоре данного района в экспедициях, результаты которых обобщены в серии статей (Суховеева, Паймеева, 1974, Гусарова и др., 2000, 2002, Гусарова, 2008, 2010). Альгологи из Института биологии моря ДВО РАН и Тихоокеанского института географии ДВО РАН также в течение многих лет проводят изучение флоры различных заливов и бухт Японского моря. В результате к настоящему времени учеными накоплен обширный материал о видовом разнообразии макроводорослей, обзор которого представлен в работе автора (Коженкова, рукопись по красным водорослям).

Систематика водорослей в последние годы претерпела существенные изменения и продолжает переживать период реформ. Если ранее классификация была основана на анатомо-морфологических признаках, особенностях роста и жизненных циклов растений, то в последние десятилетия главными методами стали молекулярно-генетические и ультраструктурные исследования. Полученные на основе новых методов данные являются основой для пересмотра хорошо известных таксонов, описания новых семейств, родов и видов.

Целью статьи является обобщение и систематизация авторских и литературных данных о флоре российского материкового побережья Японского моря и составление сводного списка зеленых и бурых водорослей с учетом современных изменений в систематике и таксономии. Данные о красных водорослях района исследования представлены в работе автора (Коженкова, рукопись по красным водорослям).

Материалы исследования

Материалом для исследования послужили литературные данные о видовом составе водорослей-макрофитов различных участков побережья района исследования (более 50 публикаций, включая Клочкова, 1996 б, Кепель, 1999, 2001, Перестенко, Штрик, 2005, Перестенко, Заходнова, 2008 и др.) и авторские материалы, полученные в ходе полевых работ в 2000-2008 гг. в заливах Посъета, Амурский, Уссурийский, Стрелок, Восток, Находка и в б. Киевка (Галышева, Коженкова, 2006, Коженкова, 2008, 2009, Коженкова, Христофорова, 2009 и др.). Названия видов приведены с учетом современной ботанической номенклатуры (Hayden et al., 2003, Lane et al., 2006 а, б, Селиванова и др., 2007, Sasaki, Kawai, 2007, Hanic, Lindstrom, 2008, Draisma et al., 2010 а, б, Nielsen et al., 2013, Guiry, Guiry, 2014, Silberfeld et al., 2014).

Видовой состав макроводорослей российского материкового побережья Японского моря

Сводный список флоры российского материкового побережья Японского моря насчитывает 316 видов, в том числе 62 вида зеленых, 84 вида бурых и 170 видов красных водорослей.

Зеленые водоросли – отдел Chlorophyta

Зеленые водоросли представлены 30 родами, наиболее многочисленными из которых являются *Ulva* (7 видов), *Ulvella* (7), *Cladophora* (6), *Chaetomorpha* (4), *Urospora* (4), *Acrosiphonia* (3) и *Blidingia* (3). Общий список насчитывает 62 вида:

1. *Acrochaete pterosiphoniae* (Nagai) Zhigadlova in Selivanova et Zhigadlova 2009 [*Entocladia pterosiphoniae* Nagai 1940]
2. *Acrosiphonia arcta* (Dillwyn) Gain 1912
3. *A. duriuscula* (Ruprecht) Yendo 1916 [*Spongomorpha duriuscula* (Ruprecht) Collins 1909]

В квадратных скобках приведены прежние видовые названия, использованные в монографических сводках по флоре района исследования (Перестенко, 1994, Клочкова, 1996) и являющиеся в настоящее время синонимами современных названий видов.

4. *A. saxatilis* (Ruprecht) Vinogradova 1979
5. *Blastophysa rhizopus* Reinke 1889
6. *Blidingia chadefaudii* (Feldmann) Bliding 1963
7. *B. minima* (Nägeli ex Kützing) Kylin 1947
8. *B. subsalsa* (Kjellman) Kornmann et Sahling 1978
9. *Bolbocoleon piliferum* Pringsheim 1862
10. *Bryopsis hypnoides* Lamouroux 1809
11. *B. plumosa* (Hudson) C. Agardh 1823
12. *Capsosiphon aureus* Chapman 1952
13. *Chaetomorpha ligustica* (Kützing) Kützing 1849 [*C. cannabina* (Areschoug) Kjellman 1889]
14. *Ch. linum* (Müller) Kützing 1849
15. *Ch. melagonium* (Weber et Mohr) Kützing 1845
16. *Ch. moniligera* Kjellman 1897
17. *Chlorochytrium inclusum* Kjellman 1883
18. *Ch. schmitzii* Rosenvinge 1893
19. *Cladophora flexuosa* (Müller) Kützing 1843
20. *C. opaca* Sakai 1964
21. *C. prolifera* (Roth) Kützing 1843
22. *C. rupestris* (L.) Kützing 1843
23. *C. speciosa* Sakai 1964
24. *C. stimpsonii* Harvey 1859
25. *Cladophoropsis fasciculata* (Kjellman) Wille in Engler et Prantl 1910
26. *Codium fragile* (Suringar) Hariot 1889
27. *C. yezoense* (Tokida) Vinogradova 1979
28. *Derbesia marina* (Lyngbye) Solier 1846 [*Halicystis ovalis* (Lyngbye) Areschoug 1850]
29. *Entocladia polysiphoniae* Setchell et Gardner 1924
30. *Epicladia flustrae* Reinke 1889 [*Entocladia flustrae* (Reinke) Batters 1902, *Acrochaete flustrae* (Reinke) O'Kelly in Gabrielson, Widdowson et Lindstrom 2006]
31. *Kornmannia leptoderma* (Kjellman) Bliding 1969
32. *Monostroma grevillei* (Thuret) Wittrock 1866
33. *Percursaria percursa* (C. Agardh) Rosenvinge 1893
34. *Protomonostroma undulatum* (Wittrock) Vinogradova 1969
35. *Pseudendoclonium submarinum* Wille 1901
36. *Pseudothrix groenlandica* (J. Agardh) Hanic et Lindstrom 2008 [*Capsosiphon groenlandis* (J. Agardh) Vinogradova 1969]
37. *Pseudulvella consociata* Setchell et Gardner 1920
38. *Rhizoclonium riparium* (Roth) Harvey 1849 [*R. implexum* (Dillwyn) Kützing 1845]
39. *Spongomorpha heterocladia* Sakai 1954
40. *S. mertensii* (Yendo) Setchell et Gardner 1920 [*Acrosiphonia ochotensis* (Tokida) Vinogradova 1979]
41. *Ulothrix flacca* (Dillwyn) Thuret 1863 [*U. pseudoflacca* Wille 1901]
42. *U. implexa* (Kützing) Kützing 1849
43. *Ulva clathrata* (Roth) C. Agardh 1811 [*Enteromorpha clathrata* (Roth) Greville 1830]
44. *U. flexuosa* Wulfen 1803 [*Enteromorpha flexuosa* (Wulfen) J. Agardh 1883]
45. *U. intestinalis* Linnaeus 1753 [*Enteromorpha intestinalis* (L.) Nees 1820]
46. *U. lactuca* Linnaeus 1753 [*Ulva fenestrata* Postels et Ruprecht 1840]
47. *U. linza* Linnaeus 1753 [*Enteromorpha linza* (L.) J. Agardh 1883]
48. *U. perestenkoae* Vinogradova 1974 [*Enteromorpha perestenkoae* Vinogradova 1974]
49. *U. prolifera* Müller 1778 [*Enteromorpha prolifera* (Müller) J. Agardh 1883]
50. *Ulvaria splendens* Ruprecht 1850
51. *Ulvella geniculata* (Gardner) Nielsen, O'Kelly et Wylson in Nielsen et al. 2013 [*Pseudodictyon geniculatum* Gardner 1909]
52. *U. lens* P.L. Crouan et H.M. Crouan 1859

53. *U. prostrata* Gardner 1909 [*Pseudulvella prostrata* (Gardner) Setchell et Gardner 1920]
54. *U. ramosa* (Gardner) Nielsen, O'Kelly et Wysor in Nielsen et al. 2013 [*Endophyton ramosum* Gardner 1909; *Acrochaete ramosa* (Gardner) O'Kelly in Gabrielsen et al. 2006]
55. *U. repens* (Pringsheim) Nielsen, O'Kelly et Wysor in Nielsen et al. 2013 [*Acrochaete repens* Pringsheim 1862]
56. *U. scutata* (Reinke) Nielsen, O'Kelly et Wysor in Nielsen et al. 2013 [*Pringsheimiella scutata* (Reinke) Marchewianka 1925]
57. *U. viridis* (Reinke) Nielsen, O'Kelly et Wysor in Nielsen et al. 2013 [*Entocladia viridis* Reinke 1880; *Acrochaete viridis* (Reinke) Nielsen 1979]
58. *Urospora elongata* (Rosenvinge) Hagem 1908
59. *U. penicilliformis* (Roth) Areschoug 1866
60. *U. sphaerulifera* (Setchell et Gardner) Scagel 1957
61. *U. wormskioldii* (Mertens ex Hornemann) Rosenvinge 1893
62. *Zygomitus reticulatus* Bornet et Flahault 1889

В последние десятилетия произошли значительные изменения в таксономии родов *Ulva* и *Ulvella*. На основе молекулярно-генетических исследований род *Enteromorpha* Link был объединен с родом *Ulva* Linneus (Hayden et al., 2003). Как следствие 6 видов энтороморф, известных для района исследования, переименованы в ульвы – *U. clathrata*, *U. flexuosa*, *U. intestinalis*, *U. linza*, *U. perestenkoae*, *U. prolifera*. Вид *U. lactuca* L. в дальневосточных морях и в северо-восточной части Тихого океана ранее указывался как *U. fenestrata* P. et R. (Виноградова, 1979, Перестенко, 1980, Hayden, Waaland, 2004 и др.).

Микроскопические зеленые водоросли трудно идентифицировать не только до вида, но и до рода. Выделенные ранее на основе морфологических особенностей роды *Acrochaete*, *Pringsheimiella*, *Ulvella* и ряд других в настоящее время пересматриваются на базе данных молекулярно-генетического анализа. Исследования, проведенные учеными Дании и США (Nielsen et al., 2013), показали генетическое сходство многих видов, ранее отнесенных к родам *Acrochaete*, *Ectochaete*, *Entocladia*, *Endophyton*, *Pringsheimiella*, *Pseudodictyon* и *Ulvella*. Поскольку номенклатурно приоритет принадлежит роду *Ulvella* P.L.Crouan et H.M.Crouan 1859, то новые комбинации для ранее известных видов вышеупомянутых родов предложены в рамках рода *Ulvella*.

Типовым видом рода *Ulvella* является *Ulvella lens* P.L.Crouan et H.M.Crouan 1859. До 1990-х гг. в дальневосточных морях России этот вид не находили (Виноградова, 1979). Впервые он был обнаружен в сентябре 1996 г. (Левенец и др., 2006) в б. Сивучей зал. Петра Великого Японского моря как эпифит *Neorhodomela aculeata*.

Другие виды, относящиеся в настоящее время к роду *Ulvella*, в районе исследования встречаются с разной частотой. *U. geniculata* (= *Pseudodictyon geniculatum*), *U. prostrata* (= *Pseudulvella prostrata*), *U. ramosa* (= *Endophyton ramosum*) и *U. repens* (= *Acrochaete repens*) являются очень редкими и отмечены как эпифиты или эндофиты различных красных и бурых водорослей. Два последних вида найдены как в северной, так и в южной частях района исследования (Перестенко, 1980, Клочкова, 1996 а, Дальневосточный..., 2004, Левенец и др., 2006, Левенец, 2011). *U. prostrata* (= *Pseudulvella prostrata*) указана Н.Г. Клочковой (1996 а) для м. Травяной Татарского пролива на слоевище бурой водоросли *Punctaria plantaginea*.

Ulvella geniculata (N.L.Gardner) Nielsen, O'Kelly et Wysor: Nielsen et al., 2013: 53 (син. *Pseudodictyon geniculatum* Gardner 1909 : 374, tab.14, fig. 5, 6; Виноградова, 1979 : 64, рис. 35) обнаружена автором в мае 2005 г. как эндофит среди коровых клеток красной водоросли *Chondrus yendoi* в сублиторальной кайме б. Тихой Уссурийского зал. на каменистом грунте. Слоевище микроскопическое, нитчатое, из стелющихся и вертикальных нитей. Стелющиеся нити извилистые, ветвящиеся под прямым углом, 3-7 мкм шир. Отношение ширины клеток к их длине 2-3 : 1. Вертикальные ветви короткие, 2-3 клеточные с более крупными верхушечными клетками веретеновидной или яйцевидной формы 8-12 мкм шир. Волоски не развиваются. Хлоропласт с 1 пиреноидом. Низкобореальный вид: Курильские

острова, Сахалин (Виноградова, 1979), Калифорния (Gardner, 1909), Адриатическое море, Франция (Giaccone, 1978, Feldmann, Magne, 1964, Dizerbo, Herpe, 2007; цит. по: Guiry, Guiry, 2014).

По сравнению с другими видами рода *Ulvella*, *U. viridis* (= *Acrochaete viridis*, *Entocladia viridis*) встречается чаще. Вид был найден в разные годы и сезоны в зал. Петра Великого и в Татарском прол. (Клочкова, 1996 а, Ivanova et al., 2008, Levenets, Skriptsova, 2008, Левенец, 2011).

Наиболее распространенным представителем данного рода в районе исследования является *U. scutata* (= *Pringsheimiella scutata*), поселяющаяся на различных видах морских растений и гидроидах (Виноградова, 1979, Перестенко, 1980, Клочкова, 1996 а, Дальневосточный..., 2004, Левенец, 2011).

Зеленая водоросль с трубчатым неразветвленным слоевищем до 20 см длиной *Capsosiphon groenlandicus* (J. Agardh) Vinogradova 1969 на основе данных молекулярно-генетического анализа, особенностей морфологии и репродуктивного цикла выведена из рода *Capsosiphon* Gobi 1879 и включена в новый для науки род *Pseudothrix* Hanic et Lindstrom 2008 с названием *P. groenlandica* (J. Agardh) Hanic et Lindstrom (2008). Типовым видом нового рода является *P. borealis*. Ботаник из Канады С. Линдстром обнаружила его на о. Амакнак, входящем в цепь Алеутских островов в августе 2004 г. Слоевище *P. borealis* нитевидное, с внутренней полостью, темно-зеленое, до 10 мм дл. и 1,2 мм шир. Как полагают авторы нового вида, он распространен от зал. Кука (южная Аляска), далее вдоль восточного российского побережья до северной Японии (Hanic, Lindstrom, 2008).

В Северной Пацифике широко распространенным видом является *Capsosiphon fulvescens* (C. Agardh) Setchell et N.L. Gardner 1920 (Yoshida, 1998, Gabrielson et al., 2000), морфологически и анатомически близкий к *P. groenlandica* (= *C. groenlandicus*). Основным анатомическим отличием этих видов является наличие правильных продольных клеточных рядов, прослеживаемых по всему слоевищу у *C. fulvescens*, и отсутствие таких рядов у *P. groenlandica* (Виноградова, 1974). Морфологически они отличаются цветом: *C. fulvescens* имеет желто-зеленое или золотистое слоевище, *P. groenlandica* – темно-зеленое (Перестенко, 1980, Клочкова и др., 2009).

Бурые водоросли – отдел Ochrophyta

Во флоре бурых водорослей российского материкового побережья Японского моря насчитывается 60 родов, из них 75% (45 родов) представлены только одним видом. Наиболее многочисленными являются рода *Saccharina* (5 видов), *Desmarestia* (4), *Ralfsia* (4), *Alaria* (3) и *Analipus* (3). Общий список включает 84 вида:

1. *Acinetospora crinita* (Carmichael) Sauvageau 1899
2. *Acrothrix pacifica* Okamura et Yamada, Yamada, 1932
3. *Agarum clathratum* Dumortier 1822
4. *Alaria angusta* Kjellman 1889
5. *A. marginata* Postels et Ruprecht 1840
6. *A. ochotensis* Yendo 1919
7. *Analipus filiformis* (Ruprecht) Papenfuss 1967 [*Ruprechtella filiformis* (Ruprecht) Yendo 1913]
8. *A. gunjii* (Yendo) Kogame et Yoshida, Yoshida, 1997
9. *A. japonicus* (Harvey) Wynne 1971
10. *Battersia arctica* (Harvey) Draisma, Prud'homme et Kawai 2010 [*Sphacelaria arctica* Harvey 1858]
11. *Botrytella micromora* Bory de Saint-Vincent 1822 [*Sorocarpus micromorus* (Bory de Saint-Vincent) Silva 1950]
12. *B. reinboldii* (Reinke) Kornmann et Sahling 1988 [*Polytretus reinboldii* (Reinke) Sauvageau 1900]
13. *Chaetopteris plumosa* (Lyngbye) Kützing 1842
14. *Chorda asiatica* Sasaki et Kawai 2007 [*C. filum* (L.) Stackhouse 1797]
15. *Chordaria flagelliformis* (Müller) C. Agardh 1817

16. *C. gracilis* Setchell et Gardner 1924
17. *Cladostephus spongiosus* f. *verticillatus* (Lightfoot) Prud'homme van Reine 1972 [*C. verticillatus* (Lightfoot) Lyngbye 1819]
18. *Climacosorus pacificus* Perestenko 1979
19. *Coccophora langsdorfii* (Turner) Greville 1830
20. *Coilodesme japonica* Yamada 1938
21. *Colpomenia bullosa* (D.A.Saunders) Yamada 1948
22. *C. peregrina* Sauvageau 1927
23. *Corynophlaea globulifera* (Ruprecht) Perestenko 1980
24. *Costaria costata* (C. Agardh) Saunders 1895
25. *Cylindrocarpus rugosus* Okamura 1903
26. *Delamarea attenuata* (Kjellman) Rosenvinge 1893
27. *Desmarestia aculeata* (L.) Lamouroux 1813
28. *D. kurilensis* Yamada 1935
29. *D. ligulata* (Stackhouse) Lamouroux 1813
30. *D. viridis* (Müller) Lamouroux 1813 [*Dichloria viridis* (Müller) Greville 1830]
31. *Dictyopteris divaricata* (Okamura) Okamura 1932
32. *Dictyosiphon chordaria* Areschoug 1847
33. *D. foeniculaceus* (Hudson) Greville 1830
34. *Dictyota dichotoma* (Hudson) J.V. Lamouroux 1809
35. *Ectocarpus fasciculatus* Harvey 1841
36. *E. siliculosus* (Dillwyn) Lyngbye 1819
37. *Elachista coccophorae* Takamatsu 1938
38. *E. tenuis* Yamada 1928
39. *Eudesme virescens* (Carmichael ex Berkeley) J.Agardh 1882
40. *Feldmannia irregularis* (Kützing) Hamel 1939
41. *Fucus evanescens* C.Agardh 1820
42. *Halopteris dura* (Ruprecht) Sinova 1930
43. *Halothrix lumbricalis* (Kützing) Reinke 1888
44. *Haplogloia kurilensis* Inagaki 1958
45. *Hapterophycus primoriensis* Kepele 2001
46. *H. rhizoideus* Kloczcova 1996
47. *Heterosaundersella hattoriana* Tokida 1942
48. *Hincksia ovata* (Kjellman) Silva 1987 [*Giffordia ovata* (Kjellman) Kylin 1947]
49. *Laminariocolax draparnaldioides* Noda 1971
50. *Leathesia marina* (Lyngbye) Decaisne 1842 [*L. difformis* (L.) Areschoug 1848]
51. *Leptonematella fasciculata* (Reinke) Silva 1959
52. *Lithoderma fatiscens* Areschoug 1875
53. *Melanosiphon intestinalis* (Saunders) Wynne 1969
54. *Papenfussiella kuromo* (Yendo) Inagaki 1958
55. *Petalonia fascia* (Müller) Kuntze 1898
56. *P. zosterifolia* (Reinke) Kuntze 1898
57. *Polycerea borealis* Vinogradova 1973
58. *Protohalopteris radicans* (Dillwyn) Draisma, Prud'homme et Kawai 2010 [*Sphacelaria radicans* (Dillwyn) C.Agardh 1824, *S. olivacea* (Dillwyn) Greville 1824]
59. *Pseudochorda nagaii* (Tokida) Inagaki 1958
60. *Punctaria latifolia* Greville 1830
61. *P. plantaginea* (Ruth) Greville 1830
62. *Pylaiella littoralis* (L.) Kjellman 1872
63. *Ralfsia bornetii* Kuckuck 1894
64. *R. fungiformis* (Gunnerus) Setchell et Gardner 1924
65. *R. longicellularis* Perestenko 1980
66. *R. verrucosa* (Areschoug) Areschoug, Fries 1845

67. *Saccharina angustata* subsp. *siberica* (Petrov et Sukhovejeva) Selivanova, Zhigadlova et Hansen 2007 [*Laminaria angustata* subsp. *siberica* Petrov et Sukhoveeva 1972]
68. *S. cichorioides* (Miyabe) Lane, Mayes, Druehl et Saunders 2006 [*Laminaria cichorioides* Miyabe 1902]
69. *S. gurjanovae* (A.D.Zinova) Selivanova, Zhigadlova et Hansen 2007 [*Laminaria gurjanovae* A.D.Zinova 1964]
70. *S. japonica* (Areschoug) Lane, Mayes, Druehl et Saunders 2006 [*Laminaria japonica* Areschoug 1851]
71. *S. sculpera* (Miyabe) Lane, Mayes, Druehl et Saunders 2006 [*Kjellmaniella crassifolia* Miyabe 1902]
72. *Sargassum miyabei* Yendo 1907
73. *S. pallidum* (Turner) C. Agardh 1820
74. *Saundersella simplex* (Saunders) Kylin 1940
75. *Scytosiphon lomentaria* (Lyngbye) Link 1833
76. *Silvetia babingtonii* (Harvey) Serrão, Cho, Boo et Brawley 1999 [*Pelvetia wrightii* Okamura 1902]
77. *Sphacelaria rigidula* Kützing 1843 [*S. furcigera* Kützing 1855]
78. *Sphaerotrichia divaricata* (C. Agardh) Kylin 1940
79. *Stephanocystis crassipes* (Mertens ex Turner) Draisma, Ballesteros, Rousseau et Thibaut 2010 [*Cystoseira crassipes* (Merten ex Turner) C. Agardh 1821]
80. *Stictyosiphon tortilis* (Gobi) Reinke 1889
81. *Streblonema corymbiferum* Setchell et Gardner 1922
82. *Stschapovia flagellaris* A.D. Zinova 1954
83. *Tinocladia crassa* (Suringar) Kylin 1940
84. *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar 1873

Почти половина всех видов бурых водорослей, известных для района исследования, относится к порядку Ectocarpales в его современной трактовке (Silberfeld et al., 2014). Названия некоторых из них были изменены в последние годы по правилу приоритета. Так, один из наиболее массовых и широко распространенных вдоль российского материкового побережья Японского моря вид *Leathesia difformis* (L.) Areschoug, имеющий светло-коричневое пузыревидное слизистое слоевище и в обилии растущий на скалистом и каменистом грунте и различных водорослях, переименован в *Leathesia marina* (Lyngbye) Decaisne (Guiry, Guiry, 2014). Восстановлено название вида *Botrytella micromora* Bory de Saint-Vincent, который был переведен П. Силва в *Sorocarpus micromorus* (Bory de Saint-Vincent) Silva (Silva, 1950, Guiry, Guiry, 2014). Данный вид имеет малозаметное бурое слоевище в форме пучков нитей до 0,5 см длиной и редко встречается как на севере, так и на юге района исследования (Перестенко, 1980, Клочкова, 1996 а).

Отметим, что *B. micromora* является типовым видом рода *Botrytella* Bory de Saint-Vincent, включающим еще 3 вида – *B. pacifica* (Hollenberg) Hansen, *B. parva* (Takamatsu) H.S.Kim и *B. reinboldii* (Reinke) Kornmann et Sahling. Два из них – *B. pacifica* и *B. parva* – пока еще не были найдены исследователями в российской части Японского моря, хотя анализ литературных данных свидетельствует о возможности их произрастания в районе исследования (Kim, 1996, Yoshida, 1998, Guiry, Guiry, 2014). В то же время *B. reinboldii*, которая ранее указывалась как *Polytretus reinboldii* (Reinke) Sauvageau (Перестенко, 1980, Yoshida, 1998), изредка встречается в заливе Петра Великого как на естественном субстрате, так и на гидротехнических сооружениях (Перестенко, 1980, Левенец, 2011). В систематике род *Polytretus Sauvageau* признан синонимом рода *Botrytella* (Silberfeld et al., 2014).

На основе результатов ДНК-штрихкодирования порядок Sphacelariales расширен и включает 6 семейств (Draisma et al., 2010a, Silberfeld et al., 2014). По литературным и авторским данным (Перестенко, 1980, 2005, Клочкова, 1996 а, Коженкова, 2008) в районе исследования встречается 7 видов, относящихся к 4 семействам этого порядка. Их современная систематика представлена в таблице 1.

Современная систематика видов порядка Sphacelariales Migula 1909, встречающихся у российского материкового побережья Японского моря

Систематика	Примечание
Сем. Cladostephaceae Oltmanns	
<i>Cladostephus spongiosus</i> f. <i>verticillatus</i> (Lightfoot) Prud'homme van Reine (= <i>C. verticillatus</i> (Lightfoot) Lyngbye)	По данным Л.П. Перестенко (1980), был найден в нижнем горизонте литорали в прол. Босфор Восточный на рифе у м. Басаргина в 1926 г.
Сем. Lithodermataceae Hauk	
<i>Lithoderma fatiscens</i> Areschoug	Часто встречающийся вид в северной части района исследования - в зал. Чихачева и в б. Ванина, где растет в верхнем горизонте литорали на гладких валунах и глыбах (Клочкова, 1996 а).
Сем. Sphacelariaceae Decaisne	
<i>Battersia arctica</i> (Harvey) Draisma, Prud'homme et Kawai (= <i>Sphacelaria arctica</i> Harvey)	Бух. Ольги (Перестенко, 2005)
<i>Chaetopteris plumosa</i> (Lyngbye) Kützing (= <i>Sphacelaria plumosa</i> Lyngbye)	Встречается одиночными растениями как в южной (Макиенко, 1975, Перестенко, 1980, Левенец, 2011), так и в северной части (Клочкова, 1996 а) района исследования преимущественно в литоральной зоне.
<i>Sphacelaria rigidula</i> Kützing (= <i>S. furcigera</i> Kützing)	Обычный вид флоры. Растет в литорали и сублиторали на различных типах грунта, водорослях, моллюсках и антропогенном субстрате. Чаще всего встречается как эпифит около 20 видов водорослей (Перестенко, 1980, Клочкова, 1996 а, Галышева, Коженкова, 2006, Коженкова, 2008, Лебедев, Вышкварцев, 2011, Левенец, 2011 и др.).
Сем. Stypocaulaceae Oltmanns	
<i>Halopteris dura</i> (Ruprecht) Sinova	В северной части Татарского пролива вид образует значительные скопления (биомасса до 480 г/м ²) на полузащищенных участках литорали, к югу его количество сокращается и вид почти исчезает (Перестенко, 1980, Клочкова, 1996 а)
<i>Protohalopteris radicans</i> (Dillwyn) Draisma, Prud'homme et Kawai (= <i>Sphacelaria radicans</i> (Dillwyn) C.Agardh, <i>S. olivacea</i> (Dillwyn) Greville)	Указывается Н.Г. Клочковой (1996 а) для м. Травяной (север Приморского края) как <i>S. olivacea</i> .

Наиболее обычным во флоре района исследования видом порядка Sphacelariales является *Sphacelaria rigidula*, слоевище которой представляет собой темно-бурые пучки разветвленных нитей длиной до 1,5 см. Вид встречается чаще как эпифит различных водорослей, но может расти и на других субстратах (табл. 1).

В северной части российского материкового побережья Японского моря можно обнаружить массовые скопления *Lithoderma fatiscens* и *Halopteris dura*. Кустистая водоросль *Chaetopteris plumosa* изредка встречается как на севере, так и на юге района исследования. Наиболее редкими представителями порядка Sphacelariales в нашем районе являются 3 вида: *Battersia arctica*, *Cladostephus spongiosus* f. *verticillatus*, *Protohalopteris radicans* (табл. 1).

Моновидовой род *Protohalopteris* Draisma, Prud'homme et Kawai был выделен в порядке Sphacelariales на основе данных молекулярного анализа и особенностей морфологии (Draisma et al., 2010a). Наряду с тремя другими родами – *Halopteris* Kützing, *Phloiocaulon* Geyley и *Ptilopogon* Reinke, - он включен в состав семейства Stypocaulaceae Oltmanns (Silberfeld et al., 2014). Отличительными особенностями рода *Protohalopteris* являются

1) комбинация гипакробластического (hypacroblastic), акробластического (acroblastic) и дихобластического (dichoblastic) способов ветвления, 2) радиальный рисунок клеточных делений на поперечном срезе (у других родов семейства – периклиналильный тип деления клеток), 3) прикрепление зооидангиев: одноклеточные зооидангии сидячие или на 1-клеточной ножке, многоклеточные зооидангии имеют 1-4 клеточную ножку (Draisma et al., 2002, 2010a).

В последние годы существенные изменения произошли в таксономии порядка Laminariales. Канадские фикологи (Lane et al., 2006a), проанализировав многочисленные работы по филогении ламинариевых водорослей Мирового океана, и базируясь на современных данных молекулярно-генетических анализов, разделили крупный род *Laminaria* Lamouroux на 2 рода и восстановили прежде описанный род *Saccharina* Stackhouse. В результате многие виды ламинарий были переведены в род *Saccharina* с новыми номенклатурными комбинациями (Lane et al., 2006 а, б), в том числе 4 вида известных для российского материкового побережья Японского моря: *Saccharina angustata* (Kjellman) Lane, Mayes, Druehl et Saunders (син. *Laminaria angustata* Kjellman), *S. cichorioides* (Miyabe) Lane, Mayes, Druehl et Saunders (син. *L. cichorioides* Miyabe), *S. japonica* (Areschoug) Lane, Mayes, Druehl et Saunders (син. *L. japonica* Areschoug) и *S. sculpera* (Miyabe) Lane, Mayes, Druehl et Saunders (син. *Kjellmaniella crassifolia* Miyabe). Изучив таксономический статус остальных известных ламинариевых водорослей российского Дальнего Востока, О.Н. Селивановой с соавторами (2007) были предложены новые номенклатурные комбинации для двух видов и нескольких внутривидовых таксонов, включая япономорские виды *Saccharina gurjanovae* (A.D.Zinova) Selivanova, Zhigadlova et Hansen (син. *Laminaria gurjanovae* A.D.Zinova) и *Saccharina angustata* subsp. *siberica* (Petrov et Sukhovejeva) Selivanova, Zhigadlova et Hansen (син. *Laminaria angustata* subsp. *siberica* Petrov et Sukhoveeva).

К порядку Laminariales относится и семейство Chordaceae, которое также было подвергнуто таксономическому пересмотру на основе генетических данных. В частности, была установлена полифилетичность вида *Chorda filum* (L.) Stackhouse, и показано, что истинная *C. filum* произрастает в Атлантике, тогда как в северной Пацифике распространены 3 морфологически очень сходных вида: *Chorda asiatica* Sasaki et Kawai, *C. kikonaiensis* Sasaki et Kawai и *C. rigida* Kawai et Arai (Kawai et al., 2001, Sasaki, Kawai, 2007). По-мнению ученых, наибольшее распространение в Тихом океане, в том числе в российской части, имеет *C. asiatica*, которая указывалась здесь ранее как *C. filum* (Селиванова и др., 2007).

Среди представителей семейства Sargassaceae (порядок Fucales), произрастающих у российского материкового побережья Японского моря, таксономические изменения затронули вид *Cystoseira crassipes* (Merten ex Turner) C. Agardh. На основе данных ДНК-штрихкодирования была установлена полифилетичность рода *Cystoseira* C. Agardh, а также родов *Bifurcaria* Stackhouse, *Halidrys* Lyngbye и *Sargassum* C. Agardh (Draisma et al., 2010b). Все виды родов *Cystoseira* и *Halidrys* из северной Пацифики были переведены в восстановленный род *Stephanocystis* Trevisan с типовым видом *Stephanocystis osmundacea* (Turner) Trevisan (син. *Cystoseira osmundacea* (Turner) C. Agardh), растущим вдоль тихоокеанского побережья Северной и Центральной Америки. Новой номенклатурной комбинацией для широко распространенного в дальневосточных морях России вида *C. crassipes* является *Stephanocystis crassipes* (Mertens ex Turner) Draisma, Ballesteros, Rousseau et Thibaut.

Заключение

Составленный на основе современных данных систематики видовой список водорослей российского материкового побережья Японского моря обобщает данные морских биологов, полученные в течение XX и начале XXI столетия и может служить основой для сравнительного изучения флоры соседних регионов.

Наиболее разнообразной в видовом отношении в районе исследования является флора красных водорослей, представленная 170 видами (см. Коженкова, рукопись по красным водорослям). В последние годы описаны два новых вида – *Rhodymenia abyssicola* Perestenko, ареал которой охватывает северную часть Японского и южную часть Охотского

морей, и *Gracilaria austramaritima* Przhemenetskaya, распространенная в зал. Петра Великого Японского моря.

Флора бурых водорослей насчитывает 84 вида. Преобладающим по числу видов является род *Saccharina*. Растущие в районе исследования 5 видов этого рода ранее относились к роду *Laminaria*, но были переведены в род *Saccharina* на основе данных молекулярно-генетического анализа и филогении (Lane et al., 2006a, Селиванова и др., 2007). Таксономические изменения касаются и многих других видов бурых водорослей, известных для российского материкового побережья Японского моря (Draisma et al., 2002, 2010 а, б, Sasaki, Kawai, 2007, Guiry, Guiry, 2014), в том числе *Chorda filum* (совр. *C. asiatica*), *Cladostephus verticillatus* (совр. *C. spongiosus* f. *verticillatus*), *Cystoseira crassipes* (совр. *Stephanocystis crassipes*), *Leathesia difformis* (совр. *L. marina*), *Polytretus reinboldii* (совр. *Botrytella reinboldii*), *Sorocarpus micromorus* (совр. *Botrytella micromora*), *Sphacelaria arctica* (совр. *Battersia arctica*), *Sphacelaria olivacea* (совр. *Protohalopteris radicans*).

Список видов зеленых водорослей включает 62 вида. Основные таксономические изменения касаются родов *Ulva* и *Ulvella*, а также широко распространенного в дальневосточных морях вида *Capsosiphon groenlandis* (совр. *Pseudothrix groenlandica*). Микроскопическая зеленая водоросль *Ulvella geniculata* (син. *Pseudodictyon geniculatum*) впервые обнаружена в районе исследования.

В целом в работе приведены сведения о таксономических изменениях последних лет для 22 видов Chlorophyta и 17 видов Ochrophyta, по сравнению с основными монографическими сводками по флоре данного района (Перестенко, 1994, Ключкова, 1996).

Список литературы

- Виноградова К.Л. Ульвовые водоросли (Chlorophyta) морей СССР. Л., 1974. 166 с.
- Виноградова К.Л. Определитель водорослей дальневосточных морей СССР. Зеленые водоросли. Л., 1979. 147 с.
- Гальшева Ю.А., Коженкова С.И. Морские водоросли и беспозвоночные бухты Кивека: учебное пособие по летней полевой практике студентов. Владивосток, 2006. 160 с.
- Голиков А.Н., Скарлато О.А., Бужинская Г.Н. и др. Изменения бентоса залива Посьета (Японское море) за последние 29 лет как результат накопления органического вещества в донных отложениях // Океанология. 1986. № 1. С. 131-135.
- Гусарова И.С. Макрофитобентос северной части Амурского залива // Известия ТИНРО. 2008. Т. 155. С. 88-98.
- Гусарова И.С. Глубоководная растительность у берегов Северного Приморья // Известия ТИНРО. 2010. Т. 160. С. 118-127.
- Гусарова И.С., Суховеева М.В., Дуленин А.А. Аннотированный список водорослей-макрофитов северо-западной части Татарского пролива // Изв. ТИНРО. 2002. Т. 131. С. 327-339.
- Гусарова И.С., Суховеева М.В., Моргутова И.А. Аннотированный список водорослей макрофитов северного Приморья // Известия ТИНРО. 2000. Т. 127. С. 626-641.
- Дальневосточный морской биосферный заповедник. Биота. Т. 2. / Под ред. А.Н. Тюрина, А.Л. Дроздова. Владивосток, 2004. 848 с.
- Кепель А.А. Два вида Ральфсиевых водорослей, новых для флоры залива Петра Великого (Японское море) // Новости систематики низших растений. 1999. Т. 33. С. 24-26.
- Кепель А.А. Новый вид рода *Naupterophycus* Setch. et Gardn. (Scytosiphonaceae, Phaeophyta) из залива Петра Великого (Японское море) // Альгология. 2001. Т. 11. № 4. С. 462-467.
- Ключкова Н.Г. Флора водорослей-макрофитов Татарского пролива (Японское море) и особенности ее формирования. Владивосток, 1996 а. 292 с.
- Ключкова Н.Г. К нахождению в дальневосточных морях России новых видов родов *Naupterophycus* S. et G. и *Omphalophyllum* Rosenv. (Phaeophyta) // Новости систематики низших растений. 1996 б. Т. 31. С. 34-40.
- Ключкова Н.Г., Королева Т.Н., Кусиди А.Э. Атлас водорослей-макрофитов прикамчатских вод. Т. 1. Петропавловск-Камчатский, 2009. 218 с.
- Коженкова С.И. Ретроспективный анализ морской флоры залива Восток Японского моря // Биология моря. 2008. Т. 34. № 3. С. 159-174.
- Коженкова С.И. Макрофиты залива Находка Японского моря // Ботанический журнал. 2009б. № 5. С. 643-655.
- Коженкова С.И., Христофорова Н.К. Распределение зеленых водорослей-макрофитов в Амурском заливе (Японское море) // Известия ТИНРО. 2009. Т. 159. С. 157-168.
- Лебедев Е.Б., Вышкварцев Д.И. Состав и распределение донных сообществ бухты Миносок залива Посьета Японского моря (разрезы № 3 и № 4) // Биота и среда заповедников Дальнего Востока /Под ред. А.Н. Тюрина. Владивосток, 2011. № 1. С. 82-110.
- Левенец И.Р. Водоросли-макрофиты в сообществах обрастания прибрежных вод южного Приморья. Владивосток,

2011. 188 с.

- Левенец И.Р., Скрипцова А.В., Попова Л.И. Флористические находки в заливе Петра Великого Японского моря // Ботанический журнал. 2006. № 7. С. 1107-1109.
- Макиенко В.Ф. Водоросли-макрофиты залива Восток (Японское море) // Биология моря. 1975. № 2. С. 45-57.
- Перестенко Л.П. Водоросли залива Петра Великого. Л., 1980. 231 с.
- Перестенко Л.П. Род *Sphacelaria* Lyngbye (Sphacelariales, Phaeophyta) в дальневосточных морях России // Нов. сист. низш. раст. 2005. Т. 39. С. 70-74.
- Перестенко Л.П., Заходнова Т.А. Род *Desmarestia* (Phaeophyta, Desmarestiaceae) в дальневосточных морях России // Бот. журн. 2008. Т. 93. № 7. С. 1112-1127.
- Перестенко Л.П., Штрик В.А. Новые и интересные виды бурых водорослей острова Сахалин // Нов. сист. низш. раст. 2005. Т. 39. С. 75-88.
- Селиванова О.Н., Жигадлова Г.Г., Хэнсен Г.И. Пересмотр систематики водорослей порядка Laminariales (Phaeophyta) из дальневосточных морей России на основании молекулярно-генетических данных // Биология моря. 2007. Т. 33. № 5. С. 329-340.
- Суховеева М.В., Паймеева Л.Г. Видовой состав, распределение водорослей и морских трав в Амурском заливе (Японское море) // Известия ТИНРО. 1974. Т. 92. С. 133-152.
- Draisma S.G.A., Olsen J.L., Stam W.T., Prud'homme van Reine W.F. Phylogenetic relationships within the Sphacelariales (Phaeophyceae): rbcL, RUBISCO spacer and morphology // European Journal of Phycology. 2002. Vol. 37. P. 385-402.
- Draisma S.G.A., Prud'homme van Reine W.F., Kawai H. A revised classification of the Sphacelariales (Phaeophyceae) inferred from a psbC and rbcL based phylogeny // European Journal of Phycology. 2010 a. Vol. 45. N 3. P. 308-326.
- Draisma S.G.A., Ballesteros E., Rousseau F., Thibaut T. DNA sequence data demonstrate the polyphyly of the genus *Cystoseira* and other Sargassaceae genera (Phaeophyceae) // Journal of Phycology. 2010 б. Vol. 46. N 6. P. 1329-1345.
- Düwel L., Wegeberg S. The typification and status of *Leptophytum* (Corallinaceae, Rhodophyta) // Phycologia. 1996. Vol. 35. P. 470-483.
- Gabrielson P.W., Widdowson T.B., Lindstrom S.C. et al. Keys of the benthic marine algae and seagrasses of British Columbia, Southeast Alaska, Washington and Oregon. Vancouver, 2000. 189 p.
- Gardner N.L. New Chlorophyceae from California // University of California Publications in Botany. 1909. Vol. 3. P. 371-375.
- Guiry M.D., Guiry G.M. AlgaeBase. World-wide electronic publication. National University of Ireland, Galway. 2014. <http://www.algaebase.org>; searched on 23 December 2014.
- Hanic L.A., Lindstrom S.C. Life history and systematic studies of *Pseudothrix borealis* gen. et sp. nov. (=North Pacific *Capsosiphon groenlandicus*, Ulotrichaceae, Chlorophyta) // Algae. 2008. Vol. 23. P. 119-133.
- Hayden H.S., Blomster J., Maggs C.A. et al. Linnaeus was right all along: *Ulva* and *Enteromorpha* are not distinct genera // Europ. J. Phycol. 2003. Vol. 38. P. 277-294.
- Hayden H.S., Waaland J.R. A molecular systematic study of *Ulva* (Ulvaceae, Ulvales) from the northeast Pacific // Phycologia. 2004. Vol. 43. P. 364-382.
- Ivanova M.B., Belogurova L.S., Tsurpalo A.P. The composition and distribution intertidal biota in the estuarine zone of Amursky Bay (Peter the Great Bay, Sea of Japan) // Ecological Studies and the State of the Ecosystem of Amursky Bay and Estuarine Zone of the Razdolnaya River (Sea of Japan). Vol. 1. Vladivostok: Dalnauka. 2008. P. 92-142.
- Kawai H., Sasaki H., Maeda Y., Arai S. Morphology, life history and molecular phylogeny of *Chorda rigida* sp. nov. (Laminariales, Phaeophyceae) from Sea of Japan and the genetic diversity of *Chorda filum* // J. Phycol. 2001. Vol. 37. P. 130-142.
- Kim H.S. Morphotaxonomic studies on the Korean Ectocarpaceae (Phaeophyta) IV. *Botrytella parvus* (Takamatsu) comb. nov., life history and morphogenesis based on light-temperature gradient culture // Algae (The Korean Journal of Phycology). 1996. Vol. 11. N. 1. P. 45-57.
- Lane C.E., Mayes C., Druehl L.D., Saunders G.W. A multi-gene molecular investigation of the kelp (Laminariales, Phaeophyceae) supports substantial taxonomic re-organization // Journal of Phycology. 2006 a. Vol. 42. P. 493-512.
- Lane C.E., Mayes C., Druehl L.D., Saunders G.W. Corrigendum [to article published in J. Phycol. 42(2): 493-512. 2006] // Journal of Phycology. 2006 б. Vol. 42. N 4. P. 962.
- Levenets I.R., Skriptsova A.V. Benthic flora of the inner part of Amursky Bay (Sea of Japan) // Ecological Studies and the State of the Ecosystem of Amursky Bay and Estuarine Zone of the Razdolnaya River (Sea of Japan). Vol. 1. Vladivostok: Dalnauka. 2008. P. 284-301.
- Nielsen R., Petersen G., Seberg O. et al. Revision of the genus *Ulvella* (Ulvellaceae, Ulvophyceae) based on morphology and tufA gene sequences of species in culture, with *Acrochaete* and *Pringsheimiella* placed in synonymy // Phycologia. 2013. Vol. 52. N 1. P. 37-56.
- Sasaki H., Kawai H. Taxonomic revision of the genus *Chorda* (Chordaceae, Laminariales), on the basis of sporophyte anatomy and molecular phylogeny // Phycologia. 2007. Vol. 46. N 1. P. 10-21.
- Silberfeld T., Rousseau F., Reviere B. An updated classification of brown algae (Ochrophyta, Phaeophyceae) // Cryptogamie Algologie. 2014. Vol. 35. N 2. P. 117-156.
- Silva P.C. Generic names of algae proposed for conservation // Hydrobiologia. 1950. Vol. 2. P. 252-280.
- Yoshida T. Marine algae of Japan. Tokyo, 1998. 1222 p.

GENERAL LIST OF ALGAE OF THE RUSSIAN MAINLAND COAST OF THE SEA OF JAPAN. 2. GREEN AND BROWN ALGAE

S. I. Kozhenkova

*Pacific Institute of Geography, Far East Branch, Russian Academy of Sciences,
Vladivostok, 690041, svetlana@fig.dvo.ru*

A general list of marine algae of Russian mainland coast of the Sea of Japan compiled on the basis of original and literature data in accordance with modern botanical nomenclature includes 316 species, among them 62 green algae, 84 brown algae and 170 red algae species. The green alga *Ulvella geniculata* (Gardner) Nielsen, O'Kelly et Wysor was found in Russian waters of the Sea of Japan for the first time. Data on the taxonomic changes are indicated for 22 species of Chlorophyta and 17 species of Ochrophyta, including *Capsosiphon groenlandis* (J.Agardh) Vinogradova (now *Pseudothrix groenlandica* (J.Agardh) Hanic et Lindstrom), *Cystoseira crassipes* (Merten ex Turner) C. Agardh (now *Stephanocystis crassipes* (Mertens ex Turner) Draisma, Ballesteros, Rousseau et Thibaut), and others.

Key words: Chlorophyta, Ochrophyta, list of marine algae, the Sea of Japan.

УДК 597.552.511

ПЛОДОВИТОСТЬ ХАРИУСА ЕВРОПЕЙСКОГО МАЛЫХ РЕК ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

А.С. Комарова, М.Я. Борисов

*Вологодская лаборатория ФГБНУ «ГосНИОРХ», г. Вологда, Россия,
komarowa.aleks@yandex.ru, myaborisov@mail.ru*

В статье приводятся данные об особенностях репродуктивной биологии хариуса европейского малых рек Вологодской области. Половое созревание происходит на 3-4 году жизни. Величина абсолютной плодовитости (АП) хариуса в изученных популяциях изменялась от 357 до 5275 икринок, составляя в среднем 1520. Индивидуальная абсолютная плодовитость положительно коррелирует с возрастом, длиной и массой тела. Средний диаметр ооцитов у хариуса исследуемых популяций составил: в реке Земцовка – 1,19 мм, в реке Костюга 1,10 мм.

Ключевые слова: хариус европейский, индивидуальная абсолютная плодовитость, малые реки, нерест.

Введение. Плодовитость – важнейший физиолого-экологический показатель вида и популяций, определяющий уровень и темп воспроизводства. Изучение особенностей плодовитости является актуальным с точки зрения оценки состояния популяций редких и малочисленных видов рыб, к которым относится и хариус европейский. Также известно, что разные экотипы европейского хариуса хорошо различимы как по размерам впервые нерестующих рыб, так и по возрастной структуре нерестовых популяций, абсолютной и относительной плодовитости и размерам икры [1]. Данный вид широко распространен в водотоках Вологодской области, обитает преимущественно в средних и малых реках [3].

Материал и методика исследований. Материал для исследования был собран в период открытой воды 2011-2015 гг в реках Каменка, Земцовка и Костюга. Лов рыбы осуществлялся с использованием ставных сетей ячеей 20-30 мм и крючковой снасти. Всего было исследовано 173 экземпляра хариуса. Пойманные рыбы обрабатывались по стандартным методикам [6], [2]. Плодовитость определяли путем подсчета количества икринок в навеске с последующим пересчетом на вес гонад каждой самки.

Результаты. Реки, в которых проводилось изучение плодовитости хариуса, относятся к разным бассейнам стока. Так, р. Костюга – к бассейну Белого моря, а реки Каменка и Земцовка – к бассейну Каспийского моря. Водотоки имеют разную длину: р. Земцовка – 6,9 км, р. Костюга – 7 км, р. Каменка – 16,5 км. В целом, исследуемые реки имеют пологое симметричное русло, со средними глубинами от 0,3 м на перекатах до 1 м в плесах.

Средняя скорость течения – 0,11-0,21 м/с. Тип донного субстрата – компактный, характер субстрата – каменистый либо каменисто-песчаный. Температура воды (на 25.11.2014) – 10,5 °С, количество растворенного в воде кислорода – 10,8 мгО₂/л, насыщение кислородом 95,3 %.

В ходе проведенных исследований выявлено, что в уловах отмечались особи хариуса с длиной тела от 12,2 – 26,5 см, массой от 10,2 – 232 г и возрастом 1+ – 4+. Средняя длина рыб в р. Земцовка составила 12,6 см, а масса – 29,0 г, в р. Каменка – 15,4 см и 50,0 г, в р. Костюга – 19,2 см и 94,9 г, соответственно.

Таблица 1

Размерные характеристики хариуса исследуемых популяций

Водоток	L, см	Вес, г
р. Земцовка	$\frac{12,2-17,7}{12,6}$	$\frac{10,2-81,9}{29,0}$
р. Каменка	$\frac{11,6-19,5}{15,4}$	$\frac{18,7-101,8}{50,0}$
р. Костюга	$\frac{15,7-26,5}{19,2}$	$\frac{44,7-232,0}{94,9}$

Примечание: над чертой указаны минимальное и максимальное значения, под чертой – средние.

В структуре уловов во всех исследованных водотоках большую часть составляли особи в возрасте 2+ – 3+.

Нерест хариуса происходит в конце апреля – начале мая, при температуре воды 7-10 °С [5]. Продолжительность нереста обычно охватывает 7-12 дней. Нерестилища представлены мелкогалечными отмелями в местах с небыстрым течением (менее 1 м/с) на глубине 0,1-0,5 м. Возраст полового созревания у европейского хариуса может варьировать в широких пределах (от 2 до 7 лет), имеет тенденцию увеличения с юга на север, однако и в бассейне почти каждой крупной реки может варьировать до трехкратной величины [1]. Половое созревание у рыб рассматриваемых популяций наступает на 3-4 году жизни.

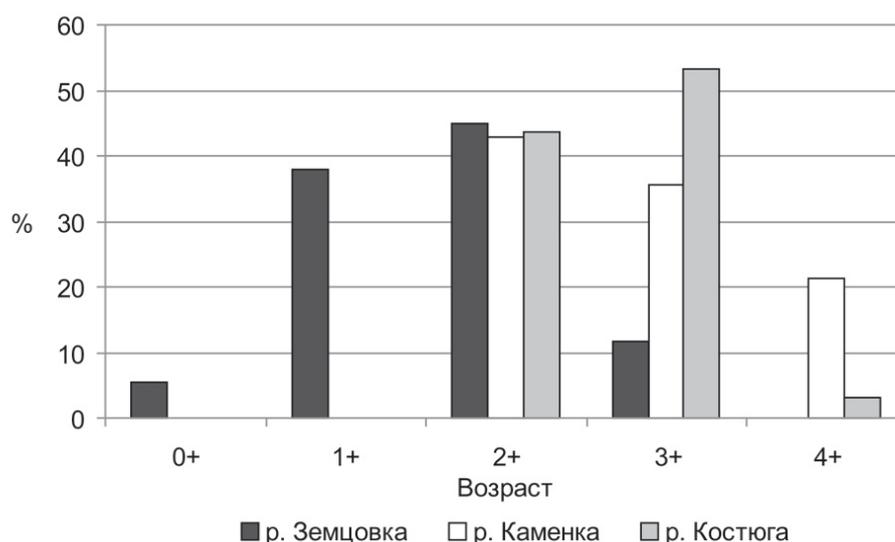


Рисунок 1 – Соотношение возрастных групп хариусов исследуемых рек

Возрастной состав нерестовых популяций хариусов зависит от темпа созревания, размеров водоема (обычно чем больше, тем шире возрастной диапазон) и состояния численности, охватывает всех взрослых рыб от 3-4 лет до конца жизненного цикла.

Соотношение полов у хариуса исследуемых популяций заметно различается. Так, в р. Костюга преобладают самцы (56,3 %), в рр. Каменка и Земцовка значительно преобладают самки (50,0 и 47,9 %).

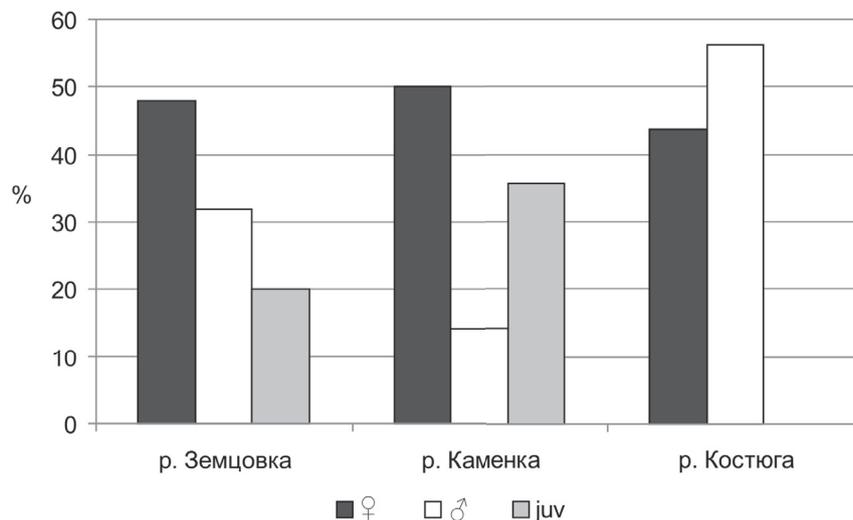


Рисунок 2 – Половая структура популяций хариуса исследуемых рек

Величина абсолютной плодовитости (АП) хариуса в изученных популяциях изменялась от 357 до 5275 икринок, составляя в среднем 1520. Наибольший показатель абсолютной плодовитости был отмечен у хариуса р. Костюга (2515), наименьший – у хариуса р. Каменка (672). С возрастом и увеличением размеров и массы тела показатели АП закономерно увеличивались. Абсолютная плодовитость прямо коррелирует с длиной, весом и возрастом. Коэффициент корреляции с этими биологическими параметрами составляет соответственно у хариуса р. Каменка: 0,57-0,41-0,10, р.Земцовка: 0,26-0,39-0,25, р. Костюга: 0,96-0,97-0,58. Значения показателя относительной плодовитости (ОП) изменялись в пределах 13,48-22,09 икринок на 1 г массы тела. Средний диаметр ооцитов составил: в р. Земцовка – 1,19 мм, в р. Костюга – 1,10 мм.

Таблица 2

Линейный рост хариуса исследуемых рек

Возраст	р. Земцовка	р. Каменка	р. Костюга
	L _{ср} , см		
1+	11,3	–	–
2+	13,5	12,8	17,2
3+	15,8	16,9	20,4
4+	–	18,4	26,5

Известно, что индивидуальная абсолютная плодовитость рыб увеличивается с повышением темпа роста и, следовательно, с увеличением их длины и веса [4]. Одним из основных факторов, влияющих на скорость роста рыб, является обеспеченность пищей на разных этапах жизненного цикла. Таким образом, большая плодовитость хариуса в р. Костюга может быть обусловлена более высокими темпами роста по сравнению с хариусом рек Каменка и Земцовка (табл. 2).

Заключение. В результате проведенных исследований установлено, что половое созревание хариуса в малых реках Вологодской области происходит на 3-4 году жизни. По соотношению полов в р. Костюга преобладают самцы (56,3 %), в рр. Каменка и Земцовка значительно преобладают самки (50,0 и 47,9 %).

Отмечены различия в средней длине и массе половозрелых особей хариуса исследуемых рек. Величина абсолютной плодовитости (АП) изменялась от 357 до 5275 икринок, составляя в среднем 1520. При этом наибольший показатель АП был отмечен у хариуса р. Костюга (2515), наименьший – у хариуса р. Каменка (672). Абсолютная

плодовитость прямо коррелирует с длиной, весом и возрастом. Также отмечена зависимость величины АП от темпа линейного роста.

Список литературы

1. Зиновьев Е.А. Экология и систематика хариусовых рыб Евразии / Е.А. Зиновьев. // Диссертация доктора биологических наук в виде научного доклада. – Пермь, 2005. – 75 с.
2. Зиновьев Е.А. Методы исследования пресноводных рыб / Е.А. Зиновьев, С.А. Мандрица // Учебное пособие по спецкурсу. – Пермь, 2003. – 113 с.
3. Комарова А.С. Морфобиология хариуса европейского (*Thymallus thymallus* L.) некоторых водотоков бассейна р. Вага (Вологодская область) / А.С. Комарова, Д.В. Пантин, Н.Ю. Тропин // Материалы международной научно-практической конференции «Бассейновые территории: проблемы и пути их решения». – Ишим, 2013. – С. 117-121.
4. Кошелев Б.В. Экология размножения рыб / Б.В. Кошелев. – М.: Наука, 1984. – 307 с.
5. Павлов Д.С. Сравнительный морфологический анализ природных популяций европейского хариуса *Thymallus thymallus* верхневолжского бассейна / Д.С. Павлов, К.В. Кузищин и др. // Вопросы ихтиологии. 2000. – Т.40. №4. – С.477-485
6. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И.Ф. Правдин. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 375 с.

FERTILITY OF THE EUROPEAN GRAYLING SMALL RIVERS OF THE VOLOGDA REGION

Komarova A.S., Borisov M.Y.

*Vologda laboratory FSBSI State Research Institute of Lake and River Fisheries,
Vologda, Russia, komarowa.aleks@yandex.ru, myaborisov@mail.ru*

The article presents data about features of reproductive biology of a European grayling the small rivers of the Vologda region. Puberty occurs at 3-4 years old. The size of the absolute fertility (AF) of a grayling in the studied populations changed from 357 to 5275 eggs, averaging 1520. Individual absolute fertility positively correlates with age, length and body weight The average diameter of oocytes at a grayling of studied populations was as follows: in the river Zemtsovka – 1,19 mm, in the river Kostyuga – 1,10 mm.

Key words: European grayling, individual absolute fertility, small rivers, spawning.

УДК 504.45.054-034

ТОКСИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ СУЛЬФАТА МЕДИ НА НАЧАЛЬНЫЕ ЭТАПЫ ОНТОГЕНЕЗА ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ РАЗНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП

Е.Г. Крылова

*ФГБУ Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина Российской академии наук,
Россия, 152742 пос. Борок, Ярославская обл. E-mail: ranova@ibiw.yaroslavl.ru*

Изучено влияние сульфата меди на начальные этапы онтогенеза водных растений разных экологических групп. Установлен предел токсичности меди для прорастания семян *Sium latifolium* L. (между 100 и 250 мг/л) и *Scirpus sylvaticus* L. (между 25 и 50 мг/л). Более устойчивыми к действию солей меди оказались проростки *Sium latifolium* – их нормальное развитие наблюдалось при 1 и 10 мг/л, в то время как у *Potamogeton pectinatus* L., *Alisma plantago-aquatica* L. и *Scirpus sylvaticus* при 1 мг/л.

Ключевые слова: сульфат меди, водные растения, прорастание семян, развитие проростков.

Тяжелые металлы (ТМ) представляют серьезную угрозу вследствие их острой токсичности для организмов и постепенного накопления в окружающей среде до опасного уровня. Эколого-биохимические механизмы адаптации к воздействию ТМ исследованы еще недостаточно, особенно это касается водных экосистем и водных обитателей [10]. Выяснение механизмов выживания и приспособления растений к повреждающему действию ТМ через анализ изменчивости начальных этапов онтогенеза приобретает определенную актуальность.

Прогрессирующее загрязнение медью заметно повысило в последние годы интерес

ученых к механизмам ее токсического действия [14]. Она относится к эссенциальным элементам, которые в следовых количествах являются незаменимыми микроэлементами, а при концентрациях, превышающих физиологические потребности растений, проявляют токсические свойства [13]. Медь участвует в ферментативных окислительно-восстановительных реакциях, но для большинства высших растений граница толерантности к ней составляет 10^{-6} моль Cu^{2+} /л. Считается, что токсическое действие меди связано с нарушением мембранных барьеров клетки. Под действием ее избытка снижается уровень биосинтеза хлорофилла у высших растений, изменяется белковый состав хлоропластов, ингибируется транспорт электронов по фотосинтетической цепи. При подавлении дыхания ингибируется ферментативный аппарат. Особенно восприимчивы к избытку меди молодые ткани и органы [1]. Вопросы, касающиеся влияния меди на рост и развитие водных растений, освещены в литературе недостаточно [2-9].

Среди ТМ медь относится к переходным металлам, соединения которых обладают высокой биологической активностью. Дефицит переходного металла или его избыток сильно влияет на фотосинтезирующие функции растений [15]. При высоких концентрациях в среде токсические эффекты наблюдаются на различных уровнях: клеточном, тканевом, органном и т.д. [16, 17].

Целью нашей работы было изучение влияния сульфата меди на прорастание семян и начальные этапы развития проростков водных растений разных экологических групп: рдеста гребенчатого (*Potamogeton pectinatus* L.) – гидрофита; частухи подорожниковой (*Alisma plantago-aquatica* L.) – гелофита; поручейника широколистного (*Sium latifolium* L.) – гелогигрофита и камыша лесного (*Scirpus sylvaticus* L.) – гигрофита.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Семена собирали в сентябре 2014 г. в Ярославской обл. на малой реке Латке, затем, после холодной влажной стратификации в течение 4-5 месяцев, по 25 семян проращивали в люминостае в чашках Петри диаметром 90 мм при температуре 20-25° С на фильтровальной бумаге, смоченной растворами $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ в концентрациях 1, 10, 25, 50, 100, 250, 500 мг/л. Высокие концентрации использовали для выявления предела токсичности меди для прорастания семян (т.е., той концентрации, при превышении которой семена не прорастают). Повторность опытов трехкратная, освещенность 3200 лк, фотопериод 9/15. Контроль – дистиллированная вода. Длительность экспериментов составляла 15 дней. Определяли лабораторную всхожесть – долю проросших семян в конце эксперимента от их общего числа в % и проводили наблюдения за развитием проростков: определяли время позеленения семядолей, появления семядольных листьев, длину листьев и корней и время их отмирания. Статистическая обработка данных проводилась с помощью описательной статистики. Данные представлены в виде средних и их стандартных отклонений.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Влияние сульфата меди на прорастание семян.

Семена рдеста гребенчатого прорастали дружно во всех вариантах. Количество проросших семян статистически достоверно зависело от концентрации металла ($r = -0,47$, $p < 0,05$, $n = 24$). Лабораторная всхожесть была выше контрольной при концентрациях 1, 25 и 50 мг/л (табл.). Данные по динамике прорастания семян показали, что основная их часть прорастает к 8-м суткам (рис. А). При этом следует отметить, что быстрее, чем в контроле, семена прорастали на растворах сульфата меди только при 1 мг/л. В целом процент прорастания низкий, но предела токсичности сульфата меди для прорастания семян при используемых концентрациях не выявлено.

Семена частухи подорожниковой прорастали дружно во всех вариантах. Количество проросших семян статистически достоверно зависело от концентрации металла ($r = -0,63$, $p < 0,05$, $n = 24$). Лабораторная всхожесть была немного выше контрольной в вариантах с концентрациями 1 и 25 мг/л (табл.). Данные по динамике прорастания семян показали, что основная их часть проросла к 4-м суткам, а сходным с контрольным процесс прорастания был только при 1 мг/л (рис. В). Концентрации сульфата меди 50-500 мг/л угнетали процесс прорастания, однако предела токсичности для прорастания семян не выявлено.

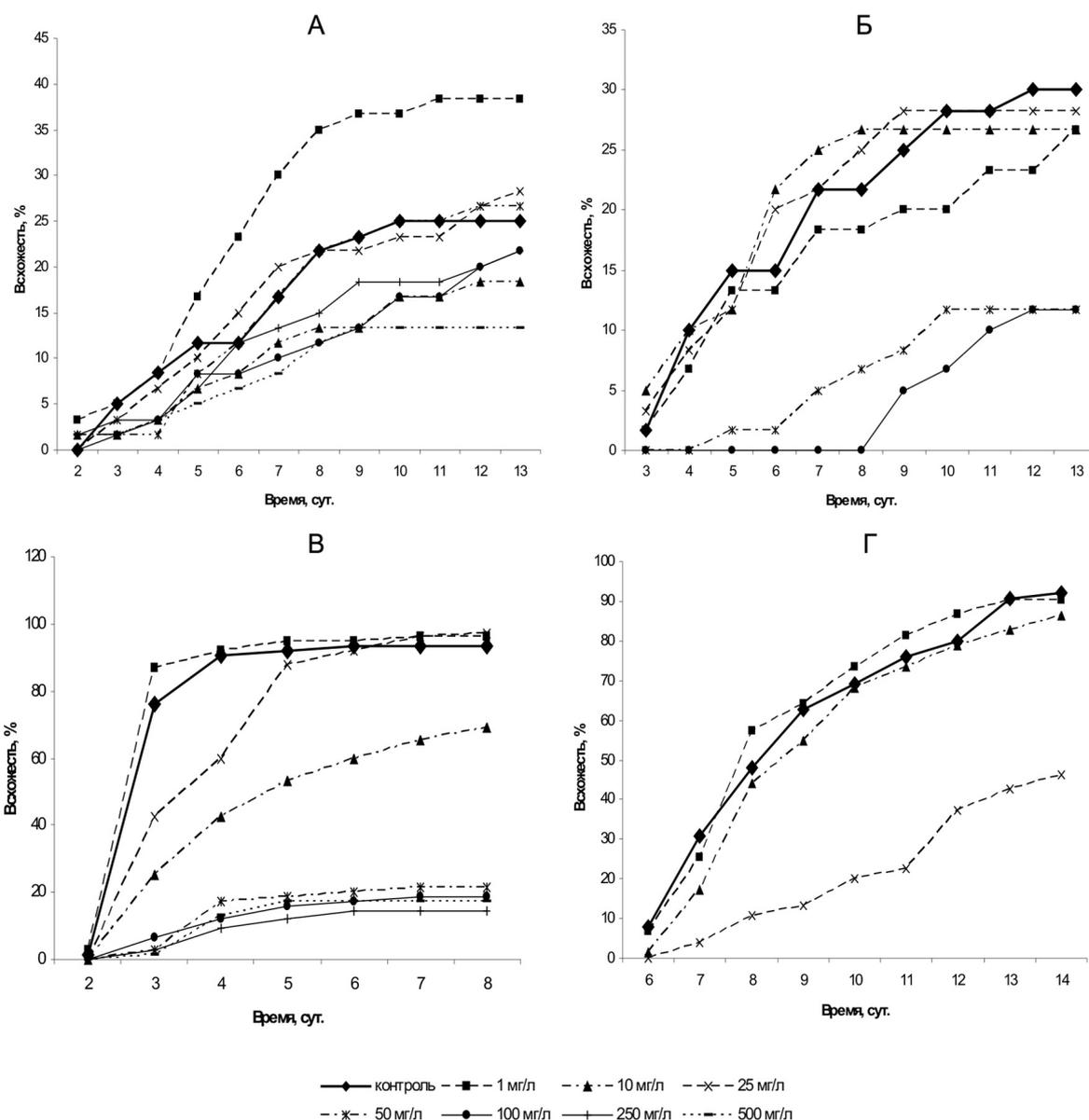


Рисунок – Динамика прорастания семян рдеста гребенчатого (А), поручейника широколистного (Б), частухи подорожниковой (В), камыша лесного (Г)

По оси абсцисс – время, сут., по оси ординат – всхожесть, %.

Семена поручейника широколистного проросли раньше в контроле и при концентрациях 1-25 мг/л, позже – при 50-100 мг/л и не проросли при 250 и 500 мг/л. Количество проросших семян статистически достоверно зависело от концентрации металла ($r = -0,71$, $p < 0,05$, $n = 24$). Лабораторная всхожесть была близка контрольным значениям при концентрациях 1-25 мг/л (табл.). Данные по динамике прорастания семян показали, что основная их часть прорастает к 10-м суткам (рис. Б). При этом концентрации меди 10 и 25 мг/л на 5-е-8-е сутки стимулировали прорастание, 50 и 100 мг/л – угнетали этот процесс. Установлен предел токсичности меди для прорастания семян этого вида, находящийся между 100 и 250 мг/л.

Семена камыша лесного проросли дружно в контроле и при концентрациях 1–25 мг/л, при 50–500 мг/л прорастания не наблюдалось. Лабораторная всхожесть была близка контрольным значениям при 1 и 10 мг/л (табл.). Концентрация меди 1 мг/л стимулировала процесс прорастания, а 25 мг/л – угнетала его. Данные по динамике прорастания семян показали, что основная их масса проросла к 9-м суткам (рис. Г). Установлен предел токсичности меди для прорастания семян этого вида – между 25 и 50 мг/л.

**Основные показатели прорастания семян и развития проростков водных растений
(среднее для трех повторностей)**

Концентрация металла, мг/л	Лag-время	Позеленение семядолей	Появление семядольных	Длина, мм		Отмирание листьев и корней, сут.	Лабораторная всхожесть, %
				сут.	листьев		
Рдест гребенчатый							
Контроль	3	4	6	8-10	4-6	нет	25,0±8,7
1	2	3	5	12-14	4-6	нет	38,3±7,6
10	2	3	5	8-10	3-5	9	18,3±2,9
25	3	4	6	8-10	3-5	8	28,3±10,4
50	2	4	6	6-8	2-4	8	26,7±17,5
100	3	4	7	6-8	1-3	8	21,7±5,8
250	2	нет	нет	0	0	7	21,7±7,6
500	2	нет	нет	0	0	7	13,3±2,9
Поручейник широколистный							
Контроль	3	5	8	6	5-6	нет	30,0±5,8
1	3	5	8	6-7	5-6	нет	26,7±4,4
10	3	5	8	7-8	6-7	нет	26,7±6,7
25	3	5	8	7-8	6-7	нет	28,3±3,3
50	5	8	нет	0	0-1	13	11,7±2,9
100	9	нет	нет	0	0-1	11	11,7±7,3
250	нет	нет	нет	0	0	-	0
500	нет	нет	нет	0	0	-	0
Частуха подорожниковая							
Контроль	2	3	4	8-10	6-8	нет	93,3±8,3
1	2	3	4	10-12	6-8	нет	96,0±4,0
10	3	3	5	8-10	4-6	9	69,3±25,7
25	3	3	5	6-8	2-4	9	97,3±2,3
50	3	3	нет	0	0	8	21,3±14,0
100	3	5	нет	0	0	7	18,7±18,9
250	3	5	нет	0	0	7	14,7±12,8
500	3	5	нет	0	0	6	17,3±12,8
Камыш лесной							
Контроль	6	7	9	8-10	6-7	нет	92,0±8,0
1	6	7	9	12-14	7-9	нет	90,4±4,8
10	6	7	9	5-7	3-5	нет	86,4±4,8
25	7	9	12	5-7	3-5	нет	46,4±23,5
50	нет	нет	нет	0	0	-	0
100	нет	нет	нет	0	0	-	0
250	нет	нет	нет	0	0	-	0
500	нет	нет	нет	0	0	-	0

Примечание: нет – отсутствие показателя.

Таким образом, установлена закономерность влияния сульфата меди разных концентраций на прорастание семян исследуемых видов в зависимости от их экологической группы. Для гидрофита и гелофита наблюдали стимулирующее воздействие на прорастание семян низких концентраций сульфата меди. Предела токсичности для этих групп видов не обнаружили. Для поручейника широколистного, представителя гелогидрофитов, предел токсичности составил 250-500 мг/л. Для гидрофита он установлен при достаточно низких концентрациях сульфата меди – между 25 и 50 мг/л. Наряду с экологическими условиями

произрастания сыграли роль размеры семян и особенности строения их оболочки. Семена рдеста гребенчатого имеют размер 2,5-5 мм, их экзокарпий состоит из крупных с воздушными полостями клеток. Семена частухи подорожниковой размером 3–5 мм. Клетки семенной кожуры крупные, с утолщенными стенками, полости их заполнены твердым содержимым. Семена поручейника широколистного размером 2 мм, на поверхности их имеются ребра. Семена камыша лесного размером 1 мм, их экзокарпий состоит из крупных клеток, покрытых оболочкой. Оболочка семян последних 2-х видов оказалась проницаемой для молекул ТМ.

Медь, обладая средней степенью поглощения, вызывает нарушение мембранных барьеров клетки, что и послужило причиной значительного токсического эффекта. Избыток меди в мембранах индуцирует окисление липидов, активирует выход кальция, нарушает трансмембранный перенос веществ [1]. Уменьшение токсичности меди при достаточно высоких концентрациях (повышение лабораторной всхожести у рдеста и частухи при 25 мг/л) может быть связано с образованием комплексов с низкомолекулярными соединениями в клетке [11].

Влияние сульфата меди на развитие проростков.

Проростки рдеста гребенчатого быстрее развивались при 1 и 10 мг/л (табл.). При 1 мг/л наблюдали увеличение длины листьев и интенсивности их окраски. При 250 и 500 мг/л у проклюнувшихся семян дальнейшего развития не наблюдалось, а на 7-е сутки проростки начали отмирать. На 8-е-9-е сутки некроз затронул проростки при 10-100 мг/л. Нормально развивались проростки только при 1 мг/л.

Проростки частухи подорожниковой хорошо развивались при 1-25 мг/л (табл.). При 1 мг/л наблюдали увеличение длины листьев и интенсивности их окраски. При 50-500 мг/л семядоли позеленели, но уже на 6-е-8-е сутки начали отмирать. На 9-е сутки некроз затронул проростки при 10-25 мг/л. Нормально развивались проростки только при 1 мг/л.

Проростки поручейника широколистного при 1-25 мг/л на 2-е сутки достигли значительных размеров с семядольными листьями и корнями (табл.). При 50 мг/л семядольные листья не развивались, ингибировалось развитие корней, при 100 мг/л наблюдали только проклевывание корешком зародыша покровов семени. При 250 и 500 мг/л проклюнувшихся семян не было. В дальнейшем при 100 мг/л проростки начали отмирать. При 25 мг/л изменялась интенсивность окраски листьев, при 50 мг/л наблюдался частичный некроз листьев и корней. Нормальное развитие продолжалось при 1 и 10 мг/л.

Проростки камыша лесного хорошо развивались при 1 мг/л. При 1-10 мг/л образовывались семядольные листья, имелись хорошо развитые корни (табл.). При 10 и 25 мг/л длина листьев и корней значительно уменьшалась, при 50-500 мг/л проклюнувшихся семян не было. В конце эксперимента нормально развивались проростки только при 1 мг/л.

Таким образом, устойчивее к действию солей меди оказались проростки поручейника широколистного, что подтверждает мнение о зависимости силы ингибирования формирования проростков ТМ от вида растения [9]. Концентрация 1 мг/л у проростков всех видов вызывала увеличение размеров листьев и усиление интенсивности их окраски, что говорит об активации низкими концентрациями меди биосинтеза хлорофилла. А.Г. Лапиров в работе с частухой подорожниковой показал, что медь при 0.01-1 мг/л стимулирует ростовые процессы и увеличивает морфометрические показатели проростков [9]. Подобный эффект низких концентраций меди, возможно, связан с активацией клеточного деления и увеличением размеров клеток. При более высоких концентрациях наблюдали побурение семядолей, вызванное нарушением фотоморфогенеза. В дальнейшем отмечен некроз кончиков корней и листьев, однако концентрации, его вызывающие, оказались выше для проростков поручейника широколистного и камыша лесного, что, возможно, объясняется экологией видов. Присутствие ТМ в воде изменяет ее фракционный состав в сторону повышения количества связанной воды, что приводит к увеличению водоудерживающей способности тканей и снижению интенсивности транспирации [12]. А нарушение водного баланса при высоких концентрациях ТМ является одной из причин их токсичности для растений, что, по-видимому, сильнее сказывается на гидрофитах и гелофитах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Наблюдали стимулирующее воздействие низких концентраций сульфата меди на

проращение семян гидрофита и гелофита. Предела токсичности для этих групп видов не обнаружили. Установлен предел токсичности меди для семян поручейника широколистного – между 100 и 250 мг/л, и камыша лесного – между 25 и 50 мг/л.

2. Устойчивее к действию сульфата меди оказались проростки поручейника широколистного, их нормальное развитие наблюдалось при 1 и 10 мг/л. У рдеста, частухи и камыша – при 1 мг/л. Некроз кончиков корней и листьев начинался при 10 мг/л у рдеста и частухи и при 50 мг/л – поручейника.

Список литературы

1. Демидчик В.В., Соколик А.И., Юрин В.М. Токсичность избытка меди и толерантность к нему растений // Успехи совр. биологии 2001. Т. 121, № 5. С. 511-525.
2. Крылова Е.Г. Токсичность солей никеля и меди для семян и проростков рдеста гребенчатого (*Potamogeton pectinatus* L.), частухи подорожниковой (*Alisma plantago-aquatica* L.), поручейника широколистного (*Sium latifolium* L.) и ситника скученного (*Juncus conglomeratus* L.) // Токсикологический вестник. 2010. №1. С.41-44.
3. Крылова Е.Г., Васильева Н.В. Проращение семян и развитие проростков представителей рода *Bidens* (Asteraceae) в растворах сульфата меди // Вестник Томского государственного университета. 2011. № 352. С. 207-210.
4. Крылова Е.Г. Влияние солей никеля, меди и цинка на проращение семян и начальные этапы онтогенеза поручейника широколистного (*Sium latifolium* L.) и камыша лесного (*Scirpus sylvaticus* L.) // Биология внутренних вод. 2011. № 4. С. 72-78.
5. Крылова Е.Г. Влияние сульфатов никеля и меди на начальные этапы онтогенеза представителей рода *Scirpus* (Cyperaceae) // Токсикологический вестник. 2012. №6. С. 39-42.
6. Крылова Е.Г. Проращение семян и развитие проростков частухи подорожниковой (*Alisma plantago-aquatica* L.) в растворах солей тяжелых металлов // Вода: химия и экология. 2013. № 10 С. 107 – 111.
7. Беляков Е.А., Лапиров А.Г., Крылова Е.Г. Влияние сульфата меди на проращение плодов и развитие проростков SPARGANIUM EMERSUM REHM. (SPARGANIACEAE) // Вода: химия и экология. 2014. № 8 (74) С. 104-109.
8. Лапиров А.Г., Микрякова Т.Ф. Влияние меди на формирование проростков частухи подорожниковой (*Alisma plantago-aquatica* L.) // Биология внутренних вод 2006. № 4. С. 72-76.
9. Лапиров А.Г. Влияние некоторых тяжелых металлов на проращение семян и развитие проростков *Alisma plantago-aquatica* (Alismataceae) и *Bidens tripartita* (Asteraceae) // Раст. ресурсы. 2008. Вып.4. С. 98-106.
10. Розенцвет О.А. Изучение особенностей аккумуляции ионов тяжелых металлов водными растениями и роли липидов в адаптации к ним // Изв. Самар. НЦРАН. 2006.Т.8.№ 1.С. 332-340.
11. Розенцвет О.А., Мурзаева С.В., Гущина И.А. Аккумуляция меди и ее влияние на метаболизм белков, липидов и фотосинтетических пигментов в листьях *Potamogeton perfoliatus* L. // Изв. Самар. НЦРАН. 2003.Т.5.№ 2.С. 305-311.
12. Тарабрин В.П. Физиология устойчивости древесных растений в условиях загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами // Микроэлементы в окружающей среде. Киев: Наукова думка. 1980. С.17-21.
13. Clemens S. Toxic Metal Accumulation, Responses to Exposure and Mechanisms of Tolerance in Plants // Biochemistry. 2006. V.88. P. 1707-1719.
14. Kramer U., Talke I., Hanikenne M. Transition Metal Transport // FEBS Lett. 2007. V. 581. P. 2263-2272.
15. Yruela I. Transition metals in plant photosynthesis. Metallomics. 2013. 5(9). P.1090-1109.
16. Yruela Inmaculada. Copper in plants. Braz. J. Plant Physiol. 2005. vol.17. no.1, P.145–156.
17. Yusuf M., Fariduddin Q., Hayat S., Ahmad A. Nickel: an overview of uptake, essentiality and toxicity in plants// Bull. Environ. Contam. Toxicol. 2011. Vol. 86. Issue 1. P. 1–17.

TOXIC EFFECT OF COPPER SULPHATE ON THE INITIAL STAGES OF ONTOGENESIS OF AQUATIC PLANTS OF DIFFERENT ECOLOGICAL GROUPS

Krylova E.G.

ID Papanin Institute for biology of inland waters Russian Academy of Sciences, 152742, Yaroslavl region, Nekouzsky r-n, pos. Borok

The effect of copper sulfate on the initial stages of ontogeny of aquatic plants of different ecological groups. Set a limit to the toxicity of copper for seed germination *Sium latifolium* L. (between 100 and 250 mg / l) and *Scirpus sylvaticus* L. (between 25 and 50 mg / liter). More resistant to copper salts were broadleaf seedlings *Sium latifolium* – their normal development was observed at 1 and 10 mg / l, while *Potamogeton pectinatus* L., *Alisma plantago-aquatica* L. and *Scirpus sylvaticus* with 1 mg / liter.

Key words: copper sulfate, water plants, seed germination, seedling development.

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ РЕКИ БЕЛАЯ (ЗАПАДНЫЙ КАВКАЗ)

Т.М. Кудерина¹, Е.А. Грабенко², С.Б. Сулова¹

¹ФГБУН Институт географии РАН, старший научный сотрудник, к.г.н., г. Москва, Россия,
e-mail: tmkud@yandex.ru, svsu@mail.ru

²ФГБУ Кавказский государственный природный биосферный заповедник им.
Х.Г. Шапошникова, старший научный сотрудник, к.г.н.,
г. Майкоп, Россия, e-mail: grabenko@inbox.ru

Качество природных вод является одним из динамичных показателей при проведении эколого-геохимического мониторинга. Воды реки Белая являются основным источником водоснабжения для населения, проживающего в этой части Республики Адыгея. Многолетние геохимические исследования поверхностных вод р. Белой позволяют говорить об их стабильном состоянии. Тем не менее, высокая активность экзогенных процессов в горных ландшафтах Кавказского заповедника вызывает существенные изменения в химическом составе речных вод (оползни 2012 г.).

Ключевые слова: эколого-геохимический мониторинг, река Белая, катастрофические оползни, минерализация воды, химический и микроэлементный состав вод.

Река Белая – второй по длине и самый мощный по водоносности левобережный приток р. Кубани. Она зарождается на склонах горного массива Фишт–Оштен на Западном Кавказе. Исток формируется из пяти карстовых источников, расположенных на северо-восточном склоне г. Фишт (высота 1450-1610 м). Расходы воды источников летом составляют 0,1–0,85 м³/с [данные Григорьева и др., 1979, цит. по Лурье и др., 2005].

Питание р. Белой идет за счет подземных вод, атмосферных осадков, а также высокогорных снегов и ледников. Последние два источника составляют до 41,6–69,4 %, в том числе снеговой (выше г. Майкопа) – 32,9-41,6 % [Лурье и др., 2005]. Доля подземного питания составляет 14,2-24,0 % при минимальной величине в бассейне р. Пшеха. В бассейне р. Белой имеются 29 ледников общей площадью 7,6 км². Это потенциальные запасы пресных вод питьевого качества.

Для Белой типично весенне-летнее половодье, вызванное интенсивным таянием снега и ледников. Однако иногда наблюдается резкий подъем воды осенью и даже зимой. Как правило, это вызвано обильными дождями в бассейне водосбора. Пик паводка обычно приходится на конец мая – начало июня. Минимальные уровни воды наблюдаются зимой.

Река Белая на своем пути пересекает все высотные ландшафтные зоны. В горной части река течет в глубоком ущелье. Форма долины троговая (до устья р. Холодной), затем V-образная (до п. Каменноостской), а до г. Белореченск –трапецеидальная. Длина реки 273 км, площадь бассейна 5990 км². Средняя высота водосбора 770 м. Уклон реки – 8,7 ‰, тогда как в верхней части реки он составляет 140 ‰. Сток р. Белой зарегулирован двумя ГЭС – Майкопской и Белореченской. В нижнем течении среднегодовой расход воды 42,5 м³/с [Лурье и др., 2005]. Впадает река в Краснодарское водохранилище.

Долина реки Белой довольно густо заселена. Самые крупные населенные пункты: город Майкоп – столица Республики Адыгея, город Белореченск, поселки Каменноостский и Тульский. Широкое использование вод р. Белой в роли источника водоснабжения для питьевых и промышленных целей требует постоянного контроля качества ее вод. В связи с этим качество поверхностных вод может рассматриваться как один из динамичных индикаторов при проведении эколого-геохимического мониторинга.

Многолетние геохимические исследования основного потока Белой на территории заповедника и в селитебной зоне позволяют говорить о стабильном состоянии природных поверхностных вод (табл. 1). Пробы речной воды отбирались от истока Белой до ее выхода на равнину и в конечных створах основных притоков.

Показатели рН и минерализации (мг/л) вод р. Белая

Место отбора образцов	2004 г.		2008 г.		2012 г.		2013 г.		2014 г.	
	рН	минерализация								
р. Белая, исток	6,5	35	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
р. Белая, пос. Гузерипль	7,6	26	7,0	51	8,1	65	н/д	н/д	н/д	н/д
р. Белая, Майкоп	7,9	66	н/д	н/д	7,8	75	7,8	160	7,5	160

Минерализация и химический состав воды р. Белой изменяется от истоков к устью. Ультрапресные в верховьях воды имеют гидрокарбонатно-магний-кальциевый состав. Ниже по течению минерализация закономерно возрастает до 200 мг/л), состав вод становится гидрокарбонатно-кальциевый. Большой вклад в минерализацию вносят левые притоки Белой, дренирующие рыхлые породы и карбонатные отложения низкогорий. Показатели рН характеризуются нейтральной-слабощелочной реакцией.

Зимой 2011–2012 г. в верховьях р. Белая, произошел крупный катастрофический оползень, обогативший речные воды тонкодисперсными взвешями. Обследование подножий г. Оштен силами научного отдела заповедника и сотрудниками Института географии РАН осенью 2012 г. показало, что основные подвижки грунта наблюдаются на восточном склоне предвершинной части г. Гузерипль, расположенной юго-восточнее г. Оштен, на высотах 2000–2100 м над у.м.

Выходы грунтовых вод на поверхность и обильные осадки в районе Фишт-Оштенского массива способствуют усилению обвального процесса. Судя по съёмке с вертолѐта, обвал, видимо, происходил несколько раз, в результате полностью перекрыл приток р. Белой – Мутный Тепляк впадающий в р. Армянку.

Катастрофические оползни 2012 г. на горе Гузерипль, вызванные землетрясениями и последующими обильными осадками, изменили физические свойства (резкое повышение мутности, темный цвет воды за счет промывания углеродистых черносланцевых пород) и химический состав воды на гидрокарбонатно-кальциевый с содержанием большого количества алюмосиликатов, железа и литогенных элементов.

Ухудшение состава воды в Белой наблюдалось в течение нескольких лет. Промывной режим почв и рыхлых отложений способствовал выносу взвешенных наносов.

Содержание алюмосиликатов и литогенных элементов было очень высокое в момент катастрофы, но процесс осаждение быстро завершился. Вынос органического вещества все еще продолжается. Наблюдается изменение ионного состава речных вод и его суммарное увеличение вниз по течению реки.

В настоящее время химический состав воды (Метод ICP MS, прибор Elan–6100) в Белой в нижнем течении снова гидрокарбонатно-магний-кальциевый, но концентрация этих элементов в 5-8 раз выше (табл. 2).

Анализ микроэлементного состава вод р. Белой во время катастрофических обвалов также выявил значительные изменения в содержании ряда других элементов (табл. 2). Наблюдалось увеличение концентраций Fe, Co, Ni, V, Ti, Se, Br, Sn на один-два порядка.

Результаты эколого-геохимического мониторинга бассейна р. Белой на территории КГПБЗ в последние годы показали, что содержание многих микроэлементов в воде заметно уменьшилось, особенно в верховьях. Это свидетельствует о постепенном очищении вод.

Содержания химических элементов в речной воде р. Белой, мкг/л (ppb)

Элемент	р. Белая, пос. Гузерипль		р. Белая, мост у ст. 61 км		р. Белая, Майкоп				Среднее реки мира
	2004 г.	2012 г.	2008 г.	2012 г.	2004 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	
C	-	84331	12118	89693		140317	92968	51800	-
Al	0	<u>9715</u>	2	<u>2163</u>	30	30	31	5,5	50
Si	1920	5529	710	2483	3150	1724	1474	886	6500
Na	2740	8155	1968	5521	1390	8825	7517	2751	6300
Mg	5110	9506	3068	11524	2000	17944	16687	6156	4100
K	800	3358	670	1821	320	16563	1474	772	2300
Ca	9060	18159	14854	22806	14440	37369	42683	17290	15000
Sr	19	87	49	113	32	216	242	87	70
Ti	1,31	66,42	20,37	40,53	1,59	31,28	51,53	21	3
V	0,54	10,48	0,85	3,68	0,69	1,72	0,22	2,6	0,9
Fe	20	1076	95	334	10	1885	335	149	40
Co	0,02	0,49	0,03	0,14	0,05	0,36	0,11	0,07	0,1
Ni	0,2	5,10	0,52	1,3	0,4	2,02	1,34	0,62	0,3
As	0,3	2,5	0,9	1,9	0,4	1,52	0,9	0,94	2
Se	-	2,15	1,8	1,8	0,7	1,76	0,29	7,08	0,06
Br	-	624	32	714	-	198	59	99	20
Sn	0,11	0,53	0,01	0,36	-	0,75	0,05	0,07	0,04
Sb	0,06	0,59	0,08	0,34	0,06	1,07	0,11	0,05	0,07

Примечание: подчеркнутым курсивом выделено превышение ПДК, черным – значения выше среднего содержания в реках мира.

Дозиметрия почв, обнажившихся материнских пород, оползневого материала, современных речных наносов и наилок не выявила превышение фоновых значений.

Таким образом, в горных части бассейна р. Белая наблюдается высокая активность экзогенных процессов, влияющих на геохимическое состояние ландшафтов. Химический состав природных вод является важнейшим индикатором динамики процессов в ландшафтах в современных меняющихся условиях климата и усилении воздействия антропогенного фактора. Оценка эколого-геохимического состояния горных ландшафтов приобретает особую актуальность в густонаселенных регионах. Эти знания необходимы, т.к. определяют качество среды обитания человека, а также водных биоресурсов.

Список литературы

1. Лурье П.М., Панов В.Д., Ткаченко Ю.Ю. Река Кубань: гидрография и режим стока. СПб. Гидрометеоздат. 2005.- 499 с.

ECOLOGICAL AND GEOCHEMICAL MONITORING OF THE BELAYA RIVER (WEST CAUCASUS)

T. Kuderina¹, E. Grabenko², S. Suslova¹

¹*Institute of geography RAS, Dr. Sc. in geography, senior researcher, Moscow, Russia,
tmkud@yandex.ru, svsu@mail.ru*

²*Caucasus State Nature Biosphere Reserve, Dr. Sc. in geography, senior researcher, Maykop,
Republic of Adygea, Russia grabenko@inbox.ru*

The chemistry of natural waters is one of the dynamic indicators in the ecological-geochemical monitoring. Water River Belaya is the main source of water supply for the population living in this part of the Republic of Adygea. Long-time geochemical observations of the river water in the Belaya basin determine their stability. However, the high activity of the exogenous processes in the mountain landscapes of the Caucasus Nature Reserve causes changes in the composition of river waters (landslides, 2012).

Keywords: environmental and geochemical monitoring, the Belaya River, the catastrophic landslides, the salt content, the analysis of the trace elements composition.

УДК 639.517.045

ТЕПЛОВОДНОЕ КУЛЬТИВИРОВАНИЕ СЕГОЛЕТКА ДЛИННОПАЛОГО РАКА (*ASTACUS LEPTODACTYLUS* ESCH.) В ЗЕМЛЯНЫХ ПРУДАХ

В.Ф. Кулеш

*Белорусский государственный педагогический университет, г.Минск, Беларусь,
victor_kulesh@tut.by*

Приводятся результаты культивирования сеголетка длиннопалого рака (*Astacus leptodactylus* Esch.) в земляных прудах в монокультуре на сбросной подогретой воде Березовской ГРЭС (Брестская обл., Беларусь). Размерно-весовые показатели в среднем составили 4,72±0,82 см, 4,61±0,85 см и 3,60±1,46г, 3,42±1,33 г, соответственно. Величина выживаемости за 100-101 сутки выращивания сеголетка составила 29,0–31,1 %. Сделан вывод, что земляные пруды вполне пригодны для тепловодной аквакультуры молоди длиннопалого рака в течение вегетационного сезона.

Ключевые слова: длиннопалый рак, земляные пруды, сеголеток, тепловодная аквакультура.

В практике европейской аквакультуры практикуется полуинтенсивный путь получения товарной рачьей продукции, основой которого является рациональное ресурсосберегающее использование запасов раков в имеющихся водоемах, выращивание посадочного материала и дальнейшее заселение его в перспективные ракопромысловые водоемы. Таким способом можно восстановить запасы раков в тех местообитаниях, где они встречались ранее, а также в целом ряде ракопродуктивных водоемов, которые интенсивно эксплуатируются и находятся под угрозой снижения промысловой численности популяций [1, 14, 15, 18].

Наши многолетние исследования показали, что перспективное направление рачьей аквакультуры – использование сбросной подогретой воды энергетических объектов для получения посадочного материала. Тепловодное культивирование в земляных прудах позволяет сократить сроки личиночного развития, увеличить размерно-весовые показатели посадочного материала по сравнению с бассейновым или прудовым подращиванием молоди длиннопалого рака (*Astacus leptodactylus* Esch.) в обычных открытых водоемах с естественным температурным режимом. Достигается этот эффект за счет более высокой температуры воды и хорошей обеспеченности естественными видами корма, которые развиваются на сбросной подогретой воде [3-6].

В этой связи, цель данной работы – получение посадочного материала длиннопалого рака в тепловодной прудовой культуре.

Для отлова яйценосных самок с целью последующего получения личинок в условиях инкубатора было выбрано озеро Соминское (Брестской обл., Беларусь). Отлов яйценосных самок производили пассивными орудиями лова типа «вентерь» во второй половине мая. В течение суток раки были доставлены в инкубатор Белоозерского отделения рыбхоза «Селец» (Брестской обл.). В течение суток раки были доставлены в инкубатор Белоозерского отделения рыбхоза «Селец».

Яйценосных самок содержали в округлых пластиковых бассейнах, размещенных в инкубаторе с постоянным протоком воды из пруда отстойника, питаемого подогретой водой из теплого сбросного канала Березовской ГРЭС. Размер маточных емкостей 2,40м×2,40м×0,60м, что по площади равнялось 5,76 м². Выходной трубой можно было свободно регулировать высоту слоя воды в бассейне. Температура колебалась в пределах 23-27°С, содержание кислорода не опускалось ниже 4,0 мг/л. В каждый бассейн помещалось по 300 самок, с плотностью посадки 52 экз./м². Самок содержали без укрытий и один раз в неделю подкармливали карповым комбикормом. Период содержания яйценосных самок в маточных емкостях продолжался примерно 2 недели до вылупления личинок.

Для проведения полевых экспериментов были использованы земляные, производственные рыболовные пруды, в которые подавалась сбросная подогретая вода из теплого сбросного канала Березовской ГРЭС (Брестская обл.). В прудах велись подготовительные работы для их эксплуатации в весенне-осенний вегетационный сезон. С этой целью пруды чистили, удобряли навозом, минеральными удобрениями и заливали водой в конце апреля. Примерно месяц в прудах развивалась необходимая кормовая база для прудовых видов рыб.

В пруды И1, И2, площадью 0,03 га 15 и 16 июня 2005г., было посажено 1590 и 1488 личинок длиннопалого рака II стадии, что составило 5,3 и 5,0 экз./м² соответственно. На входное отверстие трубы, откуда подавалась вода в пруд из теплого канала одевался фильтр из мелкоячеистой дели, чтобы вместе с водой не попали личинки пресноводных креветок и рыб. Однако при спуске и облова прудов в них все же были обнаружены единичные экземпляры креветок, а также молодь окуня и ерша. Общая численность молоди и половозрелых креветок в прудах не превышала 0,01 экз./м². Вегетационный период на протяжении, которого был выращен сеголеток длиннопалого рака, на сбросной подогретой воде Березовской ГРЭС, продолжался 100-101 сутки (облов прудов производился 23-24 сентября). Раков не кормили и они использовали только естественную кормовую базу, которая развивалась в прудах в течение вегетационного сезона.

Гидрологические и гидрохимические показатели наших экспериментальных прудов, приведенные в таблице 1 были вполне благоприятны для выращивания сеголетка длиннопалого рака в поликультуре и монокультуре. Температура изменялась от 22,1 °С в середине июня и до 16,2 °С в середине сентября. Максимальные значения температуры наблюдались июле-августе и колебались в пределах 25-31 °С.

Один из важнейших абиотических факторов для речных раков показатель рН, колебался в незначительных пределах и только в сентябре наблюдалось небольшое возрастание щелочности, а это более благоприятная ситуация, чем увеличение кислотности воды. Следует также отметить, что к концу вегетационного периода наблюдалось и закономерное возрастание количества взвешенного органического вещества в прудах, причем более чем в четыре раза. Это связано с интенсивным накоплением и последующим отмиранием, прежде всего биомассы фитопланктона и зоопланктона.

Как видно из таблицы 1 показатели гидрохимического состава воды в земляных прудах показывают, что условия для воспроизводства и выращивания длиннопалого рака в прудовых условиях также вполне приемлемы (уровень водородных ионов, несколько смещенный в щелочную сторону, высокое содержание кальция, низкое содержание аммиака) [17]. Невысокое биохимическое потребление кислорода (БПК₅) является благоприятным фактором, равно как и высокая минерализация и низкое содержание нитратов и нитритов. Повышенная окисляемость к концу вегетационного периода свидетельствует о наличии большой концентрации органических веществ, однако высокое содержание кислорода снижает лимитирующее действие органического загрязнения [8].

Средние гидрологические и гидрохимические показатели при выращивании посадочного материала длиннопалого рака в течение вегетационного сезона в земляных прудах на сбросной подогретой воде Березовской ГРЭС (Брестская обл.)

Показатели	Пруд И1	Пруд, И2
Площадь пруда, м ²	300	300
Глубина, м.	0,7–1,3	0,7–1,3
Прозрачность, м.	0,3–0,8	0,4–0,7
Температура, °С	17,0–29,6	16,2–27,8
Концентрация кислорода, мг/л	4,0–9,6	4,6–9,3
pH	7,7–9,3	7,5–9,0
БПК ₅ , мг/л O ₂	3,4	2,9
Общая жесткость, мг.экв./л.	3,0–3,5	3,0–3,6
Общее железо, мг/л	0,15–0,30	0,17–0,31
NO ₂ , ион.мг/л	0,01–0,02	0,01–0,02
NH ₄ , ион. мг/л	0,5–1,9	0,8–1,7
Взвешенное вещество, мг/л	4,4–33,1	4,9–33,0
Сухой остаток, мг/л	303,0–487,0	312,0–490,0
Окисляемость, мг O ₂ /л	9,9–26,5	9,9–25,0
Щелочность, мг экв./л	2,2–4,0	3,2–4,5
PO ₄ , ион. мг/л	0,01-0,02	0,13–0,19

Длиннопалый рак в состоянии длительное время существовать в диапазоне температур от 4 до 32 °С. Отмечается, что раки адаптированные к 26 °С в состоянии переносить понижение температуры до 15оС и повышение до 35,8 °С. При длительном существовании при температуре 20-30 °С не наблюдалась летальных эффектов [13]. Следовательно, в наших экспериментах температурные условия были вполне допустимыми для реализации ростовых потенций молоди длиннопалого рака на сбросной воде теплоэлектростанции.

В таблице 2 приведены размерно–весовые характеристики урожай сеголетка длиннопалого рака, полученного в моно– и поликультуре на сбросной воде теплоэлектростанции. Как видно из таблицы средняя длина тела сеголетка длиннопалого рака в монокультуре на сбросной подогретой воде теплоэлектростанции и составляет 4,72±0,82 см и 4,61±0,85 см, а масса 3,60±1,46 г и 3,42±1,33 г. Отдельные экземпляры сеголетка достигали более 6 см в длину и массы более 7 г. Урожай в среднем составил около 52 кг/га.

Таблица 2

Урожай и размерно-весовая характеристика сеголетка длиннопалого рака при прудовом выращивании в монокультуре

Условия выращивания, период роста	Начальная плотность, экз./м ²	Урожай, кг/га	Длина тела, см			Масса, г		
			средняя±s.d	максимальная	минимальная	средняя±s.d	максимальная	минимальная
Земляной пруд И1 (0,03 га, t-17,0-29,6 °С) – 100 сут.	5,3	52,2	4,72±0,82 n=159	7,20	3,20	3,60±1,46 n=159	8,70	1,30
Земляной пруд И2 (0,03 га, t-16,2-27,8 °С) – 101 сут.	5,0	52,4	4,61±0,85 n=120	6,90	2,70	3,42±1,33 n=120	7,50	1,30

В таблице 3 в сравнительном аспекте приводятся результаты наших исследований с данными других авторов. Выживаемость сеголетка составила 29,0-31,1 %. Такие не высокие показатели, прежде всего можно объяснить, тем, что раков искусственно не подкармливали в течение всего вегетационного сезона и они питались только естественной кормовой базой, которая развивалась в прудах.

Размеры и выживаемость сеголетка длиннопалого рака в конце вегетационного периода при выращивании в земляных прудах

Время роста, сутки	Средняя длина тела, см	Плотность, посадки, экз./м ²	Выживаемость, %	Условия выращивания	Автор
100	4,72±0,82	5,3	29,0	Пруд И1 (0,2 га, t-17,0–29,6 °С, тепловодная монокультура)	Собственные данные
101	4,61±0,85	5,0	31,1	Земляной пруд И2 (0,03 га, t-16,2–27,8 °С, тепловодная монокультура)	Собственные данные
132	3,08±0,29	6,0	22,0	Пруд, Минская обл. (0,08 га, 12,6-21,0 °С, монокультура), естественный терморезим	[5]
120	4,68	20,0	3,4	Пруд, Турция (0,0048 га, t-17,6-18,0°С)	[16]
120	4,30–4,70	5,0	10,0	Пруд, Киевская обл. (0,05 га, t-13,0-23,0°С)	[2]
122	5,55	5,0	10,0	Пруд, Киевская обл. (0,05га, t-10,0–23,5°С)	[9]
122	6,35	5,0	16,0	Пруд, Одесская обл. (0,02га, t-8,0–28,0°С)	[9]
119	4,87±1,30	10,0	21,0	Пруд, Астраханская обл. (0,25 га, t-17,5–21,4°С);	[7]
128	6,40±0,95	3,8	38,0	Пруд, Астраханская обл. (0,25 га, t-18,0–23,7°С)	[7]
120	5,25±1,93	6,0	30,0	Пруд, Ростовская обл. (0,13га, t-21,–23°С, личинка карпа)	[11,12]
120	5,05±0.86	30,0	75,2	Пруд, Ростовская обл. (0,13га,t-21–23°С, личинка буффало)	[12]
160	5,79±1,21	2,1	71,0	Пруд, Болгария (0,14 га, t-16,5–24,1°С, сеголеток толстолобика)	[10]

Ближе всего результаты наших исследований по выращиванию сеголетка длиннопалого рака в прудах к данным, полученным Р. Карафеззлиевой и К.Б. Ставровским [2,9] для прудов, расположенных в зоне Украинского Полесья, а также Турции и Болгарии [10, 16].

Более высокие размерные показатели роста и выживаемости сеголетка в прудах Ростовской, Одесской и Астраханской областей, можно объяснить тем, что в качестве посадочного материала были взяты окрепшие личинки на “стадии III”, возраст которых от момента выклева из яиц уже составил в среднем 20 суток, а их средняя длина достигла 1,2 см. В наших же экспериментах отсчет времени вегетации начинался от момента выклева личинок + 2 суток.

Различия в скорости роста молоди длиннопалого рака в разные годы в разных регионах в первую очередь зависят от температуры воды. Так средняя температура воды в при выращивании рака на юге России, в Астраханской области была 21 °С. В степной зоне Украины (Одесская область) средняя температура была 25,1 °С, севернее в Полесской зоне (Киевская область) – 19,2 °С. В условиях Беларуси средняя температура воды в экспериментальном пруду рыбхоза Волма была 16,5 °С. Таким образом, температурные параметры среды наиболее благоприятны для роста длиннопалого рака на юге России в дельте Волги и Дона, где за вегетационный период на первом году жизни раки достигают длины более 60 мм. В Беларуси в естественных водоемах за такой же период жизни они достигают только половины этой длины (табл. 3).

В заключение можно сделать вывод, что сбросная подогретая вода теплоэлектростанции пригодна для подращивания сеголетка длиннопалого рака в течение весенне-осеннего вегетационного сезона. Даже без дополнительной подкормки величина выживаемости и размерно-весовые показатели вполне сопоставимы с аналогичными показателями,

характерными для южных регионов, где темп роста раков выше, чем в водоемах умеренной зоны.

Список литературы

1. Алехнович, А.В. Новые подходы к охране и эксплуатации популяций речных раков / А.В. Алехнович, В.Ф. Кулеш // Экология. – 2004. – № 1. – С.51–55.
2. Карафезлиева, Р.Х. Разведение и выращивание молоди длиннопалого рака в условиях Полесской зоны Украинской ССР: автореф. ... дис. канд.биол.наук: 03.00.32 / Р.Х. Карафезлиева; УкрНИИРХ. – Киев, 1978. – 22 с.
3. Кулеш В.Ф. Биология культивирования промысловых видов пресноводных креветок и речных раков на теплых водах / В.Ф. Кулеш. – Москва: Новое знание, 2012. – 328 с.
4. Кулеш, В.Ф. Потенциальные возможности аквакультуры речных раков на сбросной подогретой воде теплоэлектростанции // Зоологические чтения – 2015: материалы междунар. научно-практ. конф. (Гродно, 22-23 апр.2015г.) /О.В.Янчуревич (отв. ред.) [и др.]. – Гродно: ГрГУ, 2015. – С. 149–152.
5. Кулеш В.Ф. Получение сеголетка длиннопалого рака (*Astacus leptodactylus* Esch.) в поликультуре с использованием сбросной подогретой воды теплоэлектростанции / В.Ф. Кулеш, А.В. Алехнович // Докл. НАН Беларуси, 2004. – Т.48, № 3.– С.68–72.
6. Кулеш В.Ф. Первый опыт содержания яйценосных самок и получения личинок широкопалого рака на сбросной подогретой воде теплоэлектростанции /В.Ф.Кулеш, А.В. Алехнович, В.И.Кожух, Ю.Н.Мелех, И.Д. Михович Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2011. – № 4.– С.59–63.
7. Нефедов, В.Н. Результаты опытно-производственной проверки методических рекомендаций по биотехнологии получения молоди длиннопалого рака / В.Н. Нефедов // сб. научн. тр. / ГосНИОРХ.– Ленинград, 1989. – Вып. 300: Состояние естественных запасов, воспроизводства и товарное выращивание речных раков. – С.56–73.
8. Раколовство и раководство на водоемах европейской части России (справочник) / О.И.Мицкевич (общая ред.) [и др.]. – Санкт-Петербург: ФГНУ Гос НИОРХ, 2006. – 207с.
9. Ставровский, К.Б. Продукция речных раков (*Astacus leptodactylus* Escholz) при естественном и искусственном воспроизводстве.: автореф... дис. канд.биол.наук: 03.0018 / К.Б. Ставровский; Институт гидробиологии АН УССР. – Киев, 1983. – 21 с.
10. Хубенова Т. Размерно-тегловна характеристика на култивировани еднолетни езерни раци (*Astacus leptodactylus* Esch.) / Т. Хубенова, А. Зайков, Й. Караниколов, П. Василева // Животновъдни науки. – 2001. –Т.38, № 5. – С.7–10.
11. Черкашина, Н.Я. Выращивание раков в поликультуре с рыбой / Н.Я. Черкашина // Рыбное хозяйство. – 1984. – № 2. – С.39–40.
12. Черкашина, Н.Я. Рациональное использование прудовой площади при выращивании раков из рода *Astacus* / Н.Я. Черкашина // сб. научн. тр. / ВНИИПРХ. – Москва, 1986. – Вып.31: Вопросы интенсификации прудового рыбоводства. – С.101–108.
13. Atlas of crayfish in Europe / C. Souty-Grosset, D.M. Holdich, P.Y. Noll, J.D. Reynolds, P. Haffner (eds.). Paris, France: Museum national d’Histoire naturelle, 2006. – 188 p.
14. Crayfish biology and culture /P.Kozak, Z.Duris, A.Petrusek [et al.]. –Vodnany, Chesh Republik: University of South Bohemia in Ceske Budejovice, 2015. – 456 p.
15. Holdich, D.M. A review of astaciculture: freshwater crayfish farming / D.M. Holdich// Aquat. Living Resour.–1993. – № 6. – P. 307–317.
16. Koksál, G. *Astacus leptodactylus* in Europe / G. Koksál // Freshwater crayfish: biology, management and exploitation / Croom Helm; D.M.Holdich, R.S.Lowery (eds.). – London, 1988. – P.365–400.
17. Rognerud, S.M. Warwe quality and effluents / S.M. Rognerud, A. Appelberg, M. Eggereide, M. Pursiainen // Crayfish culture in Europe in Europe. Report from the workshop on crayfish culture, Trondheim, Norway 16–19 november, 1987 / The Norwegian Directorate for Nature Management; J.Skurdal, K.Westman, P.I.Bergan (eds.). – Trondheim, Norway, 1989. – P.18–28.
18. Skurdal, J. Do we need harvest regulations for European crayfish? / J. Skurdal, T.Taugbol // Reviews in Fish Biology and Fisheries. – 1994. – Vol.4. – P. 461–485.

WARM WATER CULTIVATION OF THE CLAWED CRAYFISH YEARLINGS (*ASTACUS LEPTODACTYLUS* ESCH.) IN EARTHEN PONDS

Kulesh V.F.

Belarusian State Pedagogical University, Minsk, Belarus

The results of culturing of the clawed crayfish yearlings (*Astacus leptodactylus* Esch.) in earthen ponds in a monoculture on the relief heated water of Berezovskaya Power Plant (Brest region, Belarus). Indicators of size and weight are averaged $4,72 \pm 0,82$ cm, $4,61 \pm 0,85$ sm and $3,60 \pm 1,46$ g, $3,42 \pm 1,33$ g, respectively. The value of the survival of 100-101 days growing yearlings was 29,0-31,1 %. It is concluded that the earthen ponds are well suited for warm-water aquaculture juveniles clawed crayfish during the growing season.

Key words: clawed cancer, earthen ponds, yearlings, warm-water aquaculture.

ОСОБЕННОСТИ ЛЕТНЕГО ВЫРАЩИВАНИЯ ДВУХЛЕТКОВ СЕМГИ ПОПУЛЯЦИЙ ИЗ РАЗНЫХ РЕК КАРЕЛИИ

А.Е. Курицын¹, В.Е. Гилепп², С.А. Ефремов³, Т.А. Макарова⁴

¹*Инновационно-технологический центр садкового рыбоводства, руководитель
Петрозаводского государственного университета, Петрозаводск, Россия, kuricin@petrsu.ru;*

²*филиал «Выгский рыбзавод», ФГБУ «Карелрыбвод», Сосновец, Россия, директор,
gilepp@inbox.ru*

³*Аспирант 2 года обучения, Петрозаводский государственный университет,
Петрозаводск, Россия, efremov_sergeu@bk.ru*

⁴*Аспирант 2 года обучения, Петрозаводский государственный университет,
Петрозаводск, Россия, zedoro@rambler.ru*

В исследовании приведены данные об особенностях летнего выращивания двухлеток атлантического лосося (семги) из 3-х рек беломорского побережья Республики Карелии – р. Сумы, р. Выг, р. Кереть в условиях Выгского рыбоводного завода. Показано, что популяция реки Кереть составляет основу воспроизводства семги Карельского побережья Белого моря. В летний период выращивания основной рост происходит в летние месяцы, выживаемость зависит от количества стрессирующих факторов.

Ключевые слова: воспроизводство рыбных ресурсов, атлантический лосось (семга), выживаемость, Белое море

Республика Карелия имеет огромный водный фонд, уникальные озерно-речные системы, значительную протяженность нерестовых рек, обилие видового состава и качественное богатство ихтиофауны, которые создают широкие возможности для развития в регионе различных направлений рыбного хозяйства (промысла, воспроизводства, аквакультуры). При этом одной из актуальных проблем на Европейском Севере является сохранение качества водной среды и ее биоресурсов [6, 7]. Воспроизводством рыбных запасов атлантического лосося (*Salmo salar* L) занимаются рыбоводные заводы ФГБУ «Карелрыбвод», осуществляющие выпуски подращенных 2-х годовиков семги в течение последних 60 лет. При этом воспроизводство покатников семги, нагуливающейся в Баренцевом море и водах Атлантического океана. При этом для сохранения разнообразия вида важно использовать половые продукты от популяций разных рек. Особенности биотехники выращивания атлантического лосося на рыбоводных заводах хорошо изучены [4], и учтены при нормировании технологического процесса – соблюдения плотностей посадки, расходы воды, выживаемости. Однако исследование совместного выращивания одновозрастных групп двухлеток, позволит внести соответствующие коррективы в рекомендации по воспроизводству, учитывая, что летний сезон выращивания является основным для роста и развития молоди семги.

Исследования проводились на территории Выгского рыбоводного завода, расположенного в Беломорском районе Республике Карелия, пос. Сосновец. Обеспечение водой осуществляется самотечной подачей из Маткожненского водохранилища. Объект исследования 2-х годовики семги содержатся в бассейнах ИЦА-2, размещенных в ангарах. Дополнительные площади для содержания – пруды и каналы, используются в летний период для нагула молоди в естественных условиях. Сбор материала осуществлялся в течение периода исследований, контрольные взвешивания выборки из 300 экземпляров, в каждой популяции, выполнялись ежемесячно на весах ВК-1500, учет погибших рыб проводился ежедневно, кормление осуществлялось по нормативам, кормами для лососевых марки «Сорпенс».

На рыбоводных заводах, занимающихся воспроизводством лососевых рыб, как правило, используют естественные источники воды без терморегуляции [5], при чем темпы роста и процессы смолтификации зависят от влияния температуры в первую очередь. В целом для лососевых рыб, например радужной форели [2, 3] и в частности для пестряток лососевых рыб указывается оптимальная температура в 14-16°C [1, 8], при том что температурные

условия рек, географически удаленных друг от друга, могут сильно отличаться. В наших исследованиях реки, впадающие в Белое море, из которых получена икра для воспроизводства лосося, расположены с севера на юг в следующем порядке: Кереть, Выг, Сума.

В экспериментальных условиях пестрятки содержались, на воде реки Выг, что с точки зрения суммы температур создает лучшие условия для роста семги р.Выг, чуть хуже для реки Сума и соответствует естественным для местной популяции. На рисунке 1 приведен ход температуры воды в течение периода исследований.

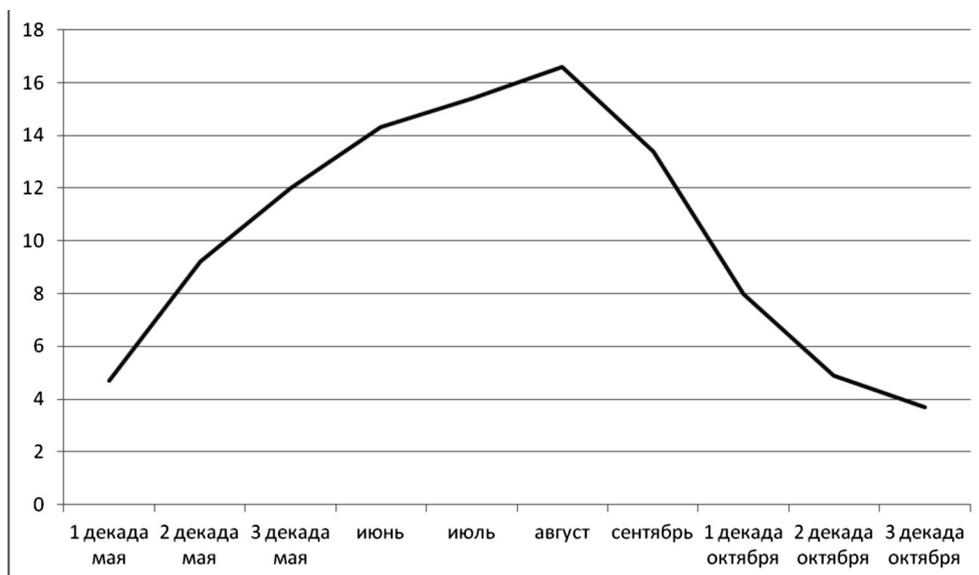


Рисунок 1 – Ход температур воды в течение исследования

В мае месяце двухлетки, содержащиеся в бассейнах зимовальных ангаров, были рассажены согласно требуемым плотностям посадки в выростные бассейны. Кроме того часть популяции семги реки Кереть была рассажена в выростные каналы и пруды на территории завода.

Плотности посадки двухлеток на выращивание приведены на рисунке 2 и не превышают установленные нормативные значения в 300 шт/м³. Отметим, что для семги реки Кереть плотности размещения были в 10 раз меньше, за счет использования большей площади прудов и каналов.

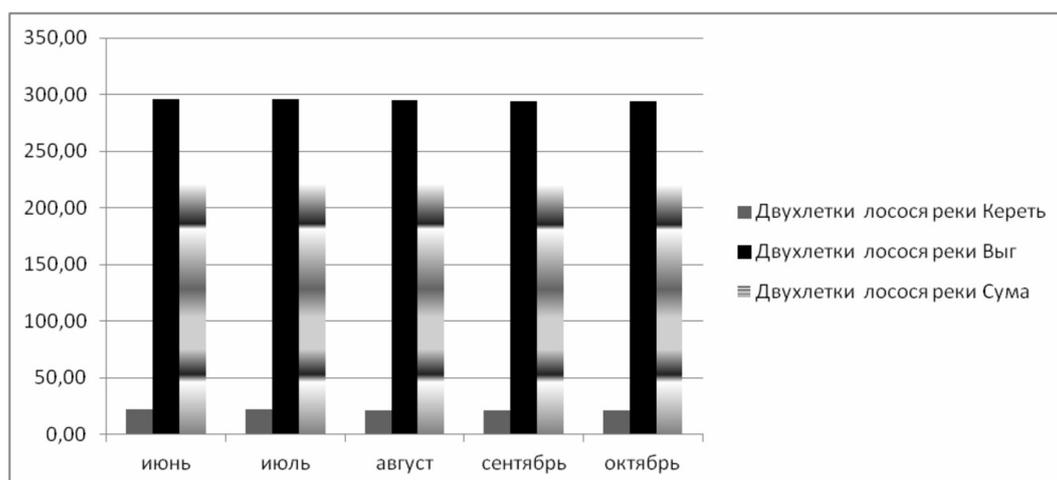


Рисунок 2 – Плотности посадки двухлеток на выращивании, шт./м³

Выживаемость молоди составила от 86,4 до 99,2 %, причем более высокая убыль наблюдалась при выращивании двухлеток в прудах и выростных каналах, с пиком максимально регистрируемого отхода осенью, когда производился пересчет и пересадка рыбы из прудов в зимовальный бассейны (табл. 1). Полученные результаты по выживаемости показывают, что, несмотря на высокие плотности посадки в бассейны, выращивание рыбы в контролируемых

условиях ангарных помещений дает лучшие результаты, по сравнению с нагульными прудами, и канавами. Наилучшие показатели выживаемости удалось получить на двухлетках семги из р. Выг, не смотря на максимальные плотности посадки. Высокий процент отхода рыбы в осени месяцы обусловлен проводимыми рыбоводными операциями – сортировкой, рассадкой, транспортировкой и обусловлен в большей степени количеством стрессовых ситуаций, испытываемых рыбой

Таблица 1

Убыль двухлетков за период выращивания

Популяции	Убыль за период выращивания, в %					всего
	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	
Двухлетки лосося реки Кереть	0,22	2,49	2,76	1,30	7,22	13,4
Двухлетки лосося реки Сума	0,09	0,19	0,13	0,24	6,49	7,1
Двухлетки лосося реки Выг	0,14	0,21	0,35	0,11	0,00	0,8

Результаты выращивания двухлеток показывают, что при относительно одинаковой стартовой массе налицо отличия в течение всего периода наблюдений между рыбами из разных рек. Максимального среднего веса в 38,3 грамм достигли двухлетки р. Выг (табл. 2), при этом месячная динамика была схожа для всех 3 групп (рис. 3). В стартовый летний период наблюдался максимальный рост, снижающийся в последующие месяцы, а в октябре у одной из популяций был отмечен отрицательный рост, связанный со снижением массы тела. Отметим, что температурный фактор, указываемый как основной для роста молоди семги, в нашем исследовании проявил себя двояко – в мае-июле, на фоне роста температуры воды, наблюдалось увеличение относительных приростов, а в августе-сентябре даже при нахождении рыбы в оптимальных условиях наблюдалось снижение темпов роста. Возможно перестройка механизма осморегуляторной системы в связи с подготовкой к смолтификации, фотопериод (сокращение длины светового дня), а также внутренние генетические триггеры, оказывают решающее действие на пищевое поведение двухлеток семги.

Таблица 2

Результаты контрольных взвешиваний за период исследований

Популяции	Средняя навеска, грамм				
	30 июня	30 июля	30 августа	30 сентября	30 октября
Двухлетки лосося реки Кереть	13	24,1	29,6	36,9	37,7
Двухлетки лосося реки Сума	11,3	18,7	26,4	30,8	31,0
Двухлетки лосося реки Выг	11	23,4	30,8	38,9	38,3

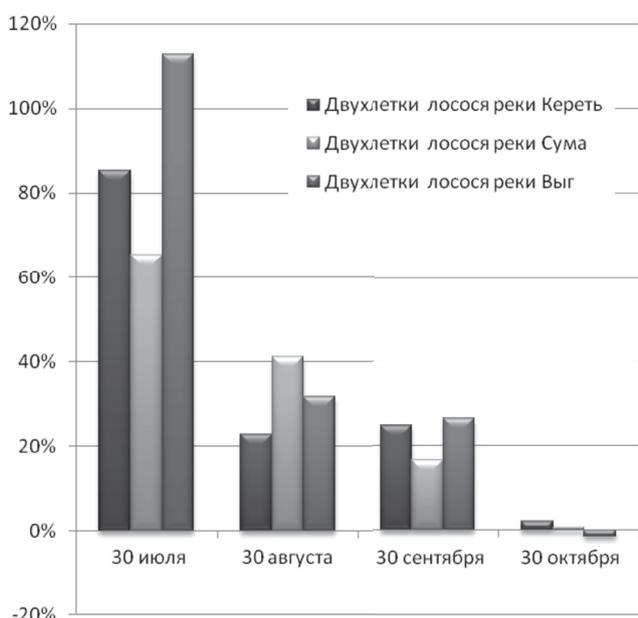


Рисунок 3 – Динамика относительных приростов к предыдущему периоду, в %

В заключение хотелось бы отметить, что воспроизводство семги на лососевых заводах, с использованием современных сбалансированных кормов, позволяет совершенствовать биотехнику выращивания и регулярно увеличивать навеску выпускаемой рыбы на 20-30 % от нормативных значений. В свою очередь увеличение средне-размерных значений покотников, позволяет последним выйти из-под пресса более мелких хищных рыб и повысить процент промвозраста производителей на места нереста. Выращивание популяций из разных водотоков должно вестись с учетом гидрологических,

гидрохимических и прочих особенностей, что позволит повысить эффективность восстановления благородного лосося на Северо-западе России.

Список литературы

1. Бугров Л.Ю. Особенности терморегуляционного поведения молоди лососевых рыб в лабораторных и природных условиях применительно к задачам аквакультуры. Автореферат кандидатской диссертации. Ленинград, 1985, 22 с.
2. Голованов В.К., Валтонен Т. Изменчивость термоадаптационных свойств радужной форели *Oncorhynchus mykiss* Walbaum в онтогенезе // Биология внутрен. вод. – 2000. – № 2. – С. 106-115.
3. Голованов В.К. Эколого – физиологические закономерности распределения и поведения пресноводных рыб в термоградиентных условиях // Вопросы ихтиологии, 2013, том 53, № 3, стр. 286-314
4. Казаков Р.В. Атлантический лосось. СПб, Наука, 1998. 575 с.
5. Казаков Р.В. Закономерности роста пестряток атлантического лосося *Salmo Salar* L. на рыбоводных заводах в зависимости от температуры воды // Сборник научных трудов научно-производственного объединения по промышленному и тепловодному рыбоводству ГосНИОРХ. Вып. 263, 1986. с.5-32.
6. Рыжков Л.П., Курицын А.Е. Систематическое положение и экологические формы сигов водоемов Средней Карелии // Материалы I-й Всероссийской конференции с международным участием. Борок, 2011. Т.2. С. 679-687
7. Христофоров О.Л., Мурза И.Г. Современное состояние популяций атлантического лосося и кумжи на Северо-Западе России и эффективность рыбоводных мероприятий, направленных на их сохранение (данные мониторинга) // Воспроизводство рыбных запасов. Мат. совещания, Ростов-на-Дону, М, 2000. 126-133.
8. Peterson R.H., Sutterlin A.M., Metcalfe J.L. Temperature Preference of Several Species of *Salmo* and *Salvelinus* and Some of Their Hybrids // Journal of the Fisheries Research Board of Canada. 36. 1979. p. 1137-1140

GROWTH OF ATLANTIC SALMON PARR FROM DIFFERENT RIVER OF KARELIA DURING SUMMER SEASON

Kuricin A.E.¹, Gilepp V.E.², Efremov S.A.¹, Makarova T.A.¹

¹*Petrozavodsk State University*, ²*FGBU «Karelyvod»*

The analysis presents current dates of growing salmon parr from Vyg, Keret, Suma rivers during summer season on Vygsky hatchery. The main population of stocking fish on hatchery - atlantic salmon of Keret river, inflow in White Sea. Maximal specific growth rate of parr was investigated in June and July, survival depend of stress factors during growing.

Key words: fish stocking, salmon, survival, White Sea

УДК: 591.1:597

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОМЫСЛОВЫХ ВИДОВ РЫБ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО БАССЕЙНА В СОВРЕМЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

О.А. Леденев, О.В. Ложниченко

ФГОУ ВПО «Астраханский государственный технический университет», Астрахань, Россия, lojnichenko@rambler.ru

Авторы исследовали печень, почки промысловых рыб (барабулька, колючий скат, ставридка, скорпена, мерланг) из естественной популяции Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна. Выявленные морфологические изменения в изучаемых органах являются следствием воздействия различных экологических факторов, в том числе токсических компонентов, содержащихся в морской воде.

Ключевые слова: колючий скат, мезонефрос, почки, мезонефроны, гепатоциты, жировая дистрофия, кровеносные капилляры, гемосидерин, ретикулярная ткань, почечные тельца, почечные канальца первого, второго, третьего и четвертого типов.

Вопросы загрязнения и охраны природных ресурсов Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна в настоящее время приобретают особую остроту. В прибрежных районах Черного моря степень загрязненности находится выше фонового

уровня, особенно по концентрациям таких поллютантов как нефтепродукты, фенолы (30-52 ПДК), СПАВ (10-32 ПДК) [1, 3]. Кроме того, развитие портов на Черноморском побережье еще более усугубляет это состояние [5]. Следует отметить, что Азово-Черноморский рыбохозяйственный бассейн дает 1% от добычи морских биологических ресурсов добываемых Российской Федерацией. Незначительная рыбохозяйственная деятельность обусловлена, в том числе, специфическим гидрохимическим режимом Черного моря, небольшой рыбопродуктивностью самого бассейна. Для контроля за состоянием популяции и оценки влияния условий обитания на организм рыб в широком масштабе проводятся физиолого-морфологические исследования рыб. Остается вопрос о выборе наиболее эффективных критериев для подобной оценки. Наиболее четко дающими оценку физиологического состояния объекта являются такие критерии как кровь, состояние печени, почек, жабр. Эти органы достаточно быстро реагируют на действие факторов окружающей среды различными патологическими изменениями своей структуры [6, 8].

Работа выполнена на кафедре аквакультуры и водных биоресурсов ФГБОУ ВПО Астраханского государственного технического университета. Исследовались ткани жабр, почек, печени колючего ската (*Raja clavata* L. 1758), барабульки обыкновенной (*Mullus Barbatus* L. 1758), ставридки (*Trachurus mediterraneus* Steindachner, 1868), мерланга (*Merlangius merlangus* L. 1758), скорпены (*Scorpaena porcus* L. 1758) выловленного в районе рыбопромыслового участка «Анапская бухта» в 2013 году. Материал обрабатывался методами классической гистологии [4]. Для изучения строения органов парафиновые блоки нарезали на стандартном микротоме, толщиной 5-6 микрон. Окрашивали срезы гематоксилин-эозином. Просмотр и фотографирование препаратов производили при помощи микроскопа Микмед 6 с цифровой камерой для визуализации и компьютерного анализа.

Результаты исследования. Анализ гистоструктуры печени исследованных рыб показал следующее: гепатоциты были четко очерчены, цитоплазма светлой. имелись незначительные отклонения в количестве и объеме жировых капель. Около 1,2 % от числа всех клеток печени имели два ядра у барабульки, 2,4 % у ставридки и 3,2 % у мерланга, 4,8 % у ската. Ядра были достаточно крупными, светлыми содержали одно, иногда два ядрышка. Вблизи крупных кровеносных сосудов встречались безъядерные клетки. Встречались гепатоциты с эксцентрично расположенными ядрами 30,1 % от числа всех клеток печени у ската, 24,0% - у барабульки, 18,6 % – у мерланга и 11,8 % – у ставридки. Крупные светлые ядра содержали 1-2 ядрышка и тонкую сеточку хроматина по краям ядра. Гистоморфологическая картина печени скорпены и ската отличалась от таковой барабульки, мерланга и ставридки. Так, печень ската была образована балками гепатоцитов, расположенными достаточно плотно. Наблюдались гепатоциты диаметром $20,0 \pm 0,12$ мкм имеющие полигональную форму, с центрально расположенным шарообразным ядром диаметром $9,57 \pm 0,10$ мкм. Ядро было темным, крупным, оболочка достаточно четкая. В ядре находилось 1-2 ядрышка. Структура печени достаточно хорошо выражена. На препаратах встречались расширенные полнокровные капилляры. В районе некоторых сосудов отмечались воспалительные инфильтраты с включением гранул пигмента. В паренхиме печени встречались мелкие кровоизлияния. В ряде гепатоцитов наблюдались мелкие зернистые включения. Большинство клеток печени в своем составе имели жировые пустоты, что привело к смещению ядра к периферии, встречались безъядерные клетки. На некоторых участках паренхимы печени имелись очаги некроза. Небольшие глыбки, возможно, гемосидерина располагались по всей площади среза печени.

Следует отметить, что у скорпены для ядер и клеток печени был характерен полиморфизм. Встречались ядра различных размеров от крупных светлоокрашенных, не имеющих ядрышки (около 24% клеток) и хроматином, расположенным по периферии ядра, до небольших темно окрашенных (15% клеток). Поверхность гепатоцитов занимала цитоплазма, заполненная различного размера от небольших, до крупных жировыми вакуолями. В результате ядра клеток смещались к периферии. Между клетками стромы печени находилось незначительное количество крупных клеток, которые имели округлую или

овальную форму с эксцентрично расположенным ядром – макрофаги. Макрофаги располагались по одиночке, или образовывали скопления, расположенные вблизи крупных кровеносных сосудов печени. Вокруг капилляров и кровеносных сосудов встречались значительные количества клеток крови и их микроокружения.

Серьезных патологических изменений паренхимы печени у барабульки, ставридки и мерланга не обнаружено, однако были отмечены незначительные ее повреждения – неоднородность окраски цитоплазмы гепатоцитов, смещение ядер к периферии клеток и их увеличение в диаметре. Более серьезными были изменения в паренхиме печени у скорпены и ската, которые проявлялись в жировом перерождении гепатоцитов с одновременно происходившими воспалительно-инfiltrационными процессами и гемосидерозом.

Почки рыб играют большую роль в поддержании гомеостаза, выполняя выделительную и осморегуляторную функцию. Кроме того, ретикулярная ткань почек принимает участие в гемопоэзе. В связи с этим, морфологические и функциональные нарушения в почках могут привести к дисфункции разных систем органов рыб и, как следствие, к снижению общей резистентности [6, 7].

Мезонефроны почек исследуемых рыб дифференцировались на мезонефральные тельца, каналцы 1-го типа, проксимальные (каналцы 2-го типа) и дистальные (каналцы 3-го типа) сегменты и каналцы 4-го типа, впадающие в Вольфов проток. Почечные тельца в структуре мезонефроса были небольших размеров, округлой или вытянутой эллипсообразной формы. Сосудистые клубочки в большинстве почечных телец занимали как правило центральное положение. Имелось небольшое количество почечных телец, в которых капиллярные клубочки примыкали к стенке капсулы. Количество клеток в клубочках капилляров варьировало от 58 до 62 у ската, 48-52 у ставриды, 44-48 – у мерланга, 39-45 у барабульки, и 36-44 у скорпены. Мочевое пространство окружало сосудистые клубочки. Однослойный плоский эпителий образовывал наружный париетальный листок почечных капсул.

Следует отметить, что наряду с нормальными мезонефральными тельцами, в почках анализируемых рыб встречались очень мелкие тельца с атрофированными капиллярными клубочками. Эти мезонефральные тельца были практически в 3,5 раза мельче нормальных телец. 30 % площади телец занимали капиллярные клубочки. В атрофированных сосудистых клубочках количество клеток варьировало от 18 до 27. Мочевое пространство занимало основной объем телец. Атрофированные клубочки отсутствовали у ската и скорпены, у барабульки составили 2,5 %, у мерланга 4,8 %. Так же следует отметить, что в полости мочевого пространства некоторых мезонефральных телец обнаруживалось гранулярно-волокнутое содержимое, предположительно, что этим содержимым являлись белковые массы и слущенные клетки эпителия. Подобные неспецифические изменения в почечных тельцах с выделением белка в мочевое пространство могут свидетельствовать о наличии сегментарного гломерулосклероза. Такая гистоморфологическая картина наблюдалась крайне редко. Белок встречался в капсулах у 0,9 % изученных мезонефральных телец у мерланга и ставридки, 1,5 % у барабульки и 2,3 % у ската. От мезонефральных телец отходили каналцы 1-го типа, которые были выстланы кубическим эпителием. Просветы этих каналцев были узкими. Канальцы 1-го типа, образуя изгиб, переходили в значительный по объему следующий сегмент – проксимальный, или каналец 2-го типа. Проксимальные отделы мезонефронов у всех исследуемых видов рыб были выстланы однорядным призматическим эпителием. Просветы большинства каналцев 2-го типа были узкими, чистыми, но некоторые были заполнены мутным содержимым – предположительно белком. Следует отметить, что наибольшее количество каналцев содержащих белковые массы были отмечены у ската 12,6 %, скорпены – 10,2 %, у остальных рыб по 0,7 %.

Мезонефральные каналцы 3-го типа представляли собой продолжение каналцев 2-го типа, имели меньшую площадь сечения, сравнительно широкий просвет и выстилались однослойным кубическим эпителием. В дистальных каналцах мезонефроса просветы были широкие, чистые у всех анализируемых рыб. Канальцы 3-го типа продолжались в каналцы 4-го типа, которые открывались в Вольфовы протоки. Стенка каналцев 4-го типа была

образована однослойным кубическим эпителием. Вольфовы протоки были достаточно широкими, выстланы кубическим эпителием.

Вследствие того, что в почках скорпены и ската были отмечены наибольшие повреждения гистоструктуры, остановимся на них отдельно. Так, мезонефрос скорпены имел следующие морфологические особенности, проявляющиеся в расстройстве кровообращения. Дисфункция кровообращения проявлялась, в основном, в виде стаза форменных элементов в сосудах органа. При этом кровеносные сосуды были расширены неравномерно. В межканальцевой ткани наблюдались мелкие кровоизлияния. В 35 % просветов почечных канальцев наблюдались мутные массы – предположительно белок, часть просветов почечных канальцев оставалась пустой. Возможно, наличие или отсутствие белковых масс в просвете почечных канальцев не является патологическим изменением, но некоторые авторы однозначно считают это явление патологическим. В некоторых случаях отмечался отек стенки почечных канальцев. В цитоплазме эпителия 25,2 % извитых почечных канальцев наблюдалась мелкокапельная жировая дистрофия. В ряде почечных канальцев просветы были сужены, часть содержали белок. Эпителий канальцев в 15,4 % был сохранен, но отечен, клетки эпителия имели кубическую форму. Отмечен и полиморфизм клеток кубического эпителия и призматического эпителиев извитых канальцев, из-за отека границы клеток не всегда были четко выражены, часть клеток была лишена ядер. Межканальцевая ткань не равномерно окружала почечные структуры. Состояла из развивающихся клеток крови и их микроокружения. Основная масса межканальцевой ткани располагалась, преимущественно, в дорсальной и латеральной частях. В полостях мезонефральных капсул клубочек капилляров отличался по размерам и своему расположению. В части почечных телец он имел практически центральное положение. При этом мочевое пространство было значительных размеров и окружало клубочек капилляров. Просветы части мочевых пространств были светлыми. В части почечных телец клубочек капилляров размещался эксцентрично. Отмечались разноразмерные почечные тельца – как крупные, так и небольшого диаметра. Следует также отметить, что в полости мочевого пространства некоторых мезонефральных телец обнаруживалось пенистое содержимое. Белок встречался в капсулах 3,4 % изученных мезонефральных телец скорпен.

У исследованных особей ската дистрофические изменения эпителия нефрона сопровождалось сосудистыми расстройствами: отмечалось резкое расширение как артериальных, так и венозных сосудов, особенно приносящих артериол. Кроме того, в строении почек исследуемых рыб было отмечено явление кариолизиса в эпителиоцитах, образующих стенки проксимальных канальцев. В мезонефросе встречались очаги некроза целых участков стенки проксимальных канальцев. Наибольшее количество белковых масс содержалось в просветах канальцев. Имелись также неспецифические изменения, которые затронули межканальцевую ткань. На некоторых гистологических срезах почек обнаружены различные по величине и форме кровоизлияния в межканальцевую ткань. В почечных канальцах отмечались клетки крови. В эпителии почек выявлены дистрофические процессы, проявляющиеся в зернистой дистрофии эпителия извитых канальцев, явления отека, мутного набухания, в отдельных извитых канальцах обнаружено отслоение эпителиального пласта от базальной мембраны. Имелись группы почечных телец с дистрофическими изменениями разных степеней поражения: клубочки со «слипанием» петель и переполнением их кровью, увеличенные в объеме почечные капсулы и клубочки капилляров, а так же спайки между капиллярными петлями, гиалиноз, в полости почечной капсулы иногда наблюдались эритроциты.

Таким образом, следует отметить, что у барабульки, ставридки и мерланга не происходило существенных структурных изменений в мезонефросе. В качестве деструктивных изменений можно отметить атрофию ряда почечных телец и капиллярных клубочков, которая встречалась крайне редко. Исключением явилась скорпена и скат, в почках этих рыб морфологические изменения структурных элементов были более серьезными. Морфофункциональными особенностями мезонефроса были нарушения в фильтрационной части нефронов в виде атрофии капиллярных клубочков и самих телец,

а также гипертрофии клубочков и разрастания мезангия. Все это сопровождалось изменением нормальной структуры почечных телец и выделением в полости мочевых капсул белковых масс. Неспецифические морфофункциональные нарушения затронули и канальцевую часть мезонефронов. В просветах проксимальных канальцев встречался белок, количество которого в просветах канальцев было различно. В канальцах встречалось также явление кариолизиса и некроза участков стенки канальцев. В межканальцевой ткани были видны кровоизлияния и небольшие участки некрозов.

В заключении хотелось бы сказать о том, что содержащиеся в морской воде загрязняющие вещества различной природы в концентрациях превышающих допустимые значения ПДК, создают постоянный токсический фон для гидробионтов. Проведенное гистологическое исследование промысловых рыб Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна показало наличие разнообразных изменений в таких органах как почки и печень. Следует отметить, что наибольшие патологические изменения в структуре исследуемых органов отмечались у ската и скорпены. В печени этих видов рыб наиболее выражены дистрофические изменения в гепатоцитах, тогда как у барабульки, ставридки и мерланга были отмечены нарушения микроциркуляции. Воздействия токсикантов на структурные элементы мезонефроса, так же, сильнее выражено у ската и скорпены. Проявлялось в дисфункции кровообращения, тогда как у других анализируемых рыб почки были относительно здоровыми. Таким образом, на основании вышесказанного можно заключить, что выявленные морфологические изменения в организме рыб являются следствием воздействия различных экологических факторов, в том числе токсических компонентов, содержащихся в морской воде.

Список литературы

1. Акт проверки «Международный параллельный аудит Бухарестской конвенции по защите Черного моря от загрязнения (Краснодарский край)» в Администрации Краснодарского края. г. Краснодар, 3 октября 2003 г. – Краснодар, 2003.
2. Аленичев С.В. Динамика гематологических показателей типичных представителей ихтиофауны водоемов Карелии [Текст]/С.В. Аленичев// – Автореф . . . канд. дисс. – Петрозаводск, 2000. – 24 с.
3. Брянцев В. А., Литвиненко Н. М., Себах Л. К. Антропогенное воздействие на экосистему Черного моря // Труды ЮгНИРО, 1997. – Т. 43. – С. 16-28.
4. Волкова, О.В. Основы гистологии с гистологической техникой [Текст]/ О.В. Волкова, Ю.К.Елецкий // – М.: Медицина, – 1989. – 234с.
5. Губанов Е. П., Кудрик И. Д. Черное море под антропогенным прессом // Рыбное хозяйство Украины, 2005. – № 1. – С. 66-68.
6. Гамбарян, С. П. Микродиссекционное исследование почек осетровых рыб (Acipenseridae) бассейна Каспийского моря [Текст] / С. П. Гамбарян Вопросы ихтиологии. Т. 25. вып. 4. М., 1985. – С. 647–651.
7. Крючков, В.Н. Морфология органов и тканей водных животных [Текст]/ В.Н. Крючков, Г.М. Абдурахманов, Н.Н. Федорова//М.: Наука, 2004. – 144с.
8. Степанова В.М. Влияние экологических факторов различной природы на клеточное звено иммунной системы рыб [Текст]/ В.М. Степанова// – Автореф . канд. дисс. – Борок 2003. – 24 с.

MORPHOFUNCTIONAL CHARACTERISTIC OF TARGET SPECIES OF AZOV-BLACK SEA FISHERY BASIN IN MODERN ECOLOGICAL CONDITIONS

Ledenev O.A., Lozhnichenko O.V.

FSEI HPE Astrakhan State Technical University, Russia, Astrakhan, lojnichenko@rambler.ru

Liver and kidney of target fishes (surmullet, thornback ray, scad, sculpin and whiting) from natural population of Azov-Black Sea fishery basin were studied. Morphological changes are the result of influence of variety of ecological factors in the studied organs, including toxic components, which are contained in seawater.

Key words: thornback skate mesonephros, kidneys, mesonephrons, hepatocytes, hepatic lipidosis, blood capillaries, hemosiderin, reticular tissue, renal bodies, kidney tubules of the first, the second, the third and the fourth types

**ПРИМЕНЕНИЕ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО БИОРАЗНООБРАЗИЯ ЗАБОЛОЧЕННЫХ
ТЕРРИТОРИЙ АРКТИКИ**

П.А. Леменкова

*Карлов университет, Институт экологических исследований, Чехия, Прага,
pauline.lemenkova@gmail.com*

Представленная работа рассматривает экологические проблемы уникальных экосистем п-ова Ямал на севере центральной части России. Физико-географически, территория представлена распространением покрова мохово-лишайниковых тундр в условиях вечной мерзлоты. Глобальные экологические изменения и климатические вариации, способствуют деградации ценных ландшафтов окружающей среды тундры, увеличивает активность криогенных процессов и способствуют деградации биоразнообразия. Статья представляет обзор локальных экологических аспектов, вызванных процессами изменения климата на п-ве Ямал, в т.ч. анализ воздействия склоновых геоморфологических процессов на окружающую среду тундры. В работе подчеркивается необходимость бережного и щадящего внешнего воздействия на окружающую среду в условиях тундры, благодаря крайне специфическим экологическим условиям местной природы, имеющей природоохранную ценность планетарного масштаба.

Ключевые слова: Арктика, заболоченные территории, спутниковые снимки

**THE USE OF SATELLITE IMAGES FOR ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL
VULNERABILITY AND RESILIENCE OF THE ARCTIC WETLANDS**

Lemenkova P.

*Univerzita Karlova V Praze, Přírodovědecká Fakulta, Praha, Česká Republika,
pauline.lemenkova@gmail.com*

The research paper focuses on the environmental problem of Yamal region, geographically located in the Russian Yamal-Nenets autonomous region, northern-central Russia. This region is characterized by the unique nature and environmental conditions, combining two physical-geographical regions: sub-Arctic and Arctic moss-lichen tundra and permafrost conditions. The recent changes in global climate and overall warming highly contribute to the degradation of the tundra environment and increases cryogenic slope processes. This paper focuses on the investigation of the ecological aspects of the global climate change in Yamal peninsula, and analysis the development of slope processes on the local tundra environment.

Key words: Arctic, wetlands, satellite images

The Russian Arctic tundra is a very specific ecoregion of our planet, highly important for the world environmental heritage. Lots of tundra species have only circumpolar spread. Arctic ecosystems have complex structure with functional linkages between soil and plant communities, highly adapted to the polar climatic and environmental conditions. Thus, the biodiversity in Yamal tundra is in general low, with limited taxonomic diversity of plant communities [17]. There are only 26 mammal species, 32 species of valuable fishes (with up to 70 % of Russian salmon) and 186 species of mostly Arctic spread birds [10]. Major role in the functioning of Yamal ecosystems plays reindeer, lemmings and arctic fox.

The Yamal peninsula occupies low plain, so that the relief of the region is almost completely flat with dense river network, which leads to the seasonal river flooding and active erosion processing

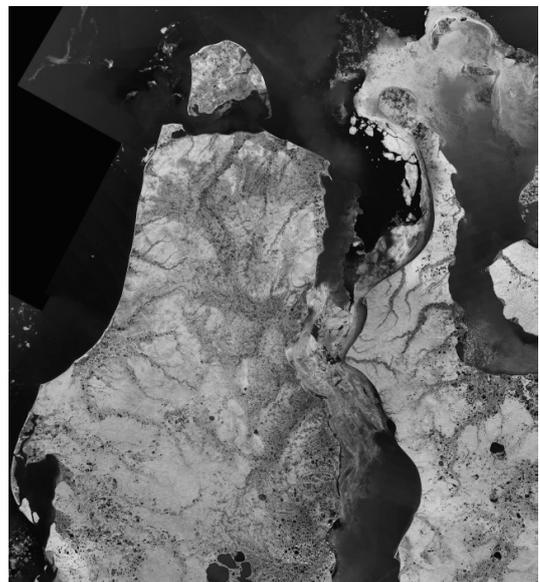


Figure 1 – Yamal Peninsula: a mosaic of color composites of Landsat TM satellite images

that intensify local landslides formation. The adjusting shelf area of Kara Sea is also shallow: almost 40 % of the continental shelf is no deeper than 50 meters, and the sea coasts are mostly flat, flooded during the high tide [12]. Located in the area of permafrost distribution, the soils in the region are frozen for the most of the year, with the depth of the frozen soil reaching up to 0.2 m in the north and 2 m in the south [12]. In such conditions the processes of superficial cryogenic landslides are especially active. The distribution of the permafrost serving as a shear surface for sliding highly contributes to the landslide formation. Therefore, the cryogenic landslides developed on the fine-grained, saline marine sediments, occupy almost 70% of the area [28].

The ecosystems of the region are highly adapted towards specific environment of Arctic. The development of permafrost results in scarce vegetation coverage in general and landslides also change local landscapes and vegetation cover. Thus, several years after the landslide formation the vegetation coverage changes gradually, being dominated by grass, moss, lichen and shrub, then by sedge and finally by willow meadows [29]. As a result, landslide-affected areas of bare slopes are usually occupied by willow shrubs, which can serve as an indirect, yet reliable, indicator for former landslide processes, which happened in this area [25]. Moreover, different stages of the vegetation coverage may provide additional information about the possible age of the landslides. Thus, early-stage vegetation, such as primitive mosses or lichens, could indicate recent landslide formation on this surface, while distribution of meadow and willow shrubs with high canopy points to the final stage of the landslide activities. Besides type and age of vegetation coverage, the salinity of ground waters as well as sediment chemical content indicates the relative age of the landslides.

The sustainable functioning of such unique ecosystems is highly adjusted towards climatic-environmental settings. Recent changes in the climate patterns may result in serious alterations in the structure of tundra ecosystems. The environment in the Kara Sea area is mostly influenced by the Arctic climate conditions, which had several fluctuating changes since past time [1], [20]. Nowadays, the processes of global climate warming have severe threats to the tundra environment [6], [7]. Since early 1980s the processes of Arctic warming activated and included meteorological changes (precipitation level, permafrost and snow cover depth) and increase of greenhouse gases percentage in the atmosphere [16]. This naturally triggered certain changes in the vegetation coverage. Namely, climate change causes “greening” effect in Arctic, i.e. unnatural increase in vegetation growth, primarily of willow (*Salix lanata* L.) [31]. The significant increase in willow growth, height, cover, abundance and shrub ring width is detected in the last 60 years, which perfectly correlates to the overall increase in summer temperatures for the same period [14]. Similar results are reported by [26], demonstrating that growth of the willow shrubs and air temperatures are closely connected, so that the shrub growth serves as a good indicator of the climate change in Russian Arctic.

Besides natural factors, the anthropogenic activities, mostly connected with exploration of hydrocarbons [21], contribute to changes in tundra ecosystems. The continental shelf of Kara Sea is the largest Russian national reserve of hydrocarbons, primarily oil and gas [19]. Therefore, the anthropogenic pressure on this region is high, and Arctic complex ecosystems are highly susceptible to the industrial and technological impacts, as well as to the climate change. At the same time, the environment of the high north has high environmental vulnerability, low resilience towards external impacts, as well as low capacity to respond to the external environmental impacts [15]. Namely, specifically for the Arctic region, the natural recovery of the damaged landscapes becomes a very slow and difficult

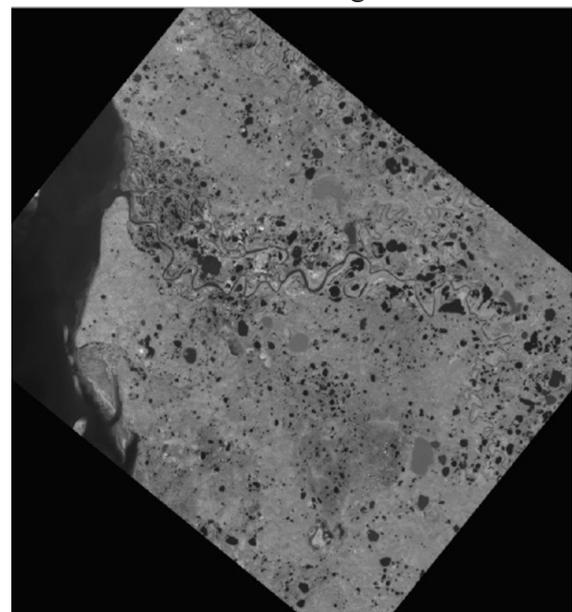


Figure 2 – Illustration of the tundra wetlands: a view from space (Landsat TM scene)

process, due to the above mentioned climate factors. Thus, seasonal thawing of the permafrost triggers dangerous geomorphological processes, e.g. thermokarst, thermoerosion, solifluxion and erosion [30]. As a result, the impacts of socio-technological negative processes on the Yamal landscapes become reinforced by the natural factors in Arctic climate, which finally leads to the drastic changes of tundra landscapes. Consequently, it may have serious consequences for the overall sustainability of polar tundra ecosystems. Needless to say that careful, recovering and responsible use of natural resources in the Russian Arctic tundra should be the priority way of anthropogenic activities in this unique region of our Earth.

Vulnerability is a multidisciplinary concept, broadly used in various scientific branches. As defined by [18], “the vulnerability is a function of the sensitivity of a system to changes in climate (...) adaptive capacity (...) and the degree of exposure of the system to climate hazards”. Thus, the vulnerability is composed of three main components: the risky event, the risk responses and losses. The concept of vulnerability is the basis in studies of natural hazards risk assessment. Thus, since late 1960s the studies on risk assessment show that destructions and devastation caused by the hazardous events are a function of socio-economic vulnerability. Consequently, the events of natural hazards are not necessarily hazardous if the social vulnerability is low. Conversely, when natural event affects and threaten infrastructure and human lives, it becomes more or less hazardous [34]. People may also create hazardous circumstances when transforming the environment into natural resources for economic and social purposes [12]. Another point in the vulnerability evaluation is the concept of risk perception. Depending on the variety of factors, people sharing the same threat may perceive the same risk in a different way [34]. In summary, the impact of the hazardous event on the elements at risk can vary from slightly damaged to partially destroyed and totally lost. The variation of the expose of the elements at risk can be expressed as their vulnerability, which is a degree to which a system or a part of a system may react adversely to the occurrence of the hazardous event. The factors determining vulnerability in the context of landslide hazards are volume of slide, type of landslide, mechanism of slide initiation and velocity of sliding [2].

The methods of vulnerability assessment include estimation of the vulnerability degree at accepted scale “0-1” where most resistible elements receive “0- vulnerability”, and the elements which collapse during the hazard are classified as “1-vulnerability”. Environmental vulnerability has implications for the vulnerability of inhabitants and population and can also affect agricultural production and lead to serious changes in the land use types. Thus, vegetation destroyed by the natural hazards, such as landslides, may expose soils to erosion. Excessive use of firewood for fuel may lead to desertification and over-intense land-use and intensifies soil erosion [24].

Although the vulnerability of the elements at risk is important characteristics for the comprehensive risk assessment, and the overall risk can be sharply mitigated by reducing the vulnerability, the assessment of the vulnerability of elements at risk towards landslide risk has been done in very few works previously [3], [13], [27], [4]. The main reasons for this are complexity of the vulnerability assessment, as well as data availability. It is often difficult to analyze vulnerability objectively, as landslides vary in origin, structure, size and speed, and consequently, may cause various levels of damages, from insignificant to devastating. Therefore, the vulnerability assessment contains many uncertainties and current research focuses on GIS based spatial analysis of landscape changes, caused by landslides hazard disaster.

Impacts from climate change and anthropogenic activities may lead to changes in land cover types and degradation in vegetation coverage in Yamal. For example, there is a considerable increase in the tundra shrubs including willows [28], [29]. The northern ecosystems, such as Yamal, have low resilience and capacity to respond to external environmental impacts [15], because the processes of the natural recovery of the damaged landscapes are slow down under conditions of northern climate. As a result, the negative impacts on the northern environment may become reinforced.

The concept of hazard has been first mentioned in works on social and human ecology in 1920, so that the history of its development goes back to 1940s in the U.S. Now it is accepted that hazard is an interaction between two systems – environment and human society with their belongings as seen from the human point of view. According to the definition [32], hazard is a “potentially

damaging physical event... that may cause the loss of life or injury, property damage, social and economic disruption or environmental degradation". Comparing to other types of natural hazards, such as earthquakes and floods, landslides are often underestimated [4]. However, landslides may lead to serious damage of the infrastructure and the environment. Landslides are hazardous and detrimental natural phenomena, which occurrence is difficult to predict and map, due to the uncertainty, caused by many factors, e.g. types of movements, forms and shape, etc. Landslides negatively affect surrounding landscapes and cause changes in vegetation coverage [30]. Different types of landslide movements exist, varying in origins and types. Landslides may differ in age, size and ground material [8]. The great variety of landslide types is caused by different environmental conditions of their formation. Thus, there are four defined general types of landslide movements [23]: pre-failure movements, or small displacements including progressive creep of soils, failure, post-failure movements, i.e. the remaining movements after the event and the reactivation of the landslide. Respectively, four types of hazards are specified [22], according to their types of movements: 1) Hazards associated with pre-failure movements; 2) Hazards caused by the main phase of movements; 3) Secondary hazards generated as a consequence of movements; and 4) Hazards associated with subsequent movements (i.e. reactivation). The landslide hazard zones are identified as areas where landslides occur with high frequency and low magnitude, medium hazard zones have low frequency of landslides, and the least hazardous zones have low frequency and magnitude of landslides [33]. In this study effects of cryogenic landslides on the environment are analyzed. Landslide hazards, including cryogenic, are associated with variety of types, caused by various triggers and differing in age, size, speed and material.

It is accepted [9] to classify the mechanisms of the landslides into five various types: falling, the detachment of soil from a steep cliff with material falling down through the air, toppling, a forward rotation of a material out of a slope, spreading, the extension of a cohesive soil into softer underlying material, flowing, the turbulent movement of a fluidized mass over a rigid bed, and sliding, a downslope movement of a soil on surfaces of intense shear strain.

The assessment of the areas of all land cover classes shows following results. Willows covers 2750,57 ha in 2011, which is more than in 1988, when it covered 1547,52 ha (both 'tall willows' and 'willows' classes). Noticeable is increase in tundra vegetation: 'short shrub tundra', 'sparse short shrub tundra' and 'dry short shrub tundra' have more areas covered in 2011 comparing to 1988: almost 5442,00 ha vs 1823,00 ha. Increase of wooden vegetation class goes along with shrunk of grass and heath areas: 'dry grass heath' occupied area of 3335.39 ha in 1988, while currently it covers 1204.94 ha. Slight decrease can be noticed in the 'peatlands' and 'wet peatlands' classes: 3958.40 ha against 2765.41 ha in 2011 by 'wet peatlands', and 625.71 ha in 1988 versus 488.69 ha by 'peatland (sphagnum)' class. Resuming this work, the following conclusion should be done. First, landslides affect environment, cause negative impacts on the ecosystems and make changes in vegetation coverage. Second, climate change also affect land cover types, since there is a trend towards increase of woody vegetation, which is not typical for high latitudes.

The material involved in landslides can be rock, debris and soil. Various geological units have different susceptibility towards landslides formation. The landslide types, velocity, size and material characteristics directly determine its kinetic energy parameter, which characterizes devastating force of the landslide, i.e. destructive potential. Among all landslide types, slides and flows are considered as the most devastating [22]. Falls often serve as an initiative, triggering event which generate slides and flows of enormous destructive force and devastating consequences. The problem of landslide risk assessment has complex character with some points of uncertainties: it includes investigation of landslide origin, type and triggers, geological and geomorphic settings, defining potentially unstable areas, landslides propagation zones, vulnerability assessment for infrastructure and people, and monetary estimation of the potential losses. Besides, landslides include a wide variety of materials and involve different types of movements, such as topples, falls, slides and spreads [11], which increases difficulties in the landslides risk assessment.

Technically, current study is focused on the GIS approach of raster data processing. There are numerous classification algorithms and techniques that determine natural spectral groups from the initial pixels sets. For instance, the most well-known are Parallelepiped classification,

Neural Nets, Decision Trees, Mahalanobis Distance, Minimum Distance, and Maximum Likelihood classifiers, ISOCCLUS, K-means, and so on. Usually, it is not easy to decide, which classifier method is a priori the best cartographic solution for actual research problem, due to different factors that vary significantly: characteristics of raster images, mapping scales, specific situation of the study area, reflectance properties of the local land cover types, landscape structure and heterogeneity, etc. Current study objective is to apply segmentation technique for clustering image into thematic areas. The data used in this research included Landsat TM and ETM+ multi-band imagery covering chosen research area in Izmir, western Turkey. The image processing was performed using supervised classification in Erdas Imagine software. The general aim of the research is image classification which consists in automatic assignation of all pixels on an image into land cover classes that are typical for this study area. The logical algorithmic approach of clustering segmentation was applied to identify clusters for thematic mapping of land cover types in the selected study area.

Classification was done on the basis of the multispectral data, spectral pattern, or signatures, of the pixels that represent each land cover class. Different land cover types and landscape features are detected using individual properties of digital numbers (DNs) of the pixels. The DN values showed values of the spectral reflectance of the land cover features, and individual properties of the objects. The used algorithm principle consists in merging pixels on the images into clusters, which is based on the assessment of their homogeneity and distinguishability from the neighboring pixel elements.

The results of the GIS based analysis of the land cover types which reflects landslide processes in the study area. The working process includes following research workflow. First research steps consists in data capture and pre-processing. It has been performed by import of .img file into ASCII raster format (GDAL). After converting, each image contained collection of 7 Landsat raster bands. Afterwards, visual color and contrast enhancement were performed. Geographic referencing of Landsat scenes included setting of UTM projection (Universal Transverse Mercator), Eastern Zone 42, Northern Zone W, WGS 1984 datum (Georeference Corner Editor, ILWIS). After that the research area was selected. The area of interest was identified and cropped on the raw images. This area shows region in a large scale which best represents typical tundra landscapes. Then the images were classified by supervised classification (Minimal Distance). This method is based on the spatial analysis of spectral signatures of object variables, i.e. vegetation types at various landscapes.

Current research details changes in land cover types in a selected region of Yamal Peninsula, which are caused by the landslide hazards and overall climate changes. These results are received as a result of the spatial analysis of classified images. The GIS mapping is based on the results of the image classification. The research results, presented in the current work, illustrate spatial distribution of land cover types in the selected areas and demonstrate changes that were caused by the landslides.

Analysis of the results shows noticeable overall increase of woody vegetation (willows and shrubs) and decrease of peatlands, grass and heath areas. This illustrates both environmental and climatic factors affecting landscapes. Environmental factors include active cryogenic landsliding, typical for this area. Climatic factor includes increase of annual average temperatures, which leads to permafrost thawing and process of greening in Arctic, i.e. the unnatural increase of woody plants. Gradual changes in plant species patterns and distribution affect landscape structure in Yamal ecosystems. Triggering factors for these processes could be complex climatic-environmental changes in Arctic, as well as local cryogenic processes (e.g. successive change in vegetation recovering after cryogenic landslides).

This work demonstrated how the GIS methods and tools can be effectively applied for environmental analysis and monitoring. Special advantage of the use of GIS in combination with remote sensing data consist in specific location of the study area, Yamal Peninsula, which is very difficult to access. In such cases using of GIS is an indispensable and incomparable tool for studies of distantly located areas. Remote sensing data (Landsat TM satellite images) can be visualized using GIS and spatial analysis can be performed using available tools. Since ILWIS GIS is an open source software, it can be effectively applied for students education. The GIS-based mapping of the northern ecosystems is important tool for the landscape monitoring and management. GIS can assist in analysis of how landslides impact local landscapes: changes in vegetation coverage

and land cover structure. Processing of remote sensing data (e.g. Landsat TM scenes) by means of GIS (e.g. ILWIS) improves technical aspects of the landscape studies, since it enables assessment of spatio-temporal changes in vegetation coverage. Spatial analysis of land cover types in northern landscapes can help to detect local environmental changes in Arctic regions.

Literature

1. Andreev, A.A., Manley, W.F., Ingolfsson, O., & Forman, S.L. (2001). Environmental changes on Yugorski Peninsula, Kara Sea, Russia, during the last 12,800 radiocarbon years. *Global and Planetary Change* 31, 255–264
2. Australian Geomechanics Society, (2000), *Landslide risk management concepts and guidelines*, Australian Geomechanics.
3. Bell R., Glade T., (2004), *Quantitative risk analysis for landslides – Examples from Bildudalur, NW-Iceland*, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 4, 117–131.
4. Blüchl A., Braun B., (2005), *Economic assessment of landslide risks in the Swabian Alb, Germany – research framework and first results of homeowners’ and experts’ surveys*. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 5, 389–396.
5. Burton I., Kates R., White G.F., (1968), *The Human Ecology of Extreme Geophysical Events*. Department of Geography, University of Toronto, *Natural Hazard Research Working Paper No.1*.
6. CAPE-Last Interglacial Project Members. (2006). *Last Interglacial Arctic warmth confirms polar amplification of climate change*. *Quaternary Science Reviews* 25, 1383–1400.
7. Chapin III, F. S., Sturm, M., Serreze, M.C., McFadden, J.P, Key, J.R., Lloyd, A.H., McGuire, A.D., Rupp, T.S., Lynch, A.H., Schimel, J.P., Beringer, J., Chapman, W.L., Epstein, H.E., Euskirchen, E.S., Hinzman, L.D., Jia, G., Ping, C.-L., Tape, K.D., Thompson, C.D.C., Walker, D.A., & Welker, J.M. (2005). *Role of Land-Surface Changes in Arctic Summer Warming*. www.scienceexpress.org / Page 1/ 10.1126/science.1117368
8. Cruden D.M., (1991), *A simple definition of a landslide*. *Bulletin of the International Association for Engineering Geology* 43, 27-29.
9. Cruden D.M., Varnes D.J., (1996) *Landslide types and processes*. In: *Landslides: Investigation and Mitigation* Transportation Research Board. Turner A.K., Schuster R.L. (eds). *Special Report 247*, National Academy Press, Washington DC, 36-75.
10. Danilov N.N. 1977. *The role of animals at biocenoses of Subarctic region*. *Sverdlovsk*, 3-30.
11. Dikau R., Brunsden D., Schrott L., Ibsen M., (Eds.) (1996), *Landslide Recognition, Identification, Movement and Causes*. Chichester. *ing*, 34: 32-39.
12. Dobrinskii, L.N. (ed). (1995). *The Nature of Yamal*. (in Russian). Ekaterinburg, Nauka.
13. Douglas J., (2007), *Physical vulnerability modelling in natural hazard risk assessment*. *Natural Hazards Earth Systems Science*, 7, 283–288.
14. Forbes, B.C., Fauria, M.M. & Zetterberg, P. (2010) *Russian Arctic warming and “greening” are closely tracked by tundra shrub willows*. *Global Change Biology*. Vol. 16, Issue 5, pages 1542–1554
15. Forbes, C.B., Stammer, F., Kumpula, T., Meschytyb, N., Pajunen, A. & Kaarlejärvi, E. (2009). *High resilience in the Yamal-Nenets social-ecological system, West Siberian Arctic, Russia*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*. Vol.106 (52), pp.22041-22048.
16. Forbes, B.C. & Stammer, F. (2009). *Arctic climate change discourse: the contrasting politics of research agendas in the West and Russia*. *Polar Research*, doi:10.1111/j.1751-8369.2009.00100.x
17. Hodkinson, I.D., & Wookey, P.A. (1999). *Functional ecology of soil organisms in tundra ecosystems: towards the future*. *Applied Soil Ecology* 11, 111-126.
18. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2001) *Climate Change 2001, Third Assessment Report*. 3 Volume, Cambridge University Press.
19. Kaminskii, V.D., Suprunenko, O.I., & Suslova, V.V. (2011). *The continental shelf of the Russian Arctic region: the state of the art in the study and exploration of oil and gas resources*. *Russian Geology and Geophysics*, 52, 760–767.
20. Kienast, F., Tarasov, P., Schirmer, L., Grosse, G., & Andreev, A.A. (2008). *Continental climate in the East Siberian Arctic during the last interglacial: Implications from palaeobotanical records*. *Global and Planetary Change*, 60, 535–562
21. Kumpula, T., Pajunen, A., Kaarlejärvi, E., & Forbes, B.C. (2011). *Land use and land cover change in Arctic Russia: Ecological and social implications of industrial development*. *Global Environmental Change* 21, 550–562
22. Lee E.M., Jones D.K.C., (2004), *Landslide Risk Assessment*. Thomas Telford.
23. Leroueil S., Vaunat J., Picarelli L., Locat J., Lee H., Faure R., (1996), *Geotechnical characterisation of slope movements*. In: (ed) Senneset K (1996) *Landslides*. Balkema, Rotterdam 1, 53-74.
24. Lewis J., (1999), *Development in Disaster-prone Places*. *Studies of Vulnerability*. Intermediate Technology Publications. UK, London.
25. McKendrick, Jay D. (1987). *Plant Succession on Distributed Sites, North Slope, Alaska, U.S.A*. *Arctic and Alpine Research*, 19 (4), 554-565.
26. Nikolaev, A.N., & Samsonova, V.V. (2007). *Assessing the conditions for the development of slope processes based on ring growth dynamics of willow (Salix) shrubs*.
27. Sarkar S., Kanungo D.P., Patra A.K., Kumar P. (2006), *GIS based landslide susceptibility mapping*. In: Marui H et al. (eds). *Disaster Mitigation of debris Flows, Slope Failures and Landslides*. *Proceedings of the Intrapraevent International*

Symposium, Sept. 25-29, Niigata, Japan, 2, 617-624.

28. Sturm, M., Racine, C.R., and Tape, K., 2001. Increasing shrub abundance in the Arctic. *Nature* 411, 546–547.

29. Tape, K., Sturm, M. and Racine, C. 2006. The evidence for shrub expansion in northern Alaska and Pan-Arctic. *Global Change Biology* 12, 686–702.

30. Ukraintseva, N.G., Streletskaia, I.D., Ermokhina, K.A. & Yermakov. (2003). Geochemical properties of plant-soil-permafrost systems on landslide slopes, Yamal, Russia. *Permafrost, Phillips, Springman & Arenson (eds). Swets & Zeitlinger, Lissie, ISBN 90 5809 582 7*

31. Ukraintseva, N.G. (1997) Willows tundra of Yamal as the indicator of salinity of superficial sediments. Results of basis research of Earth cryosphere in Arctic and Subarctic. Novosibirsk, Nauka

32. UNISDR (United Nations International Strategy for Disaster Reduction) (2009). <http://www.unisdr.org/we/inform/terminology>

33. Westen van C. (ed.), (2009), Multi-hazard risk assessment. Distance education course. Guidebook. United Nations University – ITC School on Disaster Geoinformation Management (UNU-ITC DGIM)

34. Winchester P., (1992), Power, Choice and Vulnerability. A case study in disaster management in South India, 1977-1988. James & James Science Publishers Ltd, London.

УДК 574.47

ФИТОПЛАНКТОН НЕКОТОРЫХ ОЗЕР ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ЗАКАЗНИКОВ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.Н. Макаренкова

*Вологодская лаборатория ФГБНУ «ГосНИОРХ», г. Вологда, Россия,
masharenkova@yandex.ru*

Статья содержит сведения структуре фитопланктона озер гидрологических заказников на территории Вологодской области. Приведены данные об интенсивности развития фитопланктона изученных озер в летний период 2015 г. Дана оценка качества воды водоемов по наиболее распространенным альгологическим характеристикам.

Ключевые слова: фитопланктон, озеро, гидрологический заказник, качество воды, структура

На территории Вологодской области находятся 5 пять гидрологических заказников, из которых 4 озерных. Они располагаются в северо-западной части региона. В 2015 г. в летний период был исследован фитопланктон трех озер, входящих в Лухтозерский (оз. Лухтозеро и оз. Ундозеро) и Ежозерский (оз. Ежозеро) гидрологические заказники. Оз. Лухтозеро (496 га) вместе с оз. Ундозером и оз. Качозером (235 га) образует единую систему водоемов с подземным стоком. Оз. Ежозеро (230 га) принадлежит к системе р. Мегры и типично для Мегорско-Андомского ландшафта.

В соответствии с методикой гидробиологических исследований пробы объемом 0,5 л, зафиксированные люголь-формалиновой смесью, сгущали до 25 мл и обрабатывали счетно-камерным методом с использованием камеры Нажотта (0,01 мл) [3, 8]. Идентификацию водорослей проводили под световым микроскопом ЛОМО Микмед-6 по общепринятым методикам с помощью определителей [2, 4, 5].

В фитопланктоне исследуемых озер отмечено 88 видов и подвидовых таксонов водорослей из 7 отделов, 10 классов, 16 порядков, 52 родов. Наибольшую видовую насыщенность имеют 5 родов, включающих по 3-4 вида, к ним относятся 26 % всех видов. Это роды *Aulacoseira* Thw. – из диатомовых, *Dolichospermum* Ralfs ex Born. et Flah. – из синезеленых, *Pediastrum* Meyen - из зеленых, *Cryptomonas* Ehr.– из криптофитовых и из эвгленовых – *Trachelomonas* Ehr. В сообществе преобладают одновидовые роды – 77 % от всего числа родов. Видовым богатством отличаются зеленые водоросли, в частности порядок Chroococcales.

В фитопланктоне оз. Ежозера встречаются водоросли из 6 отделов: Bacillariophyta – 41 %; Cyanophyta – 16 %; Chlorophyta – 22 %; Chrysophyta – 5 %; Cryptophyta – 5 %; Euglenophyta – 11 % от общего количества видовых и внутривидовых таксонов. Основу флористического списка составляют диатомовые и зеленые водоросли.

В летний период в планктоне наиболее интенсивно развиваются диатомовые, синезеленые и эвгленовые водоросли. Средняя биомасса фитопланктона составляет 1,83 г/м³ при численности 27,40 млн. кл./л (табл. 1, 2). Численность водорослей в озере почти на 97 % обеспечивается развитием синезеленых, среди которых в большей мере на количественные показатели влияет колониальный *Pannus* sp. (в среднем 89 % от всей численности). Биомасса формируется на 45% диатомовыми, на 28% эвгленовыми и на 17 % синезелеными водорослями. Среди диатомей доминируют по биомассе *Asterionella formosa* Hass., *Aulacoseira islandica* (O. Müll.) Sim. и *Tabellaria flocculosa* (Roth.) Kütz. Биомасса синезеленых водорослей создается в первую очередь многочисленным *Pannus* sp., а также нитчатой водорослью *Dolichospermum* sp. Эвгленовые водоросли представлены видами рода *Trachelomonas*, и среди них наибольшее развитие характерно для *T. volvocinopsis* Svirenko, *T. volvocina* var. *subglobulosa* Lemm.

В оз. Лухтозере фитопланктон представлен 7 крупными таксономическими группами, из них Bacillariophyta – 14 %; Cyanophyta – 15 %; Chlorophyta – 45 %; Chrysophyta – 4 %; Cryptophyta – 8 %; Euglenophyta – 11 %; Dinophyta - 3 % от общего количества видовых и внутривидовых таксонов. Наибольшим разнообразием отличаются зеленые и синезеленые водоросли.

Летний фитопланктон формируется в первую очередь синезелеными и динофитовыми водорослями, в меньшей степени – диатомовыми, эвгленовыми и другими группами. Синезеленые водоросли составляют до 99% всей численности и до 37 % всей биомассы в озере. Среди синезеленых доминирует нитчатая водоросль *Aphanizomenon klebahnii* Elenk. ex Pechar, обеспечивая до 70 % общей численности. *A. klebahnii* также является доминантом и по биомассе – 29 % (2,17 г/м³). Многочислен *Pannus* sp., 23 % численности. Значительный вклад в биомассу вносит крупноклеточная динофитовая водоросль *Ceratium furcoides* (Lev.) Langh. – 35 % (2,64 г/м³). Общая биомасса водорослей в озере достаточно высокая – 7,51 г/м³, численность составляет 99,85 млн кл./л (табл. 1, 2).

В летнем фитопланктоне оз. Ундозера обнаружены водоросли из 7 отделов, среди которых доля видов и внутривидовых таксонов составляет для Bacillariophyta – 22%; Cyanophyta – 27%; Chlorophyta – 27%; Chrysophyta – 5%; Cryptophyta – 5%; Euglenophyta – 9%; Dinophyta - 5%. Среди них большим разнообразием характеризуются первые три группы водорослей.

Летняя биомасса фитопланктона составляет в оз. Ундозере 7,07 г/м³, а численность – 117,76 млн кл./л (табл. 1, 2). Величина численности, также как и оз. Лухтозере, определяется в первую очередь развитием *A. klebahnii* из синезеленых водорослей. Его концентрация в этом озере выше и составляет 97 % от общей. Биомасса на 52 % создается синезелеными водорослями, из них 46 % приходится на *A. klebahnii*. Среди других групп водорослей значимый вклад в общую биомассу вносит *Aulacoseira ambigua* (Grun.) Sim. из диатомей.

Для водоемов умеренной зоны решающую роль играет фосфор. В настоящее время критическими концентрациями азота и фосфора во время интенсивного перемешивания вод, при котором создаются потенциальные условия для цветения водорослей, считаются для фосфора 0,01 мг/дм³ и для азота 0,3 мг/дм³ [6]. Величины азота и фосфора для исследуемых озер превышают критические концентрации. Повышенные значения ХПК и БПК₅ указывают на увеличение органических веществ в водоемах, которые наряду с биогенными веществами, обуславливают обильное развитие фитопланктона, в частности синезеленой водоросли *A. klebahnii* в Лухтозере и Ундозере. *A. klebahnii* – это широко распространенный в умеренной зоне Евразии пресноводно-солонатоводный вид, встречающийся в планктоне эвтрофных водоемов и водотоков [1].

Показатели сапробности водной толщи оз. Ежозера, оцененные индексами Пантле-Букка [9] в модификации Сладечека [10] по численности и биомассе, изменяются от 1,59 до 1,99. В исследуемый летний период уровень сапробности в оз. Лухтозере составил 1,69 по численности и 1,67 по биомассе, а в оз. Ундозере отмечается на уровне 1,68 и 1,56, соответственно. Индексы сапробности находятся в пределах, свойственных β-мезосапробной зоне, III классу качества воды (воды умеренно загрязненные). По показателям биомассы [7]

трофический статус оз. Ежозера соответствует мезотрофному водоему (1-5 г/м³), а оз. Лухтозеро и оз. Ундозера характеризуются как эвтрофные (5-10 г/м³).

Таблица 1

Средняя численность фитопланктона (N, тыс. кл./л) исследуемых озер

Озеро Отдел	Ежозера		Лухтозера		Ундозера	
	N	%	N	%	N	%
Bacillariophyta	330,00	1,21	640,00	0,64	1450,00	1,23
Cyanophyta	26567,50	96,97	98420,00	98,57	114630,00	97,34
Chlorophyta	272,50	0,99	455,00	0,46	1150,00	0,98
Chrysophyta	11,25	0,04	-	-	80,00	0,07
Cryptophyta	36,25	0,13	140,00	0,14	400,00	0,34
Euglenophyta	180,00	0,66	65,00	0,06	35,00	0,03
Dinophyta	-	-	125,00	0,13	10,00	0,01
Всего	27397,50	100,00	99845,00	100,00	117755,00	100,00

Таблица 2

Средняя биомасса фитопланктона (B, г/м³) исследуемых озер

Озеро Отдел	Ежозера		Лухтозера		Ундозера	
	B	%	B	%	B	%
Bacillariophyta	0,82	44,89	0,92	12,30	1,73	24,42
Cyanophyta	0,31	16,85	2,81	37,41	3,68	52,00
Chlorophyta	0,11	6,03	0,04	0,60	0,08	1,13
Chrysophyta	0,04	1,97	-	-	0,03	0,46
Cryptophyta	0,03	1,95	0,15	1,96	0,89	12,72
Euglenophyta	0,52	28,31	0,77	10,19	0,43	6,03
Dinophyta	-	-	2,82	37,54	0,23	3,24
Всего	1,83	100,00	7,51	100,00	7,07	100,00

Список литературы

1. Белякова Р.Н. и др. Водоросли, вызывающие «цветение» водоемов Северо-Запада России // М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006.
2. Комаренко Л.В. Пресноводные диатомовые и синезеленые водоросли водоемов Якутии / Л.В. Комаренко, И.И. Васильева. - М., 1975. - 423с.
3. Методы изучения пресноводного фитопланктона: методическое руководство: автор-сост. Садчиков А.П. - М.: Изд-во "Университет и школа", 2003. - 158 с.
4. Определитель пресноводных водорослей СССР / под ред. М. М. Голлербах. М.;Л.: АН СССР. 1951-1986. Т. 1-14.
5. Определитель пресноводных водорослей Украинской ССР (в десяти томах). Киев, 1979.
6. Пименова Е. В. Химические методы анализа в мониторинге водных объектов // Пермь: Изд-во Перм. ГСХА, 2011.
7. Трифонова И. С. Экология и сукцессия озерного фитопланктона. - Наука. Ленингр. отд-ние, 1990.
8. Федоров В.Д. О методах изучения фитопланктона и его активности. М., 1979. - 168 с.
9. Pantle R., Buck H. Die biologische Überwachung der Gewässer und Darstellung der Ergebnisse // Gas und Wasserfach. 1955. Bd. 96. № 18. S. 604-681.
10. Sládeček V. System of water quality from the biological point of view // Ergebn. der Limnol. Arch. Hydrobiol., 1973. Bd. 7. № 7. S. 218-253.

THE PHYTOPLANKTON OF SOME LAKES HYDROLOGICAL RESERVE OF THE VOLOGDA REGION

Makarenkova N.N.

*Vologda laboratory FSBSI State Research Institute of Lake and River Fisheries, Vologda, Russia,
mackarenkova@yandex.ru*

The report contains the information about structure of phytoplankton of lakes hydrological reserve of Vologda region. The information exhibits the intensity of development phytoplankton of the examined lakes in summer 2015. Water quality evaluation according to the most common algology characteristics of the water-storage basin is given.

Keywords: phytoplankton, lake, hydrological reserve, water quality, structure

УДК 577.4

БИОИНДИКАЦИЯ РЕКИ САНДАЛОВКА КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ

Е.В. Маханова^{1,2}, Н.А. Жолобова¹

¹*Вятская государственная сельскохозяйственная академия, г. Киров, Россия*

²*Вятский государственный гуманитарный университет, г. Киров, Россия,
elena-makhanova@yandex.ru*

В настоящей работе проведена биоиндикация реки Сандаловка Кировской области с использованием высших растений. При анализе флористического состава определено 35 видов растений, 20 семейств и 30 родов. Определена степень сходства растительных сообществ и макрозообентоса путём расчёта коэффициентов Жаккара и Сьеренсена.

Ключевые слова: биоиндикация, высшие растения, видовое разнообразие, коэффициент Жаккара, коэффициент Сьеренсена

Биоиндикация как метод исследования экологических систем является основой биомониторинга – составной части экологического мониторинга. В задачи биомониторинга входит регулярно проводимая оценка качества окружающей среды с помощью специально выбранных для этой цели живых объектов [2].

Высшие водные растения являются наименее изученным звеном среди организмов - индикаторов, хотя имеют ряд преимуществ. Они представляют собой видимый невооружённым глазом и поэтому весьма удобный для наблюдения объект, а также дают возможность при рекогносцировочном гидробиологическом осмотре водоёмов в первом приближении визуально оценить их экологическое состояние [3].

В настоящей работе была проведена биоиндикация реки Сандаловка Кировской области по видовому разнообразию околоводной растительности. Методика биоиндикации с использованием высших растений ранее была опробована для других водных объектов Кировской области [4, 7].

Река Сандаловка протекает по территории Слободского района Кировской области, и в неё осуществляется сброс очищенных сточных вод от ООО “Зверохозйство Вятка”. По данным КОГБУ “Кировский областной центр охраны природы и природопользования”, в реке Сандаловка с 2012 по 2014 гг. периодически отмечались превышения ПДК по содержанию нитритов, нефтепродуктов, БПК и бихроматной окисляемости, что создаёт неблагоприятные условия для водной и околоводной биоты.

Для изучения видового разнообразия было заложено 5 пробных площадок (ПП): непосредственно в месте сброса очищенных сточных вод (ПП № 1) и на расстоянии 500 и 1000 метров выше (ПП №№ 4,5) и ниже (ПП №№ 2,3) по течению. Площадку, расположенную на расстоянии 1000 м выше точки сброса сточных вод, считали фоновой.

Характеристики общего и видового состава околоводной растительности представлены в таблицах 1 и 2.

Общий состав растительности на пробных площадках

Название растения	ПП №1	ПП №2	ПП №3	ПП №4	ПП №5
Тимофеевка луговая (<i>Phleum pratense</i>)		+		+	+
Ежа обыкновенная (<i>Dactylis glomerata</i>)		+	+	+	+
Колосок душистый (<i>Anthoxanthum odoratum</i>)					+
Тысячелистник обыкновенный (<i>Achillea millefolium</i>)		+	+	+	+
Лапчатка гусиная (<i>Potentilla anserina</i>)				+	+
Лопух большой (<i>Arctium lappa</i>)			+		
Бодяк полевой (<i>Cirsium arvense</i>)	+		+	+	
Полынь обыкновенная (<i>Artemisia vulgaris</i>)	+	+		+	+
Сныть обыкновенная (<i>Aegopodium podagraria</i>)	+				
Купырь лесной (<i>Anthriscus sylvestris</i>)	+		+	+	+
Бедренец-камнеломка (<i>Pimpinella saxifraga</i>)			+	+	+
Борщевик Сосновского (<i>Heracleum sosnowskyi</i>)	+	+		+	
Горошек мышинный (<i>Vicia cracca</i>)				+	+
Клевер ползучий (<i>Trifolium repens</i>)					+
Клевер луговой (<i>Trifolium pratense</i>)					+
Манжетка обыкновенная (<i>Alchemilla vulgaris</i>)	+	+	+		
Осока пузырчатая (<i>Carex vesicaria</i>)				+	+
Осока двуколосковая (<i>Carex arenaria</i>)					+
Зверобой продырявленный (<i>Hypericum perforatum</i>)				+	
Подорожник ланцетный (<i>Plantago lanceolata</i>)		+			
Подорожник большой (<i>Plantago major</i>)	+				
Хрен обыкновенный (<i>Armoracia rusticana</i>)			+		
Герань луговая (<i>Geranium pratense</i>)			+	+	
Иван-чай узколистый (<i>Chamerion angustifolium</i>)					+
Чистотел большой (<i>Chelidonium majus</i>)	+		+		
Подмаренник цепкий (<i>Galium aparine</i>)			+	+	
Крапива двудомная (<i>Urtica dioica</i>)	+		+		
Звездчатка злаковая (<i>Stellaria graminea</i>)		+			
Щавель конский (<i>Rumex confertus</i>)				+	+
Общее число отмеченных видов	9	8	12	15	15

Таблица 2

Характеристика видового состава растений на пробных площадках

	Господствующие виды растений	Общее количество видов (в % от общего числа растений)
Пробная площадка 1	Борщевик Сосновского (<i>Heracleum Sosnowskyi</i>), Крапива двудомная (<i>Urtica dioica</i>), Купырь лесной (<i>Anthriscus sylvestris</i>)	9 (16%)
Пробная площадка 2	Борщевик Сосновского (<i>Heracleum sosnowskyi</i>), Полынь обыкновенная (<i>Artemisia vulgaris</i>), Манжетка обыкновенная (<i>Alchemilla vulgaris</i>)	8 (14%)
Пробная площадка 3	Бодяк полевой (<i>Cirsium arvense</i>), Крапива двудомная (<i>Urtica dioica</i>), Лопух большой (<i>Arctium lappa</i>)	12 (20%)
Пробная площадка 4	Борщевик Сосновского (<i>Heracleum sosnowskyi</i>), Ежа обыкновенная (<i>Dactylis glomerata</i>), Щавель конский (<i>Rumex confertus</i>)	15 (25%)
Пробная площадка 5	Клевер ползучий (<i>Trifolium repens</i>), Осока пузырчатая (<i>Carex vesicaria</i>), Осока двуколосковая (<i>Carex arenaria</i>), Щавель конский (<i>Rumex confertus</i>)	15 (25%)

На пробной площадке №1, непосредственно в месте сброса очищенных сточных вод, отмечено 9 видов растительности, что составляет 15 % от общего количества видов на пяти пробных площадках. Большая часть видов является сорными растениями (*Heracleum Sosnowskyi*, *Urtica dioica*, *Cirsium arvense*), образующими сплошные заросли. Присутствие данных видов свидетельствует о повышенном содержании в почвенном слое соединений азота - нитратов, нитритов, азота аммонийного, которые могут попадать в донные отложения мелководья и прибрежную почву при сбросе сточных вод и частичном осаждении загрязняющих веществ.

Увеличение биомассы растительности является диагностическим признаком чрезмерной стимуляции развития сообщества, свидетельствующем о его антропогенной трансформации. В литературе описывается стимуляция гидробионтов как «увеличение количественных характеристик состояния организма или их совокупности» в ответ на действующий фактор [5].

Высокое разнообразие видов обнаружено на ПП № 4, расположенной в 500 м выше места сброса сточных вод, и на фоновой площадке (ПП №5), расположенной в 1 км выше места сброса сточных вод: число видов на каждой площадке составляет 15 (25 %), большая часть которых относится к семейству Бобовые (Fabaceae), Злаковые (Poaceae) и Осоковые (Cyperaceae).

На ПП №2 и № 3 (500 и 1000 м ниже места сброса) количество видов равно 8 (14 %) и 12 (20 %) соответственно, следовательно, по мере удаления от места сброса сточных вод видовое разнообразие постепенно восстанавливается.

По результатам исследования видового состава была определена степень сходства околководной растительности на исследуемых площадках путём расчёта коэффициентов Жаккара и Сьеренсена [1, 6]. Результаты расчёта данных коэффициентов представлены на рисунке 1 и рисунке 2.

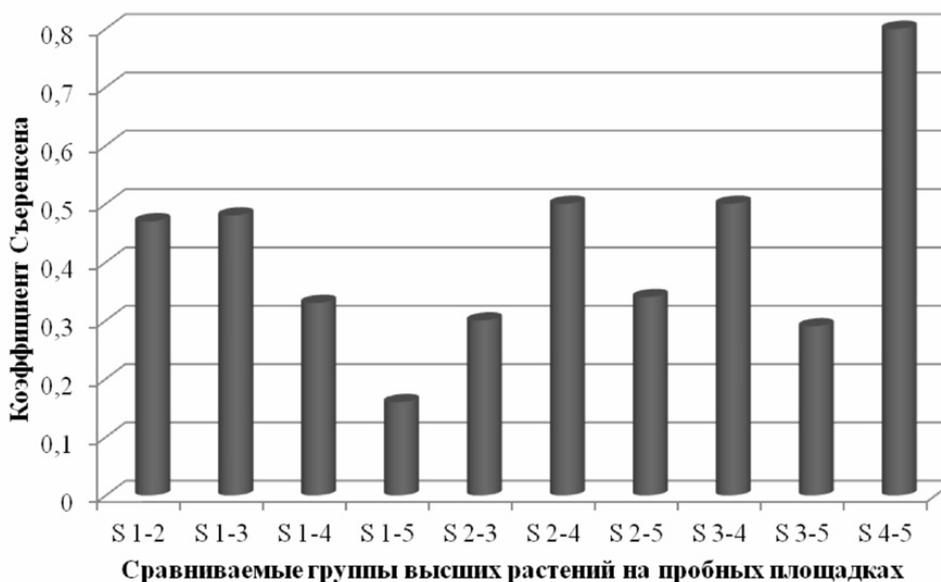


Рисунок 1 – Результаты расчёта коэффициента Жаккара

Максимальное сходство растительных сообществ обнаружено между площадками № 4 и № 5 ($K_j = 0,5$ и $S = 0,8$), расположенными выше точки сброса сточных вод, а минимальное - между ПП № 1 и ПП № 5 ($K_j = 0,09$ и $S = 0,16$), расположенными в точке сброса и на расстоянии 1000 м выше неё соответственно. Можно сказать, что самые неблагоприятные условия для околководной растительности формируются в точке сброса сточных вод.

В целом можно заключить, что качество воды на исследуемых площадках меняется по сравнению с фоновой от чистых до умеренно загрязнённых. Влияние сброса сточных вод на биоту реки Сандаловка и состояние околководной растительности максимально проявляется в месте сброса сточных вод и выражается в снижении видового разнообразия и преобладании видов растений, устойчивых к загрязнению.

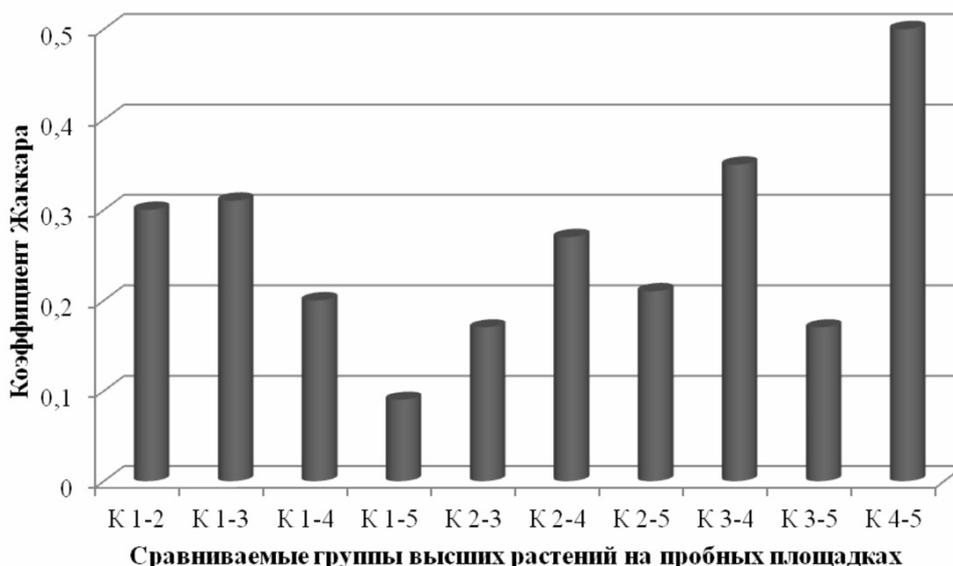


Рисунок 2 – Результаты расчёта коэффициента Сьеренсена

Список литературы

- Ихер Т.П. Экологический мониторинг объектов водной среды.-Тула: ТОЭБЦу, изд-во «Гриф и К», 2003.- 92 с.
- Ляшенко О.А. Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды: учебное пособие / СПб ГТУРП. - СПб., 2012. - 67 с.
- Мелехова О. П. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование/ О. П. Мелехова, Е. И. Сарапульцева, Т. И. Евсеева. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. - 288 с.
- Маханова Е.В., Булдакова М.С. Преснецова К.А., Аникина А.В., Крупина С.С. Оценка влияния Кировской ТЭЦ-3 филиала ОАО «ТГК-5» «Кировский» на качество водной и воздушной среды прилегающих территорий. // Сборник статей по материалам Международной научно- практической конференции «Современные научные тенденции в животноводстве, охотоведении и экологии». - Киров: Изд-во Вятской ГСХА, 2012. С. 118 - 124.
- Олькова А.С. Особенности и проблемы биотестирования водных сред по аттестованным методикам // Вода: химия и экология, 2014. № 10. С. 87-94.
- Садчиков А.П., Кудряшов М.А. Экология прибрежно-водной растительности (учебное пособие для студентов вузов).-М.: Изд-во НИИ-Природа, РЭФИА, 2004.- 220 с.
- Суслова Е.А., Маханова Е.В. Биоиндикация состояния пресноводного водоёма на примере реки Люльченка г. Кирова / Молодёжный научный форум: Естественные и медицинские науки. Электронный сборник статей по материалам X Межд. Заочн. Научн-практ. Конф. 2014. № 3 (10) / [Электронный ресурс] Режим доступа URL: [http://www.nauchforum.ru/archive/MNF_nature/3\(10\).pdf](http://www.nauchforum.ru/archive/MNF_nature/3(10).pdf).
- Шанцер И.А. Растения средней полосы Европейской России. Полевой атлас.-М.:Изд-во КМК, 2004.- 422с.

BIOINDICATION OF THE RIVER SANDALOVKA IN THE KIROV REGION WITH USING OF HIGHER PLANTS

H.V. Mahanova^{1,2}, N.A. Jolobova¹

¹*Vyatka State Agricultural Academy, Kirov, Russia,*

²*Vyatka State University of Humanities, Kirov, Russia, elena-makhanova@yandex.ru*

This article presents a bioindication of the river Sandalovka in the Kirov region with using of higher plants. 35 kinds of plants, 20 bloodlines and 30 geni were determined through the analysis of floristic composition. The degree of analogy of the plant communities and the macrozoobenthos was appointed through the calculation of the Jaccar's and Sjerensen's coefficients.

Keywords: bioindication, higher plants, species diversity, Jaccar's coefficient, Sjerensen's coefficient.

ИНВАЗИОННЫЕ ВИДЫ В ДОННЫХ СООБЩЕСТВАХ НА МЕЛКОВОДЬЯХ ВОЛЖСКОГО ПЛЕСА КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

А.В. Мельникова

*Государственное бюджетное учреждение Институт проблем экологии и недропользования
Академии наук Республики Татарстан, Казань, Россия, d.bugensis@mail.ru*

В 2014-2015 гг. на мелководных участках Волжского плеса Куйбышевского водохранилища в составе зообентоса было обнаружено 7 видов вселенцев из 20 ранее указанных для этого участка (*Hypania invalida*, *Dreissena polymorpha*, *Dreissena bugensis*, *Lithoglyphus naticoides*, *Physella acuta*, *Paramysis lacustris* и *Niphargoides macrurus*). Инвазионные виды значительно уступали представителям аборигенной фауны по вкладу в общие количественные показатели донной фауны. Среди вселенцев существенный вклад в относительные показатели численности и биомассы вносил брюхоногий моллюск *L. naticoides*. В 2015 г. наблюдалось сокращение вклада вселенцев в общие показатели зообентоса примерно в 9 раз по сравнению с 2014 г. Также в ходе исследований были выявлены изменения в размерно-весовых параметрах у ряда инвазионных видов.

Ключевые слова: биоинвазия, вселенцы, зообентос, Куйбышевское водохранилище, количественные показатели, численность, биомасса, размерно-весовые параметры.

Биологические инвазии все больше привлекают внимание исследователей из-за интенсивного распространения вселенцев в другие регионы, и даже континенты. Проникая в водоем-реципиент, инвазионные виды начинают оказывать влияние на различные аспекты функционирования экосистемы-реципиента: на структуру сообществ, интенсивность и направление потоков энергии, распространение паразитов и т.д. В зависимости от условий один и тот же вид вселенец способен приводить к различным изменениям в экосистеме. Один из примеров влияния – изменения в структуре доминирующих форм и в соотношении количественных показателей отдельных групп. Так некоторые вселенцы заметного влияния на местную фауну не оказывают, но другие отличаются «агрессивностью». В новых условиях вселенцы способны становиться видами-эдификторами (например, дрейссены), образуют специфические сообщества – консорции, в которых встречаются как аборигенные, так и инвазионные виды. В результате чего инвазионные виды считаются одной из основных угроз для сохранения биоразнообразия экосистем-реципиентов, приводя к дестабилизации видовой структуры сообществ, в результате угнетения, вытеснения или уничтожения аборигенных видов. Помимо экологического значения проблема биоинвазии имеет и экономическое, что связано с исчезновением наиболее ценных в кормовом отношении представителей местной фауны. Было выявлено, что ущерб от биоинвазии огромен и, возможно, он даже сопоставим с другими антропогенными воздействиями [1, 10, 11].

Куйбышевское водохранилище является крупнейшим долинным водохранилищем в Европе, создание которого происходило с 1955 по 1957 гг. В свою очередь водохранилище является одним из звеньев «Волго-Балтийского биоинвазионного коридора». Известно, что основным регионом – донором вселенцев является Понто-Каспийский [1, 10]. Еще до зарегулирования Куйбышевского водохранилища было известно существование несколько видов вселенцев (ракообразные и моллюски), но, впоследствии, в 1640–1950 гг. в результате каких-то причин численность их значительно снизилась или они вовсе исчезли. Но уже в 1960–1970 гг. наблюдался рост числа инвазионных видов зообентоса в результате самопроизвольного расселения или акклиматизации их с целью повышения кормовой базы для рыб. С 1990-х г. вселенцы характеризуются возрастанием числа инвазионных видов и их вкладом в количественные показатели зообентоса [1, 3, 7, 10]. В настоящее время по литературным данным в Куйбышевском водохранилище указывается наличие 40 инвазионных видов, а для его верховий – 30 [7, 10].

Материалом послужили пробы донных беспозвоночных, взятые в 2014 и 2015 г. на мелководном участке Волжского плеса Куйбышевского водохранилища в западной части г. Казани в районе пос. Новое Аракчино (примерные координаты 55°48'10.263" и 48°56'30.822"). Данный участок характеризуется в основном песчаным грунтом. Всего было отобрано с помощью ручного сачка (сеть с размером ячеек 0.5 мм) и обработано 48 проб зообентоса.

Пробы отбирались от уреза воды и до глубин 1.5 м и по мере падения уровня воды меняли точки отбора в сторону от берега. Камеральную обработку осуществляли общепринятыми методами в гидробиологии [4, 5].

Для оценки достоверности различий в таксономическом разнообразии, численности и биомассы зообентоса, отдельных групп и видов в зависимости от различных факторов использовали дисперсионный анализ способом ANOVA (Tukey's HSD test). Перед обработкой данные преобразовывали в нормальное распределение с использованием функции $\text{Log}_{10}(x+1)$.

Таксономический состав. В ходе проведенных исследований в 2014–2015 гг. было выявлено 133 таксона разного рангового уровня донных беспозвоночных из 9 групп: Nematoda, Hydrozoa и Polychaeta по 1 таксону, Oligochaeta (18), Hirudinea (5), Mollusca (31: Bivalvia – 10, Gastropoda – 21), Crustacea (3: Mysidacea, Isopoda и Amphipoda по 1), Hydracarinae (1), Insecta (72: Ephemeroptera – 4, Odonata – 3, Hemiptera – 2, Coleoptera – 7, Trichoptera – 11, Lepidoptera – 1 и Diptera – 44). Таким образом, наиболее разнообразна была представлена фауна насекомых и моллюсков. В среднем в пробе было обнаружено 14 видов.

За период исследования на мелководных участках Волжского плеса Куйбышевского водохранилища было выявлено 7 видов бентосных вселенцев: полихета *Hypania invalida*, двустворчатые моллюски *Dreissena polymorpha* и *Dreissena bugensis* и брюхоногие моллюски *Lithoglyphus naticoides* и *Physella acuta*, мизида *Paramysis lacustris* и бокоплав *Niphargoides macrurus*. Практически все обнаруженные инвазионные виды относятся к Понто-Каспийскому комплексу фауны, за исключением моллюска *P. acuta*, который считается Североамериканским видом. В 2014 г. нами было обнаружено четыре вида вселенца (*H. invalida*, *D. polymorpha*, *L. naticoides* и *P. acuta*). В 2015 г. их количество составило шесть, к видам, обнаруженным в 2014 г., добавились моллюск *D. bugensis* и ракообразные *P. lacustris* и *N. macrurus*, но полихета уже в этот год не встречалась.

Наибольшей частотой встречаемости из выявленных инвазионных видов характеризовались моллюски *D. polymorpha* (31.3 %), *L. naticoides* (27.1 %) и *D. bugensis* (12.5 %). Остальные вселенцы встречались менее чем в 5 пробах.

Если провести сравнение с данными исследования, которые проводились ранее на этом же участке водохранилища, то до 2010 г. указывалось наличие 20 видов вселенцев (полихета – 1 вид, олигохета – 2, пиявка – 1, моллюски – 4 и ракообразные – 12) [10]. Однако после 2010 г. произошло резкое сокращение качественного состава и количественных показателей вселенцев. Одной из возможных причин такого сокращения является аномально жаркое и маловодное лето 2010 г, когда происходило осушение огромных мелководных территорий водохранилища, ухудшение качества воды и другие, которые впоследствии привели к гибели организмов, в том числе и вселенцев. Так в ходе исследований, проведенных в 2011 г. нами было обнаружено на этом же участке только 3 инвазионных вида (*D. polymorpha*, *D. bugensis* и *L. naticoides*), а в 2012 г. к этим трем видам добавились еще олигохета *Potamothrix heuscheri* и пиявка *Caspiobdella fadejewi*. Таким образом, можно говорить о постепенном восстановлении видового состава инвазионных видов после аномальных условий 2010 г.

Количественные показатели. На мелководных участках водохранилища по вкладу в количественные показатели зообентоса доминировали аборигенные виды (табл. 1).

Таблица 1

Средняя относительная численность (N, %) и биомасса (B, %) инвазионных видов зообентоса на мелководных участках Волжского плеса Куйбышевского водохранилища (ж.м. Н. Аракчино)

Виды	N	B
<i>H. invalida</i>	0.39±0.27	0.10±0.07
<i>D. polymorpha</i>	0.96±0.31	2.65±1.30
<i>D. bugensis</i>	0.17±0.09	0.10±0.06
<i>L. naticoides</i>	7.03±3.17	10.03±3.50
<i>P. acuta</i>	0.04±0.02	0.05±0.05
<i>P. lacustris</i>	0.01±0.01	0.01±0.01
<i>N. macrurus</i>	0.04±0.03	0.25±0.21
Вселенцы	8.60±3.29	13.15±3.70

Относительные количественные показатели инвазионных видов в основном формировались моллюском *L. naticoides*, значительно ему по всем показателям уступала *D. polymorpha*. Доля других инвазионных видов была не значительной.

В 2015 г. было выявлено сокращение (ANOVA, $p < 0.0003$) доли вселенцев (примерно в 9 раз) по сравнению с 2014 г. Это снижение было связано с уменьшением вклада моллюска *L. naticoides* ($p < 0.0002$), который формировал основу вселенцев на данном участке. Для другого вида моллюска, *P. acuta*, наоборот, наблюдалось увеличение численности и биомассы, а у *D. polymorpha* между годами существенных изменений выявлено не было (табл. 2).

Таблица 2

Вклад инвазионных видов в количественные показатели зообентоса на мелководных участках Волжского плеса Куйбышевского водохранилища в 2014 и 2015 гг.

Виды	Численность, %		Биомасса, %	
	2014 г.	2015 г.	2014 г.	2015 г.
<i>H. invalida</i>	2.10±1.30	—	0.55±0.34	—
<i>D. polymorpha</i>	1.46±0.69	0.85±0.34	2.73±1.69	2.63±1.55
<i>D. bugensis</i>	—	0.21±0.11	—	0.12±0.07
<i>L. naticoides</i>	27.52±11.89	2.30±2.14	43.53±10.87	2.30±2.01
<i>P. acuta</i>	0.02±0.02	0.04±0.03	0.01±0.01	0.09±0.06
<i>P. lacustris</i>	—	0.01±0.01	—	0.02±0.01
<i>N. macrurus</i>	—	0.05±0.04	—	0.31±0.26
Вселенцы	31.08±12.01	3.42±2.25	46.81±10.57	5.38±2.56

Распределение беспозвоночных на мелководных участках водохранилища зависит от колебания уровня воды, ветровой и волновой активности [2, 6, 10]. Так для изучения распределения количественных показателей вселенцев по глубине нами было выделено 2 условных профиля: от уреза воды (<0.5 м) и 0.5–1.0 м. Среди всех вселенцев по частоте встречаемости у уреза воды *D. polymorpha*, на профиле 0.5–1.0 м – *D. bugensis* и *L. naticoides*. Частота встречаемости у *H. invalida*, *D. polymorpha* и *N. macrurus* с увеличением глубины снизилась, у остальных видов, наоборот, наблюдался рост этого показателя (табл. 3).

Таблица 3

Встречаемость (h, %) и относительные значения численности (N, %) и биомассы (B, %) вселенцев на мелководных участках Волжского плеса Куйбышевского водохранилища

Виды	<0.5 м			0.5–1.0 м		
	h	N	B	h	N	B
<i>H. invalida</i>	14.3	0.88±0.60	0.23±0.16	3.7	0.01±0.01	<0.01
<i>D. polymorpha</i>	23.8	0.87±0.44	4.04±2.85	18.5	1.03±0.43	1.57±0.56
<i>D. bugensis</i>	4.8	0.09±0.09	0.13±0.13	37.0	0.23±0.14	0.07±0.04
<i>L. naticoides</i>	14.3	3.89±3.21	5.51±3.39	37.0	9.47±5.00	13.55±5.54
<i>P. acuta</i>	4.8	0.04±0.04	0.11±0.10	7.4	0.03±0.03	0.01±0.01
<i>P. lacustris</i>	4.8	0.02±0.01	0.02±0.02	11.1	<0.01	<0.01
<i>N. macrurus</i>	9.5	0.09±0.07	0.51±0.47	3.7	<0.01	0.04±0.04
Вселенцы		5.84±3.50	10.44±4.33		10.75±5.15	15.25±5.62

Наибольший вклад вселенцев в количественные показатели зообентоса был выявлен на глубинах 0.5–1.0 м. На всех выделенных глубинах численность и биомасса вселенцев в основном формировалась моллюском *L. naticoides*, но максимальные значения его параметров были выявлены на глубинах 0.5–1.0 м.

Для двух видов дрейссен и *L. naticoides* было характерен рост относительной численности с увеличением глубины, а для других инвазионных видов наблюдалась обратная

тенденция. Увеличение биомассы с глубиной было характерно только для брюхоногого моллюска *L. naticoides*, у других наоборот наблюдалось сокращение этого показателя. Однако дисперсионный анализ способом ANOVA (Tukey's HSD test) достоверных отличий для вселенцев между выделенными профилями не выявил.

Таким образом, распределение относительных количественных показателей по глубине имеет такой же характер, который наблюдался в исследованиях, проводимых на Волжском плесе Куйбышевского водохранилища в 1998–2009 гг. [10].

Сезонная динамика. Инвазионные виды начали встречаться в пробах, отобранных в 2015 г., только в мае, и были представлены одним видом – мизидой *P. lacustris*. В результате весной вклад вселенцев в количественные показатели зообентоса был не значительный (табл. 4).

Таблица 4

Относительные показатели численности (N, %) и биомассы (B, %) инвазионных видов зообентоса на мелководных участках Волжского плеса Куйбышевского водохранилища (ж.м. Н. Аракчино) в 2015 г.

Виды	весна		лето		осень	
	N	B	N	B	N	B
<i>D. polymorpha</i>	–	–	0.04±0.03	0.25±0.18	2.68±0.92	8.18±4.65
<i>D. bugensis</i>	–	–	0.02±0.02	0.01±0.01	0.66±0.32	0.38±0.22
<i>L. naticoides</i>	–	–	0.03±0.03	0.27±0.25	13.34±6.78	7.08±6.32
<i>P. acuta</i>	–	–	–	–	0.13±0.08	0.21±0.18
<i>P. lacustris</i>	<0.01	<0.01	0.02±0.02	0.03±0.03	–	–
<i>N. macrurus</i>	–	–	0.11±0.09	0.66±0.55	–	–
Вселенцы	<0.01	<0.01	0.22±0.12	1.23±0.65	10.77±6.86	15.63±7.46

В летний период было обнаружено пять видов, среди которых наиболее часто встречались моллюск *D. polymorpha* и ракообразные, однако основной вклад в относительную численность и биомассу вселенцев вносил бокоплав *N. macrurus*. В июне вселенцы были представлены, как и в мае, только *P. lacustris* с таким же вкладом, а в июле была обнаружена только амфипода *N. macrurus* (<0.06 %). В августе уже были обнаружены пять вселенцев, и доля их в этом месяце составила в среднем 0.60±0.30 %.

Осенью в пробах встречались только моллюски, но наиболее часто попадали дрейссены. Относительная численность вселенцы в основном формировались в этот период моллюском *L. naticoides*, а биомасса также и *D. polymorpha*. И только в этот период были обнаружены особи *P. acuta*.

В целом наблюдается увеличение показателей относительной численности всех вселенцев ($p < 0.005$) и у инвазионных видов с весны по осень. Однако достоверные наибольшей относительная численность и биомасса в осенний период было выявлена только у *D. polymorpha* ($p < 0.0009$) и *D. bugensis* ($p < 0.05$). Таким образом, наибольший вклад вселенцы вносили в октябре (по численности 18.95±12.71 % и по биомассе 29.21±12.65 %), а минимальный – в мае и июне (<0.01 %). Такое распределение количественных показателей вселенцев, скорее всего, связано с тем, в весенние месяцы и в начале лета они не успели заселить мелководные участки, которые ранее находились вне воды из-за колебания уровня воды. Осенью по мере падения уровня воды наблюдался рост их частоты встречаемости и количественных показателей (особенно у моллюсков). Также на сезонную динамику оказывают влияние и особенности их жизненного цикла.

Размерно-весовые характеристики. Для обнаруженных видов вселенцев нами были изучены их размерно-весовые характеристики. Так средняя длина тела полихеты *H. invalida* (38 экз.) в наших пробах составила 7.2±0.6 мм (от 2 до 18 мм), биомасса – 5.3±0.8 мг (от 0.5 до 22 мг). В 1998–2009 гг. средняя длина тела полихеты составляла в среднем 8.2±0.3 мм (3–19 мм), а масса – 5.3±0.5 мг (0.5–30 мг) [10]. Таким образом, средние значения длины тела снизились примерно на 1 см, а масса осталась не измененной.

В таблице 5 представлены размерно-весовые параметры двух видов дрейссен обнаруженных на мелководных участках водохранилища. Так у моллюска *D. polymorpha* (108 экз.) и *D. bugensis* (28 экз.) полученные средние размерно-весовые значения оказались ниже по сравнению с указанными для них величинами в период исследования, проводимого в 1998–2009 гг. [9, 10]. Такие различия связаны с тем, что в пробы попались моллюски с небольшими размерами. Так максимальная длина раковины моллюска *D. polymorpha* составила 13 мм, высота – 7 мм, ширина – 6 мм, а масса – 212 мг, и пробах преобладали особи с длиной раковины 4–7 мм, но наибольшее количество видов были с длиной равной 4 мм. У *D. bugensis* эти же величины составили 9.5 мм, 5.5 мм, 4 мм и 71 мг соответственно и в пробах чаще встречались особи с длиной раковины 3–4 мм.

Таблица 5

Средние значения длины (L), высоты (H), ширины (B) раковины и массы (W) дрейссен в 1998–2009 гг. и 2014–2015 гг.

Виды	L, мм	H, мм	B, мм	W, мг
<i>D. polymorpha</i>	<u>5.8±0.3*</u>	<u>3.1±0.1</u>	<u>2.5±0.1</u>	<u>31.1±4.1</u>
	8.1±0.2	4.2±0.1	3.6±0.1	156.4±11.9
<i>D. bugensis</i>	<u>4.5±0.4*</u>	<u>2.5±0.2</u>	<u>1.5±0.2</u>	<u>12.9±3.1</u>
	12.7±0.2	8.2±0.2	5.9±0.2	425.4±17.9

* Над чертой показаны данные за период 2014–2015 гг., под чертой – за 1998–2009 гг. [9, 10]

Высота раковины *L. naticoides* (305 экз.) в среднем составила 5.5 ± 0.1 мм, а масса – 50.2 ± 2.3 мг. При сравнении полученных данных с таковыми указанных для верхних плесов водохранилища в 1998–2009 гг. (5.4 ± 0.1 мм и 42.0 ± 1.2 мг, соответственно) было получено, что средние значения массы моллюска оказались несколько выше, а длина существенно не изменилась [10]. Максимальное значение высоты раковины моллюска составило 10 мм, а масса – 205 мг, однако в пробах чаще всего встречались особи с высотой раковины 3–8 мм, но максимальное количество экземпляров (71 экз.) приходилось на особей с высотой равной 7 мм.

За 2014–2015 гг. нами было обнаружено в пробах зообентоса 8 экз. брюхоногого моллюска *P. acuta*, средняя высота раковины которого составила 6.7 ± 0.4 мм, а масса – 33.4 ± 6.4 мг. Обнаруженные особи имели высоту раковины от 5 мм и до 9 мм и массу – от 19 до 79 мг. Таким образом, обнаруженные особи *P. acuta* характеризовались большими средними значениями высоты раковины, чем с указанными значениями для них ранее – 5.3 ± 0.5 мм (4.5–6 мм) [8, 10].

Средняя длина тела мизиды *P. lacustris* (4 экз.) в период исследования составила 9.0 ± 1.7 мм и находилась в пределах 6–14 мм. Масса тела в среднем соответствовала значениям равным 8.5 ± 3.4 мг (2–19). Для верховья Куйбышевского водохранилища указывались меньшие величины: 6.8 ± 0.8 мм и 5.7 ± 2.7 мг, соответственно [10]. Такая разница связана с обнаружением мизид с более крупными размерами тела, тогда как в ранних исследованиях максимальная длина составила 11 мм.

На мелководных участках было обнаружено 8 экз. бокоплава *N. macrurus*, средняя длина тела которого составила 6.5 ± 0.9 мм, а масса – 8.6 ± 2.2 мг. У обнаруженных амфипод длина тела варьировалась от 3 до 11 мм, а масса – от 1 до 20 мг. Полученные средние размерно-весовые параметры бокоплава практически сопоставимы с теми, которые были указаны для них ранее (5.8 ± 0.2 мм и 9.9 ± 0.8 мг, соответственно) [10].

Заключение

Таким образом в результате исследований, проведенных в 2014 и 2015 гг. на мелководных участках Волжского плеса Куйбышевского водохранилища (в районе г. Казани), было выявлено семь из ранее указанных для данного участка 20 инвазионных видов. На этом участке продолжает преобладать аборигенная фауна по вкладу в общие количественные показатели зообентоса. Среди вселенцев существенный вклад в показатели численности и биомассы на мелководных участках вносил брюхоногий моллюск *L. naticoides*. В 2015 г. наблюдалось снижение относительных количественных показателей вселенцев примерно в 9 раз по сравнению с 2014 г., возможно такие изменения связаны с колебанием

уровня воды, которое характерно для водохранилища. Так в 2015 г. уровень воды был примерно на 2 м выше, чем годом ранее, и участки которые ранее были вне воды и не успели заселиться донными беспозвоночными и в частности вселенцами. Что подтверждается результатами анализа сезонной динамики количественных показателей зообентоса.

Также в ходе исследований были выявлены изменения в размерно-весовых параметрах у ряда инвазионных видов. Например, у моллюска *P. acuta* и мизиды *P. lacustris* средние размерно-весовые параметры увеличились, а у дрейссен наоборот значительно снизились по сравнению с ранее указанными для них значениями для данного участка Куйбышевского водохранилища. Одна из возможных причин такого явления – последствия аномально жаркого и маловодного 2010 г, которые привели к выпадению некоторых возрастных групп, в результате чего нами были обнаружены либо только крупные особи, *P. acuta* и *P. lacustris*, либо в основном попадались мелкие, как у дрейссен. Также на размерно-весовые параметры инвазионных видов могут оказывать влияния специфические условиями обитания, характерных для мелководных участков, так как в исследованиях, проводимых в 1998–2009 гг., эти величины показаны для всего верхнего плеса Куйбышевского водохранилища.

Список литературы

1. Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах [Текст]. - М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. - 436 с.
2. Куйбышевское водохранилище [Текст]. - Л.: Наука, 1983. – 214 с.
3. Куйбышевское водохранилище: научно-информационный справочник [Текст]. - Тольятти: ИЭВБ РАН, 2008. - 123 с.
4. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов [Текст]. - М.: Наука, 1975. - 240 с.
5. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений [Текст]. - Л.: Гидрометеиздат, 1983. - 239 с.
6. Яковлев, В.А. Встречаемость, распределение и размерно-весовые характеристики *Lithoglyphus naticoides* (Gastropoda, Hydrobiidae) в верхней части Куйбышевского водохранилища [Текст] / В.А. Яковлев, Н.Ш. Ахметзянова, А.В. Яковлева // Российский журнал биологических инвазий. - 2009. - Т. 1. - С. 38–51.
7. Яковлева, А.В. Фауна и экология инвазионных видов в донных сообществах верхний Куйбышевского водохранилища [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук / А. В. Яковлева. - Казань, 2010. - 24 с.
8. Яковлева, А.В. Первые обнаружения Северо-Американского брюхоногого моллюска *Physella acuta* (Draparnaud, 1805) в Куйбышевском водохранилище [Текст] / А.В. Яковлева, В.А. Яковлев, Д.В. Мезикова // Российский журнал биологических инвазий (РЖБИ). - 2010. - № 3. - С. 92–96.
9. Яковлева, А.В. Влияние *Dreissena polymorpha* и *Dreissena bugensis* на структуру зообентоса Верхних плесов Куйбышевского водохранилища [Текст] / А.В. Яковлева, В.А. Яковлев // Российский журнал биологических инвазий (РЖБИ). - 2011. - №3. - С. 105–118.
10. Яковлева, А.В. Чужеродные бентосные беспозвоночные в верховьях Куйбышевского водохранилища [Текст] / А.В. Яковлева, В.А. Яковлев. - Казань: Отечество, 2014. - 199 с.
11. Biological invasions in marine ecosystems [Текст]. - Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009. - P. 335–352.

INVASIVE SPECIES IN THE BENTHIC COMMUNITIES OF THE SHALLOW WATERS OF THE VOLGA REACH OF THE KUIBYSHEV RESERVOIR

Mel'nikova A.V.

State budgetary establishment «Institute for problems of ecology and mineral Wealth use of Tatarstan academy of sciences», Kazan, Russia, d.bugensis@mail.ru

In 2014–2015, it was found 7 species of benthic invaders in the shallow waters of the Volga reach of the Kuibyshev reservoir (*Hypania invalida*, *Dreissena polymorpha*, *Dreissena bugensis*, *Lithoglyphus naticoides*, *Physella acuta*, *Paramysis lacustris* and *Niphargoides macrurus*). Invasive species were much worse than representatives of indigenous fauna contribution to the quantitative benthic fauna. Gastropod mollusk *L. naticoides* major contributor to relative indicators of abundance and biomass of all invaders. In 2015, there was a decrease in the contribution of invasive zoobenthos totals about 9 times compared with 2014. Also during the research revealed changes in the size and weight parameters of a number of invasive species.

Key words: bioinvasion, invaders, zoobenthos, Kuibyshev reservoir, quantitative indicators, abundance, biomass, size and weight parameters.

ВИДОВОЙ СОСТАВ И ЧАСТОТА ВСТРЕЧАЕМОСТИ ДОННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ОЗЕРА ХАРОВОЕ

А.В. Мельникова¹, А.Р. Ильясова²

¹Государственное бюджетное учреждение *Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан, Казань, Россия, d.bugensis@mail.ru*

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань, Россия, lie4ka_101@mail.ru

В 2014-2015 гг. зообентос озера Харовое (г. Казань, Республика Татарстан) был представлен 79 таксонами донных беспозвоночных разного рангового уровня. Наибольшим видовым разнообразием был представлен класс двукрылых насекомых, представленный большей частью личинками хирономид. Преобладающая часть состава фауны беспозвоночных широко представлена в фауне Палеарктики.

Ключевые слова: озеро Харовое, зообентос, видовой состав, частота встречаемости.

Биологическое разнообразие – один из важнейших показателей, характеризующих устойчивость экосистем. Снижение видового богатства характерно при увеличении антропогенного влияния и загрязнения, что особенно характерно для водных экосистем, расположенных на территориях крупных городов. Видовая структура водных биоценозов и физиологическое состояние отдельных видов гидробионтов может дать полезную информацию о качестве окружающей среды, как водоема, так и прилежащих к ней территорий.

Озеро Харовое находится в центральной части города Казани (Республики Татарстан), на пересечении двух крупных автомагистралей в пойме реки Казанки. Площадь водного зеркала озера равна 0.38 га, средняя глубина – 0.98 м, а максимальная достигает 3.11 м [6]. Водоем относится к типу малых, мелководных озер и имеет природно-техногенное происхождение. Озеро испытывает на себе существенное антропогенное влияние – оживленное шоссе, автомобильная стоянка, стройка, а также использование местными жителями водоема и прилежащей к нему территории в рекреационных целях.

Актуальность исследования обуславливается малой изученностью данного водоема. Последние исследования были проведены в 2007 г. при составлении экологического паспорта водного объекта. На тот период было выявлено: моллюски *Euglesa sp.* и *Bithynia tentaculata* и личинка стрекозы *Cordulia aenea*. Численность зообентоса составила 12 экз./м² и биомасса – 1.3 г/м² [6].

Материалом для исследований послужили отобранные с мая по ноябрь в 2014-2015 гг. пробы зообентоса на мелководных участках озера Харовое. Всего с помощью ручного сачка (сеть с размером ячеек 0.5 мм) было отобрано и обработано 32 качественные пробы. Камеральная обработка выполнялась в лабораторных условиях в соответствии с общепринятыми в гидробиологии методами [1-5].

За период исследования нами было выявлено 79 таксонов донных беспозвоночных разного рангового уровня. Зообентос в озере был представлен 6 группами: Nematoda, Oligochaeta, Mollusca, Crustacea, Hydracarinae и Insecta.

На мелководных участках озера Харовое был обнаружен один представитель **класса Nematoda** – *Nematoda sp.* За период исследования зообентоса озера Харовое нематоды были обнаружены лишь один раз в осенних пробах 2015 г. и вклад его в количественные показатели зообентоса был незначителен.

Класс Oligochaeta представлен 11 таксонами из трех семейств: сем. Naididae включающий 4 рода (*Nais barbata* Müller, 1773, *N. simplex* Piguët, 1906, *Nais sp.* (Müller, 1773), *Ophidionias serpentina* (Müller, 1773), *Stylaria lacustris* (Linnaeus, 1767) и *Uncinails uncinata* (Oersted, 1842), сем. Tubificidae – 2 рода (*Limnodrilus hoffmeisteri* Claparede, 1862, *L. udekemianus* Claparede, 1862, *Tubifex tubifex* (Müller, 1773) и *Tubifex sp.* Lamarck, 1816), сем. Lumbriculidae – 1 род (*Lumbriculus variegatus* (Müller, 1773). Все обнаруженные

виды олигохет являются широко распространенными в Палеарктике. В 2015 г. увеличилось видовое разнообразие олигохет. Так в 2014 г. было выявлено 4 вида, а в 2015 г. уже 8 видов и во всех рассматриваемых годах доминировали по встречаемости *O. serpentina* (21.4 % проб). Вклад олигохет в количественные показатели зообентоса по численности составили в среднем 2.4 ± 1.1 %, по биомассе – 0.6 ± 0.2 %.

Тип Mollusca в озере представлен 10 видами, все они относятся к классу Gastropoda и 4 семействам: Bithyniidae, включающий 1 род (*Bithynia tentaculata* (Linnaeus, 1758), Lymnaeidae – 1 род (*Lymnaea intermedia* Lamarck, 1822, *L. ovata* (Draparnaud, 1805), *L. palustris* (Müller, 1774), *L. stagnalis* (Linnaeus, 1758) и *L. truncatula* (Müller, 1774), Planorbidae – 2 рода (*Gyraulus albus*, (Müller, 1774) и *Planorbis planorbis* (Linnaeus, 1758) и Valvatidae – 1 род (*Valvata piscinalis* (Müller, 1774) и *V. pulchella* Studer, 1820). Все обнаруженные виды моллюсков являются широко распространенными в Палеарктике и Голарктике. Большая часть обнаруженных видов обитают на прибрежной растительности [5]. Моллюски были обнаружены в 46.4 % отобранных проб. Наибольшая встречаемость среди моллюсков была отмечена у *P. planorbis* (21.4 %), *G. albus* (17.9 %) и *B. tentaculata* (14.3 %). Другие виды были отмечены единично. В 2015 г. наблюдается снижение видового разнообразия моллюсков и частота их встречаемости. В 2014 г. были обнаружены все указанные виды моллюсков в половине отобранных проб, а в 2015 г. были выявлены только *P. planorbis* и *B. tentaculata* в 42.9 %. В 2014 г. наибольшая частота встречаемости среди моллюсков была отмечена у моллюска *G. albus*, а в 2015 г. – у *P. planorbis*.

Доля моллюсков в показателях численности и биомассы зообентоса в среднем составила 11.6 ± 3.8 % и 19.7 ± 6.0 % соответственно. Основной вклад в количественные показатели моллюсков вносил *P. planorbis*.

Класс Crustacea был представлен одним отрядом Isopoda и семейством Asellidae – *Asellus aquaticus* (Linnaeus, 1758). Водяной ослик обитает в разнообразных водоемах и по всей Европе. В пробах зообентоса озера Харовое был обнаружен в 25.0 %, однако вклад его в количественные показатели был незначителен и составил по численности 2.0 ± 1.6 % и по биомассе 1.7 ± 1.3 %.

Класс Arachnida был представлен одним таксоном Hydracarina sp. Клещи распространены повсеместно и могут заселять все типы водоемов, наибольшая численность их наблюдается в прибрежной растительности. Гидракарины были обнаружены в 46.4% отобранных проб, с годами наблюдалось увеличение этого показателя. Вклад их в показатели численности и биомассы зообентоса в среднем за весь период исследования составил 4.6 ± 2.4 % и 1.1 ± 0.4 % соответственно.

Класс Insecta- Из основных систематических групп насекомых, наиболее качественно богат был отряд Diptera, на долю которых приходится 53.7 % всех выявленных таксонов насекомых. Наибольшим разнообразием в отряде выделяется семейство Chironomidae, включающее 24 таксона. Наряду с Diptera фауна насекомых озера представлена отрядами Ephemeroptera, Odonata, Hemiptera, Coleoptera и Trichoptera. Всего в пробах зообентоса было выявлено 56 таксонов насекомых, которые вносили существенный вклад в количественные показатели зообентоса (>76 %).

Ephemeroptera. Из отряда было выявлено 4 вида из двух семейств: Baetidae (*Cloeon simile* Eaton, 1870 и *Proclon bifidum* (Bengtsson, 1912) и Caenidae (*Caenis horaria* (Linnaeus, 1758 и *C. rivulorum* Eaton, 1884). Поденки были выявлены в 78.6 % проб, а вклад их в численность и биомассу всего зообентоса составил 88.9 % и 33.5 % соответственно, в основном, за счет *C. horaria*. Наибольшая частота встречаемости за весь период исследования наблюдалась у *C. horaria* (67.9 %) и *P. bifidum* (50.0 %). В 2014 г. было обнаружено только 2 вида, указанных выше, а в 2015 г. – все 4. Основной вклад в количественные показатели насекомых вносила именно эта группа, и по численности эти значения составили в среднем 52.4 ± 7.7 % и по биомассе 49.5 ± 8.0 %, в основном за счет *C. horaria*.

Odonata. На озере Харовое было обнаружено 6 таксонов стрекоз из 3 семейств: Coenagrionidae (*Coenagrion armatum* (Charpentier, 1840), *C. pulchellum* (Vander Linden, 1823),

Ischnura elegans (Vander Linden, 1823) и *Erythromma najas* (Hansemann, 1823) Corduliidae (*Epithea bimaculata* (Charpentier, 1825) и Libellulidae (*Leucorrhinia* sp. Brittinger, 1850). Все они характеризуются палеарктическим распространением. Личинки стрекоз были обнаружены в 21.4 % проб, однако все указанные виды встречались единично. В 2014 г. было обнаружено три вида стрекоз (*C. armatum*, *E. bimaculata* и *E. najas*), а в 2015 г. эти виды были заменены тремя оставшимися видами. Следовательно, стрекозы в озере Харовое являются редкими и их относительная численность и биомасса также незначительны ($1.3 \pm 0.9\%$ и $5.2 \pm 3.1\%$, соответственно).

Hemiptera. Фауна водных клопов представлена 6 таксонами из 3 семейств: Corixidae (*Corixa* sp., *Cymatia coleoptrata* (Fabricius, 1777), *Sigara* sp. и *Micronecta minutissima* (Linnaeus, 1758), Naucoridae (*Ilyocoris cimicoides* (Linnaeus, 1758) и Mesoveliidae (*Mesovelia furcata* Mulsant & Rey, 1852). Частота встречаемости клопов составила 28.6 % отобранных проб. Межгодовой анализ показал, что в 2015 г. для Hemiptera было характерно снижение видового разнообразия и частоты встречаемости. Так, в 2014 г. были обнаружены 5 таксонов (все за исключением *Corixa* sp.) с частотой встречаемости 42.9 %, а в 2015 г. были выявлены только *Corixa* sp. и *Sigara* sp. в 14.3 % отобранных проб. Вклад представителей отряда Hemiptera в количественные показатели за весь период исследования в озере был не существенным и составил в среднем по численности $2.8 \pm 1.8\%$ и биомассе $3.6 \pm 2.4\%$ (за счет *I. cimicoides*).

Coleoptera. Фауна водных жуков в озере представлена 6 таксонами из 4 семейств: Dytiscidae (*Hygrotus quinquelineatus* (Zetterstedt, 1828) и *Laccophilus* sp.), Haliplidae (*Haliphus* sp.), Hydrophilidae (*Enochrus* sp. и *Hydraena* sp.) и Scirtidae (*Scirtidae* sp.). Все виды распространены в Палеарктике и представлены европейскими и сибирскими элементами. Частота их встречаемости составила 17.9 %, и практически все обнаруженные виды имели единичную встречаемость. Доля в количественные показатели зообентоса у жуков не превышала 0.4 %. В 2014 г. было выявлено 5 видов жуков, а в 2015 г. - только *Haliphus* sp. (в 21.4 % проб), отсутствующие в предыдущем году.

Trichoptera. Фауна ручейников представлена видами, относящихся к семействам Polycentropodidae (*Cyrnus insolutus* McLachlan, 1878) и Leptoceridae (*Athripsodes aterrimus* (Stephens, 1836) и *Leptocerus tineiformis* Curtis, 1834). Как и в ранее рассмотренных отрядах насекомых, обнаруженные в пробах личинки ручейников обитают на прибрежных мелководьях среди зарослей. Ручейники были обнаружены в 25.0 % отобранных проб. Чаще других в пробах встречались личинки *L. tineiformis* (частота встречаемости 21.4 %), которая и вносила существенный вклад в количественные показатели ручейников, однако доля их в общих показателях зообентоса не значительна ($< 2.7\%$).

Diptera. Этот отряд в озере наиболее качественно богат, представленный 30 таксонами, среди которых наибольшим видовым разнообразием характеризуется семейство хирономид (Chironomidae). Двукрылые насекомые были обнаружены в 89.3 % отобранных проб, и вклад их в показатели численности и биомассы всего зообентоса составил $20.0 \pm 5.1\%$ и $16.2 \pm 4.9\%$, соответственно.

Семейство Chironomidae включало в себя 24 таксона из трех подсемейств: Tanypodinae – 4 таксона (*Ablabesmyia* sp., *Procladius* (*Holotanypus*) *choreus* Meigen, 1804, *Procladius* sp. и *Tanypus* sp.), Orthocladiinae – 5 (*Cricotopus* (*Isocladius*) gr. *sylvestris* (Fabricius, 1794), *C. (Cricotopus)* gr. *bicinctus* (Meigen, 1818), *Cricotopus* sp., *Psectrocladius* (*Psectrocladius*) *sordidellus* (Zetterstedt, 1838) и *Psectrocladius* sp.) и Chironominae – 15. Подсемейство Chironominae было представлено трибами Tanytarsini (*Paratanytarsus* sp., *Rheotanytarsus* sp. и *Tanytarsus* sp.) и Chironomini (*Chironomus plumosus* f.l. *plumosus* Linne, 1758, *C. plumosus* f.l. *reductus* Lenz, 1924, *C. plumosus* f.l. *semireductus* Lenz, 1924, *Chironomus* sp., *Cryptochironomus* gr. *defectus* Kieffer, 1921, *Endochironomus albipennis* Meigen, 1830, *Endochironomus* sp., *Glyptotendipes pallens* (Meigen, 1804), *Dicrotendipes nervosus* (Staeger, 1839), *Dicrotendipes* sp., *Polypedilum* gr. *nubeculosum* (Meigen, 1818) и *Polypedilum* sp.). За весь период исследования среди хирономид наиболее часто в пробах встречались *C. plumosus* f.l. *plumosus* (35.7 %), *Tanytarsus* sp. (32.1 %) и *Ablabesmyia* sp. (32.1 %).

В 2015 г. наблюдалось снижение видового разнообразия у Chironominae, а для других групп хирономид (Tanypodinae и Tanytarsini) наблюдалась обратная тенденция. В целом частота встречаемости в 2015 г. хирономид возросла и составила 100 %, по сравнению с 2014 г. (78.6 %).

Вклад хирономид в показатели численности и биомассы зообентоса за 2014-2015 гг. составил в среднем 19.1 ± 5.0 % и 14.5 ± 4.4 %, соответственно. Наибольший вклад в относительные показатели хирономид вносили по численности *C. (Cricotopus) gr. bicinctus* и *Tanytarsus sp.*, а по биомассе – *C. plumosus f.l. plumosus*. Кроме личинок хирономид в зообентосе были обнаружены еще представители других семейств Diptera: Ceratopogonidae (*Bezzia sp.* и *Ceratopogonidae sp.*), Limoniidae (*Helius longirostris* (Meigen, 1818), Athericidae (*Athericidae sp.*), Tipulidae (*Tipula sp.*) и Ephydriidae (*Notiphila nigricornis* Stenhammar, 1844). Однако, они в озере крайне редки и малочисленны, за исключением *Ceratopogonidae sp.*, которые отмечены в 42.9 % отобранных проб зообентоса.

Таким образом, современная фауна озера Харовое характеризуется значительным биоразнообразием по сравнению с данными, приведенными в экологическом паспорте водоема за 2007 г. [6].

В ходе исследований было выявлено 79 таксонов, в том числе 51 вид бентосных беспозвоночных. Наибольшее видовое разнообразие было выявлено среди насекомых (около 70 %). По ареалу распространения таксоны зообентоса большей частью являются обычными представителями европейской (палеарктической и голарктической) фауны. Среднее количество таксонов в пробе за весь период исследования составило 8.2 ± 0.9 , максимальное количество видов в пробе составило 21. Основные виды зообентоса озера, встречаемость которых составила >50 %, были представлены поденками *C. horaria* и *P. bifidum*, второстепенные, встречаемость которых находилась в пределах 25-50 %, – *Hydracarina sp.*, *Ceratopogonidae sp.*, *C. plumosus f.l. plumosus*, *Tanytarsus sp.*, *Ablabesmyia sp.* и *A. aquaticus*. Основное количество обнаруженных видов донных беспозвоночных, встречаемость которых составила <22 % проб, относились к случайным.

В целом, за период исследования для озера было характерно незначительное снижение видового разнообразия. Межгодовая динамика качественного состава зообентоса озера Харовое показала, что в 2015 г. определено 47 таксонов, в 2014 г. - 52 таксона. Та же тенденция выявлена и для отдельных групп (моллюсков, клопов и жуков), однако у Oligochaeta, Ephemeroptera и Diptera наблюдалась обратная динамика. Анализ сезонной изменчивости качественного состава зообентоса позволил выявить, что наибольшее видовое разнообразие наблюдалось в осенний период, а минимальное летом, что связано с биологическими особенностями некоторых видов. Общая численность и биомасса всего зообентоса озера Харовое за период исследования 2014-2015 гг. составили 1153 экз./м² и 2.2 г/м² соответственно, по вкладу в количественные показатели доминировали представители класса Insecta.

Возможно, такие изменения связаны с изменившимися условиями существования донных беспозвоночных в озере (изменение трофического статуса или кислородного режима). В результате это привело к снижению числа видов имеющих α - β - и β -мезосапробных видов и к росту – α - β -мезосапробных, но в пробах продолжали доминировать β -мезосапробных виды. Значения индекса сапробности Пантле и Букка в модификации Сладчека в 2015 г. (2.34) снизились по сравнению с 2014 г. (2.51), и степень загрязненности по этому показателю перешла из степени «загрязненных» (4 класс качества воды) в «умеренно загрязненные» воды (3 класс).

Список литературы

1. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений [Текст]. - Л.: Гидрометеиздат, 1983. - 239 с.
2. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем [Текст]. - СПб.: Гидрометеиздат, 1992. - 318 с.
3. Определитель беспозвоночных России и сопредельных территорий [Текст]. – Т. 1. Низшие беспозвоночные. – СПб.: ЗИН РАН, 1994. – 395 с.
4. Определитель беспозвоночных России и сопредельных территорий [Текст]. – Т. 5. Высшие насекомые. – СПб.: Наука, 2001. – 825 с.
5. Определитель беспозвоночных России и сопредельных территорий [Текст]. – Т. 6. Моллюски, Полихеты,

Немертины. – СПб.: Наука, 2004. – 528 с.

6. Экологический паспорт водного объекта озеро Харовое по ул. Яруллина Кировского района г. Казани [Текст]. - Казань, 2007. - 37 с.

SPECIES COMPOSITION AND THE FREQUENCY OF OCCURRENCE OF BENTHIC INVERTEBRATES OF THE LAKE CHAROVOE

Mel'nikova A.V.¹, Il'yasova A.R.²

¹State budgetary establishment «Institute for problems of ecology and mineral Wealth use of Tatarstan academy of sciences», Kazan, Russia, d.bugensis@mail.ru

²Federal state budget educational establishment of higher professional education «Kazan (Volga region) federal university», Kazan, Russia, lie4ka_101@mail.ru

In 2014-2015, as part of zoobenthos of the lake Charovoe (Kazan, Republic of Tatarstan) found 79 taxa of benthic invertebrates. The highest species diversity was typical of the class Diptera, mostly represented by Chironomidae. The predominant part of the composition of invertebrate fauna is widely represented in the fauna of the Palearctic.

Keywords: the Lake Charovoe, zoobenthos, species composition, the frequency of occurrence.

УДК 574.5(262.54)

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ СООБЩЕСТВ И КОРМОВОЙ БАЗЫ ПЛАНКТОНОЗНАЧНЫХ И БЕНТОСОЗНАЧНЫХ РЫБ В УСЛОВИЯХ ОСОЛОНЕНИЯ АЗОВСКОГО МОРЯ (2007-2014 ГГ.)

З.А. Мирзоян, Л.М. Сафронова, Д.Ф. Афанасьев, Л.Н. Фроленко, М.Л. Мартынюк
*ФГБНУ «Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства»,
Ростов-на-Дону, Россия, dafanas@mail.ru*

В статье приводятся материалы по оценке состояния биологических сообществ и кормовой базы рыб в современный период осолонения Азовского моря. Рассматриваются основные звенья биологических сообществ: фитопланктон, зоопланктон, фитобентос и зообентос моря. Обсуждаются последствия повышения солености вод как в собственно море, так и в Таганрогском заливе.

Ключевые слова: Азовское море, осолонение, фитопланктон, зоопланктон, фитобентос, зообентос.

Азовское море является солоноватоводным водоемом с плавным градиентом солености. Многолетние колебания объемов речного стока и адвекции черноморских вод под воздействием антропогенных и глобальных климатических факторов приводят к значительным пространственно-временным изменениям солености азовоморских вод. Современный период в функционировании экосистемы Азовского моря характеризуется снижением объема материкового стока, начавшегося в 2007 г., а вместе с этим повышением солености воды. Если в 2006 г. соленость составляла 9.29 ‰, то к 2013 г. она возросла до 12.30 ‰, а в 2014 г. составила уже 12.64 ‰. В этой связи очевидна актуальность изучения пространственной организации и структурных показателей планктона и бентоса, как основы кормовой базы рыб.

В настоящей работе обобщены многолетние данные института по структурно-функциональным характеристикам фито-, зоопланктона и фито-, зообентоса Азовского моря в период с 2007 по 2014 гг. При сборе и обработке материала были использованы стандартные методики, принятые в гидробиологических исследованиях [1-3].

Фитопланктон. Формирование фитопланктона Азовского моря происходит под влиянием пресных вод рек Дон и Кубань и поступающих через Керченский пролив соленых черноморских вод, что в значительной мере определяет многообразие и изменчивость таксономической и экологической структуры альгоценоза. В современный период в связи

с осолонением Азовского моря в составе фитопланктона отмечено снижение видового разнообразия и встречаемости видов пресноводно-солонатоводного комплекса и увеличение количества морских видов. В 2010 г. (четвертый год снижения речного стока), наблюдалось массовое проникновение эвгалобов морского генезиса в западную и центральную части Таганрогского залива. В 2013 г. структура альгоценоза западного района залива стала идентичной таковой в море. В 2014 г. формирование и развитие фитопланктона Азовского моря происходило в условиях продолжающегося роста солености воды и сокращения опресненных зон, благоприятных для вегетации пресноводных видов, что привело к сокращению видового обилия фитопланктона как в Таганрогском заливе, так и в собственно море. Так за вегетационный сезон 2014 г. в собственно море и заливе идентифицировано соответственно 121 и 133 вида микроводорослей. Число видов пресноводных синезеленых и зеленых водорослей в море сократилось почти на 40%, а количество динофлагеллят, являющимися представителями морской флоры, возросло более чем на 30 %.

Изменение условий обитания способствовало массовому развитию в собственно море черноморского вселенца – диатомовой водоросли *Actinoptychus undulatus*. В последние годы основными отделами планктонных водорослей в собственно море являются диатомовые и динофитовые, составляющие соответственно 32 % и 26 % общего числа видов, на долю синезеленых и зеленых приходится по 15 %, видовое обилие остальных групп незначительно. В альгоценозе Таганрогского залива основу видового обилия формируют синезеленые, диатомовые и зеленые водоросли.

В рыбохозяйственной практике при прогнозировании запасов рыб и их кормовой базы важны особенности многолетних изменений биомассы фитопланктона, как основного источника первичного органического вещества. В настоящее время, когда экосистема Азовского моря функционирует в условиях неуклонного роста солености воды, этот аспект приобретает особую значимость.

В Таганрогском заливе в первые годы снижения материкового стока (2007-2008 гг.) биомасса микроводорослей была ниже, чем в предшествующие годы распреснения, составляя около 3400 мг/м³. В последующие годы фитомасса в заливе значительно возросла и в большинстве случаев составляла 4000-5000 мг/м³. Основу биомассы формировали синезеленые водоросли, в доминирующий комплекс которых входили галофильные виды *Lyngbya limnetica*, *Gomphosphaeria lacustris*, *Microcystis pulverea*, *Oscillatoria agardhii*. Наибольшее значение биомассы фитопланктона в Таганрогском заливе в исследуемые годы было в 2012 г., когда в восточном и центральном районах залива наблюдались мощные «цветения» водорослей общей биомассой 14000-18000 мг/м³.

В собственно море в первый год сокращения материкового стока средневегетационная биомасса фитопланктона была высокой (4183 мг/м³), несколько превышая среднее значение в предшествующий многоводный период. Вегетационный максимум развития альгоценоза не был ярко выражен. Высокая биомасса фитопланктона формировались за счет массового развития диатомовых водорослей: *Pseudosolenia calcar-avis*, *Ditylum brightwellii*, *Coscinodiscus gigas*, *C. radiatus*, а также динофитовой водоросли *Prorocentrum micans*.

В последующие годы с повышением солености азовоморских вод наблюдалось постепенное снижение биомассы микроводорослей. В 2008-2009 гг. средневегетационная биомасса фитопланктона снизилась по сравнению с периодом распреснения в 1.5 раза.

В 2010-2014 гг. доминирующий комплекс фитопланктона в собственно море был представлен, в основном, полигалобными видами диатомовых и динофитовых водорослей: *P. calcar-avis*, *Thalassiosira excentrica* Cl., *Thalassionema nitzschioides* Grun, *Leptocylindrus danicus* Cl., *Skeletonema costatum* (Grev.) *Cerataulina pelagica*, *Thalassiosira decepiens* Cl., *P. micans*. Средняя за вегетационный сезон биомасса фитопланктона в собственно море снизилась и в последующие годы изменялась незначительно в пределах 1247-1548 мг/м³.

Влияние роста солености азовоморских вод на функционирование фитопланктона хорошо прослеживается при анализе его пространственной структуры. Так, в 2006 г. при среднегодовой солености воды Азовского моря 9.29 ‰ массовое развитие синезеленых охватывало весь Таганрогский залив и прилегающую к нему часть собственно моря.

К 2014 г. с повышением солености до 12.64 ‰ ареал и количество синезеленых значительно сократились. В собственно море они практически выпали из планктона, снизив биомассу до 80 мг/м³.

Таким образом, анализ структурно-функциональных характеристик фитопланктона Азовского моря в период осолонения 2007-2014 гг. показал, что увеличение солености азовоморских вод с 9.70 ‰ до 12.64 ‰ вызвало преобразование состава и пространственной структуры фитопланктона в сторону сокращения ареалов пресноводно-солонатоводного комплекса и расширения ареалов морских видов. В динамике средневегетационной биомассы фитопланктона отмечен ее рост в Таганрогском заливе и значительное снижение в собственно море.

Зоопланктон. Структуру зоопланктона Азовского моря в современный период формируют кормовой растительноядный планктон и желетельные хищники: ктенофоры-вселенцы *Mnemiopsis leidy*, *Beroe ovata*, а также сцифоидные медузы – *Aurelia aurita* и нечасто встречающаяся *Rhisostoma pulmo*.

Кормовой зоопланктон Азовского моря представлен организмами различного генезиса: это пресноводные виды, планктеры солонатоводного, реликтового происхождения и чисто морская фауна. Характер развития этих форм, степень участия в формировании продукции, районы обитания и распространение существенно зависят от наличия того диапазона солености, который оптимален для их развития. Так, в зоне изменения солености от 0.5 до 3.5 ‰ интенсивно развиваются эвригалинные олигосапробы пресноводного генезиса. В Таганрогском заливе такими видами являются каланиды – *Calanipeda aquaedulcis*, *Eurytemora velox*, *E. affinis*, *Heterocope caspia*, кладоцеры *Bosmina longirostris*, *Podonevadne trigona*, *Cornigerius maeoticus maeoticus*. В значительно опресненных участках появляются *Diaphanosoma brachyurum*, *Daphnia longispina*, *D. hyaline*, некоторые виды мойн. Из ротаторий к индикаторам изменения солености можно отнести коловратку *Asplanchna priodonta*, несколько видов из р. *Brachionus* – *Brachionus diversicornis diversicornis*, *Br. calyciflorus amphiceros*, *Br. angularis*. За пределами солености 8 ‰ таксономическую структуру зоопланктона начинают определять полигалобные виды морского происхождения. В годы осолонения Азовского моря (2007-2014) таксономическая структура кормового зоопланктона формировалась преимущественно за счет веслоногих ракообразных, коловраток и меропланктона, находящегося в водной толще только в определенный период цикла своего развития. Как правило, это личиночные стадии бентофауны – моллюсков, донных ракообразных и червей.

Влияние повышенной солености азовоморских вод на состав зоопланктона особенно заметно проявилось в восточной части Таганрогского залива, где при солености выше 4.0 ‰ произошло вытеснение пресноводных и солонатоводных видов животных морскими видами. Вместо интенсивного развития таких копепод, как *Calanipeda aquaedulcis*, *Eurytemora velox*, *E. affinis*, *Heterocope caspia* и некоторых представителей отр. Cyclopoida, летом в массовых количествах появились морские черноморские полигалобы – большая и малая *Acartia clausi*, в статусе доминирующего вида стала развиваться летняя форма веслоногих раков *Acartia tonsa*, которая менее продуктивна, нежели солонатоводные виды. Пик ее размножения и появление науплиев в последние годы приходился на июль месяц и не совпадал с массовым нерестом только, в результате чего формировались среднеурожайные или неурожайные поколения. В годы распреснения водоема, когда в массе развивались солонатоводные копеподы и пик размножения этого комплекса зоопланктона совпадал с периодом перехода личинок только на активное питание, трофическая обеспеченность личинок была достаточной и при отсутствии каких-либо других негативных воздействий формировались урожайные поколения этого вида планктоноядных рыб.

В составе других таксономических групп кормового зоопланктона в период осолонения также наблюдалась смена видов. Так, из комплекса ветвистоусых раков, практически, исчезли корнигериусы, церкопагесы и босмины. Коловратки аспланхна и брахионусы, нередко являвшиеся при невысокой солености доминирующими видами, встречались в незначительных количествах. На смену этим видам появились ранее

не встречавшиеся в восточной части залива морские виды ротаторий из р. *Synchaeta*. Аналогичная картина отмечалась в центральном и в западном районах, где планктофауна приобрела типично морской облик, для которого весной характерно массовое развитие синхет, в конце весны и в начале лета – меропланктона, а летом – морских видов копепод.

В годы осолонения в Таганрогском заливе наблюдалось снижение средневегетационной биомассы кормового зоопланктона. Так, в восточной части водоема при солености 4.46 ‰ биомасса уменьшилась более чем в 1.5 раза, в центральном и западном районах при увеличении солености до 4.82 и 8.23 ‰ биомасса снизилась в 3 и 8 раз, соответственно.

Степень участия каждой группы зоопланктона в продуцировании кормовой биомассы в последние несколько лет заметно отличается от таковой в 1970 годы. Так, значимость веслоногих ракообразных и меропланктона в формировании кормовой биомассы снизилась соответственно в 1.7 и в 1.5 раза, а коловраток возросла в 3 раза.

Аналогичные изменения в сообществе кормового зоопланктона происходили и в открытой части Азовского моря. Так в составе веслоногих раков в исследованный период, практически, не встречались представители солоноватоводного комплекса – эвритермные эуритемторы и калянипеда. Их вытеснили морские виды: большая и малая формы черноморской *Acartia clausi* и *Acartia tonsa*, последняя стала биомассообразующим видом.

Из временных черноморских вселенцев в последние годы достаточно интенсивно развивался еще один вид копепод – *Oithona davisae*. Наряду с *Acartia tonsa*, которая в последние годы являлась руководящим видом как по численности, так и по биомассе, ойтона доминировала только по численности. Представители этого рода копепод и раньше появлялись в азовских водах при повышении солености, однако уровень их развития был значительно ниже современного и ареал не таким обширным. В последние годы *O. davisae* составляла до 80 % численности. Являясь мелкой формой ракообразных, она даже при массовом развитии не образовывала высокой биомассы, которая обеспечивала бы эффективное питание планктоноядных рыб. Как и в Таганрогском заливе в открытой части моря в годы осолонения (2007-2014 гг.) отмечалось снижение средневегетационной биомассы кормового зоопланктона почти в 2.5 раза и роли веслоногих раков в ее формировании.

Что касается развития гребневиков-вселенцев, то характер их развития в годы осолонения существенно не изменился. Популяции гребневика мнемнопсиса в исследованные годы проходила по сценарию позднего захода. В отдельные годы при солености восточной части Таганрогского залива более 3.4 ‰ этот вселенец появлялся и в этом районе, формируя на достаточной кормовой базе высокую продукцию. Гребневик берое в собственно море в эти годы развивался в прежнем режиме, а в Таганрогском заливе он начал осваивать и западную часть водоема.

Исходя из общей картины состояния кормового зоопланктона в Азовском море, можно сказать, что при сохранении современного уровня солености или ее дальнейшем росте и обычном температурном режиме ареал морских видов зоопланктона будет расширяться. В восточной части залива возрастет биомасса меропланктона за счет личинок полихет и моллюсков, в собственно море будут развиваться в основном морские виды. При повышенном температурном режиме увеличится количество морских видов кладоцер.

Фитобентос. В отличие от сообществ фито- и зоопланктона характер, структура и уровень развития фитобентоса в Азовском море в макромасштабе определяется преимущественно характером грунтов и в меньшей степени особенностями галинного, температурного и кислородного режимов водоема.

В настоящее время в Азовском море и его эстуарных и лиманно-плавневых зонах насчитывается 24 основных и экотонных донных растительных сообществ, которые можно условно разделить на две группы по их отношению к солености воды.

1. Пресноводные растительные сообщества, развивающиеся в Таганрогском заливе, в дельтах рек Дон, Кубань, в проточных лиманах и плавнях: ассоциации *Ceratophylletum demersi* Egger 1933, *Potametum natantis* Oberdorfer 1977, *Trapaetum natantis* Th. Muller et Gors 1960, *Potametum crispum* Soo 1927, *Ceratophyllo-Potametum crispum* Horvatic et Micevski 1960, *Myriophylletum spicati* Soo 1927, *Myriophylletum verticillati* Soo 1927, *Myriophyllo-Potametum* Soo 1934, *Potametum nodosi* Segal 1964, *Potameto perfoliati-Vallisnerietum spiralis*

Losev et Golub 1987, *Lemno-Utricularietum vulgaris* Soo 1938, *Lemnetum minoris* Oberdofler ex Muller et Gors 1960, *Lemnetum trisulcae* Soo 1927, *Ceratophillo-Hydrocharitetum* Pop 1962, *Salvinio-Hydrocharitetum* Pop 1962.

2. Пресноводно-солонатоводные растительные сообщества и сообщества, характеризующиеся достаточно широким диапазоном галинности, развивающиеся по литоконтуре Азовского моря в местах, лишенных пресноводного стока: ассоциации *Potametum pectinati* (субассоциации *Potametum pectinati ulvetosum kyliniae*, *Potametum pectinati cladophorosum albidae*, *Potametum pectinati typicum* Dubyna 2006, *Potametum pectinati potametosum perfoliati*, *Potametum pectinati potametosum crispum* Dubyna 2006), *Potametum perfoliati* (W. Koch 1926) Passarge 1964 (субассоциации *Potametum perfoliati typicum* Dubyna 2006 и *Potametum perfoliati potametosum pectinati* Zapletalek 1939), *Potameto-Zannichellietum palustris* (W. Koch. 1926) Soo 1944, *Cladophoretum glomeratae* Sauer 1937, *Cladophoretum fractae* Sauer 1937.

Интересно, что сообщества, приуроченные к наиболее глубоководным и слабопрозрачным заиленным экотопам с низкой степенью освещенности, в основном относятся к эвригалинным и эврибионтным фитоценозам *Potamogeton pectinatus*, развивающиеся на глубинах от 0,5 м до 1,6-1,7 м на илистых грунтах.

В современных условиях осолонения Азовского моря наиболее уязвимыми являются сообщества пресноводных видов макрофитов, развивающиеся в прибрежных лагунах, в которых соленость воды зависит не столько от постоянного притока пресных вод, сколько от сгонно-нагонных ветров.

Зообентос. Современную видовую структуру азовской бентофауны формируют моллюски (19 видов), полихеты (17 видов), ракообразные (20 видов), турбеллярии (1-3 вида), фораминиферы (2 вида), олигохеты, нематоды и кишечнополостные (1 вид).

Анализ многолетних материалов показал, что в первый год осолонения Азовского моря видовая структура зообентоса и его функциональные характеристики кардинальных изменений не претерпели. В последующие два года (2008-2009) соленость Таганрогского залива продолжала увеличиваться и это внесло уже достаточно заметные коррективы в развитие бентофауны. В восточной части залива при солености 3.95 ‰ снизилась встречаемость и биомасса пресноводных и солонатоводных видов моллюсков. Их вытеснили эвригалинные заморозустойчивые полихеты *Neanthes succinea* и *Hedister diversicolor*, которые в годы распреснения (2000-2006), практически, отсутствовали. В центральном и в западном районах залива биомасса эвригалинных видов увеличилась в несколько раз, и в 2008 г. они составляли основу зообентоса. Среднее значение общей и кормовой биомассы за вегетационный период на акватории всего Таганрогского залива в указанные годы находилось на уровне 35.7 и 25.5 г/м², соответственно.

В 2010-2014 гг. соленость в Таганрогском заливе возросла до 8.72 ‰, что вызвало еще более глубокие изменения в составе зообентоса. В восточной части залива значительно снизилась биомасса олигохет, полихеты гипаниола и личинок хирономид. Пресноводные моллюски исчезли совсем, половозрелые особи и сеголетки реликтового моллюска гипанис встречались единично, в то же время, в массовых количествах развивались морские полихеты (нерейды и спионины), ракообразные остракоды, краб *Rhithropanopeus harrisi tridentata*, балянусы. В 2014 г. в этой части водоема появились единичные экземпляры эвритермного, эвригалинного двустворчатого моллюска вселенца *Anadara inaequalis*, который в отличие от церастодермы гораздо лучше переносит заиление, низкое содержание кислорода, а иногда даже его полное отсутствие. Основой общей биомассы зообентоса являлась североамериканская спионида *Marenzelleria neglecta*.

В центральном районе Таганрогского залива моллюски встречались единично и большой биомассы не формировали. Основой биомассы сообщества являлись кормовые полихеты неантес, марензеллерия, усонogie раки и остракоды.

В западной части Таганрогского залива в период 2010-2014 гг. в массовом количестве развивались морские виды моллюсков: *Cerastoderma glaucum*, *Abra segmenta*, *Mytilaster marioni*, *A. inaequalis*, *Hydrobia acuta*, из донных ракообразных – усонogie рак *Balanus improvisus*.

Средневегетационная биомасса общего и кормового зообентоса составляла соответственно 53.0 г/м² и 34.0 г/м². Значительную долю кормовой бентофауны (более 30 %) формировала полихета *M. neglecta*, которая летом 2010 г. уже обитала здесь, сформировав популяцию численностью 740 экз./м².

В первые годы осолонения моря общая биомасса зообентоса снизилась в 1.5 раза. В основе снижения биомассы лежали участвовавшие в летний период случаи формирования у дна заморных зон и, иногда, гибели значительной части двустворчатых моллюсков, отход которых достигал 90 %. При распреснении моря в период 2000-2006 гг. заморные зоны формировались лишь на незначительной акватории площадью 7-22 км². В течение 2007-2014 гг. летальный дефицит кислорода у дна отмечался ежегодно на площади 12-27 км². Районами значительной гипоксии у дна и большого отхода моллюсков чаще всего были центральный, восточный, южный районы и отдельные участки в северной части моря. В сезонной динамике развития зообентоса, практически, ежегодно наблюдалось снижение его биомассы на 44-57 % от весны к лету. Высокая биомасса зообентоса в летний период и осенью формировалась в эти годы лишь в Обиточном, Бердянском, Ясенском заливах, в Керченском предпроливье и в северо-восточной части моря, где на протяжении всего вегетационного периода сохранялся благоприятный кислородный режим. В этих районах отмечалось интенсивное пополнение популяций двустворчатых моллюсков молодью, являющейся одним из основных объектов питания молоди бентосоядных рыб.

В исследуемые годы состав зообентоса собственно моря изменился незначительно. Основой общей и кормовой биомассы бентофауны (89-90 %), как и в годы опреснения, являлись моллюски. Из их числа доминировала церастодерма, составлявшая 53-61 %. Наряду с этим видом в заметных количествах развивались еще два вида двустворчатых моллюсков – анадара и митилястер, которые формировали биоценозы с достаточно высокими значениями биомассы – 612 г/м² и 827 г/м², соответственно.

Влияние роста солености азовоморских вод прослеживается и на изменении ареалов донных гидробионтов. В первые годы осолонения собственно моря ареалы доминирующих видов моллюсков – церастодермы и анадары занимали только часть площади моря. К 2014 г. ареал моллюсков расширился и занимал уже значительную акваторию моря.

Осолонение открытой части Азовского моря существенно повлияло на некоторые биологические показатели популяций доминирующих видов моллюсков и, в частности, на их размерную структуру. В популяциях церастодермы, анадары и появившейся в последние годы мидии возросла доля крупных не кормовых особей. В результате на фоне существенного увеличения общей биомассы зообентоса заметно снизилось количество кормовой фракции.

Из числа других видов донного населения в условиях осолонения собственно моря на илистых грунтах интенсивно развивались кормовые организмы: двустворчатый моллюск абра, брюхоногие моллюски *p. Hydrobia* и *Parthenina interstincta*, полихеты неантес, *Nephtys hombergii*, *N. cirrosa*, *Harmothoë imbricata*, *H. reticulata*, *Polydora ciliata*, *Melinna palmata* и остракоды. На ракушечных грунтах в северном, западном и восточном районах моря помимо митилястера и мидии обитал усоногий рак баянус. Также активно развивались морские ракообразные: бокоплавы, мизиды, кумовые раки и краб-вселенец ритропанопеус.

Таким образом, облик донного сообщества Азовского моря, его видовая структура, уровень развития и пространственное распределение в последние годы определялись соленостью, температурным и кислородным режимами, что способствовало расширению ареалов морских, эвригалинных, замороустойчивых видов зообентоса.

Оценивая трофические условия существования бентосоядных рыб в Азовском море в условиях современного осолонения, следует учесть, что эффективное питание этих рыб обеспечивается определенной биомассой кормовых организмов. Так, биомасса моллюсков должна быть не менее 200 г/м², червей и ракообразных – более 5 г/м². В Таганрогском заливе ежегодно, несмотря на структурные коррективы, внесенные в донное сообщество изменением солевого режима, практически на всей акватории водоема (90-100 % площади) формировались обширные высокопродуктивных зоны. Невысокую биомассу кормовых двустворчатых моллюсков в центральной и восточной частях залива в достаточной мере

компенсировал мягкий бентос – полихеты, олигохеты, личинки хирономид. В собственно море площади благоприятного нагула рыб-бентофагов составляли 70-80 %.

Список литературы

1. Абакумов В.А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. – Л., 1983. – 239 с.
2. Киселев И.А. Планктон морей и континентальных водоемов. – Л., 1969, Т. 1. – 657 с.
3. Студеникина Е.И. и др. Методы сбора и обработки гидробиологических проб. В кн.: Методы рыбохозяйственных исследований в Азово-Черноморском бассейне. Краснодар, 2005. – С.50-78.

FEATURES OF DEVELOPMENT OF BIOLOGICAL COMMUNITIES AND FEEDING BASE OF PLANKTIVOROUS AND BENTHOPHAGIC FISHES IN CONDITIONS OF THE AZOV SEA SALINIZATION (2007-2014)

Mirzoyan Z.A., Safronova L.M., Afanasyev D.F., Frolenko L.N., Martynyuk M.L.

FGBNU «Azov Research Institute of Fisheries», Rostov-on-Don, Russia, dafanas@mail.ru

The data on the status of biological communities and the feeding base of fishes in the modern period salinization of the Azov Sea are presented. The basic units of ecosystem (phytoplankton, zooplankton, phytobenthos and zoobenthos) are reviewed. The consequences of increasing salinity in the sea Azov and in the Taganrog Bay are discussed.

Key words: Sea of Azov, salinization, phytoplankton, zooplankton, phytobenthos, zoobenthos

УДК 504.5:546.36:597(262.5+262.54)

СОДЕРЖАНИЕ ЦЕЗИЯ-137 В РЫБАХ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО БАССЕЙНА НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

И.Д. Мхитарьян

ФГБНУ «АзНИИРХ», г. Ростов-на-Дону, Россия, irina.id@rambler.ru

В работе представлены данные радиологического мониторинга, проводившиеся ФГБНУ «АзНИИРХ» с 2010 по 2014 гг. на акватории Азово-Черноморского бассейна.

Приводятся данные по накоплению цезия-137 в тканях промысловых видов рыб. Дается анализ полученных материалов.

Ключевые слова: радиологический мониторинг, цезий-137, рыба.

Введение

В настоящее время загрязнение водных объектов остается одной из основных экологических проблем. Развитие атомной энергетики является реальной необходимостью для многих регионов, в том числе и для южного региона. Однако необходимо учитывать, что объекты атомной энергетики могут стать источником радиоактивного загрязнения, последствия которого могут сделать невозможным ведение в загрязненных водоемах рыбного хозяйства. Необходимым условием безопасной работы объектов атомной энергетики является проведение тщательного мониторинга радиационной обстановки в районах, прилегающих к АЭС. В связи с пуском Ростовской АЭС контролю на наличие техногенных радионуклидов в атмосфере уделяется повышенное внимание. Важнейшей задачей является своевременное получение информации об уровне накопления и распределения радионуклидов в компонентах экосистем Азово-Черноморского бассейна.

Радиоактивные элементы попадают во внутренние органы рыб через кожу, жабры и ротовую полость. Загрязнение рыб происходит путем непосредственной адсорбции радиоактивных элементов поверхностью тела, через пищу и в результате других обменных процессов между организмом и окружающей средой. Радионуклиды, поступившие в организм рыб, концентрируются в зависимости от своих химических свойств в различных

органах и тканях. Цезий-137 концентрируется в мышцах рыб. Рыбы, загрязненные радиоизотопами, могут стать опасными источниками заражения для человека [1]. По пищевому пути в организм рыб поступает до 97-99 % всего цезия-137, аккумулированного в организме рыб [2].

Целью настоящей работы явилось изучение распределения цезия-137 в гидробионтах по акватории системы Нижний Дон - Таганрогский залив – Азовское море – Черное море.

Материалы и методы

В работе использованы как литературные данные, так и материалы собственных исследований. Изучалось содержание цезия-137 в рыбах, отобранных в Нижнем Дону, Таганрогском заливе, восточной части Азовского моря и восточной части Черного моря в период 2010-2014 гг.

В данной работе представлены результаты анализа цезия-137 в мышцах рыб. Подготовка проб заключалась в отделении мышц от других органов и тканей с последующей гомогенизацией отобранного материала. Измерения содержания цезия-137 проводились стандартными методами гамма-спектрометрии и рассчитывались на сырую массу.

Результаты и обсуждение

В период наблюдений с 2010 по 2014 гг. получена общая картина распределения цезия-137 в тканях гидробионтов.

Максимальная концентрация активности цезия-137 отмечалась в тканях карася, выловленного в Нижнем Дону в 2013 г. и составила 1.23 ± 3.59 Бк/кг.

В Таганрогском заливе и Азовском море максимальная концентрация цезия-137 регистрировалась в тканях сельди азово-черноморской и камбалы-калкан.

В тканях черноморских видов рыб максимальный уровень цезия-137 наблюдался в тканях саргана.

Рядом авторов установлены особенности накопления радионуклидов водными организмами разных экологических групп и трофических уровней: мирные рыбы накапливают меньше цезия-137, чем хищные. В то же время неоднократно регистрировались нарушения вышеприведенных закономерностей что, по мнению авторов, связано с импульсивным повышением концентрации радионуклидов в абиотических компонентах водных экосистем [3].

В этой связи особый интерес представляет исследование удельной активности цезия-137 в зависимости от типа и характера питания гидробионтов.

Низкое содержание цезия-137 регистрировалось у рыб низких трофических уровней. У бентофагов, выловленных в Нижнем Дону и Азовском море (густера, карась серебряный, лещ, плотва) содержание цезия-137 примерно одинаково и составляет < 3 Бк/кг. У рыб смешанного типа питания содержание цезия-137, как правило, выше. Так, в тканях сельди азово-черноморской, отобранной в Азовском море удельная активность радиоцезия в 2013 году составляла в среднем 3.33 ± 5.41 Бк/кг.

У некоторых видов рыб заключительного звена трофической цепи, таких как скарпена, сарган, выловленных в Черном море и камбала-калкан в Азовском море содержание цезия-137 немного выше, чем у рыб низких трофических уровней.

В ходе проведенных исследований в данный период, отмечено, что содержание цезия-137 в тканях черноморских видов рыб в среднем ниже. Это можно объяснить тем, что рыбы, обитающие в воде с более высокой соленостью, накапливают наименьшее количество радиоактивного цезия [4].

Заключение

На основании проведенных исследований за 2010-2014 гг. можно сделать вывод, что концентрация цезия-137 в тканях промысловых видов рыб Нижнего Дона, Таганрогского залива, Азовского и Черного морей находится значительно ниже допустимого уровня содержания этого изотопа в рыбе и сырце, что соответствует СанПиН 2.3.2.1078-01 [5].

Техногенные радионуклиды на территории юга России, в основном связаны с Чернобыльской аварией. Полученные результаты исследований свидетельствуют об отсутствии техногенного загрязнения радионуклидами, вызванные работой Ростовской АЭС.

Список литературы

1. Шашко А.В., Шашко Л.Н. Накопление и содержание цезия-137 в организме рыб, обитающих в водоемах Припятского Полесья // Вестник Полесского государственного университета. 2009, № 2 – С.14-18
2. Зарубин О.Л. Оценка коэффициентов перехода Cs^{137} по трофической цепи «Взвеси →щука» в разных водоемах // Ядерная физика и энергетика, 2007, № 1(19). - С.109
3. Волкова Е.Н., Беляев В.В. и др. Формирование радионуклидного загрязнения гидробионтов при изменении содержания радионуклидов в абиотических компонентах пресноводных экосистем // Тезисы докладов. Межд.конференции: Радиобиологические и радиоэкологические аспекты Чернобыльской катастрофы. – Славутич, 2011 – С.156
4. Давыдов М.Г., Бураева Е.А., Зорина Л.В. и др. Радиоэкология. Ростов н/Д: Феникс, 2013. -635с
5. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПин 2.3.2.1078-01.- М: ЗАО»РИТ ЭКСПРЕСС», 2002.-208 с.

THE CONTENT OF CESIUM-137 IN FISH OF THE AZOV-BLACK SEA BASIN AT PRESENT

Mkhitaryan I.D.

FSBSI «AzNIIRKH», Rostov-on-Don, Russia, irina.id@rambler.ru

The paper presents the radiation monitoring data collected by AzNIIRKH over the period 2005-2014 in the waters of the Black Sea basin.

The data are given on the accumulation of cesium-137 in the tissues of fish species. The materials obtained have been analyzed.

Key words: radiological monitoring, cesium-137, fish.

УДК 664.951.014:639.27

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ МОРСКИХ И ПРЕСНОВОДНЫХ МОЛЛЮСКОВ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО БАССЕЙНА

Н.А. Небесихина

*Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, Ростов-на-Дону,
Россия, nebo_N_71@mail.ru*

Проведен сравнительный анализ пищевой и биологической ценности моллюсков, обитающих в Азово-Черноморском бассейне. Определен биохимический состав и уровень каротиноидов у пресноводных моллюсков – рода *Dreissena*, обитающих в Манычских водохранилищах. Пресноводные моллюски являются источником полноценного белка, ПНЖК, МНЖК, каротиноидов и обладают высокой биологической ценностью, наряду с морскими моллюсками могут быть использованы для производства лечебно-профилактической и кормовой продукции

Ключевые слова: мидия, рапана, дрейссена, пищевая и биологическая ценность, аминокислоты, жирнокислотный состав и каротиноиды.

Практически во всех странах моллюски относят к разряду деликатесов. Дело не только в изумительном своеобразном вкусе, но и в том, что мясо моллюсков имеет чрезвычайно высокую биологическую и пищевую ценность.

Мировой объем вылова двустворчатых моллюсков неуклонно растет. Свыше 92 % мирового улова составляют морские моллюски и только 8 % пресноводные [11]. Мясо моллюсков традиционно является источником полноценного белка, макро- и микроэлементов и биологически активных веществ [20]. В Японии, к примеру, добывают около 90 видов двустворчатых (включая пресноводные).

В Азово-Черноморском бассейне ведется добыча таких морских моллюсков как мидия, устрица и вселенец-рапана, которые используются в пищевых целях, а также качестве

сырья при производстве лечебно-профилактических препаратов и кормовых добавок [2]. Пресноводные моллюски (беззубка и перловица) в южном регионе до середины прошлого столетия использовались в сельском хозяйстве в качестве кормовой добавки для с/х животных [7]. Совокупное влияние ряда экономических и экологических причин, сложившихся в России во второй половине XX века, негативно сказались на промысловых запасах большинства морских и пресноводных моллюсков. В этот же период строительство ряда крупных водохранилищ создает благоприятные экологические условия, для активного расселения и развития пресноводных моллюсков *p. Dreissena*. Биомасса дрейссен в водохранилищах России составляет сотни тысяч тонн [8]. Доля ежегодного изъятия этих моллюсков может составлять до 30 % общего запаса [18]. Вопрос рационального использования пресноводных моллюсков и на сегодняшний момент остается актуальным.

В разные годы были получены положительные результаты при использовании дрейссены в качестве кормового объекта в естественных и искусственных водоемах, а так же в сельском хозяйстве [4, 6, 14, 15, 21]. В настоящее время разработаны технологии с использованием дрейссены в качестве сырья для производства белковых гидролизатов и протеолитических ферментов, которые широко применяются в микробиологии и медицине, ветеринарии и пищевой промышленности [17, 22]. Предприятия такого профиля нуждаются в качественном и недорогом сырье.

Известно, что соотношение различных элементов в теле моллюсков не остается стабильным, а изменяется в зависимости от экологических условий обитания. Так моллюск *D. polymorpha* в условиях различных водных объектов имеет значительные колебания показателей питательной ценности и неорганических веществ как в теле моллюска, так и в ее раковине (таблица 1).

Таблица 1

Сравнительная характеристика биохимического состава мягкого тела моллюсков *D. polymorpha* из различных водоемов

Водоем	Показатели				
	Сухое вещество, %	Зола, %	Белок, %	Калорийность, ккал	Отношение веса раковины к весу тела
Пролетарское водохранилище	16.59±0.81	10.98±1.39	63.10±1.60	5.22±0.06	1.46:1
Веселовское водохранилище	12.77±0.86	9.62±0.90	64.57±1.37	5.28±0.06	1.50:1
р. Днепр *	12.09±1.11	10.87±1.73	62.41±2.33	4.42±0.17	2.17:1
Кременчугское водохранилище*	14.23±0.91	21.75±3.16	53.33±1.97	3.73±0.31	2.49:1
Каховское водохранилище *	12.62±0.92	24.53±3.26	50.19±2.18	3.28±0.27	3.13:1
Запорожское водохранилище *	10.04±0.79	24.13±2.90	52.48±2.72	3.64±0.12	3.42:1
Балтийское море** (зал. Куршю-Марес)	13.86±0.11	8.42±0.12	66.31±2.45	5.35±0.04	1.61:1

Примечание : - данные *- [1] ; **- [19].

По экспертным данным АЗНИИРХ запасы дрейссены в настоящий период в водоемах Манычского каскада (Веселовское и Пролетарское водохранилища) оцениваются на уровне 150 тыс.т, предприятиями Ростовской области можно использовать их в качестве ценного сырья до 50 тыс.т.

Более рациональное использование данного сырья в различных областях применения можно будет определить только после изучения биохимического и химического состава моллюска. Для этой цели была поставлена задача - определить соотношение мягкого тела и раковины, содержание общего белка, жира, углеводов, минеральных веществ, каротиноидов и провести сравнительный анализ с составом мяса морских промысловых моллюсков.

Материалы и методы исследования

Отбор проб в водохранилищах Манычского каскада осуществлялся во время проведения научно-исследовательских рейсов в течение вегетационных периодов 2006-2011 гг. Сбор

материала на открытой акватории водоемов осуществлялся при помощи драг различной конструкции с размерами рам 1.5-2.5 м×0.3-0.5 м, ячейей 30-22-6 мм и 32-22-18 мм с борта судна СМБ-40. Обработка проб моллюсков проводилась по методике, разрешенной в Российской Федерации для природоохранных исследований [12].

Для определения общего химического анализа моллюсков доставляли в лабораторию в живом виде и до начала анализа хранили при температуре минус 18 °С.

В мягкой части дрейссены определяли общий биохимический состав и проводили расчет калорийности.

Исследования проводились с использованием гостированной методики [5]. Содержание углеводов находили расчетным путем, вычитая из 100 % сумму содержаний общего белка, жира и минеральных веществ. В лабораторных условиях определялась сухая масса тела и раковины моллюсков, высушенных в сушильном шкафу при температуре 60 °С до постоянной массы. Общая сухая масса рассчитывалась как сумма массы раковины и тела.

Определение содержания каротиноидов в мягком теле моллюсков проводилось по общепринятой методике [9].

Результаты и обсуждение

Для полноценного развития организма необходимо регулярное поступление энергии, основными источниками которой служат белки, жиры и углеводы. Содержание указанных компонентов во многом зависит от видового состава исследуемого сырья, в том числе и моллюсков.

В таблице 2 приведены данные химического состава и энергетической ценности различных видов моллюсков Азово-Черноморского бассейна.

Таблица 2

Пищевая и энергетическая ценность мяса моллюсков

Вид	Массовая доля, % сырого вещества					Энергетическая ценность 100 г мяса, кДж
	влага	белок	жир	углеводы (гликоген)	зола	
Рапана*	74,19	16,7	0,4	5,4	1,8	390,50
Мидия* черноморская азовская	78,40	13,56	2,67	3,65	1,72	391,36
	76,40	17,93	2,87	0,93	1,87	426,81
Дрейссена	82,22	10,33	2,16	2,54	1,75	298,71

Примечание: * – данные [16].

Анализ химического состава мяса моллюсков показал, что основным энергетическим компонентом являются белок. Энергетическую ценность черноморской мидии и дрейссены в равной степени дополняют жиры и углеводы, рапаны – углеводы, а в энергетической ценности азовской мидии – жиры. Наибольшая энергетическая ценность (426,81 кДж) отмечена для азовской мидии.

Согласно физиологическим нормам питания общее количество белка в рационе питания детей должно составлять: 53-69 г для дошкольников, 77-98 г – для школьников, для взрослого населения 58-87 г для женщин и 65-117 г для мужчин в зависимости от их профессиональной деятельности. При этом 11-13 % суточной энергетической ценности должно быть обеспечено за счет белка, в том числе 55 % белка животного происхождения [13].

Биологическая ценность белков зависит от сбалансированного аминокислотного состава, в первую очередь по незаменимым аминокислотам. Нарушение сбалансированности аминокислотного состава пищевого белка приводит к нарушению синтеза собственных белков, сдвигая динамическое равновесие белкового анаболизма и катаболизма в сторону преобладания распада собственных белков организма, в том числе белков-ферментов.

Белки исследуемых видов моллюсков содержат все заменимые и незаменимые аминокислоты (табл. 3).

Аминокислотный состав мяса моллюсков, г/100г белка

Аминокислоты	Дрейссена*	Мидия**	Рапана**
Изолейцин	5,77	3,41	2,16
Лейцин	4,67	5,49	6,81
Метионин+ Цистин	2,87	2,95	5,63
Фенилаланин+ Тирозин	5,63	8,39	4,21
Треонин	3,33	4,16	2,92
Валин	4,44	3,82	5,92
Лизин	5,88	6,07	5,94
Триптофан	1,51	1,09	1,26
Сумма незаменимых аминокислот	34,10	35,78	34,84
Аспарагиновая кислота	6,77	7,86	7,40
Серин	3,75	4,68	3,74
Глутаминовая кислота	8,21	10,29	11,89
Пролин	3,61	8,79	2,83
Глицин	4,78	4,62	4,88
Аланин	4,75	4,05	5,91
Гистидин	1,60	2,49	1,02
Аргинин	4,85	5,02	7,09
Сумма заменимых аминокислот	38,32	47,8	44,76
Итого	72,42	83,58	79,60

Примечание: * - данные [17]; ** - [16]

Как видно из таблице 3 по содержанию незаменимых аминокислот мясо дрейссены не уступает мясу мидий и рапаны. Следует отметить, что среди сравниваемых моллюсков в мясе дрейссены преобладает изолейцин (5,77 г/100г) и триптофан (1,51 г/100г). Не достаток изолейцина в пище приводит к отрицательному азотистому балансу и, как следствие, к замедлению процессов роста и развития организма, а триптофан участвует в образовании сывороточных белков и гемоглобина. В 100 г мяса дрейссены содержится суточная норма таких незаменимых аминокислот как изолейцин, лейцин, треонин, валин, лизин и триптофан.

Расчетные данные по аминокислотному скору в сравнении со шкалой ФАО/ВОЗ показали, что из незаменимых аминокислот у всех анализируемых моллюсков преобладает лизин, кроме того в мясе дрейссены – изолейцин, в мясе мидий – фенилаланин+тирозин и треонин, в мясе рапаны – метионин+цистин и валин. Лимитирующей аминокислотой у дрейссены является лейцин, у мидии – валин, у рапаны – изолейцин (табл. 4).

Таблица 4

Аминокислотный скор мяса моллюсков

Аминокислоты	Шкала ФАО/ВОЗ, г/100г белка	Дрейссена		Мидия		Рапана	
		г/100г белка	% к шкале	г/100г белка	% к шкале	г/100г белка	% к шкале
Изолейцин	4,0	5,77	144,25	3,41	85,25	2,16	54,00
Лейцин	7,0	4,67	66,71	5,49	78,43	6,81	97,29
Метионин+ Цистин	3,5	2,87	82,00	2,95	84,29	5,63	160,86
Фенилаланин+ Тирозин	6,0	5,63	93,83	8,39	139,83	4,21	70,17
Треонин	4,0	3,33	83,25	4,16	104,00	2,92	73,00
Валин	5,0	4,44	88,80	3,82	76,40	5,92	118,40
Лизин	5,5	5,88	106,91	6,07	110,36	5,94	108,00

Оптимальная аминокрамма (не имеющая дефицита аминокислот) может быть легко достигнута при комплексном использовании мяса этих моллюсков.

Липиды обладают высокой энергетической ценностью (1 г жира при окислении в организме дает 9 ккал.). Кроме этого, они выполняют важную пластическую роль в синтезе липидных структур – нервной ткани, клеточных мембран и простагландинов. Физиологическая потребность в жирах колеблется от 70 до 154 г/сутки для мужчин и от 60 до 102 г/сутки для женщин.

Пищевая ценность жиров зависит от наличия в них незаменимых пищевых веществ (незаменимых жирных кислот, витаминов А, Е, Д), фосфолипидов, каротиноидов, стеридов. Биологическая ценность жиров определяется соотношением в них насыщенных, моновенасыщенных (МНЖК) и полиненасыщенных (ПНЖК) жирных кислот.

Все анализируемые моллюски характеризуются относительно низким содержанием липидов в сыром виде от 0,4 до 2,87 %. Анализ жирнокислотного состава липидов показал, что у морских видов моллюсков высокое содержанием ПНЖК, в т. ч. эссенциальных – эйкозапентаеновая и докозагексаеновая, а у дрейссены и рапаны МНЖК (табл. 5). Как полиненасыщенных, так моновенасыщенные жирные кислоты обладают широким диапазоном лечебных и профилактических эффектов при сердечно-сосудистых заболеваниях.

Таблица 5

Суммарный состав основных жирных кислот липидов в мясе моллюсков, % от суммы

Жирные кислоты	Дрейссена*	Мидия**		Рапана**
		черноморская	азовская	
Насыщенные	56,20	44,78	54,84	12,76
Моновенасыщенные	32,13	21,15	17,55	54,15
Полиненасыщенные, в т. ч. эссенциальные	11,67 5,56	34,07 26,21	27,61 22,03	33,09 24,53

Примечание: * - данные [17]; ** - [16].

Биологическая роль каротиноидов весьма разнообразна. Особо следует отметить их участие в таких жизненно важных процессах как рост и размножение. Потребность человеческого организма в каротине или витамине А, согласно современным данным, равна 3-5 мг для взрослых и 2-3 мг для детей [13]. Каротиноиды не синтезируются в организме животных, но могут накапливаться в тканях, либо окисляются, превращаясь в свойственные для вида формы, либо редуцируются до витамина А. Главным источником каротиноидных структур для водных животных выступают водоросли, которые являются для них началом пищевой цепочки. У моллюсков преобладают ксантофиллы (астаксантин – 17,7 %, лютеин – 32,3 %, зеаксантин – 11,3 %, кантаксантин – 0,8 %), которые при окислении образуют апокаротиноиды и обладают биологической активностью витамина А. Апокаротиноиды биологически более активны, чем Я-каротин, кроме того, они частично превращаются в ретинол и ретиналь [3]. Полученные в последние годы данные свидетельствуют об антиоксидантных свойствах многих каротиноидов в т.ч. ксантофилов [28], обуславливают их радиопротекторное [10], антимуутагенное [24], иммуномодулирующее [25] антиинфекционное, антиканцерогенное действия [26, 29].

На основе исследований, проведенных ФГУП «АЗНИИРХ» установлено, что в среднем уровень содержания каротиноидов в мясе дрейссены – 3,9 мг/100 г сырой массы, в мясе мидии – 4,6 мг/100 г и мясе рапаны 0,5 мг/100 г. Следовательно суточная физиологическая норма потребления витамина А для взрослого человека может быть удовлетворена при употреблении пищевых продуктов из мидии и дрейссены.

Заключение

Таким образом, на основании обобщенных литературных и собственных данных показана ценность химического состава мяса пресноводного моллюска дрейссены, не уступающего по своим свойствам мясу морских видов – мидии и рапаны. Биологически-

активные добавки из мидии, рапаны и дрейссены обладают антирадикальной, радиопротекторной и гемостимулирующей активностью [16]. Результаты общего биохимического состава дрейссены Манычских водохранилищ, указывают на возможность их использования в качестве сырья в производстве лечебно-профилактической и кормовой продукции.

Список литературы

1. Биргер Т.И., Маляревская А.Я. Изменение биохимического состава дрейссен в условиях зарегулированного стока Днепра // Гидробиологический журнал Т.11 № 3 – 1975 - С. 72-76
2. Бойко Л.И. Современные тенденции развития технологии переработки морских гидробионтов – 2003. – [Электронный ресурс].- Режим доступа:<http://www.ecologylife.ru/pisch-prom-2003/sovremennyye-tendentsii-npacific.ru> (дата обращения: 18.06.2014).
3. Вальдман А.Р., Сурай П.Ф., Ионов И.А., Сахацкий Н.И. Витамины в питании животных.-Харьков: РИП Оригинал, 1993. - 423 с.
4. Гасюнас И.И. Распространение и хозяйственное значение моллюска *Dreissena polymorpha* (Pallas) в водоемах Литвы.//Моллюски. Вопросы теоретической и прикладной малакологии. Сб.2. - М.Л.: Наука, 1965.-С 66.
5. ГОСТ 7636-85 Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные, водоросли и продукты их переработки. Методы анализа.
6. Егоров Ю.Е., Ахметзянова Н.Ш. Моллюск Дрейссена как объект аквакультуры //Рациональное использование водных ресурсов в системе управления регионом: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Йошкар-Ола, 2001.- С.122-128.
7. Жадин В.И. Пресноводные моллюски СССР. Л.: Леннабиздат, 1933, 232 с
8. Задоев И.Н., Лейс О.А., Поликашин Л.В., Пресноводные моллюски как объект хозяйственного использования//Рыбн.х-во.-1978.-№1.- С.30-32.
9. Карнаухов В.Н., Федоров Г.Г. Методы определения содержания каротиноидов и витамина А в тканях животных. Методические рекомендации.- Пушкино: - 1982.- 18 с.
10. Лемберг В.Н., Рогачева С.А., Лузанов Б.Н. Влияние обогащения рациона мышей синтетическим -каротином на выживаемость при -облучении //Радиобиология.-1990. -Т. 30, №5. - С. 524-527.
11. Макоедов А. Н., Кожемяко О. Н. Основы рыбохозяйственной политики России. М.: Изд-во ФГУП «Рыбнацресурсы», 2007. 477 с.
12. Методы изучения двустворчатых моллюсков.: под редакцией Г.Л. Шкорбатова и Я.И. Старобогатова // АН СССР, труды Зоол. Ин-та. – Л. 1990. – Т. 219. – с. 4-178.
13. Методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации»
14. Михеев В.П. Использование дрейссены для кормления рыбы в плавучих садках//Тр.ВНИИПРХ.-1966.-Т.XIV.-С.157-167
15. Михеев В.П. Животные корма водохранилищ в садковых рыбоводных хозяйствах (методические указания).- М.: МРХ СССР-ВНИИПРХ, 1977.- с.55
16. Новикова М.В. Гидробионты и отходы их разделки как перспективное сырье для получения биологически активных добавок// Материалы первой международной конференции «Морские прибрежные экосистемы :водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки» 26.-30.08.2002г. Москва-Галицино, изд-во ВНИРО.-2003 г. – с.161-164.
17. Нгуен Хай Иен, Новикова М.В., Хамзина А.К. / Получение гидролизата из пресноводного моллюска дрейссены // РыбПром, 2007, № 4, С. 14-15
18. Петров В.В. К оценке промысловой мощности популяций моллюсков семейства Unionidae // Изв.ГосНИОРХ .- 1964.- Т.LVII. – с.4-46.
19. Скиркиявичене З.Ю. Дрейссена залива Куршю-Марес ее биохимический состав и кормовое значение: Автореф. дис. ... канд. биол. наук.: -Петрозаводск: ПТУ, 1974.- 22 с.
20. Справочник по химическому составу и технологическим свойствам водорослей, беспозвоночных и морских млекопитающих/ Под. ред. В.П. Быкова. - М.: Изд-во ВНИРО, 1999. - 262 с.
21. Степаненко К.В. Рост, развитие ремонтного молодняка и яичной продуктивности уток-несушек при использовании минерально-белковой муки из дрейссены: Дис. ... канд. сельхоз. наук. - п.Персиановский: ДонГАУ, 2007. -140 с.
22. Судник О. А., Лысова А. С., Мезенова О. Я Протеолитические ферменты дрейссены и технология их получения // Известия вузов. Пищевая технология, 2009.-№4. - С. 54-56.
23. Скиркиявичене З.Ю. Дрейссена залива Куршю-Марес ее биохимический состав и кормовое значение: Автореф. дис. ... канд. биол. наук.: -Петрозаводск: ПТУ, 1974.- 22 с.
24. Шлянкевич М.А., Дризе О.Б., Хабибулина В.М. Антимутагенные свойства препаратов, содержащих -каротин //Вопр. мед. химии. -1992. -Т.38, № 227. -С. 23-25.
25. Шеренешева Н.И., Финько В.Е. Модифицирующий эффект каротиноидов на канцерогенез преджелудка у крыс, индуцированный N-метил-N-нитро-N-нитрозогуанидином // Вопр. мед. химии. -1992. -Т.38, №227. -С. 21-22.
26. Gerster H. Anticancerogenic effect of common carotenoids //Internat.J.Vit.Nutr.Res.-1993. -63. - P. 93-121.

27. Гьлгьн F, Ньсейн Hanife Determination of the Amino Acid and Chemical Composition of Canned Smoked Mussels (*Mytilus galloprovincialis*, L.) Turk. J. Vet. Anim. Sci. - V. 32(1) 2008. - pp. 1-5
28. Lim B.P., Nagao A., Terao J., Tanaka K., Suzuki T., Takama Kozo. Antioxidant activity of xanthophylls on peroxyl radical-mediated phospholipid peroxidation // Biochem. et bio-phys. acta. Lipids and Lipid Metab.-1992.-1126, №2.-P.178-184
29. Omenn G.S. Chemoprevention of lung cancer: the rise and demise of beta-carotene // Annu. Rev. Public. Health. - 1998. - Vol.19. - P. 73-99

**COMPARATIVE ANALYSIS OF CHEMICAL COMPOSITION
AND NUTRITIONAL VALUE OF MARINE AND FRESHWATER MOLLUSKS
OF THE AZOV AND BLACK SEA BASIN**

Nebesikhina N.

Azov Sea Research Fisheries Institute, Rostov-on-Don, Russia, nebo_N_71@mail.ru

The food and biological value of mollusks that inhabit the waterbodies of the Azov and Black Sea basin have been analyzed and compared. The chemical composition and the level of carotenoids are determined in freshwater mollusks of *Dreissena* genus that live in Manych reservoirs. Freshwater mussels are a source of complete protein, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids and carotenoids. They have a high biological value, and along with the clams can be used for the production of therapeutic and prophylactic and feed products.

Key words: mussel, rapana, zebra mussel, nutritional and biological value, aminoacids, fatty acids, carotenoids.

УДК: 574.5:597.2:639

**ВОПРОСЫ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ
ГОМЕЛЬЩИНЫ**

А.М. Островский

*УО «Гомельский государственный медицинский университет», г. Гомель, Республика
Беларусь, Arti301989@mail.ru*

В данной статье рассматриваются вопросы сохранения биоразнообразия водных объектов Гомельщины. Проведены исследования по уточнению обитания редких и исчезающих видов живых организмов в различных типах водных объектов Днепро-Сожского междуречья в пределах Гомельского и Буда-Кошелевского районов Гомельской области. Зарегистрированы находки 8 видов, занесенных в 4-е издание Красной книги Республики Беларусь (2014) и Приложение к нему. Даны рекомендации по сохранению генофонда редких и охраняемых видов живых организмов в водных объектах Гомельщины.

Ключевые слова: водные объекты Гомельщины, биоразнообразие, охрана.

Водные экосистемы благодаря особой роли воды на планете и крайней важности фундаментальной экологической границы вода-суша играют в сохранении биологического разнообразия особенно значимую, каркасную роль. Они существенно отличаются от сухопутных экосистем по важнейшим особенностям своего функционирования и реакциям на деятельность человека. В этом плане водные экосистемы являются наиболее уязвимыми и трудно-охраняемыми, так как на них воздействует общая ситуация на площади водосбора и они не являются сбалансированными системами, поэтому открыты для посторонних неблагоприятных воздействий. Как известно, негативные изменения в любой водной экосистеме в первую очередь отражаются на видовом разнообразии изучаемого сообщества. В связи с этим прикладные и теоретические исследования механизмов и направленности перестроек водных экосистем, фауногенеза сегодня необычайно актуальны и востребованы.

Значительной проблемой современного эффективного мониторинга биоразнообразия водных объектов Гомельщины является отсутствие централизованных глобальных эколого-фаунистических исследований, которые охватывали бы все водоемы и водотоки области

(169 рек, 212 каналов (канав), более 180 озер и водохранилищ). В особенности это касается редких и охраняемых «краснокнижных» видов.

В проточной воде меняется уровень падения и скорость течения, ее температура и содержание кислорода. Разные факторы тем самым создают в реке различную среду обитания, к которой приспособились рыбы, насекомые, ракообразные, моллюски и другие беспозвоночные .

В стоячих водоемах (озерах, болотах, прудах) также существуют разные условия для жизни живых организмов, такие как глубина, площадь водной поверхности и др. В озерах существует временной период, за который весь объем воды должен поменяться в результате длительной циркуляции. Это происходит в течение года. Поэтому загрязнение водоемов может привести к нарушениям в биологическом равновесии. Большинство обитателей водоемов мечут икру в воду. В больших прудах и озерах, а также на их берегах, очень разнообразен животный и растительный мир (рис).



Рисунок – Типичные обитатели водных экосистем Гомельщины (слева направо): пиявка, заглатывающая прудовика; лягушка; щитень; личинка водного жука

Несмотря на свое большое значение для биологического равновесия многие пруды и болота осушаются, что в свою очередь негативно сказывается на биологическом разнообразии этих экосистем. Многие виды живых организмов становятся редкими или вовсе исчезают из природных комплексов.

В ходе многолетних исследований нами было проанализировано видовое разнообразие редких и исчезающих видов живых организмов различных типов водных объектов Днепро-Сожского междуречья в пределах Гомельского и Буда-Кошелевского районов Гомельской области. Были изучены р. Уза и мелиоративные каналы на участке от г.п. Уваровичи до д. Теклевка, верховые болота восточнее пос. Красное Знамя Буда-Кошелевского района, залив р. Сож с заболоченными участками на юго-западной окраине г. Гомеля, комплекс низинных болот в Кореневском лесничестве Гомельского района, лесные карьеры близ д. Теклевка, образованные вследствие выемки песка и глины для функционировавшего в прошлом здесь кирпичного завода, пойма р. Сож с заболоченными участками и неглубокими пойменными депрессиями на протяжении от д. Осовцы до пос. Кленки Гомельского района, родник в широколиственном лесу на южной окраине г. Гомеля, пруд по ул. Базарная в г.п. Уваровичи, выгребные ямы, отстойники, временные водоемы и лужи.

В результате проведенных исследований зарегистрированы места обитания 8 видов позвоночных, занесенных в 4-е издание Красной книги Республики Беларусь (2014) и

Приложение к нему.

Ерш Балона – *Gymnocephalus baloni* Holiik et Hensel, 1974. Включен в Приложение Красной книги РБ (DD) и Приложение III к Бернской конвенции. Один из 3 видов ершей, обитающих на территории Беларуси. Был впервые описан в 1974 году и на протяжении многих лет считался дунайским эндемиком. В 1980-х годах был обнаружен в Днестре на территории Украины, а в 1990-х – и на территории нашей республики. По всей вероятности, это аборигенный вид, которого ранее считали разновидностью ерша обыкновенного – *Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758). Внешне они похожи, но в отличие от последнего, у ерша Баллона более высокое тело, укороченный хвостовой стебель и окраска с 3-5 широкими полосами. Несколько экземпляров были пойманы 30/VII. 2011 г. на реке Сож возле железнодорожного моста в черте г. Гомеля. Самый крупный из особей достигал в длину 12,5 см. Как и обыкновенный ерш, ерш Баллона является стайной придонной рыбой, придерживается глубоких участков реки с каменистым дном. Данные о численности и распространенности таксона недостаточны. Возможно, будущие исследования покажут оправданность его отнесения к категории «Близкий угрожаемому» (NT) или «Требующий внимания» (LC).

Обыкновенный подкаменщик – *Cottus gobio* Linnaeus, 1758. Включен в Приложение Красной книги РБ, как недостаточно изученный вид (DD). Систематически отлавливается из р. Сож в районе городской набережной и пешеходного моста в черте г. Гомеля. Ведет донный образ жизни. На день уединяется в убежищах (под камнями), которые покидает в сумеречное и ночное время. Данные о численности и распространенности таксона недостаточны, а получение необходимой информации предполагает возможность того, что будущие исследования покажут оправданность его отнесения к категории «Уязвимый» (VU) или «Близкий к уязвимому» (NT).

Вьюн – *Misgurnus fossilis* Linnaeus, 1758. Включен в Приложение Красной книги РБ (DD) и Приложение III к Бернской конвенции. Единственный экземпляр длиной 21 см был обнаружен 15/VII. 2008 г. на дне пересыхающего пруда по ул. Базарная в г.п. Уваровичи Буда-Кошелевского района. Данные о численности и распространенности таксона недостаточны. Возможно, будущие исследования покажут оправданность его отнесения к категории «Уязвимый» (VU) или «Меньшего риска» (LR).

Балтийская щиповка – *Sabanejewia baltica* Witkowski, 1994. Включена в Приложение Красной книги РБ (DD) и Приложение III к Бернской конвенции. Известна по единичным экземплярам из р. Сож. Предпочитает участки русла (песчаные косы) с быстрым течением и песчаным незаиленным грунтом. Данные о численности и распространенности таксона недостаточны, а получение необходимой информации предполагает возможность того, что будущие исследования покажут оправданность его отнесения к категории «Уязвимый» (VU) или «Меньшего риска» (LR).

Лягушка озерная – *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771). Включена в Приложение Красной книги РБ как требующий внимания вид (LC). Один из 3 видов водяных лягушек, обитающих на территории Беларуси. Совместно с прудовой лягушкой – *Pelophylax lessonae* (Camerano, 1882) – является родительским видом гибрида *Pelophylax kl. esculentus* (уникальный случай неортодоксального видообразования). По последним сведениям, несмотря на широкое распространение гибридного вида и прудовой лягушки, озерная лягушка встречается относительно редко в отдельных регионах страны (поймы Припяти, Березины, Днестра, западной Двины, Немана и др.). Нами были отмечены единичные встречи данного вида в окрестностях г. Гомеля (пойма р. Сож и Лебяжий пруд в Гомельском Центральном парке культуры и отдыха им. А.В. Луначарского).

Жерлянка краснобрюхая – *Bombina bombina* Linnaeus, 1761. Включена в Приложение Красной книги РБ как требующий внимания вид (LC) и Красный список МСОП (LR / nt, ver. 2.3, 1994). Распространена мозаично по всей территории исследования. Населяет неглубокие хорошо прогреваемые водоемы, густо покрытые ряской и заросшие другой водной растительностью, в заболоченных низинах. Чаще встречается в старицах рек, заливах, затоках озер, в прудах, лесных карьерах, мелиоративных каналах, на болотах, а также во временных водоемах. В случае опасности жерлянки ныряют и зарываются в ил на дне водоемов.

На суше, в момент опасности, жерлянка принимает своеобразную позу: сильно загибает голову кверху, прогибает туловище и выворачивает конечности таким образом, что становятся видными красно-оранжевые бока тела и нижние поверхности конечностей, что, по-видимому, является для хищников сигналом и предупреждением о ядовитости животного.

Жаба зеленая – *Bufo viridis* Laurenti, 1768 [*Pseudepidalea viridis* (Laurenti, 1768)]. Включена в Приложение Красной книги РБ как требующий внимания вид (LC). Один из 3 видов жаб, обитающих на территории Беларуси. Распространена по всей территории исследования. Населяет селитебные и прилегающие к ним антропогенно-трансформированные ландшафты, встречается даже в крупных городах. В последнее десятилетие наблюдается тенденция к снижению частоты встречаемости вида на территории Европы, в том числе и Беларуси, в связи с усилением интенсивности землепользования и сельскохозяйственного производства, сокращением в населенных пунктах количества доступных убежищ и мест, пригодных для размножения, зарыблением водоемов. Вид исчез с территории Эстонии, включен в Красные книги сопредельных стран Европейского союза.

Болотная черепаха – *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758) – III категория охраны. Включена в 1–3-е издания Красной книги Республики Беларусь, Красный список МСОП (NT), Приложение II к Бернской конвенции, Красные книги Латвии, Литвы и Польши. Единственный в нашей стране представитель отряда Testudines. В Беларуси проходит северная граница ареала. В общих чертах область распространения совпадает с регионом Полесья. 22/VIII. 2013 г. обнаружен единичный мумифицированный труп молодой особи на территории комплекса низинных болот в Кореневском лесничестве Гомельского района.

Анализируя результаты исследований, можно констатировать, что водные экосистемы Гомельщины пока еще способны к самовосстановлению при условии ослабления антропогенного давления на них. Для этого необходимо:

- создание специальных водных резерватов с режимом полной охраны;
- запрет промысла, внесение редких и исчезающих видов в Красную книгу, разведение в искусственных условиях и закрытых водоемах;
- криоконсервация генома, реинтродукция в покинутые участки ареала;
- регулирование численности хищников и паразитов, подавление и изъятие из экосистем интродуцентов – конкурентов;
- биотехнические мероприятия;
- манипуляция уровнем воды (вплоть до спуска водоема), регулирование химического, прежде всего кислотного и кислородного, режима водоема;
- регулирование развития гелофитов, регулирование кормовой базы;
- мероприятия, регламентирующие хозяйственную деятельность и др.

Предложенный комплекс природоохранных мер, при их выполнении, позволит в ближайшие десятилетия существенно улучшить состояние и активизировать функционирование всего водного бассейна Гомельщины, сохранить плодородие его почв, поддержать видовое разнообразие живых организмов и в целом благоприятствовать развитию его основных ландшафтов.

THE PRESERVING BIODIVERSITY OF WATER BODIES OF GOMEL REGION

Ostrovsky A.M.

Gomel State Medical University, Gomel, Belarus, Arti301989@mail.ru

This article deals with the conservation of water bodies of the Gomel region. Conducted studies to clarify the habitat of rare and endangered species of living organisms in different types of water bodies of the Dnieper-Sozh rivers within the Gomel and Buda-Koshelevo districts, Gomel region. Registered finds 8 species listed in the 4th edition of the red book of the Republic of Belarus (2014) and its Annex. Recommendations for preservation of genofund of rare and protected species of living organisms in water bodies of the Gomel region.

Key words: the water facilities of the Gomel region, biodiversity, security.

ИКРА И ЛИЧИНКИ РЫБ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ОНЕЖСКОГО ЗАЛИВА БЕЛОГО МОРЯ

Л.В. Парухина

Северный филиал ФГБНУ «ПИНРО», г. Архангельск, Россия, paruhina@pinro.ru

Проанализирован состав ихтиопланктона северной части Онежского залива Белого моря по материалам 2002-2003, 2006-2008, 2010 и 2013-2014 гг. Установлено, что в период третьей декады мая – первой декады июля здесь встречаются личинки и икра девяти видов рыб. Наиболее многочисленны песчанка европейская *Ammodytes marinus* и мойва *Mallotus villosus*.

Ключевые слова: ихтиопланктон, Онежский залив, Белое море, песчанка европейская, мойва.

Условия существования личинок и икры рыб в разных районах Белого моря имеют существенные различия, что находит отражение в видовом составе ихтиопланктонного сообщества. Для прибрежной части Онежского залива характерны многочисленные мелководья с присущими им выраженными перепадами температуры и солености. Гидрологические особенности его северной части во многом обусловлены расположенными здесь островами Соловецкого архипелага. Воды залива связаны с водами Бассейна двумя проливами – Восточной и Западной Соловецкими Салмами, где отмечается наличие фронтальных зон. Вследствие перемешивания вод и поднятия их с глубины в верхние слои здесь формируются высокопродуктивные участки акватории [5].

Материал, положенный в основу данной работы, был собран в течение ряда лет (2002-2003, 2006-2008, 2010 и 2013-2014 гг.) в ходе научно-исследовательских рейсов Северного филиала ПИНРО. Отбор проб ихтиопланктона производился икорной сетью с диаметром входного отверстия 80 см (ячей 0,505 мм) методом горизонтальных десятиминутных тралений в приповерхностном горизонте и в слое 10 м на скорости судна 2,5 уз [6, 10]. Фиксатором служил 4%-ный раствор формальдегида. Стадии развития определены по Т.С. Рассу [9].

В соответствии с полученными данными, в составе ихтиопланктона северной части Онежского залива и района Соловецких островов в период третьей декады мая – первой декады июля встречались икра, личинки и мальки рыб из девяти семейств: Gadidae, Osmeridae, Clupeidae, Cottidae, Stichaeidae, Pholidae, Ammodytidae, Liparidae, Pleuronectidae.

Семейство Gadidae было представлено двумя видами – беломорской треской *Gadus morhua marisalbi* и навагой *Eleginus nawaga*. Треска присутствует в ихтиопланктоне данного района как на стадии икринки, так и на личиночной стадии. На наличие здесь нереста трески указывал еще К.А. Алтухов [3], исходя из распределения икринок ранних стадий развития. Как одно из мест нереста был обозначен район, расположенный к югу от Большого Соловецкого острова. В ходе наших исследований здесь также были обнаружены икринки на ранних стадиях развития. Кроме того, икра трески была обнаружена в южной части о-ва Большая Муксалма, в Западной и Восточной Соловецких Салмах, а также с северной стороны о-ва Анзерский. В этих же районах были встречены и личинки трески, однако численность их была невысока.

Личинки наваги, как правило, появляются в составе ихтиопланктона уже с конца апреля. В зависимости от температуры, при которой шло развитие икры, эти сроки могут сдвигаться. В ходе наших исследований скопления личинок наваги были обнаружены 23-24 мая 2003 г. в районе Восточной и Западной Соловецких Салм, причем в восточном проливе зафиксированы более плотные концентрации – до 76 экз. на лов (здесь и далее – десятиминутное траление сетью ИКС-80). Такое распределение связано с расположенными в северо-восточной части Онежского залива нерестилищами этого вида. В Западную Соловецкую Салму личинки попадают со стороны Поморского берега, а также из Бассейна Белого моря, где в районе Поньгомы также отмечается нерест наваги.

Беломорская сельдь *Clupea pallasii marisalbi* - одна из наиболее многочисленных рыб Белого моря, в наших материалах оказалась представлена лишь единичными экземплярами. Встречались они в обеих Салмах и к югу от о-ва Большой Соловецкий в начале июля

(2006 и 2013 гг.) и во второй половине июня (2014 г.). Известно, что нерест у крупных сельдей, к каковым относят и знаменитую «соловецкую» сельдь, происходит позже, чем у мелких. Характер распределения личинок указывает, что они приносятся с нерестилищ, находящихся вдоль Поморского и Онежского берегов, и где размножаются преимущественно мелкие сельди. На данной стадии развития весьма сложно определить, какой форме сельди, крупной или мелкой, принадлежат личинки.

Нерест мойвы *Mallotus villosus* проходит в Белом море регулярно, причем в Онежском заливе он протекает довольно интенсивно, о чем свидетельствует относительно высокая численность личинок. Нерестилища – места с выраженными течениями, подходящими грунтами (песчаными или гравийными), находятся как у восточного, так и западного берегов залива, в основном в его северной части [1, 7]. В ходе наших исследований личинки мойвы встречались в начале июля 2006 и 2013 гг. и во второй декаде июня 2010 и 2014 гг. Наибольшие уловы наблюдались в 2013 г. в районе Восточной Соловецкой Салмы (до 40 экз. на лов). Личинки отмечались также в северо-восточной части пролива, вплоть до условной границы с Двинским заливом, пролегающей в районе о-ва Жижгинский (до 21 экз. на лов). Единично вылавливались у восточной оконечности о-ва Анзерский – в районе мыса Колгуев. В Западной Соловецкой Салме встречались в количестве до 12 экз. на лов. Сроки массового появления личинок мойвы во многом определяются гидрометеорологическими процессами, как и у других видов рыб. Так, в условиях теплой весны 2010 г. единичные особи были встречены южнее о-ва Большой Соловецкий довольно рано – 11 июня. Наибольшая же их численность в этих районах обычно наблюдается в июле. Следует отметить, что до настоящего времени остается невыясненным, является ли нерестящаяся в Белом море мойва местной или же баренцевоморской рыбой [4]. Неизвестна и дальнейшая судьба личинок – насколько успешно происходит их последующее развитие. Хотя случаи нахождения мальков и сеголеток мойвы в Белом море отмечались.

В ходе наших исследований самыми распространенными и многочисленными в составе ихтиопланктона северной части Онежского залива оказались личинки песчанки *Ammodytes marinus*. Эта небольшая рыбка с коротким циклом жизни нерестится в зимний период. Для размножения использует места с песчаным грунтом и высоким уровнем аэрации, с выраженными течениями. К числу таких мест в районе Соловецкого архипелага относятся проливы. Значительные концентрации личинок песчанки в Онежском заливе и, в частности, в его северной части, впервые были обнаружены К.А. Алтуховым [2]. Позже это было подтверждено нашими данными [8]. Дальнейшие исследования показали, что в условиях общей тенденции к потеплению, наблюдаемой в последнее время, этот вид по-прежнему доминирует в составе ихтиопланктонного сообщества данного района весной – в начале лета. В период 2006-2008 гг. наибольшая численность была зарегистрирована в первую декаду июня 2008 г. южнее о-ва Большой Соловецкий – до 275 экз. на лов. Личинки были распространены широко, присутствовали как в районе о-вов Большая Муксалма и Анзерский, так и в проливах. В аналогичный период 2007 г. ситуация была иной, распространение личинок было ограничено небольшим числом участков. Они встречались в Восточной Соловецкой Салме, в районе о-вов Большая Муксалма и Анзерский, а также к югу от о-ва Большой Соловецкий, где на глубине 10 м был отмечен максимальный улов 72 экземпляра. Значительная часть проб оказалась пустой. Такое различие связано в первую очередь с темпами прогрева вод. В 2008 г. он шел медленнее, вследствие чего, вероятно, и выклев личинок произошел позднее, чем в 2007 г. Высокие концентрации личинок песчанки в данных районах более характерны для мая – начала июня. К июлю их численность существенно падает. В 2006 г. съемка выполнялась в начале июля. Личинки песчанки в это время встречались на большей части исследованной акватории, однако их численность повсеместно было невысокой. Максимальное количество на лов составило 24 экз. и было отмечено на станции, расположенной южнее о-ва Большой Соловецкий, где и ранее наблюдались скопления личинок. В начале июля 2013 г. максимальное количество в пробе составило 7 экз., при этом около половины отобранных проб личинок песчанки не содержали. Во второй декаде июня 2010 г. они также встречались в небольшом количестве

(до 14 экз. на лов), тогда как в 2014 г., также во второй декаде июня, их численность составляла до 128 экз. на лов. Межгодовое изменение численности личинок может быть также связано с колебанием запаса песчанки, характерным для короткоцикловых видов. На численность ихтиопланктона оказывают влияние многие факторы, однако механизм их взаимодействия в условиях Белого моря имеет сложный характер и до сих пор не исследован.

Икра камбаловых рыб появляется в ихтиопланктоне северной части Онежского залива в июне. Однако в это время ее концентрации здесь, как правило, невысоки. Значительное увеличение численности происходит в июле. Это хорошо отражено в материалах, собранных в 2006 и 2013 г., когда съемки выполнялись в первой декаде июля. В 2006 г. икра камбаловых встречалась преимущественно на прибрежных участках – у островов и в гб. Конюхова, в 2013 г. была распространена и в открытых водах проливов. Во всех случаях преобладали икринки ранних стадий, что говорит о наличии в этих районах нерестилищ. Имеются определенные трудности в идентификации видовой принадлежности икринок речной камбалы *Platichthys flesus* и ершоватки *Limanda limanda* первых стадий развития [11, 12]. Нерест у речной камбалы начинается раньше – в июне, и происходит на меньших глубинах, чем у ершоватки. Исходя из особенностей размножения, можно заключить, что в районе Соловецких островов, Западной и Восточной Соловецких Салм в ихтиопланктоне присутствует икра обоих видов. При этом икринки речной камбалы тяготеют к прибрежным водам, тогда как у ершоватки могут распределяться более широко.

К числу постоянных компонентов ихтиопланктонного сообщества северной части Онежского залива также относятся личинки и мальки бычковых рыб семейства Cottidae, в основном керчака европейского *Myoxocephalus scorpius* и арктического шлемоносного бычка *Gymnocathus tricuspis*. Основные места скоплений шлемоносного бычка отмечены в районе о-вов Анзерский и Большая Муксалма. Керчак, кроме того, встречается в южной части архипелага и в целом распространен шире. В отдельные годы создает довольно высокие концентрации – до 3 экз./м³ (июнь 2003 г., район о-ва Большая Муксалма). В июне 2010 г. к югу от о-ва Большой Соловецкий единично встречались подростшие личинки атлантического двурогого ицела *Icelus bicornis*, а в июне 2014 г. там же была поймана личинка триглопса *Triglops* sp. Характерны для этого района и обычные для ихтиопланктона Белого моря личинки маслюка *Pholis gunnellus*, люмпеновых и липаровых рыб.

Таким образом, в ихтиопланктоне северной части Онежского залива наиболее многочисленны песчанка и мойва, для размножения которых необходимы места с активным течением и перемешиванием вод, хорошей аэрацией. Наибольшие концентрации личинок этих видов обычно наблюдаются в районе Восточной Соловецкой Салмы и южнее о-ва Большой Соловецкий.

Следует отметить, что регулярные наблюдения за состоянием ихтиопланктонного сообщества и его видового разнообразия важны для оценки благополучия экосистемы. Они позволяют получить данные, характеризующие условия воспроизводства и состояние популяций рыб, обитающих в разных биотопах.

Список литературы

1. Алтухов, К.А. К биологии размножения мойвы *Mallotus villosus* (Muller) в Белом море / К.А. Алтухов // Вопр. ихтиологии. 1977. Т. 17. Вып. 3 (104). С. 469-475.
2. Алтухов, К.А. О размножении и численности песчанки *Ammodytes marinus* Raitt в Белом море / К.А. Алтухов // Вопр. ихтиологии. 1978. Т. 18. Вып. 4 (111). С. 642-649.
3. Алтухов, К.А. К биологии ранних стадий развития некоторых рыб Белого моря / К.А. Алтухов // Вопр. ихтиологии. 1979. Т. 19. Вып. 1 (114). С. 117-127.
4. Бергер, В.Я. Продукционный потенциал Белого моря / В.Я. Бергер ; ЗИН РАН. - СПб: Изд-во ЗИН РАН, 2007. - 292 с. - (Исследования фауны морей ; Т. 60 (68)).
5. Герасимова, О.В. Закономерности распределения и динамики численности зоопланктона Белого моря как кормовой базы рыб: автореф. дис.. канд. биол. Наук / О.В. Герасимова. - Л., 1990. - 21 с.
6. Изучение экосистем рыбохозяйственных водоемов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки. Выпуск 1. Инструкции и методические рекомендации по сбору и обработке биологической информации в морях Европейского Севера и Северной Атлантики. Изд. 2-е, испр. и доп. / ВНИРО ; сост. Л.К. Альбиговская, Б.И. Беренбойм, А.А. Гордов [и др.] ; отв. ред. М.С. Шевелев. – М.: Изд-во ВНИРО, 2004. – 300 с.

7. Мухачева, В.А. Икринки и мальки рыб Онежского залива Белого моря / В.А. Мухачева // Материалы по комплексному изучению Белого моря. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1957. Т. 1. С. 222-229.
8. Парухина, Л.В. Европейская многопозвонковая песчанка (*Ammodytes marinus*, Raitt, 1934). Встречаемость личинок в ихтиопланктоне Белого и юго-восточной части Баренцева морей / Л.В. Парухина // Материалы отчетной сессии Северного отделения ПИНРО по итогам научно-исследовательских работ 2002-2003 гг. Архангельск, 2005. С. 148-160.
9. Расс, Т.С. Состав ихтиофауны Баренцова моря и систематические признаки икринок и личинок рыб этого водоема/ Т.С. Расс // Труды ВНИРО.- 1949- т.17 - С.7-65.
10. Расс, Т.С., Казанова И.И. Методическое руководство по сбору икринок, личинок и мальков рыб. –М.: Пищ. Пром-ть, 1966. – 42с.
11. Перцева, Т.А. Определитель пелагических икринок рыб Баренцева моря / Т.А. Перцева ; Пищепромиздат. - М.-Л.: Пищепромиздат, 1936. - 36 с.
12. Соин, С.Г. Эмбрионально-личиночное развитие беломорской речной камбалы (*Pleuronectes flesus bogdanovi* Sandeberg) / С.Г. Соин // Вопр. ихтиологии. 1970. Т. 10. Вып. 4 (63). С. 678-693.

FISH OVA AND LARVAE OF THE NORTHERN ONEGA BAY OF THE WHITE SEA

Parukhina L.V.

Northern Branch of PINRO, Arkhangelsk, Russia, paruhina@pinro.ru

Ichthyoplankton structure of the northern Onega Bay of the White Sea was analyzed on materials of 2002-2003, 2006-2008, 2010 and 2013-2014. Fish larvae and ova from nine families were found here during the period from third decade of May to first decade of July. *Ammodytes marinus* and *Mallotus villosus* were the most abundant species.

Key words: ichthyoplankton, the Onega Bay, the White Sea, *Ammodytes marinus*, *Mallotus villosus*.

УДК 639.4(262.5)

ОПЫТ ВОСПРОИЗВОДСТВА В ПИТОМНИКЕ УСТРИЦЫ

OSTREA EDULIS LINNE, 1758 КАК ИСЧЕЗАЮЩЕГО ВИДА В ЧЁРНОМ МОРЕ

А.В. Пиркова, Л.В. Ладыгина

*Институт морских биологических исследований, Севастополь, Россия,
maricultura@mail.ru*

В статье подводятся итоги четырёхлетней работы по воспроизводству черноморской устрицы *Ostrea edulis* в питомнике. Дается историческая справка развития устрицеводства на Чёрном море и указаны причины вызывающие заболевание и массовую гибель устриц природных популяций. Описаны все этапы биотехники культивирования: отбор и кондиционирование производителей, получение и выращивание личинок, оседание и подращивание спата, наращивание микроводорослей. Показано, что при получении потомства от здоровых производителей, определяющими факторами роста и выживаемости личинок и спата являются качество и температура воды, плотность посадки личинок, состав и концентрация корма.

Ключевые слова: устрица *Ostrea edulis*, исчезающий вид, воспроизводство, биотехника культивирования, питомник, Чёрное море.

В конце 19 века Севастополь был одним из центров устрицеводства на Чёрном море. Ежегодно производство товарных устриц достигало 11 - 12 млн. экз. Выращивали, в основном, один вид черноморской устрицы – *Ostrea edulis* Linne, 1758 (syn. *O. taurica*) с более высоким содержанием мяса по сравнению с другим видом *O. lamellosa* Brocchi, 1814 (syn. *O. sublamellosa*) [4, с. 175]. Далее К.О. Милашевич (1916 г.) пишет: « Устрицы встречаются по всему побережью Крыма и Кавказа, за Тендровской косой, между островами Круглым и Длинным, около Одессы. Но нигде устрицы не образуют таких сплошных гряд, как в Севастопольской бухте. Сплошные гряды тянутся по обоим берегам Северной бухты по всей длине и далее широкою полосой в открытом море вдоль северного берега

Ново-земельного полуострова к Херсонесскому мысу. В Северной бухте возле устричного завода устрицы водятся на глубине 2-3 саженя, а возле Херсонесского маяка они находятся уже на глубине 35 саженя» [4, с. 177]. В 30-е годы была проведена оценка состояния устричных банок. В Севастопольском районе запас устриц промыслового размера оценивался в 12-15 млн экз. [7, с. 16]. В конце 70-х годов произошло резкое снижение численности устриц природных поселений. Главные причины: усиление антропогенного пресса [2, с. 68], распространение вселенца – хищного брюхоногого моллюска *Rapana bezoar* [14, с. 180] и раковинной болезни, вызванной морским грибом *Ostracoblabe implexa*, приведшей к массовой их гибели [1].

Черноморская устрица полностью исчезла в прибрежной зоне Болгарии, Румынии, в северо-западной части Чёрного моря и изредка встречается у берегов Крыма и Северного Кавказа [8]. Вид *O. edulis* занесен в Красную книгу Украины [12, с. 249; 13, с. 305]. Вид *O. lamellosa* не внесен в государственный реестр охраны, по-видимому, из-за отсутствия единого мнения об ареале и четкой морфологической дифференциации раковин взрослых особей двух видов [11, с. 194].

В 80-е годы были заложены основы биотехники выращивания устриц в искусственных условиях [6]. В настоящее время воспроизводство черноморских устриц возможно только в питомниках. Биотехника их культивирования включает следующие этапы: отбор и кондиционирование производителей, получение, выращивание и осажение личинок, подращивание спата, наращивание микроводорослей – корма для производителей, личинок и спата.

Для создания маточного стада устриц отбирали из бухты Казачья и озера Донузлав. Нами определены параметры отбора здоровых производителей: по структуре раковины, наличие зоны роста, скорости закрывания створок и отсутствию инфузорий в мантийной жидкости. Оптимизированы условия кондиционирования производителей, стимуляции их нереста, проведения скрещиваний и содержания самок, вынашивающих личинок. Производителей содержали в садках, подвешенных в море на мидийно – устричной ферме. Периодически проводили чистку садков и устриц от обрастания. В июне при температуре воды в море 18 °С, устриц переносили в питомник. Применяли температурную стимуляцию нереста производителей согласно методике [5, с. 107]. После нереста кондиционирование самок продолжалось в течение 6 суток в профильтрованной морской воде при постоянной аэрации и ежедневной подаче корма из смеси четырех видов микроводорослей: *Isochrysis galbana*, *Monochrysis lutheri*, *Dunaliella viridis*, *Thalassiosira weissflogii*.

Выход личинок из супрабранхиальной полости самок стимулировали плавным повышением температуры воды с 19 до 21 °С. “Роение” личинок продолжалось в течение 3-5 сут. Средние размеры личинок составили 179,0 мкм. Личинок собирали при помощи газ-сита с размером ячеек 140 мкм. Видовую принадлежность определяли по строению замкового края раковины велигеров [9].

Смену воды проводили ежедневно; при этом личинок отфильтровывали через сито с размером ячеек 150, 180 или 220 мкм в зависимости от их размеров.

Оптимизирован процесс культивирования личинок на стадиях велигера, великонхи и педивелигера: температура морской воды 20-22 °С; плотность посадки соответственно 10, 5 и 2 тыс. лич./л; концентрация корма – 50, 100 и 200 тыс. кл./мл. Корм состоял из 7 видов микроводорослей и варьировал в зависимости от личиночной стадии. На стадиях продиссокок I и продиссокок II в качестве корма использовали *Is. galbana* концентрации 50-100 тыс.кл./мл; на стадии великонхи – *Is.galbana* + *M. lutheri* + *Chaetoceros calcitrans* концентрации 100 тыс. кл./мл в соотношении клеток 2:1:1; на стадии педивелигера – *I. galbana* + *D. viridis* + *Th. weissflogii* концентрации 150 тыс. кл./мл в соотношении клеток 1:1:2. Личинкам на стадии продиссокок II (17 сутки выращивания) в состав корма добавили криптофитовую микроводоросль *Rhodomonas salina*. Включение в рацион педивелигеров *R. salina* ускоряло их метаморфоз.

Микроводоросли культивировали в колбах (V=2л) и одноразовых полиэтиленовых мешках (V=18 л) на питательной среде Конвея, при освещении 10 клк и постоянном

барботировании.

Концентрацию микроводорослей подсчитывали в камере Горяева, при помощи микроскопа МБИ-6. Количество личинок определяли в камере Богорова под бинокляром МБС-9, отбирая три пробы шпатель-пипеткой, предварительно сконцентрировав и равномерно распределив личинок в объёме 500 мл. Темп роста личинок изучали, измеряя высоту (Н, мкм) и длину (L, мкм) раковины с интервалом 2-3 суток (по 30 измерений). Подсчитывали средние значения Н и L (мкм), их доверительные интервалы ($\pm i$, мкм) и абсолютный прирост (мкм/сут.)

В качестве субстратов для оседания педивелигеров использовали коллекторы, изготовленные из раковин мидии и гигантской устрицы и пластмассовых пластин предварительно выдержав их в море в течение 2-х месяцев для вымывания токсинов и органики. Коллекторы равномерно распределяли по всему объёму ёмкости, в которой проводили оседание.

Спат подращивали в питомнике. Смену воды и подачу корма проводили ежедневно. Корм состоял из 3 видов микроводорослей: *I. galbana*, *D. viridis*, *Th. weissflogii* концентрации 150 тыс. кл./мл в соотношении клеток 2:1:1.

На рисунке 1 представлен жизненный цикл черноморских устриц. Устрицы рода *Ostrea* “личинкородящие”: оплодотворение, эмбриональное и раннее личиночное развитие происходит в супрабранхиальной полости самок. Самки выпускают в планктон велигеров, размерами около 170 мкм после оплодотворения и вынашивания их в течение 5-6 сут. В зависимости от изменений морфологии раковины, связанных с ростом личинок устриц, выделяют следующие планктонные стадии: продиссоконх I (велигер), продиссоконх II, великонха и педивелигер [3, с. 256]. Продиссоконх I – это прямозамковая D-подобная личинка, развитие которой начинается в супрабранхиальной полости самки. Среднее значение длины раковины велигера составило $172,2 \pm 1,4$ мкм; высоты – $154 \pm 1,54$ мкм; ширины – $105,84 \pm 4,2$ мкм; длины замкового края - $101,1 \pm 1,68$ мкм. При выращивании в питомнике эта стадия продолжалась 3-5 дней после выхода личинок в планктон. Длина раковины личинок на стадии продиссоконх II – около 200 мкм. Продолжительность стадии 2-3 суток. Выпячиванием макушки начинается стадия великонхи. Форма личинки становится ассиметричной, правая створка больше левой. При длине раковины великонхи $301,8 \pm 9,2$ мкм, высота ее составила $291,8 \pm 7,8$ мкм, ширина раковины – $228,3 \pm 12,9$, а длина замкового края – $160,3 \pm 10,9$ мкм.

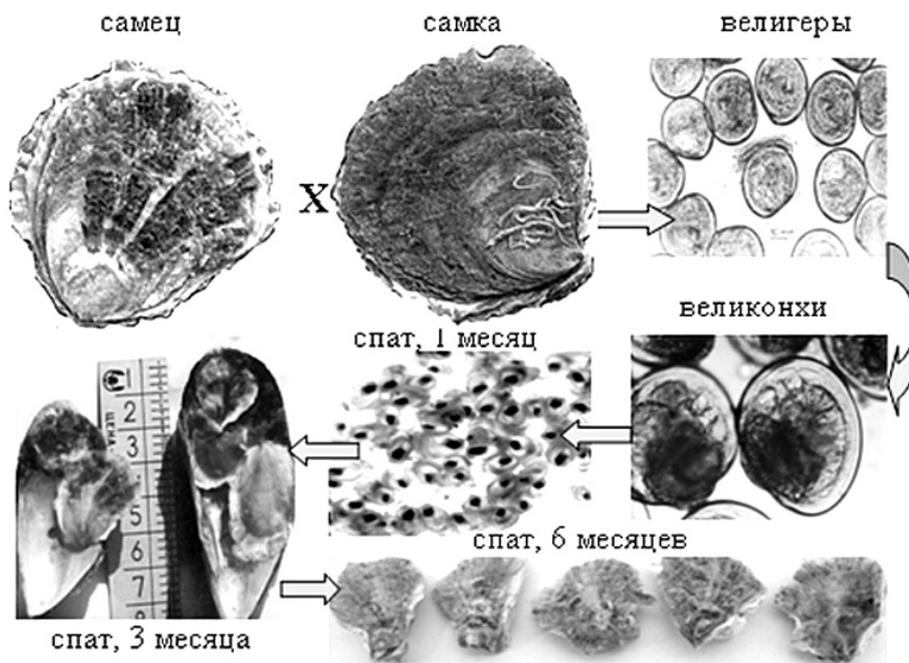


Рисунок 1 – Жизненный цикл устрицы *Ostrea edulis* в Чёрном море

Максимальная длина раковины великонхи 310 - 320 мкм, продолжительность стадии 6-11 суток. При длине раковины 322 - 336 мкм образуется глазок (пигментное пятно на внешней стороне мантии), расположенный примерно в средней части раковины, ближе к переднему краю. Через 4 - 5 сут. у личинок, размерами около 364 мкм, появляется нога – это стадия педивелигера. Процесс метаморфоза личинок закончился через 4-7 суток при длине раковины 370-390 мкм. Отношение высоты к длине раковины личинок в течение всего периода выращивания изменялось в пределах 0,87-0,91.

Продолжительность планктонных стадий личинок зависела от среднесуточной температуры воды, состава корма и плотности посадки личинок. Эти три значимые факторы определяли темп роста личинок.

Установлена зависимость темпа роста личинок от материнского эффекта. Влияние материнского эффекта на темп роста и выживаемость личинок может быть определяющим фактором. В опыте личинки были получены от здоровых производителей в результате групповых скрещиваний: №1 - 3♀₍₁₋₃₎ скрестили с 3♂₍₁₋₃₎; №2 - 1♀₍₄₎ скрестили с 3♂₍₁₋₃₎. Длина личинок, полученных от 1♀₍₄₎ (опыт №2) отличалась от средних размеров личинок, полученных от трёх самок 3♂₍₁₋₃₎ (опыт №1): 182,0±7,0 мкм и 169,7±10,8 мкм соответственно (табл. 1). Выращивание личинок проводили в аналогичных условиях, поэтому влияние других факторов на различия в темпах роста можно исключить.

Динамика роста личинок устриц в опыте №2 описывается линейной функцией:

$$L = a + b \cdot T,$$

где L – средняя длина раковины, мкм, $a = 187,4 \pm 13,09$ мкм; $b = 5,25 \pm 0,85$ ($r = 0,89$; $P = 0,05$); T – возраст, сут.

Таблица 1

Темп роста личинок *O. edulis*, полученных от трех самок (№1) и одной самки (№2)

Пелаг. возраст лич., сут.	№1				№2				Т воды, °С
	L, мкм	±i, мкм	H, мкм	±i, мкм	L, мкм	±i, мкм	H, мкм	±i, мкм	
1	169.7	10.8	–	–	182.0	7.0	–	–	18.5
3	171.3	22.1	156.8	22.7	191.3	16.8	170.3	13.5	18.5
5	177.8	29.9	161.5	25.9	194.6	15.3	172.2	19.8	18.5
7	188.5	28.8	168.9	21.6	202.1	19.8	184.3	16.9	18.3
10	210.7	23.1	–	–	232.4	23.9	–	–	17.5
12	218.9	34.9	195.5	24.4	245.9	30.2	214.2	26.5	17.0
14	231.5	36.7	198.8	34.9	250.1	36.1	215.6	36.1	17.7
17	246.4	42.7	216.1	41.2	276.9	47.8	232.9	36.5	18.5
19	248.7	37.8	217.9	42.9	285.1	41.4	253.9	45.7	19.5
21	271.6	48.0	239.4	34.1	293.1	45.0	259.0	43.3	20.0
24	297.7	70.9	268.3	64.3	315.5	64.1	284.7	61.9	20.5
27	312.2	62.5	276.7	67.8	325.7	59.8	289.9	60.6	21.5

Переход в последующие стадии и метаморфоз личинок в опыте №2 произошел раньше на 2-3 сут., чем в опыте №1. Метаморфоз прошли 16,7 и 26,7 % личинок соответственно в опытах №1 и №2. Для осевших личинок в состав корма из смеси: *I. galbana* + *D. viridis* + *Th. weissflogii* были включены еще два вида микроводорослей *R. salina* и *Skeletonema costatum*, в результате темп роста спата был выше, чем в контроле (рис. 2).

После подращивания спата устриц в питомнике до 5 мм, они были выставлены в море на дорощивание. Через два месяца после оседания устриц отделяли от субстрата и распределяли по садкам.

Опыт четырёхлетней работы по воспроизводству черноморской устрицы *O. edulis* в питомнике позволил разработать меры профилактики болезни устриц и определить направления их генетического улучшения (рис. 3).

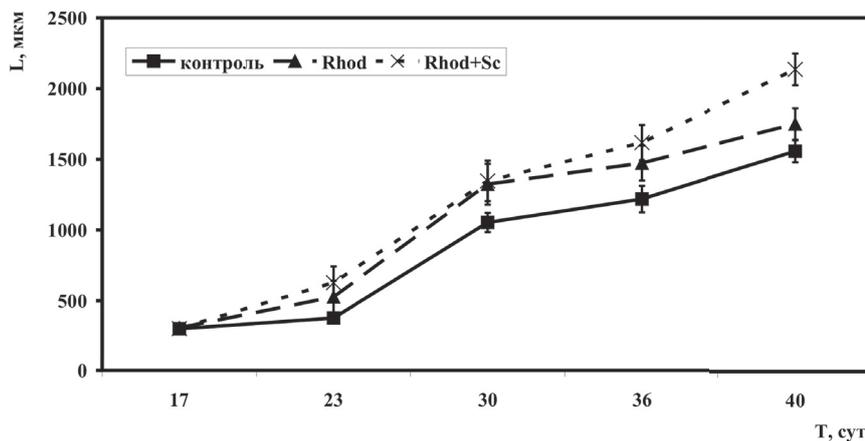


Рисунок 2 – Рост спата устрицы *Ostrea edulis* при выращивании в питомнике

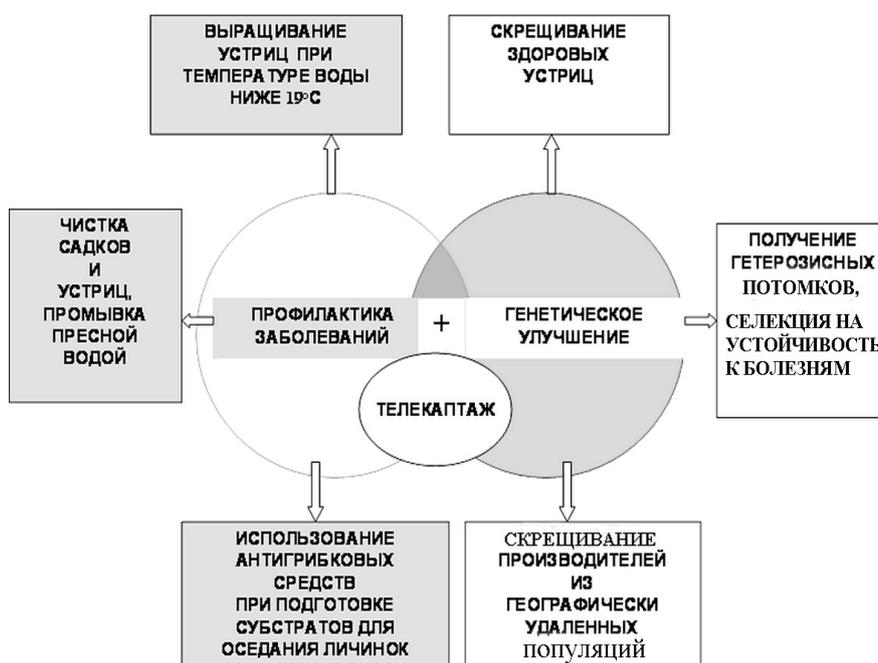


Рисунок 3 – Схема профилактики болезни и генетического улучшения устриц *Ostrea edulis*

- Заглубление садков с устрицами в летний период, поскольку устрицы поражаются раковинной болезнью там, где температура воды выше 19 °С в течение двух недель [15].

- Обязательная периодическая чистка садков и устриц и промывка их пресной водой, особенно в сентябре-октябре, с целью устранения молоди рапаны, осевшей в садки, организмов-обрастателей, разрушающих защитный конхиолиновый слой раковины, и находящихся в иле спор гриба-паразита.

- Обработка субстратов для оседания антигрибковыми средствами.

В настоящее время воспроизводство черноморских устриц невозможно без генетического улучшения, которое включает:

- Скрещивание здоровых производителей, устойчивых к заболеванию.
- Скрещивание устриц, отобранных из географически удалённых популяций.
- Получение гетерозисных потомков, отличающихся высоким уровнем выживаемости.

Эффективность этого метода была показано на примере гигантской устрицы *Crassostrea gigas* [10].

Применение метода телекаптаж – перенос педивелигеров без воды на значительные расстояния, позволит обеспечить устричные фермы, удалённые от питомника посадочным материалом [16].

ВЫВОДЫ

Устрица *O. edulis* в настоящее время являются исчезающим видом в Чёрном море. Её воспроизводство возможно только в питомниках, при скрещивании здоровых производителей, отобранных из географически изолированных популяций и обязательном соблюдении профилактических мер в период дорастивания спата в море до половозрелости. Определяющими факторами для роста и выживаемости личинок в питомнике являются оптимальная температура воды, плотность посадки личинок, состав и концентрация корма.

Список литературы

1. Губанов, В.В. Пораженность устриц раковинной болезнью на марихозяйствах и естественных банках в различных районах Черного моря / В.В. Губанов // III Всесоюз. конф. по морской биологии: Тез. докл. Севастополь, окт. 1988.- Киев. - 1988, Ч. 2. - С. 58-59.
2. Зайцев, Ю.П. Самое синее в мире / Ю.П. Зайцев // Черноморская экологическая серия. – Из-во ООН · Нью-Йорк, 1998. – Т.6. – 142 с.
3. Захваткина, К.А. Личинки двустворчатых моллюсков – *Bivalvia* / К.А. Захваткина // Определитель фауны Чёрного и Азовского морей. - К.: Наукова думка, 1972.- Т. 3. - С. 250-271.
4. Милашевич, К.О. Моллюски русских морей. / К.О. Милашевич // Моллюски Чёрного и Азовского морей.- С-Пб, 1916. - Т.1. – 312 с.
5. Монин, В.Л. О температурной стимуляции нереста черноморской устрицы *Ostrea edulis* L. / В.Л. Монин // Экол.- физиол. основы аквакультуры на Чёрном море. - М., 1981. – С. 106-112.
6. Монин, В.Л. Биологические основы разведения черноморской устрицы *Ostrea edulis* L.: автореф. дис. ... канд. биол. наук / В.Л. Монин. - Севастополь: ИнБЮМ, 1990. - 18 с.
7. Никитин, В.И. Устрицы Чёрного моря и их промысловое значение / В.И. Никитин // Рыбное хозяйство. - 1940. – №10. – С. 15-16.
8. Переладов, М.В. Современное состояние популяции черноморской устрицы / М.В. Переладов // Прибрежные гидробиологические исследования. Труды ВНИРО.- Москва: Из-во ВНИРО, 2005. - Т. 144.- С. 254-274.
9. Пиркова, А.В., Ладыгина, Л.В. Сравнительная характеристика двух видов черноморской устрицы (*Ostrea edulis* Linne, 1758 и *O. lamellosa* Brocchi, 1814, сем. *Ostreidae*), выращенных в питомнике / А.В. Пиркова, Л.В. Ладыгина // Экология моря. – 2001. – 55. – С. 40-45.
10. Пиркова, А.В. Генетическое улучшение гигантской устрицы *Crassostrea gigas* Th. (*Bivalvia*) как аспект биотехнологии её культивирования в Чёрном море / А.В. Пиркова // Материалы Международной конференции «Актуальные вопросы рыбного хозяйства и аквакультуры бассейнов южных морей России» - Ростов-на-Дону, 1-3 октября, 2014 г. – Ростов-на-Дону: ЮНЦ РАН, 2014. – С. 212-216.
11. Скарлато, О.А., Старобогатов, Я.И. Класс двустворчатые моллюски – *Bivalvia* / О.А. Скарлато, Я.И. Старобогатов // Определитель фауны Чёрного и Азовского морей. - К.: Наукова думка, 1972.- Т. 3.- С. 178-250.
12. Червона Книга України (тваринний світ) / Ред. М.М. Щербак. - Київ: Українська енциклопедія ім. М.П. Бажана, 1994.- 464 с.
13. Червона Книга України (тваринний світ) / Ред. І.А. Акімов. – Київ: Глобалконсалтінг, 2009. – 624 с.
14. Чухчин, В.Д. Рапана *Rapana bezoar* L. на Гудаутской устричной банке / В.Д. Чухчин // Труды Севастопольской биологической станции. – Севастополь, 1961. – №14. – С. 178-187.
15. Alderman, D.J. Shell disease of oysters / D.J. Alderman // Diagnostic summaries of diseases of fish, crustacea and molluscs by working group on pathology of marine animals. - Int. Counc. Explor. Sea, 1980. - P. 91-94.
16. Joly J.-P., Baud J.-P., Boday A. Le telecaptage: quell avenir pour l'ostreiculture francaise? / J.-P. Joly, J.-P. Baud, A. Boday //Eauinoxe. – 1988, №23. – P.12-18.

EXPERIENCE OF REPRODUCTION IN HATCHERIES OF THE BLACK SEA OYSTER *OSTREA EDULIS* LINNE, 1758 AS AN ENDANGERED SPECIES

Pirkova A.V., Ladygina L.V.

The A.O. Kovalevsky Institute of Marine Biological Research of RAS, Sevastopol, Russia, maricultura@mail.ru

The article presents the results of the 4-year work dealing with the Black Sea oyster *Ostrea edulis* reproduction in hatcheries. The article contains historical review of the Black Sea oyster farming development, as well as the causes of diseases and perish of natural oyster population. Cultivation biotechnics is performed in details: broodstock selection and condition, larvae production and growing, setting and growth inducing of spat and phytoplankton production. It is shown that the crucial factors determining growth and survive of larvae produced by sound broodstock are the following: quality and temperature of water, larvae setting density, food composition and concentration.

Key words: oyster *Ostrea edulis*, endangered species, reproduction, biotechnics of cultivation, hatchery, the Black Sea.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ГОРБУШИ
(*ONCORHYNCHUS GORBUSHA* WALBAUM, 1792) ИЗ ДВУХ РЕК
ЗАПАДНОЙ КАМЧАТКИ ПО ПЛАСТИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ**

А.А. Полин, А.Н. Пашков

*ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет», г. Краснодар, Россия,
pollverfall@mail.ru*

Приведены данные по средним значениям и коэффициентам вариации 25 пластических признаков производителей горбуши из двух рек Западной Камчатки – Колпакова и Большой Воровской. Установлено, что самцы из этих рек достоверно отличаются по величинам трёх признаков, самки – двух. Коэффициенты вариации большинства пластических признаков не превышали 10 %.

Ключевые слова: горбуша, пластические признаки, изменчивость, коэффициент вариации, самцы, самки, река Колпакова, река Большая Воровская.

Известно, что морфологическая изменчивость рыб обусловлена комплексным действием ряда факторов как наследственного, так и экзогенного (влияние среды) характера [2]. В этой связи интересным представляется анализ величин пластических признаков и степени их изменчивости у рыб, родившихся в разных водоёмах, но нагуливавшихся в сходных условиях среды.

К их числу можно отнести производителей горбуши из двух западнокамчатских рек – Большая Воровская и Колпакова, устья которых находятся на расстоянии около 40 км друг от друга (рис. 1). В силу присущего всем тихоокеанским лососям хоминга (хотя у рассматриваемого вида он выражен слабее всего [1]), априори можно предположить их принадлежность к разным популяциям. Вместе с тем, нагул рыб до достижения половозрелости проходит вначале в реках со сходными гидрологическими характеристиками (табл. 1), а затем – в пределах общей морской акватории – в эпипелагиали Охотского моря.

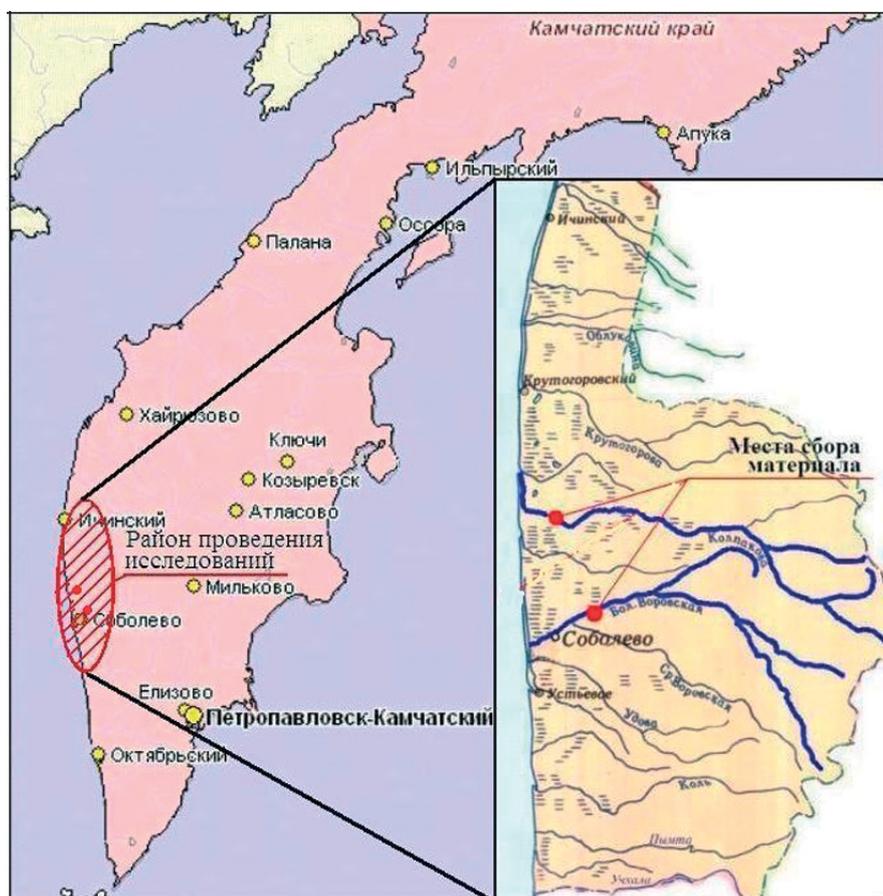


Рисунок 1 – Расположение изученных рек и мест сбора материала

Основные гидрологические показатели рек Большая Воровская и Колпакова [6]

Показатель	Большая Воровская	Колпакова
Длина, км	167	185
Количество притоков, шт.	> 83	> 78
Площадь водосбора, км ²	3360	2730
Модуль стока, л/сек./км ²	27,9	23,5
Объем стока годовой средний, км ³	3,22	2,02

Целью работы являлось сравнительное изучение величин пластических признаков производителей горбуши рек Большая Воровская и Колпакова и степени их изменчивости.

Материал был собран на базе рыбообрабатывающего завода ООО «Кристалл Фиш» в период с 12 июля по 15 августа 2014 г. Производителей отлавливали после захода в реку с помощью закидного невода. Места сбора материала показаны на рисунке 1.

Пойманных рыб исследовали по стандартным методикам биологического анализа с параллельным измерением пластических признаков по схеме И.Ф. Правдина [5]. У каждой особи измеряли по 25 показателей с точностью до 1 мм, которые затем выражали в процентах от длины рыбы по Смиуту (18 признаков) или от длины головы (7 признаков).

Полученные данные были обработаны с помощью методов вариационной статистики [3]. Так как у горбуши в преднерестовый и нерестовый периоды ярко выражен половой диморфизм [7], при проведении расчётов учитывали половую принадлежность рыб.

Всего было изучено 133 особи, в т.ч. 68 экз. из р. Колпакова (35 самцов и 33 самки), и 65 экз. из р. Большая Воровская (37 самцов и 28 самок).

Данные по относительным величинам пластических признаков самцов горбуши из двух рек представлены в таблице 2, самок – в таблице 3.

Несмотря на определённые различия в средних значениях подавляющего большинства пластических признаков самцов из двух рек, их сравнение с помощью t-критерия Стьюдента выявило статистически достоверные отличия только по трём из них (12,0 % от общего количества) – длине головы ($t_{\phi} = 2,63$, $p = 0,010$), диаметру глаза ($t_{\phi} = 2,46$, $p = 0,017$) и длине заглазничного отдела головы ($t_{\phi} = 2,52$, $p = 0,014$) (табл. 2).

По величинам коэффициента вариации пластические признаки самцов горбуши, согласно Г.Ф. Лакину [3] образовали две группы: с низким уровнем варьирования (коэффициент вариации менее 10 %) и средним уровнем варьирования (коэффициент вариации от 10 до 25 %) (табл. 2).

У самцов из р. Колпакова отмечено пять признаков (т.е. 20,0 %) со средней степенью изменчивости: длина туловища, длина рыла, длина нижней челюсти, наибольшая высота спинного плавника, длина основания анального плавника. Остальные 80 % признаков характеризовались низким уровнем варьирования.

В р. Большая Воровская наблюдалась близкая ситуация. Четыре показателя (16,0 %) – длина рыла, диаметр глаза, наибольшая высота тела и длина основания спинного плавника имели средний уровень варьирования, а остальные 84 % признаков – низкий (табл. 2).

У самок горбуши из двух сравниваемых рек, как и в случае с самцами, несмотря на имеющуюся разницу в средних значениях подавляющего большинства пластических показателей, статистически достоверные отличия обнаружены только по двум из них (8,0 %) – длине тела ($t_{\phi} = 2,44$, $p = 0,018$) и длине заглазничного отдела головы ($t_{\phi} = 2,82$, $p = 0,006$) (табл. 3).

По уровню изменчивости пластические признаки самок также разделились на две группы: с низким (коэффициент вариации менее 10 %) и средним (коэффициент вариации от 10 до 25 %) уровнем варьирования (табл. 3).

Величины пластических признаков самцов горбуши из двух рек и коэффициенты их вариации

Признак	Значение признака, $\frac{\bar{x} \pm m_x}{\min - \max}$		Коэффициент вариации, %	
	Колпакова	Большая Воровская	Колпакова	Большая Воровская
% от длины по Смиуту				
Абсолютная длина (TL)	104,4±0,19 102,4–106,9	104,2±0,22 101,5–107,1	0,6	1,3
Длина тела (SL)	94,1±0,09 93,0–95,3	94,1±0,10 92,8–95,5	4,9	0,7
Длина туловища	70,7±0,59 51,5–74,0	70,2±0,35 66,1–74,8	11,4	3,0
Длина головы *	23,2±0,24 19,6–25,5	24,4±0,39 19,6–29,8	5,1	9,7
Наибольшая высота тела	27,3±0,60 20,1–32,9	28,3±0,68 21,4–36,8	3,4	14,6
Антедорсальное расстояние	49,3±0,28 45,8–52,3	50,0±0,28 46,9–53,8	3,8	3,4
Постдорсальное расстояние	37,1±0,24 33,7–39,3	36,9±0,25 33,7–40,5	2,3	4,1
Антевентральное расстояние	53,5±0,27 49,5–56,4	53,4±0,77 28,3–58,4	2,1	8,7
Антеанальное расстояние	68,2±0,24 65,2–70,5	68,9±0,29 63,3–72,0	5,7	2,6
Длина хвостового стебля	16,4±0,16 14,6–17,9	16,3±0,17 14,3–18,4	9,0	6,5
Длина основания спинного плавника	11,2±0,17 8,3–13,1	11,5±0,20 9,5–14,5	8,7	10,7
Наибольшая высота спинного плавника	11,9±0,17 9,8–13,7	12,0±0,16 10,2–13,8	11,4	8,0
Длина основания анального плавника	11,4±0,13 9,4–12,8	11,5±0,17 9,8–13,6	10,0	9,0
Наибольшая высота брюшного плавника	10,3±0,17 7,2–11,3	10,2±0,12 8,7–12,0	5,1	7,2
Пектровентральное расстояние	29,9±0,26 46,8–32,7	29,9±0,20 28,1–32,6	8,3	4,0
Вентроанальное расстояние	15,2±0,21 12,5–18,1	15,4±0,18 13,1–18,3	8,0	7,3
Наименьшая высота тела	7,0±0,09 6,3–8,0	7,1±0,09 6,3–7,8	6,3	5,4
% от длины головы				
Длина рыла	37,1±0,71 28,3–46,8	38,6±0,88 24,7–49,7	11,7	13,9
Диаметр глаза (горизонтальный) *	11,1±0,22 9,0–13,9	10,2±0,29 6,7–14,4	3,2	17,1
Длина средней части головы	82,6±0,45 72,8–86,8	82,0±0,44 74,2–86,8	6,0	3,3
Длина заглазничного отдела головы *	53,2±0,46 47,4–57,8	51,2±0,60 44,0–60,8	6,0	7,1
Высота головы у затылка	64,1±0,65 54,3–70,2	62,9±0,85 51,2–72,6	6,1	8,2
Длина верхнечелюстной кости	57,8±0,60 45,7–57,8	59,2±0,75 47,4–69,4	5,6	7,7
Длина нижней челюсти	66,1±0,62 54,3–73,8	66,9±0,52 57,7–72,7	13,0	4,8

Примечание: в этой таблице и таблице 3 знаком «*» отмечены признаки, по средним значениям которых выявлены достоверные отличия

Величины пластических признаков самок горбуши из двух рек и коэффициенты их вариации

Признак	Значение признака, $\frac{\bar{x} \pm m_{\bar{x}}}{\min - \max}$		Коэффициент вариации, %	
	Колпакова	Большая Воровская	Колпакова	Большая Воровская
% от длины по Смиуту				
Абсолютная длина (TL)	103,4±0,19 102,0–106,3	102,9±0,15 101,6–104,6	1,1	0,8
Длина тела (SL) *	93,8±0,08 92,7–94,7	94,1±0,11 92,6–95,2	0,5	0,6
Длина туловища	73,7±0,16 71,9–75,8	73,7±0,22 71,5–75,7	1,3	1,6
Длина головы	20,2±0,19 18,5–22,5	20,4±0,17 18,5–22,7	5,4	4,4
Наибольшая высота тела	22,2±0,40 18,2–27,3	22,6±0,56 16,8–27,7	10,3	13,2
Антедорсальное расстояние	46,4±0,26 43,0–50,5	46,8±0,27 42,6–49,6	3,2	3,0
Постдорсальное расстояние	38,8±0,19 36,4–41,9	38,8±0,30 33,2–40,9	2,9	4,1
Антевентральное расстояние	52,1±0,26 49,5–54,9	52,4±0,28 50,1–55,7	2,9	2,9
Антеанальное расстояние	68,0±0,27 65,2–71,5	68,3±0,32 65,3–71,2	2,3	2,5
Длина хвостового стебля	16,5±0,17 14,5–18,7	16,5±0,15 14,4–18,0	5,9	4,9
Длина основания спинного плавника	10,1±0,10 8,8–11,5	10,2±0,11 9,2–12,0	5,7	5,7
Наибольшая высота спинного плавника	11,6±0,15 9,9–13,3	11,9±0,17 10,3–14,2	7,6	7,6
Наибольшая высота анального плавника	9,9±0,20 7,8–12,4	10,2±0,17 7,9–11,8	11,6	9,0
Длина основания анального плавника	11,1±0,15 9,3–13,7	11,3±0,15 9,8–13,3	8,0	6,9
Наибольшая высота брюшного плавника	10,1±0,16 8,4–12,4	10,4±0,16 8,3–11,9	9,3	8,4
Пектровентральное расстояние	31,1±0,47 20,9–34,8	31,8±0,27 29,2–35,3	8,6	4,5
Вентроанальное расстояние	16,4±0,18 14,6–19,0	16,5±0,18 14,8–18,4	6,5	5,9
Наименьшая высота тела	6,7±0,09 6,0–7,6	6,9±0,11 5,9–7,7	5,8	6,1
% от длины головы				
Длина рыла	30,7±0,56 25,6–38,1	31,4±0,53 26,0–36,6	10,5	8,9
Диаметр глаза (горизонтальный)	13,1±0,26 9,8–16,5	12,9±0,21 11,4–15,6	11,6	8,5
Длина средней части головы	30,7±0,56 25,6–38,1	31,4±0,53 26,0–36,6	2,7	2,6
Длина заглазничного отдела головы *	13,1±0,26 9,8–16,5	12,9±0,21 11,4–15,6	4,7	4,5
Высота головы у затылка	30,7±0,56 25,6–38,1	31,4±0,53 26,0–36,6	4,8	5,8
Длина верхнечелюстной кости	13,1±0,26 9,8–16,5	12,9±0,21 11,4–15,6	4,2	5,9
Длина нижней челюсти	30,7±0,56 25,6–38,1	31,4±0,53 26,0–36,6	4,2	4,1

Но уровень изменчивости пластических признаков самок был несколько ниже, чем у самцов. Подавляющее большинство из них – 84 % от общего числа показателей у самок из р. Колпакова и 96 % у самок из р. Большая Воровская характеризовались низкой изменчивостью (коэффициент вариации менее 10 %).

Средней степенью изменчивости у самок горбуши из р. Колпакова характеризовались четыре признака (16,0 %): наибольшая высота тела, наибольшая высота анального плавника, длина рыла и диаметр глаза, у самок из р. Большая Воровская – только один (4,0 %): наибольшая высота тела.

Таким образом, низкий уровень отличий производителей горбуши из двух сравниваемых рек по средним значениям пластических признаков позволяет сделать вывод об их принадлежности к единой популяции. Ранее [4] нами было показано, что хотя комплекс пластических признаков позволяет с достаточно высокой степенью точности разделить производителей горбуши из двух рек, в каждой из них присутствуют особи с комплексом признаков морфотипа, характерным для соседнего водотока.

Список литературы

1. Бугаев В.Ф. Рыбы бассейна реки Камчатки (численность, промысел, проблемы). Петропавловск-Камчатский: Изд-во «Камчатпресс», 2007. 192 с.
2. Дгебуадзе Ю.Ю. Экологические закономерности изменчивости роста рыб. М.: Наука, 2001. 276 с.
3. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высш. школа, 1990. 352 с.
4. Полин А.А., Пашков А.Н. Сравнительный анализ пластических признаков нерестовых стад горбуши (*Oncorhynchus gorbusha*) из двух рек Западной Камчатки // Современные вопросы экологического мониторинга водных и наземных экосистем: матер. Междунар. научной конф. молодых учёных. Ростов-н/Д.: Изд-во ФГБНУ «АзНИИРХ», 20015. С. 201–206.
5. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Наука, 1966. 575 с.
6. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 20 Камчатка / под редакцией М. Г. Васьяковского. Л.: Гидрометеиздат, 1973. 368 с.
7. Фадеев Н.С. Справочник по биологии и промыслу рыб северной части Тихого океана. Владивосток: ТИПРО-Центр, 2005. 366 с.

THE COMPARATIVE ANALYSIS OF PINK SALMON (*ONCORHYNCHUS GORBUSHA* WALBAUM, 1792) SPAWNERS FROM TWO RIVERS OF THE WESTERN KAMCHATKA BY THEIR PLASTIC SIGNS

Polin A.A., Pashkov A.N.

Kuban State University, Krasnodar, Russia, pollverfall@mail.ru

The data on mean values and coefficient of variation of 25 plastic signs of pink salmon spawners from two rivers of the Western Kamchatka (the Kolpakova river and the Bolshaya Vorovskaya river) was written in this article. It was found that the males of the two rivers was significantly different from the values of the three attributes. Females of the two rivers was significantly different from the values of the two attributes. The coefficients of variation of most plastic signs didn't exceed 10 %.

Key words: pink salmon, plastic signs, variability, the coefficient of variation, males, females, the Kolpakova river, the Bolshaya Vorovskaya river.

ЭКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ТОКСИЧНЫХ МЕТАЛЛОВ НА СОСТОЯНИЕ ФИТОПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ ПРЕСНОВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ*

О.С. Решетняк^{1,2}, В.А. Брызгалов¹, Л.С. Косменко¹

¹ФГБУ «Гидрохимический институт», г. Ростов-на-Дону, Россия, ghib@aanet.ru

²Институт наук о Земле ЮФУ, г. Ростов-на-Дону, Россия, olgare1@mail.ru

В статье представлены результаты анализа многолетней режимной гидробиологической информации по структурной организации фитопланктонных сообществ водных организмов. Проведена оценка возможных изменений экологического состояния для речных экосистем с высоким и экстремально высоким уровнем загрязнения воды соединениями тяжелых металлов. Показано, что ответной реакцией на трансформацию компонентного состава водной среды рек является изменчивость уровня развития и перестройка фитопланктона. В речных экосистемах с высоким уровнем загрязненности воды токсичными тяжелыми металлами наблюдается усиление процессов экологического регресса сообщества.

Ключевые слова: речные экосистемы, фитопланктон, экологический регресс

Введение

В результате антропогенного воздействия наблюдается нарушение экологического состояния пресноводных экосистем, истощение и загрязнение водных ресурсов. Из всех видов воздействия наиболее негативным является привнесение загрязняющих веществ в водные объекты от точечных и диффузных источников, следствием чего является одновременное развитие нескольких негативных процессов, имеющих различную экологическую значимость.

Изменение состояния водных экосистем под воздействием антропогенных факторов может протекать в различных направлениях, улучшающих или ухудшающих качество вод и отдельных компонентов водных экосистем. Изменяющиеся при этом показатели состояния будут определяться видом и уровнем антропогенного воздействия и трофическим статусом водных экосистем, формирующимся с учетом разнообразия природно-климатических условий.

В настоящее время большинство водных объектов в той или иной степени антропогенно трансформированы, что обусловлено в значительной степени их эвтрофированием или усилением процесса антропогенного экологического регресса за счет увеличения поступления токсичных веществ.

Проведенные ранее исследования [1] по выявлению причин возникновения случаев экстремально высокого загрязнения воды речных экосистем России показали, что одной из первопричин таких ситуаций являются аномально высокие концентрации в водной среде соединений тяжелых металлов с высокой частотой повторяемости. При этом возникают чрезвычайные экологические ситуации, приводящие к деградации гидробиоценозов и экосистемы в целом.

Соединения тяжелых металлов в пресноводных экосистемах

Тяжелые металлы играют двойственную роль в физиологии микроорганизмов, растений и животных. Если какие-либо металлы не распространены в нормальном природном окружении, они становятся токсичными при сравнительно низких концентрациях, и именно эта токсичность заслуживает особого внимания и изучения. С другой стороны, недостаток металла рассматривается обычно как некоторый фактор, ограничивающий первичную продукцию живых организмов. Таким образом, загрязнение водной среды может действовать в двух направлениях: с одной стороны, устранять ограничения в доступности необходимых металлов, с другой – повышать поступление металлов до их токсичных уровней [2].

Поступление в пресноводные экосистемы соединений тяжелых металлов связано с деятельностью многих отраслей промышленности. Так, например, со сточными водами целлюлозно-бумажных производств могут поступать соединения хрома, меди, ртути, свинца и цинка, горнодобывающих предприятий – соединения кадмия, хрома, ртути, свинца,

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (грант № 14-05-00144_a).

марганца, цинка и др., при производстве удобрений – соединения кадмия, хрома, меди, ртути, свинца, никеля и др., при очистке и переработке нефти - кадмия, хрома, меди, свинца, никеля и цинка и т.д. [3, 4].

Распределение и миграция металлов в природных водных экосистемах в значительной мере зависят от сочетания таких переменных, как вариация содержания взвешенных веществ, коллоидных частиц, природных и синтетических лигандов в продольном профиле; изменчивость окислительно-восстановительных условий и степени смешения вод; плотность расселения водных сообществ в вертикальном профиле; составом донных отложений и водных масс [4].

Интенсивность поступления металлов из донных отложений зависит от физической структуры и химической природы последних, определяющих в свою очередь силу связи с ними химических элементов. Физико-химические условия водной среды определяют формы миграции тяжелых металлов: взвешенную, коллоидную, растворенную, ионную и в виде комплексных соединений. Природные и антропогенные факторы формируют особенности активной части донных отложений и водной толщи, в которой переносятся тяжелые металлы. Таким образом, водные системы характеризуются большим разнообразием особенностей распределения и миграции металлов [4, 5].

Биологические реакции, являющиеся следствием влияния тяжелых металлов на биоту, весьма разнообразны. Например, в зависимости от условий окружающей среды может иметь место изменение плотности, разнообразия, групповой структуры и видового состава популяций. Характер и степень этих изменений зависят, главным образом, от уровней содержания и форм нахождения тяжелых металлов в воде и донных отложений [4].

Соединения тяжелых металлов являются катализаторами биохимических процессов и воздействуют на развитие водных организмов. Такое воздействие может быть стимулирующим, угнетающим или нейтральным, в зависимости от природы металла, концентрации и формы его существования в воде [4, 6].

В отличие от органических загрязняющих веществ соединения тяжелых металлов в зависимости от их химических свойств могут находиться в природных водах в виде частиц с различной степенью дисперсности: в виде взвесей и коллоидов, простых или сложных гидратированных катионов и анионов, гидроксокомплексов, низко- и высокомолекулярных комплексных соединений с неорганическими и органическими лигандами различной структуры и прочности, оказывающих различное воздействие на физиологические функции биологических объектов [5, 6].

Наиболее распространенными высокотоксичными и долго сохраняющимися в водной среде и донных отложениях являются такие тяжелые металлы, как марганец, кобальт, никель, хром, цинк, мышьяк, кадмий, свинец, железо, медь и ртуть [2, 4, 7].

Среди абиотических факторов водной среды, влияющих на физиологическую активность, в том числе степень токсичности ионов металлов, можно выделить следующие: адсорбция на взвешенных частицах и гидроксидах железа и марганца, образование малорастворимых неорганических соединений (например, сульфидов, фосфатов, карбонатов и др.) и их выпадение из толщи водной массы в осадок, окисление металлов, обладающих несколькими степенями окисления в зависимости от pH и Eh воды (например, Fe, Mn, Cr и др.), поглощение и захоронение ионов металлов донными отложениями водоемов, pH, жесткость и щелочность воды, гидролиз и комплексообразование в условиях природных вод и некоторые другие. Трудно отдать предпочтение какому-либо из этих факторов, поскольку в определенных условиях в различных по физическим и химическим характеристикам водных объектах каждый из них может быть доминирующим [6, 7].

Вопрос о токсичности различных форм металлов тесным образом взаимосвязан с таким важным показателем, как доступность их для водных организмов. Многие исследователи полагают, что высокомолекулярные комплексные соединения металлов нетоксичны не только потому, что подавлена активность свободных незакомплексованных ионов, но и вследствие недоступности их для гидробионтов, т.е. они биологически неактивны [6].

В настоящее время тот факт, что незакомплексованные ионы металлов обладают

наиболее выраженной степенью токсичности для водных организмов, является общепризнанным. Являясь, с одной стороны, необходимыми для жизнедеятельности водных сообществ микроэлементами, а с другой способными оказывать токсическое воздействие, влияние тяжелых металлов на сбалансированность продукционно-деструкционных процессов и уровня развития планктонных и бентосных организмов неоднозначно.

Это продемонстрировано во многих работах по оценке последствий загрязнения тяжелыми металлами как в природных условиях, так и в эксперименте [2, 8, 9, 10], в которых показано, что влияние тяжелых металлов может приводить:

- к резкому возрастанию численности, биомассы и содержания хлорофилла фитопланктона, частичному угнетению роста фитоперифитона (по хлорофиллу) и к полной гибели зоопланктонного сообщества [7, 8];

- к снижению общей численности зоопланктона в 4-6 раз, к полному исчезновению ветвистоусых рачков родов *Diaphanosoma* и *Daphnia*, к массовой гибели доминирующих видов и, в конечном счете, к полному уничтожению зоопланктонных сообществ через месяц после внесения металлов [9].

Влияние тяжелых металлов на водные сообщества чрезвычайно разнообразно. Главные ответные реакции – снижение разнообразия и плотности популяций – характерны, как правило, для наиболее загрязненных районов [4]. Однако аналогичные изменения отмечаются в умеренно и слабо загрязненных водных системах, поскольку реакция популяции на воздействие тяжелых металлов существенно зависит от ряда естественно изменяющихся параметров водной экосистемы.

Характер таких изменений предопределен зональными и азональными факторами абиотической и биотической забуференности водной экосистемы, а также принципом эмерджентности. Установлено, что токсикорезистентность гидробионтов к загрязняющим веществам природного происхождения и ксенобиотикам в значительной степени зависит от гидрохимического режима и трофического статуса водоема (подчиняется закону природной географической зональности) [11].

С севера на юг наблюдается повышение токсикорезистентности водных экосистем за счет минерализации, жесткости, самоочищаемости водоемов, численности, биомассы, и продуктивности популяций, повышения их эврибионтности с преобладанием короткоциклового гидробионтов с более широкой возможностью к фенотипической и генотипической адаптации.

На этом фоне поведение тяжелых металлов в различных природных средах обусловлено специфичностью их миграционных форм, доминирующим вкладом участия в этих экосистемах наиболее активной из них в химических, физико-химических и биохимических внутрисистемных процессах [5].

Ответная реакция фитопланктонных сообществ на токсичность тяжелых металлов

Фитопланктонному сообществу отводится ведущая роль в изменении качества воды и состояния пресноводных экосистем [12] за счет того, что водоросли создают кормовую базу экосистемы и обеспечивают ее рыбопродуктивность, участвуют в самоочищении, стимулируя выделяемым им кислородом активность бактерий и инфузорий-деструкторов (разрушителей), поглощают часть органического растворенного вещества, уменьшая их содержание в водной среде и выделяют в экосистему синтезированное им легколабильное органическое вещество.

При изменении качества воды (степени ее загрязнения) индикаторные свойства сообщества проявляются в изменении как видового и группового состава, так и количественных показателей развития [13].

Учитывая высокую токсичность соединения тяжелых металлов, высокую способность их сорбироваться на взвешенных веществах, способность к биоаккумуляции по пищевой цепи, присутствие в следовых количествах даже в незагрязненных (фоновых) природных экосистемах [5, 14] соединения этих металлов включены в список приоритетных загрязняющих веществ, обязательных к определению в компонентах окружающей среды, во многих странах мира. Всё это и обуславливает актуальность исследований, направленных

на изучение воздействия токсичных металлов на биоту, на выявление характерных откликов отдельных сообществ водных организмов на внешнее воздействие.

Цель исследования состояла в оценке отклика (ответной реакции) фитопланктона речных экосистем на загрязнение водной толщи соединениями опасных и токсичных тяжелых металлов.

Материалы исследования. Исследование проведено с использованием многолетней (1990-2012 гг.) режимной гидрохимической и гидробиологической информации государственной системы наблюдений за состоянием окружающей среды (ГСН) Росгидромета. Из всего многообразия рек, включенных в систему наблюдений, выбраны реки или их участки (речные экосистемы), на которых проводятся одновременно и гидрохимические наблюдения за содержанием в водной среде опасных тяжелых металлов и гидробиологические наблюдения за уровнем развития фитопланктонных сообществ.

Все выбранные речные экосистемы функционируют на Европейской территории России (ЕТР), характеризуются высокой степенью загрязненности воды (за счет высокой антропогенной нагрузки) и высоким содержанием в ней соединений тяжелых металлов, нередко достигающих уровней высокого и экстремально высокого уровней загрязнения [1].

Результаты исследования. Анализ многолетней гидробиологической информации ГСН по изменчивости качественных и количественных показателей развития планктонных сообществ водных организмов позволяет заключить, что определяющим фактором антропогенной трансформации экологического состояния наиболее загрязненных речных экосистем России является ускорение экологического регресса отдельных сообществ водных организмов за счет периодического накопления в водной среде особо опасных загрязняющих веществ до концентраций, в десятки и сотни раз превышающих ПДК [1]. Ответной реакцией гидробиоценозов речных экосистем является перестройка группового и видового состава отдельных трофических уровней с целью сохранения стабильного состояния.

Изменчивость показателей развития фитопланктона прослежена по таким характеристикам как общий диапазон и модальный интервал значений численности сообщества и относительной численности массовых видов. На основе статистической обработки многолетней гидробиологической информации проведена также оценка уровня антропогенного экологического регресса фитопланктонных сообществ согласно методологии, представленной в РД 52.24.633 [15].

Результаты обобщения гидробиологической информации по уровню развития фитопланктонных сообществ наиболее загрязненных речных экосистем ЕТР в различных природных зонах показали, что многолетняя сукцессия их развития проявляется в (табл. 1):

- расширении диапазонов колебания общей численности фитопланктона от 0,01-6,90 тыс. кл/мл (р. Печенга) и 0,03-8,40 тыс. кл/мл (р. Северная Двина) в зонах северной части ЕТР до 0,40-89,5 тыс. кл/мл (р. Ока) в зоне смешанных и широколиственных лесов, 0,22-31,4 тыс. кл/мл (р. Дон) и 0,29-60,0 тыс. кл/мл (нижний участок р. Волга) на юге ЕТР;

- повышении значений относительной численности массовых видов на фоне высокого видового разнообразия в отдельных речных экосистемах не зависимо от зональности до 53-100 % (рр. Нюдуай и Северная Двина) в зоне тайги и до 31-87 % (р. Волга) в зоне полупустынь и пустынь.

Статистическая обработка вариационных рядов и сравнительная оценка наиболее часто встречаемых значений численности фитопланктона с использованием классификатора оценки уровня экологического регресса (РД 52.24.633-2002) [15] позволила заключить, что исследуемые речные экосистемы находятся в состоянии (таблица):

- «антропогенного напряжения с элементами экологического регресса» в зоне степей и полупустынь и пустынь;

- переходном от «антропогенного напряжения с элементами экологического регресса» к «элементам экологического регресса» в зоне смешанных и широколиственных лесов;

- переходном от «элементов экологического регресса» к «экологическому регрессу» в зонах тундры, лесотундры и тайги.

Повышение уровня экологического регресса сопровождается заметной изменчивостью

видового состава сообществ в сторону выхода на доминирующее положение альфа- и полисорбных видов.

Таблица 1

Количественные показатели развития фитопланктона и уровень экологического регресса речных экосистем ЕТР в условиях высокого антропогенного воздействия

Река – пункт наблюдений	Диапазон колебания		Уровень экологического регресса
	численности, тыс. кл/л	относит. численности массовых видов, %	
Зона тундры и лесотундры			
Печенга – п. Корзуново	$\frac{0,01-6,90^*}{0,10-2,00}$ (77)	$\frac{10-98}{20-45}$ (72)	Элементы экологического регресса
Колос-йоки – устье	$\frac{0,01-1,35}{0,01-0,60}$ (86)	$\frac{15-100}{20-50}$ (71)	Экологический регресс
Роста – устье	$\frac{\text{н.о.}^{**}-1,10}{\text{н.о.}-0,22}$ (57)	$\frac{17-87}{33-58}$ (62)	Экологический регресс
Зона тайги			
Нюдауй – устье	$\frac{\text{н.о.}-2,50}{\text{н.о.}-0,19}$ (64)	$\frac{15-100}{53-100}$ (64)	Экологический регресс
Северная Двина – г. Котлас	$\frac{0,02-3,20}{0,13-1,50}$ (79)	$\frac{18-80}{64-80}$ (46)	Элементы экологического регресса
Северная Двина – г. Архангельск	$\frac{0,03-8,40}{0,03-1,90}$ (69)	$\frac{11-99}{37-95}$ (50)	
Сухона – г. Сокол	$\frac{0,12-8,10}{0,40-3,80}$ (53)	$\frac{20-70}{42-56}$ (57)	Элементы экологического регресса
Зона смешанных и широколиственных лесов			
Москва – г. Москва	$\frac{0,02-23,0}{0,02-5,00}$ (85)	$\frac{16-99}{16-43}$ (68)	Элементы экологического регресса
Москва – п. Ильинское	$\frac{0,07-49,3}{0,14-8,70}$ (71)	$\frac{10-98}{17-43}$ (58)	Антропогенное напряжение с элементами экологического регресса
Ока – г. Дзержинск	$\frac{0,40-89,5}{1,5-31,0}$ (83)	$\frac{10-94}{10-36}$ (78)	
Пахра – г. Подольск	$\frac{0,03-68,4}{0,03-1,44}$ (64)	$\frac{14-53}{12-99}$ (46)	Элементы экологического регресса
Нерская – д. Маришкино	$\frac{0,01-4,63}{0,11-1,61}$ (88)	$\frac{12-91}{12-38}$ (72)	Элементы экологического регресса
Клязьма – д. Павловский Посад	$\frac{0,08-14,1}{0,08-4,98}$ (70)	$\frac{15-97}{15-42}$ (44)	
Зона лесостепей			
Дон – г. Волгодонск	$\frac{0,20-26,8}{0,20-3,40}$ (67)	$\frac{10-93}{10-30}$ (74)	Элементы экологического регресса
Дон – г. Ростов-на-Дону	$\frac{0,10-16,1}{0,10-3,70}$ (69)	$\frac{11-87}{11-30}$ (71)	
Дон – х. Колузаево	$\frac{0,22-31,4}{0,22-1,60}$ (72)	$\frac{11-84}{11-30}$ (65)	Элементы экологического регресса
Северский Донец – г. Белая Калитва	$\frac{0,24-20,9}{0,19-9,90}$ (76)	$\frac{10-84}{10-30}$ (81)	Антропогенное напряжение с элементами экологического регресса
Северский Донец – р.п. Усть-Донецкий	$\frac{0,10-28,6}{1,05-7,20}$ (64)	$\frac{9-78}{9-28}$ (69)	
Северский Донец – устье	$\frac{0,10-17,2}{0,10-8,00}$ (68)	$\frac{15-72}{15-36}$ (62)	
Зоны полупустынь и пустынь			
Волга – с. Верхнее Лебяжье	$\frac{0,08-16,7}{0,08-6,80}$ (68)	$\frac{10-96}{32-66}$ (65)	Антропогенное напряжение с элементами экологического регресса
Волга – г. Астрахань	$\frac{0,29-60,0}{0,29-9,90}$ (67)	$\frac{11-92}{31-87}$ (58)	

* В числителе общий диапазон значений, в знаменателе – модальный интервал (в скобках частота, %);

**н.о. – не обнаружено (пустая проба).

Заключение

В современных условиях антропогенного воздействия на окружающую среду, при котором все поступающие в водные экосистемы загрязняющие вещества антропогенного происхождения включаются во внутрисистемные биохимические процессы и оказывают сильное негативное воздействие на их биотическую составляющую, важной задачей является оценка трансформации их современного экологического состояния.

Установлено, что токсический эффект антропогенного воздействия, вызывающий усиление процессов экологического регресса отдельных сообществ, наиболее отчетливо проявляется в развитии фитопланктонных сообществ, природные модификации которых сопровождались снижением видового разнообразия и упрощением таксономической структуры.

Проведенный анализ многолетней режимной гидробиологической информации ГСН по показателям развития фитопланктонных сообществ водных организмов наиболее загрязненных речных экосистем показал, что возможные экологические последствия все возрастающего антропогенного воздействия чаще всего проявляется в снижении видового разнообразия фитопланктонных сообществ с тенденцией выхода на доминирующее положение альфа- и полисапробных видов.

Такая трансформация структурной организации и уровня развития фитопланктонных сообществ обусловлена интенсивно нарастающим в последние десятилетия экологическим регрессом. Уже в настоящее время большинство исследуемых наиболее загрязненных речных экосистем находятся в состоянии, переходном от «элементов экологического регресса» к «экологическому регрессу», и в отдельных случаях к «элементам метаболического регресса».

Поэтому для сохранения естественного функционирования и самоочищающей способности пресноводных экосистем необходимо стремиться к сохранению видового разнообразия водной экосистемы. Поскольку практически все виды, определяющие ее биоразнообразие, участвуют в процессах, обеспечивающих самоочищение и восстановление экосистемы. С другой стороны, при оценке антропогенного ущерба за счет антропогенного воздействия необходимо учитывать экологический риск, наносимый экосистемам вследствие ослабления их самоочищающей способности.

Следует подчеркнуть, что полученные результаты могут быть использованы при разработке экологически обоснованных водоохранных мероприятий по восстановлению речных экосистем в условиях повышенной антропогенной нагрузки и высокого уровня загрязнения воды тяжелыми металлами с учетом столь разнообразных для России природно-климатических особенностей функционирования пресноводных экосистем.

Список литературы

1. Никаноров А.М., Брызгалов В.А., Решетняк О.С. Реки России в условиях чрезвычайных экологических ситуаций. Ростов-на-Дону: «НОК», 2012. – 308 с.
2. Некоторые вопросы токсичности ионов металлов: Пер. с англ./ Под ред. Х.Зигель, А.Зигель. – М.: «Мир», 1993. – 368 с.
3. Добровольский В.В. Биогеохимические циклы тяжелых металлов // Геохимия, 1988, № 2. – С. 307-320.
4. Мур Дж.В., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах: контроль и оценка влияния. Пер. с англ. – М.: «Мир», 1987. – 228 с.
5. Роева Н.Н., Ровинский Ф.Я., Кононов Э.Я. Специфические особенности поведения тяжелых металлов в различных природных средах // Журнал аналитической химии, 1996, т. 51, № 5. – С.384-397.
6. Линник П.Н., Набиванец Б.И. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах. Л.: Гидрометеоздат, 1986. – 270 с.
7. Биогеохимические основы экологического нормирования / В.Н. Башкин, Е.В.Евстафьева, В.В. Снакин и др. М.: «Наука», 1993. – 304 с.
8. Земляничина Т.Ю., Виноградов Г.И. Влияние тяжелых металлов, закисления воды и биогенных элементов на фитопланктон в проточных мезоэкосмах // Биология внутренних вод, 1992. № 91. – С. 16-20.
9. Вербицкий В.Б., Клерман А.К., Коренева Е.А. Воздействие тяжелых металлов и закисления воды на сообщества зоопланктона в проточных мезоэкосмах // Биология внутренних вод, 1992. № 91. – С. 21-28.
10. Ермаков В.В. Метилртуть в поверхностных водах: аналитическое концентрирование и трансформация // Геохимическая экология и биогеохимическое изучение таксонов биосферы: Материалы четвертой Российской биогеохимической школы (3-6 сентября 2003 г.). – М.: Наука, 2003. – С. 201-208.
11. Заличева И.Н. Закономерности и факторы устойчивости пресноводных экосистем к антропогенному загрязнению. Автореферат...док. биол. наук, Петрозаводск, 2010. – 48 с.

12. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Под ред. В.А.Абакумова. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992. – 318 с.
13. Никаноров А.М., Соколова Л.П., Косменко Л.С., Решетняк О.С. Оценка состояния гидробиоценоза на участках водных объектов Кольского Севера с высокой степенью загрязненности воды соединениями меди и никеля // Метеорология и гидрология, № 11. 2009. – С. 69-80.
14. Никаноров А.М., Жулидов А.В., Покаржевский А.Л. Биомониторинг тяжелых металлов в пресноводных экосистемах. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 310 с.
15. РД 52.24.633-2002. Методические указания. Методические основы создания и функционирования подсистемы мониторинга экологического регресса пресноводных экосистем. – СПб.: Гидрометеиздат, 2003. – 32 с.

ECO-TOXICOLOGICAL EFFECTS OF TOXIC METALS ON THE STATE OF PHYTOPLANKTON COMMUNITIES IN FRESHWATER ECOSYSTEMS*

Reshetnyak O.S.^{1,2}, Bryzgalov V. A.¹, Kosmenko L.S.¹

¹ *FSBI «Hydrochemical Institute», Rostov-on-Don, Russia, ghi6@aanet.ru*

² *Institute of Earth Sciences, SFU, Rostov-on-Don, Russia, olgare1@mail.ru*

The paper presents the results of the analysis of long-term regime hydrobiological information about the structural organization of the phytoplankton communities. The possible changes assessment of the ecological status of river ecosystems was conducted. It is shown, that the variability of the development level and phytoplankton communities restructuring is response to the transformation of the component composition of the aquatic environment river's. The strengthening processes of environmental regression of phytoplankton communities takes place in river ecosystems with a high level of contamination of the toxic heavy metals.

Key words: river ecosystems, phytoplankton communities, environmental regression.

УДК УДК 574.586:625.745.1

ВЛИЯНИЕ МОСТОВОГО ПЕРЕХОДА НА ФОРМИРОВАНИЕ СООБЩЕСТВ ИНФУЗОРИЙ

А.Р. Савинская

Студентка. г. Вологда, Россия, kill_ka2012@mail.ru

В работе анализируется влияние мостового перехода на формирование сообществ прикрепленных инфузорий. На основе полученных результатов можно сделать вывод о том, что мостовой переход положительно влияет на развитие сообществ прикрепленных инфузорий, так как их плотность в условии затенения была больше так же, как и видовое разнообразие.

Ключевые слова: перифитон, инфузория, мостовой переход, антропогенное влияние.

Строительство автомагистралей для человечества играет важную роль в жизни, так как сейчас это, пожалуй, самая необходимая отрасль. Отмечается, что недостаточное развитие сети автомобильных дорог сдерживает рост личной мобильности граждан (приобретение автомобилей в личную собственность), развитие малого и среднего бизнеса, которые в рыночных условиях невозможны без высокого уровня автомобилизации (программа развития дорожного хозяйства вологодской области до 2000 года). Общая продолжительность автодорог в Вологодской области составляет 7 867.4 км, на автомобильных дорогах области находится 617 мостов общей протяженностью 28 503 погонных метров, в том числе: 408 железобетонных мостов (66 %), 171 деревометаллический мост (деревянный настил проезжей части на стальной конструкции балок) (28 %) и 38 деревянных мостов (6 %) (Постановление Правительства Вологодской области от 28 октября 2013 г. N 1100 “Об утверждении государственной программы Вологодской области “Развитие транспортной системы”). Особенно высока плотность мостов на малых реках в черте населенных пунктов: к примеру, в городе Вологда через реку

* The study was supported by RFBR (grant № 14-05-00144).

Золотуха (протяжённостью 15 км.) построено 5 мостов.

Мостовые переходы непосредственно влияет на гидробионтов, так как под мостом формируются условия пониженной освещенности. Следует отметить, что свет является одним из важных факторов для водных обитателей, в особенности фотоавтотрофов. Так, лучистая энергия является основой для функционирования сообществ, обеспечивая первичную продуктивность с одной стороны, и прогревание воды с другой. И если вода, благодаря высокой теплоемкости может транспортировать тепло с освещенных и прогретых участков, то в некоторые районы под мостом собственно свет никогда не попадает.

Для изучения влияния отсутствия освещения на формирование сообществ гидробионтов выбрана экологическая группа перифитонных инфузорий. Выбор объектов связан с особенностями биологии одноклеточных и инфузорий в частности. Небольшие размеры и высокая скорость размножения позволяют наблюдать перестройку сообщества в небольшие временные интервалы [3, с. 104-107]. А.А. Протасов отмечает, что особенности распределения инфузорий в градиенте факторов среды обусловлены особенностями экологии этой группы. В частности, характерной для них толерантностью к факторам среды, меньшими размерами тела и продолжительностью индивидуальной жизни [5, с. 3-21], [1]. Все это позволяет им заселять даже небольшие по площади и временные местообитания. Инфузории являются важной частью водных сообществ, поскольку играют значимую роль в трофической сети, являясь промежуточным звеном между фито-бактериопланктоном и более крупными консументами, такими как зоопланктон, зообентос и личинки рыб, для которых они являются основной кормовой базой [2, с. 69-73]. Кроме того, перифитонные инфузории ведут прикрепленный образ жизни и не могут перемещаться в условия лучшего освещения, что позволяет выявить роль отсутствия освещения на формирование их сообществ.

Исследования проводились в мае 2015 года в посёлке Устье Усть-Кубинского района Вологодской области. Поселок является небольшим населенным пунктом – население 7995 человек. Характер застройки преимущественно составляют деревянные дома, сохранившие характерные особенности и детали традиционного дома. Отсутствуют крупные промышленные предприятия, поэтому антропогенная нагрузка на водоток выражается преимущественно в бытовом и сельскохозяйственном водопользовании, а также стоков с приусадебных участков. Для исследования была выбрана река Петровка как типичный малый водоток, протекающий по территории посёлка. Она впадает в реку Кубена перед ее дельтой. Петровка представляет собой небольшой ручей с быстрым течением, глубиной до 0.5 м протяжённостью около 2 км, из которых 1.5 км протекает по территории самого поселка Устье.

Целью исследования было сравнить формирование сообществ прикрепленных инфузорий в условиях освещения и затенения.

Рассматривались сообщества, сформировавшиеся на модельном субстрате – стеклах обрастания. Стёкла обрастания вертикально закреплялись на поплавках из пенопласта и помещались в воду на недельную экспозицию. Каждый день проводился осмотр и подсчёт инфузорий с центрального участка стекла обрастания площадью 12x12 мм. Стекла просматривались в проходящем свете при увеличении микроскопа 10x15. Определение проводилось прижизненно с использованием определителя [4]. Наблюдения выполнялись ежедневно в двух повторностях, полученные данные усреднялись (табл. 1, 2).

Суммарная плотность в условиях затенения и освещения изменялась в течении недели сходным образом, но в условиях затенения численность инфузорий на протяжении всего периода наблюдений была выше (рис. 1).

В условиях освещения было обнаружено 6 видов (*Vorticella Campanula*, *V. Convallaria*, *V. Marginata*, *V. Picta*, *V. sp1*, *V. sp2*,) (табл. 1). Их средняя суммарная плотность составляла 10 экз./см² доминировал вид *Vorticella Convallaria* (6 экз./см²). Наибольшая численность зафиксирована во второй (19 экз./см²) и третий (20,4 экз./см²) день, в остальные дни численность уменьшалась, под влиянием абиотические факторы (дождь и вызванное им усиление течения), также с каждым днем повышалось видовое разнообразие конкурирующих видов за место прикрепления, преимущественно коловраток, скорость колонизации субстратов которыми ниже.

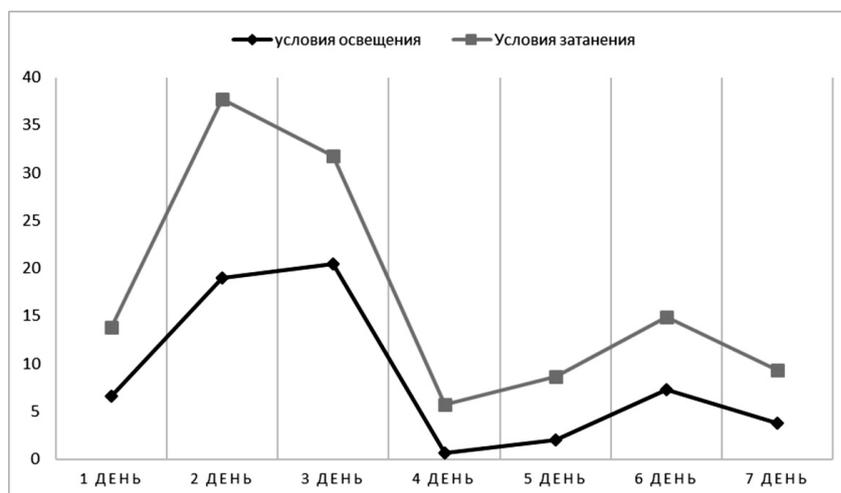


Рисунок 1 – Суммарная плотность инфузорий в условиях затенения и освещения

Таблица 1

Численность (экз/ см²) прикрепленных инфузорий в условиях освещения

Вид	Дни наблюдения						
	1 день	2 день	3 день	4 день	5 день	6 день	7 день
<i>V. Campanula</i>	1.7	8.3	7.6	0.3	1.04	6	1.04
<i>V. Convallaria</i>	4.9	9.7	10.4	-	0.7	-	1.4
<i>V. Marginata</i>			0.3		1.04	0.7	
<i>V. Picta</i>		0.3	1.04				
<i>Vorticella sp1</i>		0.7			0.3		
<i>Vorticella sp2</i>			1.4			0.3	0.7
Всего	6.6	19	20.4	0.6	2.04	7.3	3.8

Таблица 2

Численность (экз/см²) прикрепленных инфузорий в условиях затенения мостовым переходом

Вид	Дни наблюдения						
	1 день	2 день	3 день	4 день	5 день	6 день	7 день
<i>V. Campanula</i>	3,1	6,6	3,8	1,04	1,04	5,9	1,4
<i>V. Convallaria</i>	3,8	10,8	5,2	3,8	3,8		1,04
<i>V. Incisa</i>							1,7
<i>V. Marginata</i>							0,3
<i>V. Micrastoma</i>						1,4	1,04
<i>V. Picta</i>	0,3	0,3		0,3			
<i>V. sp1</i>		0,7	1,7				
<i>V. sp2</i>		0,3				0,3	
<i>V. sp3</i>			0,7				
<i>V. sp4</i>					0,7		
<i>V. sp5</i>					1,04		
Всего	7,2	18,7	11,4	5,14	6,6	7,6	5,5

В условиях затенения (под мостовым переходом) обнаружено 11 видов (*V. Convallaria*, *V. Campanula*, *V. Picta*, *V. Microstoma*, *V. Marginata*, *V. Incisa*, *Vorticella sp1*, *V. sp2*, *V sp3*, *V sp4*, *V sp5*,) (табл. 2). Их средняя суммарная плотность составляла 5.6 экз/см², доминировал вид *Vorticella Convallaria* (3 экз/см²). Наибольшая плотность зафиксирована во второй день (18.7 экз./см²), что в два раза превышает среднюю плотность), в остальные дни численность меньше, так как повлияли абиотические факторы, аналогичные тем, что действуют в условиях освещения.

Общий список прикрепленных инфузорий, обнаруженных в ходе исследования составил 11 видов, относящихся к семейству Vorticellidae, роду *Vorticella*. Индекс сходства местообитаний составил 0,38. Только в условиях затенения встречены виды: *Vorticella. Incisa*, *V. sp3*, *V. sp4*, *V. sp5*.

Невысокое сходство сообществ, формирующихся в территориальной близости друг от друга (менее 5 м по течению реки) в одном водоеме говорит о высоком влиянии затенения мостового перехода на их формирование. Средняя и максимальная численность инфузорий в условиях тени и освещения различаются незначительно (на 4 – 8 %), однако в условиях затенения видовое разнообразие выше, чем в условиях освещения. Скорее всего это связано с тем, что в данном местообитании меньше водорослей и конкуренция за место прикрепления на субстрате мала. Можно заключить, что условия затенения не оказывают влияния на количественные показатели развития цилиоперифитона, однако отсутствие конкуренции за субстрат со стороны фототрофных организмов делают его более разнообразным, а структуру сообщества – более выровненной. Таким образом, условия затененного местообитания для перифитонных инфузорий следует признать благоприятными.

Список литературы

1. [Бурковский И. В., 2006. Морская биогеоценология. Организация сообществ и экосистем. М.: Т-во науч. изданий КМК. 285 с]
2. [Киреев Н.В., Влияние *roesilia reticulata* на плотность популяции инфузории *vorticella convallaria* // Популяционная экология растений и животных: Материалы I Международной молодежной научной конференции (г. Уфа, 27 апреля 2015 г.). Уфа: РИЦ БашГУ, 2015. – С. 69-73]
3. [Мухин И.А., Болотова Н.Л. Особенности первичной сукцессии перифитонного цилиосообщества на модельных субстратах // Проблемы региональной экологии. 2013. № 3. С. 104-107.]
4. [Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР / под ред. Кутикова Л.А., Старобогатов Я.И. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 510с.]
5. [Протасов А.А. Концептуальные модели процессов контуризации в водных экосистемах / А.А. Протасов // Гидробиологический журнал. 2013. – № 5. – С. 3 – 22.]

THE IMPACT OF THE BRIDGE ON THE FORMATION OF COMMUNITIES OF CILIATES

Savinskaya A.R.

Student, the city of Vologda, Russia, kill_ka2012@mail.ru

Annotation: In work influence of the bridge crossing on formation of communities of the attached infusorians is analyzed. On the basis of the received results it is possible to draw a conclusion that the bridge crossing positively influences development of communities of the attached infusorians as their density in a condition of a shadowing was more as well as a specific variety

Key words: periphyton, ciliates, bridge crossing , human influence.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИХТИОФАУНЫ В ОПРЕСНЕННОЙ ЧАСТИ ПРОЛЕТАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Е.М. Саенко

*ФГБНУ «Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства»,
г. Ростов-на-Дону*

Дана характеристика условий обитания ихтиофауны в опресненном участке Пролетарского водохранилища в границах Ростовской области. Приведен видовой состав и размерно-массовая и возрастная структура популяций потенциально промысловых видов рыб. Сделаны выводы о перспективности организации промысла на данном участке.

Ключевые слова: ихтиофауна, структура популяции, размерно-массовая характеристика, коэффициент упитанности.

Опресненный участок Пролетарского водохранилища от Ново-Маньчской дамбы до восточной границы распресненного участка является частью каскада водохранилищ бассейна р. Западный Маныч и представляет собой узкий слабоизвилистый вытянутый с востока на запад водоем. Западной границей его является Ново-Маньчская дамба.

Восточная граница участка не постоянная, и в зависимости от объемов поступающей пресной воды из р. Егорлык через проран дамбы и ветровой активности наблюдается ее смещение на запад или на восток. Условно стабильно пресноводная зона определена на уровне меридиана 42°15'Е.

В течение года, как правило, преобладают ветры восточных и западных румбов, обуславливающие сгонно-нагонные явления и периодическое смещение зон пресной и соленой воды.

Площадь опресненного участка определяется объемом поступающих пресных вод из р. Егорлык и сгонно-нагонными явлениями, способными при значительной скорости ветра практически полностью осушить опресненный участок, оставив оводненной русловую часть водоема.

Основными приходными частями водного баланса Пролетарского водохранилища восточнее Ново-Маньчской дамбы являются сбросы смешанной кубано-егорлыкской воды, поступающей через проран дамбы из Егорлыка, и местного стока, формируемого маловодными реками и ручьями в балках Соленая, Сладкая и Горькая, а также атмосферными осадками и родниками, представленными в единичном количестве.

Расходуется вода на испарение. Механические водозаборы для использования воды на сельскохозяйственные нужды отсутствуют. Загрязненные сточные воды в водоем не поступают.

По степени прогреваемости в летний период участок характеризуется как тепловодный водоем, малопроточный, солоноватоводный.

Температура воды характеризуется незначительной вариабельностью. Вследствие частого перемешивания воды летом почти не наблюдается температурной стратификации. Разница между температурами поверхностных слоев прибрежных мелководий и открытой части водоема изменяется в пределах одного градуса. В жаркий летний период температура воды повышается до 25-30 °С, максимальные температуры воды наблюдаются в середине июля – первой декаде августа (30 °С).

Формирование минерализации и химического состава воды водоема происходит под влиянием питающих их водотоков и зависит от особенностей геологических, географических и гидрологических условий водоема.

Характерной особенностью водоема является поступление солоноватой воды из р. Егорлык через проран дамбы и соленой с востока из центральной части оз. Маньч-Гудило.

Для водной массы участка характерна смена основных гидрохимических показателей в направлении с запада на восток. По сумме солей вода у дамбы изменяется от солоноватой до соленой. Тип воды варьирует от сульфатно-натриевого у Ново-Маньчской дамбы до

хлоридно-натриевого восточнее пролива Запники. Жесткость воды от средней степени жесткости (7 мг-экв./дм³) сменяется до очень жесткой (67.0 мг-экв./дм³). Однако в период высокой активности восточных ветров у дамбы отмечается кратковременный рост показателя жесткости.

Наименьшая минерализация воды на протяжении периода проводимых исследований, как правило, регистрировалась в районе дамбы и варьировала в пределах 1.2-1.4 г/дм³, а наибольшая у восточной границы района исследований в пределах 19.4-41.4 г/дм³. Аналогично рос уровень хлоридов и имел наименьшие показатели 3.4-3.5 мг-экв./дм³ и наибольшие показатели (280-400 мг-экв./дм³).

ФГБНУ «АзНИИРХ» с 2010 г. по 2015 г. проводил исследования по мониторингу состояния ихтиофауны в западной опресненной части Пролетарского водохранилища от Ново-Манычской дамбы до восточной границы распресненного участка (условно 42°15'Е).

Результаты экспедиционных исследований позволили выполнить оценку запасов, распределения, численности, воспроизводства потенциально промысловых видов и подготовить материалы для разработки предложений по их рациональному использованию.

Анализ собранных материалов показал, что в западной опресненной части Пролетарского водохранилища основными потенциально промысловыми видами являются лещ, карась, плотва, сазан, судак. Такие промысловые виды рыб, как густера, окунь, пиленгас в водоемах малочисленны. Толстолобики, канальный сом, сом пресноводный и щука в уловах встречаются единично. К не имеющим промыслового значения видам рыб следует отнести: уклею, тюльку, рыбу-иглу.

Густера – один из малочисленных видов в водоеме, обитает исключительно в западной его части. В период исследований густера в уловах встречалась нерегулярно. Наибольшая частота встречаемости была отмечена в весенний период, а наименьшая – в летний период. Улов густеры на одну сеть в течение года варьировал от 0.2 кг до 0.6 кг, что составляло 0.5-5 % общего улова.

Весной уловы были представлены рыбами в возрасте 2-4 годовики. Наибольшей по численности (44.5 %) была группа 3-годовиков. Старшие возрастные группы (4-годовики) не превышали 22.2 %. Длина рыб находилась в пределах 14-17 см, масса – 0.06-0.14 кг (средние значения 15.4 см и 0.09 кг). Доля самок составила 55.6 %.

В период летне-осеннего нагула рыбы локализовались преимущественно в наиболее опресненном участке в дамбы на участках, заросших водной растительностью. Облавливаемая часть популяции была представлена рыбами 2+ - 4+ длиной от 13 до 17 см, массой от 57 до 136 г. Средние значения составили 14.9 см и 90.1 г.

Доминирующей группой были рыбы длиной 14 см, на долю которых приходилось 40 % облавливаемой части популяции.

Осенью в уловах рыболовов-любителей и в сетных уловах густера встречалась крайне редко. Отмечены лишь единичные экземпляры.

Коэффициент упитанности густеры летом варьировал от 2.2 до 2.9 единиц (среднее значение 2.5 единиц), осенью от 2.5-2.8 единиц (среднее значение 2.6). Жирность рыб находилась в пределах 2-4 баллов, что свидетельствует об удовлетворительных условиях нагула густеры.

Ввиду редкой встречаемости густеры ее запас не представляет промыслового значения.

Карась серебряный в водоеме является многочисленным видом. В последние годы его численность находится на стабильно высоком уровне, что свидетельствует об удовлетворительном состоянии популяции.

Интенсивный рост численности и биомассы популяции карася обусловлен его нетребовательностью к условиям обитания и высокой видовой устойчивостью к неблагоприятным факторам среды, широким спектром питания, высокой плодовитостью и длительным периодом нереста.

Карась сравнительно равномерно распределяется по опресненной части акватории озера. Регулярно встречается в уловах. Улов карася на одну сеть в течение года варьировал от 3.3 кг до 9.0 кг, что составляло 16-96 % общего улова.

В весенний период карась встречался на всем пространстве опресненных частей водоема. Карась был представлен особями в возрасте 1-7-годовиков. Наиболее массово в уловах были представлены 3 и 4 годовики (40 и 34 %, соответственно). Старшие возрастные группы (5-7 годовики) составили 8 %, 1-2 годовики – 18 % общей численности рыб. Средний возраст рыб в уловах составил 3.1 года.

Длина рыб изменялась в пределах от 11 до 30 см, масса – от 0.05 кг до 0.8 кг (средние значения 19.1 см и 0.2 кг). В облавливаемой части популяции преобладали самки (72 %).

Летом облавливаемая часть популяции карася в западной части водоема была представлена рыбами 2+ - 7+. Длина рыб составляла от 13 до 29 см, масса - от 61 до 801 г (средние значения 20.0 см и 297.2 г).

Коэффициент упитанности карася летом варьировал от 2.2 до 3.0 единиц со средним значением 2.6, а осенью – от 2.4 до 3.3 единиц. Жирность рыб была в пределах от 2 до 5 баллов, что свидетельствует об удовлетворительных условиях нагула карася.

Молодь в летний период встречалась повсеместно. Многочисленность популяции карася, преобладание самок в популяции с высокими показателями плодовитости позволяет сделать вывод об эффективности его размножения на обследованном участке.

Лещ распространен по всей пресноводной части акватории водоема. В то же время уловы его в последние годы были невелики, максимальный вылов на одну сеть за 0.5 суток (ночное время) составлял 2.2 кг.

В первой половине весеннего периода в уловах встречался в единичных экземплярах. В конце апреля – начале мая улов леща составлял 0.2-1.0 кг (1-3 экз.) на сеть, летом – не более 0.3 кг (1 экз.), а в ноябре – 0.8-1.6 кг (1-2 экз.).

Облавливаемая часть популяции весной представлена 2-6 годовиками. Основу уловов составляли 3-5-годовики, на их долю приходилось до 70 % общего улова. Длина рыб изменялась от 14 до 36 см, масса – от 0.07 кг до 0.8 кг (средние значения 15.0 см и 0.5 кг). В облавливаемой части популяции доля самок составляла 57 %.

В течение всего нагульного периода состояние рыб было хорошее. Коэффициент упитанности леща по Фультону летом варьировал от 1.9 до 3.0 единиц (среднее значением 2.2), осенью от 2.3 до 2.9 единиц. Жирность рыб находилась в пределах от 2 до 4 баллов.

Удовлетворительное физиологическое состояние рыб свидетельствовало о благоприятных условиях нагула в водоеме.

Плотва (местное название – тарань) как наиболее многочисленный вид, обитает на всей территории опресненной зоны участка.

Весной с третьей декады марта по третью декаду апреля плотва приурочена к мелководным зонам опресненных участков водоема, заросших мягкой водной растительностью. В мае с началом нагульного периода она встречается в сетных уловах практически по всей опресненной части водоема. В уловах доля ее на одну сеть варьирует от 15 до 100 % общего улова, достигая 11-12 кг. В первой половине лета в уловах плотва встречается единично. С конца второй половины лета до середины осени плотва массово встречается в сетных уловах практически по всей опресненной части водоема. Уловы осенью составляют 0.5-8 кг на одну сеть. Максимальный зафиксированный вылов на одну сеть за 0.5 суток (ночное время) отмечен в количестве 17.7 кг.

Уловы, как правило, представлены 2-6 годовиками. Наибольшую численность (68-75 %) составляют рыбы в возрасте 3 годовиков. Старшие возрастные группы (4-6 годовики) достигают 19-27 %, а младшая возрастная группа (1-2 годовики) – до 4-5 % в зависимости от периода исследований.

Длина рыб варьирует в пределах 15-22 см, масса – 0.07-0.22 кг (средние значения 18 см и 0.14 кг). Доминирующей группой являются рыбы длиной 18 см, на долю которых приходится 31 % общей численности плотвы в уловах.

Молодь плотвы в летний период встречается повсеместно. Многочисленность популяции плотвы, преобладание самок в популяции с высокими показателями плодовитости свидетельствуют о высокой эффективности размножения этого вида на исследуемом участке.

Коэффициент упитанности плотвы летом варьирует от 2.0 до 2.6 единиц со средним

значением 2.3, осенью – от 2.1 до 2.7 единиц со средним значением 2.4. Жирность рыб колеблется в пределах 2-5 баллов, что свидетельствует об удовлетворительных условиях нагула плотвы в водоеме.

Сазан (жилая форма). Облавливаемая часть популяции сазана (жилая форма) в западной части Пролетарского водохранилища представлена особями в возрасте 1-9 лет с преобладанием 3-7 леток. 8-9-годовики в уловах встречались редко. Длина рыб варьировала от 13 до 51 см. Основу уловов составляли 6-годовики (90 % улова). Средний возраст рыб в уловах составил 6.1 и 4.1 года, соответственно.

Летом сазан в уловах встречался на всей площади опресненных участков водоема. Летом уловы сазана, как правило, были представлены особями в возрасте 2+-7+. Длина рыб варьировала от 26 до 43 см, масса – от 485 г до 1960 г (средние значения 35.8 см и 1032 г). Доминирующей группой были рыбы длиной 35 см, на долю которых приходилось 16.9 %.

Коэффициент упитанности сазана варьировал от 2 до 3 единиц со средним значением 2.5 единиц. Жирность рыб находилась в пределах 2-5 баллов, что свидетельствует об удовлетворительных условиях нагула сазана летом.

Судак (жилая форма) в сетных уловах весной и летом составлял около 15-16 % от общей массы рыб. Наибольшие уловы отмечались в осенний период. Осенние уловы варьировали от 1.1 кг до 8.8 кг, составляя 7-85 % от общей массы рыб.

Молодь в летний период встречалась повсеместно. Эффективность размножения судака в 2013 г. оценивается как высокая, в 2014 г. как среднеурожайная.

Облавливаемая часть популяции судака была представлена 2-8-годовиками с преобладанием (80 %) 4-6-годовиков. Старшие возрастные группы (7-8-годовики) не превышали 11 %, 2-3 годовики – не более 9 %. Длина судака варьировала от 16 см до 54 см, масса – от 0.09 до 2.2 кг (средние значения 36.6 см и 0.8 кг). В уловах преобладали самцы (80 %).

Длина судака в западной части водоема варьировала в пределах от 18 см до 51 см, масса – от 85 г до 1875 г (средние значения 34.9 см и 643.3 г). Доминирующей группой были рыбы длиной 35 см, на долю которых приходилось 17 %.

Коэффициент упитанности судака летом варьировал от 1.2 до 1.5 единиц со средним значением 1.4. Жирность рыб по пятибалльной шкале летом находилась в пределах 1-3 баллов, осенью 2-4 балла, что свидетельствует об удовлетворительных условиях нагула судака в водоеме.

Остальные виды пресноводных промысловых рыб в водоеме (красноперка, окунь пресноводный, пиленгас, канальный сом, сом пресноводный, толстолобики, щука) ежегодно встречались единичными экземплярами. В связи с этим, запасы их в исследуемом водном объекте не представляют промыслового значения.

Таким образом, результаты проведенных экспедиционных исследований свидетельствуют о наличии потенциальных запасов водных биоресурсов на опресненном участке Пролетарского водохранилища от Ново-Маньчской дамбы до меридиана 42°15'Е.

Несмотря на сложный гидрологический и гидрохимический режим водоема, состояние ихтиофауны на исследованном участке водохранилища достаточно благополучное. Численность и биомасса популяций потенциально промысловых объектов находится на удовлетворительном уровне, что позволяет характеризовать этот водоем как перспективный для промысла рыб.

CURRENT STATE OF ICHTHYOFAUNA IN THE FRESH WATER PART OF THE PROLETARIAN RESERVOIR

Saenko E.M.

Azov Fisheries Research Institute, Rostov-on-Don

The characteristic of the habitat of ichthyofauna in freshened part of the Proletarian reservoir within the boundaries of the Rostov region is given. A species composition and size-mass and age structure of populations of potentially commercial fish species are given. The conclusions about the prospects of the organization of fishing in this area are made.

Key words: ichthyofauna, structure of population, size and weight characteristics.

**ОЦЕНКА РАЗВИТИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ СООБЩЕСТВ
В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ
И ТРОФИЧЕСКАЯ ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ
В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД**

Л.М. Сафронова, М.Л. Мартынюк, Л.Н. Фроленко, Д.Ф. Афанасьев, З.А. Мирзоян
ФГБНУ «Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства»,
Ростов-на-Дону, Россия, dafanas@mail.ru

В статье приводятся материалы по оценке состояния биологических сообществ и кормовой базы рыб северо-восточной части Черного моря в современный период (2010-2014 гг.). Рассматриваются основные звенья экосистем: фитопланктон, зоопланктон и зообентос моря. Обсуждаются особенности развития указанных сообществ в современный период.

Ключевые слова: шельфовые и прибрежные биоценозы, фитопланктон, зоопланктон, зообентос, Черное море.

В оценке продуктивности Черного моря особое место занимает изучение шельфовых и прибрежных экосистем северо-восточной части. В связи с особенностями условий среды эти районы характеризуются повышенной интенсивностью биологических процессов, в шельфовой зоне нагуливаются и размножаются многие черноморские виды рыб. Кроме того, известно, что интенсивность процессов, структура биоценологических связей, их внутри- и межвидовая напряженность в морских шельфовых и прибрежных районах имеют свои особенности, обусловленные как формированием естественных средообразующих факторов, так и антропогенным воздействием.

В настоящей работе обобщены данные по структурно-функциональным характеристикам фито-, зоопланктона и зообентоса северо-восточной части Черного моря, полученные в ходе гидробиологических съемок 2010-2014 гг. При сборе и обработке материала были использованы стандартные методики, принятые в гидробиологических исследованиях [1-3].

Фитопланктон. В составе фитопланктона северо-восточной части Черного моря за период 2010-2014 гг. определено более 300 видов водорослей, относящихся к семи систематическим отделам: Cyanophyta, Chrysophyta, Bacillariophyta, Dinophyta, Euglenophyta, Chlorophyta, Cryptophyta. Существенный вклад в формирование видового разнообразия альгоценоза вносили динофитовые и диатомовые водоросли, составлявшие в сумме около 70 % общего числа видов. Динофлагеллят наиболее широко представляли роды: *Gymnodinium*, *Dinophysis* и *Protoperidinium*, диатомей – р. *Chaetoceros*. По числу видов на всей исследованной акватории моря преобладали динофитовые водоросли, доля которых в глубоководной зоне составляла более 50 %, в прибрежье – 40 %. Наибольшим видовым обилием отличались прибрежные районы, в альгоценозе которых наряду с динофитовыми разнообразным видовым составом характеризовались диатомовые водоросли, а также синезеленые, зеленые и эвгленовые. Представители трех последних отделов, являясь в основном олигогалолами, распространялись преимущественно в зоне влияния азовских вод.

В весенний период 2010-2014 гг. общая численность микроводорослей, изменяясь в прибрежных районах от 220.67 до 1348.46 млн кл./м³, в среднем составляла 530.19 млн кл./м³; в глубоководной зоне при среднем значении 425.0 млн кл./м³ пределы колебаний составляли 154.74-1131.06 млн кл./м³. Максимальная численность фитопланктона за исследуемый период отмечалась весной 2012 г.

Основу численности фитопланктона в весенний период как в прибрежной, так и в глубоководной зоне формировали золотистые водоросли, среди которых доминировала мелкоклеточная водоросль кокколитофориды *Emiliana huxleyi*. Согласно литературным источникам, массовое развитие этой водоросли в последние два десятилетия отмечается во многих районах Мирового океана, однако причины, вызывающие это явление, до настоящего времени окончательно не выяснены. В северо-восточной части Черного моря эмилиана развивается в массе с конца XX века, в отдельные годы ее численность

достигала миллионов клеток в литре, что согласно шкале, предложенной специалистами института Океанологии им. П.П. Ширшова, соответствует уровню «цветения». «Цветение» эмилианы в северо-восточной части моря было зафиксировано в мае 2012 г., когда ее численность в прибрежной зоне составила 1314 млн кл./м³, в глубоководной – 1110 млн кл./м³. В другие годы указанного периода исследований численность эмилианы была значительно ниже и не превышала в прибрежье 442 млн кл./м³, в глубоководной части моря – 331 млн кл./м³, что согласно шкале соответствует уровню массового развития. Общая биомасса фитопланктона весной в прибрежной зоне изменялась от 62.0 до 186.0 мг/м³, среднее значение составляло 123.0 мг/м³. В глубоководных районах при среднем значении 88.5 мг/м³ биомасса варьировала от 56.0 до 29.0 мг/м³. На всей исследуемой акватории моря по биомассе доминировали крупные динофитовые водоросли, формируя около 60 % общей фитомассы, из динофлагеллят наиболее часто встречались *Ceratium fusus*, *C. furca* и виды рода *Gyrodinium*. Второе место по биомассе занимали золотистые, на долю которых приходилось более 30 % общей фитомассы.

В осенний период 2010-2014 гг. численность фитопланктона за счет ослабления развития весенней доминанты альгоценоза *Emiliania huxleyi* снижалась на порядок и в среднем составляла в прибрежье 47.71 млн кл./м³, в глубоководных районах – 34.90 млн кл./м³. Основу численности на всей исследуемой акватории формировали золотистые, диатомовые и динофитовые водоросли. В прибрежной зоне кроме этих отделов значительный вклад в формирование численности вносили также синезеленые водоросли, которые преимущественно развивались в районе Керченского предпроливья и были представлены видами, характерными для планктона Азовского моря.

Биомасса фитопланктона на всей на всей исследуемой акватории Черного моря весной и осенью имела близкие значения. Ведущая роль в ее формировании как в прибрежной, так и в глубоководной зоне принадлежала диатомовым и динофитовым водорослям, которые в сумме составляли более 90 % общей фитомассы. В руководящий комплекс диатомовых входили: *Proboscia alata*, *Pseudosolenia calcar-avis*, *Pseudonitzschia pseudodelicatissima*; динофитовых – *Ceratium furca*, *C. fusus*, *C. tripos*, *Prorocentrum cordatum*, *Scrippsiella trochoidea*, *Gyrodinium fusiforme*.

К особенностям пространственного распределения фитопланктона в северо-восточной части Черного моря следует отнести наличие зон повышенной биомассы водорослей в районах крупных городов: Новороссийск, Туапсе, Сочи, а также в Керченском предпроливье. В вертикальном распределении фитопланктона наблюдалось закономерное снижение его количества с увеличением глубины. Наиболее богат фитопланктоном был верхний, хорошо прогреваемый слой водной толщи.

Таким образом, фитопланктон северо-восточной части Черного моря в современный период характеризуется высоким флористическим богатством. Основной вклад в формирование видового разнообразия вносят динофитовые и диатомовые водоросли. Таксономическая структура фитопланктона и состав доминирующих комплексов в прибрежной и глубоководной зонах схожи, но уровень его развития в открытой части моря несколько ниже. Особенностью пространственного распределения фитопланктона является наличие областей повышенной концентрации в районах крупных курортных городов.

Зоопланктон. Современную структуру зоопланктона северо-восточной части Черного моря формируют кормовые, некормовые организмы и желетельный макропланктон.

В составе кормового зоопланктона северо-восточной части Черного моря в период 2010-2014 гг. обнаружено 22 вида эупланктонных организмов, относящихся к 5 систематическим группам: копеподы – 14 видов, кладоцеры – 4 вида, коловратки – 2 вида и по 1 виду щетинкочелюстных и аппендикулярных. Наибольшее видовое разнообразие кормового планктона отмечено в прибрежной зоне. По числу видов на всей исследуемой акватории доминировали веслоногие ракообразные. В прибрежных районах значительную роль в планктоне играл меропланктон, представленный личинками моллюсков, полихет, донных ракообразных и других бентосных животных.

Весной биомасса общего зоопланктона формировалась главным образом за счет

некормовой фракции, представленной холодолюбивым видом *Noctiluca scintillans*, составлявшим 67-98 % общей биомассы. Тяготение этого вида к обитанию в прибрежных акваториях моря связано с тем, что наибольшую биомассу он формирует в местах, богатых растворенными питательными веществами и детритом. В пространственном распределении наибольшие ее концентрации наблюдались в южной части Кавказского района.

Кормовой зоопланктон наиболее интенсивно развивался в глубоководных районах моря. Биомасса, изменяясь от 55.2 до 123.6 мг/м³, в среднем составляла 86.7 мг/м³, что в 5 раз выше, чем в прибрежье. В составе кормовой фракции доминировали две группы планктона – копеподы (47 %) и сагитты (49 %). Из веслоногих ракообразных преобладали представители холодолюбивого комплекса: по численности это был *Pseudocalanus elongatus*, по биомассе – более крупный вид *Calanus euxinus*. Популяция сагитт в значительной мере состояла из взрослых половозрелых особей длиной 18-25 мм, что определило высокую биомассу кормового зоопланктона в этих районах.

В прибрежных районах северо-восточной части Черного моря средняя биомасса кормового зоопланктона составляла 17.5 мг/м³, пределы ее изменений находились на уровне 11.6-23.9 мг/м³. Более половины (58 %) биомассы приходилось на долю копепод. В составе копеподного комплекса были отмечены представители всех трех экологических групп – эвритермного, холодноводного и тепловодного. Наибольшее развитие получили эвритермные планктеры, в составе которых доминировала *Acartia clausi* (большая черноморская форма). Популяция этого вида копепод активно размножалась, о чем свидетельствует ее возрастная структура. Значительную часть популяции формировали науплии и копеподиты ранних стадий развития. Второй значимой группой в кормовой фракции зоопланктона был меропланктон, в котором по численности преобладали личинки баянуса, а по биомассе – личинки двустворчатых моллюсков. Остальную часть биомассы в порядке снижения значимости формировали сагитты, кладоцеры, ойкоплеуры и коловратки.

Известно, что развитие, видовой состав и распределение зоопланктона в основном определяются абиотическими факторами среды и, особенно, гидрометеорологической ситуацией. Так, в качестве примера можно привести необычно высокий уровень развития ветвистоусых раков в 2014 г., составлявших в общей биомассе 20 %, тогда как в другие годы они составляли не более 1 %. Наряду с кладоцерой *Podon polyphemoides*, которая одна из первых среди ветвистоусых ракообразных начинает развиваться в весеннем планктоне, были отмечены также и типично летние виды, такие как *Penilia avirostris* и *Evadne spinifera*. Их появление, несвойственное для весеннего периода, вероятнее всего было связано с повышенным температурным фоном, когда на значительной акватории прибрежного района моря температура воды была выше 20 °С.

В осенний период 2010-2014 гг. биомасса общего зоопланктона формировалась, в основном, за счет кормовой фракции, достигавшей 60-80 % биомассы, а в отдельные годы и более 90 %. Самыми высокими значениями биомассы характеризовались прибрежные районы, где среднемноголетнее значение, равное 107.8 мг/м³, во много раз превосходило количество кормового зоопланктона в весенний период. Традиционно биомасса формировалась за счет массового развития теплолюбивых форм зоопланктона, обитающих в поверхностных слоях водной толщи. В соответствие с сезонной динамикой развития видов основной биомассы кормового зоопланктона были ветвистоусые раки, составлявшие в среднем 56 %. Из 4 обнаруженных видов биомассообразующей была летняя форма ветвистоусых раков *Penilia avirostris*, которые при благоприятных условиях, несмотря на короткий жизненный цикл, формируют большую биомассу. Все остальные виды кладоцер (*E. spinifera*, *Pleopis tergistina* и *P. polyphemoides*) имели статус сопутствующих. Второе место в формировании кормовой биомассы занимали копеподы (21 %). Их состав включал 14 видов, из которых доминировали представители теплолюбивого и эвритермного комплексов: по численности – *Oithona davisae*, по биомассе – *Acartia clausi* (большая черноморская форма). Следует отметить, что в анализируемый период ойтона осенью ежегодно давала вспышку в развитии и по нарастающей формировала высокую численность на всей акватории северо-восточной части Черного моря.

В глубоководных районах биомасса кормового зоопланктона изменялась в пределах 25.8-114.4 мг/м³, среднее значение находилось на уровне 51.0 мг/м³. Биомассообразующей группой планктофауны были копеподы, составлявшие 51 %. В этом комплексе по численности доминировала мелкая *O. davisae*, по биомассе – крупная каланоида *C. euxinus*. Второй значимой группой зоопланктона были кладоцеры. Их видовой состав и виды-доминанты были идентичны таковым в прибрежье, однако уровень их развития, связанный с особенностями экологии этих животных, был значительно ниже.

Таким образом, анализ многолетних материалов показал, что в конце весны 2010-2014 гг. для прибрежных районов исследованной части Черного моря был характерен невысокий уровень развития кормового зоопланктона, связанный с закономерным сезонным изменением его видового состава – сменой холодолюбивых видов планктофауны теплолюбивыми. Соответственно, в отдельные годы, весной, трофическая обеспеченность планктоноядных рыб находилась на невысоком уровне. В глубоководных районах за счет развития крупных холодолюбивых видов копепод формировалась более высокая биомасса кормового планктона, которая в 4-5 раз превышала таковую в прибрежье и обеспечивала эффективное питание планктофагов в весенний период.

В летне-осенний период биомасса кормового зоопланктона значительно увеличивалась, что связано с массовым развитием теплолюбивых видов животного планктона, особенно активно развивающихся в прибрежных наиболее прогреваемых слоях водной толщи. В этот период трофические условия черноморских рыб-планктофагов оценивались как удовлетворительные на всей акватории северо-восточной части Черного моря.

Зообентос. В составе донного сообщества северо-восточной части Черного моря в период 2010-2014 гг. было обнаружено от 106 до 111 видов из 15 систематических групп. Основу биологического разнообразия сообщества составляли полихеты, приоритетные по количеству обнаруженных видов, а также моллюски и ракообразные. Все остальные группы зообентоса были представлены небольшим числом видов.

Анализируя количественные показатели развития черноморской бентофауны в многолетнем аспекте, следует сказать, что весной межгодовые изменения общей биомассы были незначительны. Изменяясь в пределах 54.7-74.7 г/м² среднее значение ее составляло 64.1 г/м². Большую часть биомассы зообентоса (51-93 %) формировали моллюски, являющиеся одним из основных компонентов донных биоценозов северо-восточной части Черного моря.

Многолетняя динамика формирования численности донного населения выглядела несколько иначе. В отличие от биомассы пределы ее изменений были более существенными. Минимальное значение численности составляло около 5.0 тыс. экз./м², максимальное – 35.2 тыс. экз./м². В формировании общей численности зообентоса моллюски ведущего значения не имели. В сообществе преобладали мелкогабаритные организмы, такие как фораминиферы и некоторые виды полихет. Наибольшая численность фораминифер отмечалась на илистых грунтах с примесью ракуши, для которых свойственна высокая трофическая ценность за счет детрита и микроорганизмов.

Разнообразие видового состава черноморской донной фауны тесно связано с особенностями места обитания животных – биотопа. На песчаных и песчано-илистых грунтах с примесью ракуши располагаются обычно биоценозы двустворчатых моллюсков-фильтраторов. Основными и постоянными компонентами этих биотопов в анализируемые годы были пелофильные моллюски *Pitar rudis*, *Chamelea gallina*, *Anadara inaequalis*, *Spisula subtruncata* и прикрепленный сестонофаг *Mytilus galloprovincialis*. Из числа этих видов особенно часто на глубине 15-51 м встречался моллюск *Pitar rudis*. Наиболее интенсивное его развитие наблюдалось в 2014 г на глубине 31-37 м на участке от м. Железный Рог до г. Анапа, максимальная численность и биомасса составляли 11665 экз./м² и 70.0 г/м². В районе Кавказского побережья количественные показатели этого вида были значительно ниже. Питар доминировал в большинстве сообществ двустворчатых моллюсков, образуя смешанное сообщество *Pitar* – *Chamelea*, где выступал доминантом или субдоминантом. Другой вид моллюсков *Chamelea gallina* обитал на глубине 15-34 м. Его развитие было

приурочено к песчаным и ракушечным грунтам с примесью ила. Наибольшую биомассу *Chamelea gallina* формировала в районе м. Железный Рог – банка Марии Магдалины на глубине 21-26 м и в районе Кавказского побережья на глубине 18-23 м (пос. Головинка – г. Сочи). Активное развитие моллюска-вселенца *Anadara inaequalis* наблюдалось на илистых грунтах с примесью ракуши и песка на глубине 15-51 м. Наиболее высокую биомассу порядка 180.0 г/м² она формировала в 2010-2011 гг. в районе поселков Джубга и Лазаревское. В последние 3 года устойчивая популяция анадары биомассой 26.0-80.0 г/м² формировалась на участке м. Панагия – г. Анапа – г. Геленджик на глубине 20-37 м. Невысокая биомасса этого моллюска была обусловлена особенностью размерной структуры популяции, в которой практически отсутствовали крупные особи. Состав популяции был представлен в основном особями длиной 2-13 мм. Псаммофильные моллюски *Donax trunculus*, *Moerella tenuis* с невысокой численностью и биомассой были отмечены в районе Кавказского побережья на глубине 15-18 м. Из других видов моллюсков-фильтраторов обитала мидия (*Mytilus galloprovincialis*). В Черном море она образует две популяции – скальную, обитающую на твердом субстрате, и иловую, развивающуюся на илистых грунтах. Скальная популяция мидии была обнаружена на глубине 20-30 м, скоплений с высокой биомассой она не образовывала, в популяции присутствовала в основном осевшая молодежь. Популяция иловой мидии встречалась на глубине более 35 м, где преобладали илистые грунты часто с большим количеством створок моллюсков. Развитие иловой мидии было более интенсивным, чем скальной. Кроме мидии здесь активно развивались *Spisula subtruncata*, *Plagiocardium simile*, *Acantocardia paucicostata*. Типичные представители этого биотопа моллюски *Abra nitida milashevichi* и *Abra alba* имели статус сопутствующих, поскольку интенсивно они развиваются на глубинах более 50 м.

Брюхоногие моллюски, встречавшиеся практически на всех типах грунтов, имели невысокое видовое разнообразие. Основу биомассы составляла *Rapana venosa*, которая отмечалась в основном на участке городов Туапсе -Адлер на глубине 23-28 м. Наряду с рапаной были обнаружены пелофильные виды брюхоногих – *Calyptraea chinensis*, *Hydrobia acuta*, *Tritia reticulata*, *Partenina interstincta*, однако высокой биомассы они не формировали.

В осенний период межгодовые изменения уровня развития зообентоса были более значительными, чем весной. Общая биомасса изменялась от 49.1 до 169.4 г/м², среднее значение составляло 92.4 г/м². На всех глубинах исследуемой акватории моря как всегда по биомассе доминировали моллюски, составлявшие 84 %. Увеличение биомассы этой группы зообентоса почти до 78.0 г/м² обусловлено присутствием в популяции мидии особей крупных размеров и высокой эффективностью размножения других видов моллюсков, что связано с ослаблением в последние годы пресса выедания мнемнопсисом личинок этих животных.

Осенью, как и весной, активно развивались моллюски-фильтраторы *Pitar rudis* (встречаемость 80 %), *Chamelea gallina*, *Anadara inaequalis*, *Spisula subtruncata* и *Gouldia minima*, которые развивались в основном в интервале глубин 18-40 м. В 2014 г. на глубине 53 м в районе пос. Архипо-Осиповка были отмечены единичные экземпляры обитателя фазеолиновых илов двустворчатого моллюска *Modiolula phaseolina*, который обычно широко распространен на глубинах 60-180 м. Аналогичная картина наблюдалась и в распределении брюхоногого моллюска *Trophonopsis breviata*, обитающего как правило, в более глубоководных биоценозах. Однако в 2011 г. его обнаружили в Керченском проливе на глубине 47 м, а в 2014 г. – в районе м. Утриш. Ареал хищника рапаны во все исследуемые годы к концу лета традиционно расширялся до глубины 35 м. Основные концентрации рапаны формировались в Кавказском районе.

Осенью, как и весной, по численности, как и весной, доминировали фораминиферы и полихеты. Развитие последней группы бентофауны весной и осенью существенно не отличалось. Биомасса многочетинковых червей в последние годы изменялась в пределах 3.1-10.2 г/м². Наиболее высокий уровень развития этой группы организмов отмечался в 2014 г. Скопления полихет были обнаружены на илистых и илисто-ракушечных грунтах

в районе между пос. Янтарное и г. Геленджик. Доминантным видом комплекса была *Aricidea (Allia) claudiae*, наряду с этим видом активно развивались полихеты *Prionospio cirrifera*, *Heteromastus filiformis*, *Micronephthys stammerii*, *Melinna palmata*, *Harmothoe reticulata*, *H. imbricata*, *Platynereis dumerilli*, *Eteone picta*. Обильные концентрации полихеты *Terebellides stroemi*, которая, как правило, обитает на илистых грунтах, отмечались на глубине 43-53 м., Остальные виды встречались значительно реже и формировали невысокую численность и биомассу.

Донные ракообразные в последние годы на протяжении всего вегетационного периода характеризовались низкой интенсивностью развития. Средняя биомасса составляла 0.5-0.7 г/м². Более высокую встречаемость и численность имели ракушковые раки остракоды, бокоплавы - *Microdeutopus gryllotalpa* и *Ampelisca diadema*, и доминантный по биомассе усоногий рак *Balanus improvisus*, обитающий в основном на створках живых моллюсков. Менее активно развивались такие виды, как бокоплавы *Cardiophilus baeri*, *Perioculodes longimanus*, кумовые раки *Iphinoe elisa* и *I. maeotica*, капреллида *Phtisica marina* и рак отшельник *Diogenes pugilator*.

Из группы прочих видов зообентоса редко встречались актинии, нематоды, немертины, в биоценозах они являлись случайными таксонами. За пределами 35 метровой глубины возрастала интенсивность развития офиур, форонид, голотурид, губок и асцидий. Появление в составе бентофауны большого количества асцидий осенью 2013-2014 гг. явилось причиной повышения общей биомассы бентоса.

Таким образом, в современный период основу биомассы зообентоса северо-восточной части Черного моря составляют моллюски. В последние годы в связи с ослаблением пресса хищничества мнемипсиса отмечено увеличение видового разнообразия, встречаемости, численности и биомассы двустворчатых моллюсков. Наиболее интенсивно развиваются пелофильные виды этой группы зообентоса, среди них преобладающим является *Pitar rudis*.

Таким образом, фитопланктон северо-восточной части Черного моря в современный период характеризуется высоким флористическим богатством. Основной вклад в формирование видового разнообразия вносят динофитовые и диатомовые водоросли. Таксономическая структура фитопланктона и состав доминирующих комплексов в прибрежной и глубоководной зонах схожи, но уровень его развития в открытой части моря несколько ниже.

Уровень развития кормового зоопланктона весной в прибрежных районах северо-восточной части Черного моря характеризуется как невысокий, что в отдельные годы негативно сказывается на трофической обеспеченности планктоноядных рыб. В глубоководных районах за счет развития крупных холодолюбивых видов копепод формируется в 4-5 раз более высокая биомасса кормового планктона, по сравнению с прибрежьем, что обеспечивает эффективное питание планктофагов в весенний период. В летне-осенний период биомасса кормового зоопланктона значительно увеличивается в прибрежных районах, что связано с массовым развитием теплолюбивых видов животного планктона. В этот период трофические условия черноморских рыб-планктофагов оцениваются как удовлетворительные на всей акватории северо-восточной части Черного моря.

Основу биомассы зообентоса северо-восточной части Черного моря в современный период составляют моллюски, увеличение видового разнообразия, встречаемости, численности и биомассы некоторых групп которых, вероятно, связано с ослаблением пресса хищничества мнемипсиса.

Список литературы

1. Абакумов В.А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. – Л., 1983. – 239 с.
2. Киселев И.А. Планктон морей и континентальных водоемов. – Л., 1969, Т. 1. – 657 с.
3. Студеникина Е.И. и др. Методы сбора и обработки гидробиологических проб. В кн.: Методы рыбохозяйственных исследований в Азово-Черноморском бассейне. Краснодар, 2005. – С.50-78.

**ASSESSMENT OF THE STATUS OF BIOLOGICAL COMMUNITIES
IN THE NORTH-EASTERN PART OF THE BLACK SEA AND THE FOOD PROVISION
OF COMMERCIAL FISHES IN THE MODERN PERIOD**

Safronova L.M., Martynyuk M.L., Frolenko L.N., Afanasyev D.F., Mirzoyan Z.A.

FGBNU «Azov Research Institute of Fisheries», Rostov-on-Don, Russia, dafanas@mail.ru

The paper considers characteristics of biological communities and feeding base of fishes of the north-eastern part of the Black Sea in the modern period (2010-2014). The basic units of ecosystem (phytoplankton, zooplankton and zoobenthos) are reviewed. The peculiarities of the plankton and benthos development are discussed.

Key words: shelf and coastal biocenoses, phytoplankton, zooplankton, zoobenthos, Black Sea.

УДК 597.551.2:[575+591.4]

**ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА
К ИЗУЧЕНИЮ ПОПУЛЯЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ
АЗОВСКОЙ ТАРАНИ *RUTILUS RUTILUS* L.**

С.Г. Сергеева, В.А. Дехта, С.И. Дудкин, Т.А. Чепурная

Рассмотрены научные и прикладные аспекты использования комплекса методов для изучения структуры популяции рыб. Получены результаты, свидетельствующие о том, что структуру популяции азовской тарани составляют несколько экологических группировок рыб, различающихся по ряду полиморфных белковых локусов и морфометрическим показателям. Показана возможность использования дискриминантного анализа выделенных в ходе исследования маркерных морфометрических показателей для экспертной идентификации рыб.

Ключевые слова: тарань, выборка, мониторинг, популяционная структура, биохимический полиморфизм, морфометрические признаки, дискриминантный анализ.

Одним из важных направлений исследований в рамках проблемы сохранения биологического разнообразия является изучение механизмов формирования внутривидовой подразделенности экологических групп у рыб. С этим направлением исследований тесно связана проблема факторов и механизмов поддержания разнообразия, включающая такие вопросы, как генетические основы разнообразия популяций, экологическая и эволюционная роль полиморфизма, факторы и закономерности адаптивной радиации и процессов сегрегации экологических ниш [1]. Использование большого числа признаков для изучения объектов «увеличивает генетическую мощность анализа фенотипической изменчивости», принципиально расширяет область применения анализа комплекса признаков [2]. Комплексные морфогенетические исследования, в которых учитывается как дискретная, так и непрерывная изменчивость, существенно расширяют возможности изучения самых разнообразных сторон структуры и динамики природных популяций рыб в меняющихся условиях среды, позволяют решать вопросы видовой принадлежности. Методические преимущества морфологического подхода создают возможность изучать как индивидуальную (внутривидовую), так и групповую (межвидовую) изменчивость на основе анализа большого числа морфологических признаков, помогают выявить наследственную неоднородность популяций, которая способствует сохранению целостности вида.

Многолетний мониторинг состояния азовской тарани позволил установить, что ее популяция представлена несколькими локальными группами, приуроченными к разным местам нереста. Анализ популяционной структуры проводился по нескольким направлениям - изучение биохимического полиморфизма и комплекса фенотипических признаков с использованием методов многомерной статистики.

Отбор проб проводился в период нерестового хода на Ейском экспериментальном

хозяйстве по разведению и выращиванию рыбы (ЕЭХРВР), Бейсугском нерестово-выростном хозяйстве (БНВХ), Восточно-Ахтарском нерестово-выростном хозяйстве (ВАНВХ) и в нижнем течении р. Дон.

Биохимический полиморфизм тарани был изучен в локусах сывороточных белков, миогенов, лактатдегидрогеназы, супероксиддисмутазы и эстераз мышц. Электрофоретическое исследование пяти белковых систем позволило идентифицировать девятнадцать локусов, кодирующих эти белки. Полиморфными оказались четырнадцать локусов, из них интерпретированы пять.

Попарный анализ частот аллелей и фенотипов с помощью t-критерия Стьюдента показал, что имелись достоверные различия между четырьмя выборками тарани по частотам аллелей и фенотипов (по тридцати восьми позициям). Соответствующий тест на гетерогенность дает значение χ^2 , равное 48,51 (df = 15) при P = 0,999. Попарные индексы генетического подобия, вычисленные по формуле Джеффриса-Матуситы по частотам фенотипов, находились в интервале от 85.0 % до 73.5 % (при $p \leq 0,01$). На основании индексов построена дендрограмма (рис. 1), иллюстрирующая степень пространственной изменчивости исследуемых выборок.

Анализ структуры популяции азовской тарани по частотам аллелей, фенотипов и уровню гетерозиготности с учетом географической логики показал, что исследуемые нами выборки относятся к различным локальным группировкам.

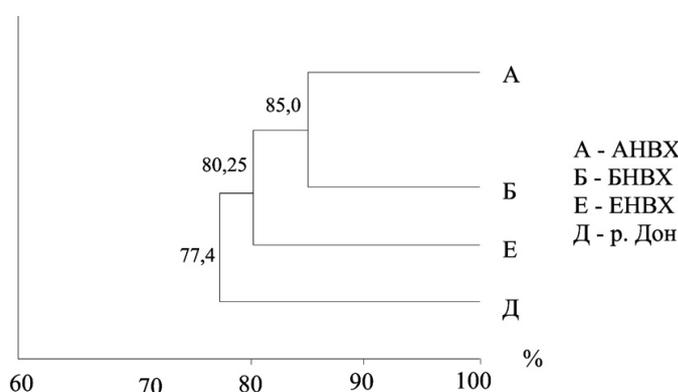


Рисунок 1 – Дендрограмма, построенная на основании индексов генетического подобия, для четырех выборок тарани

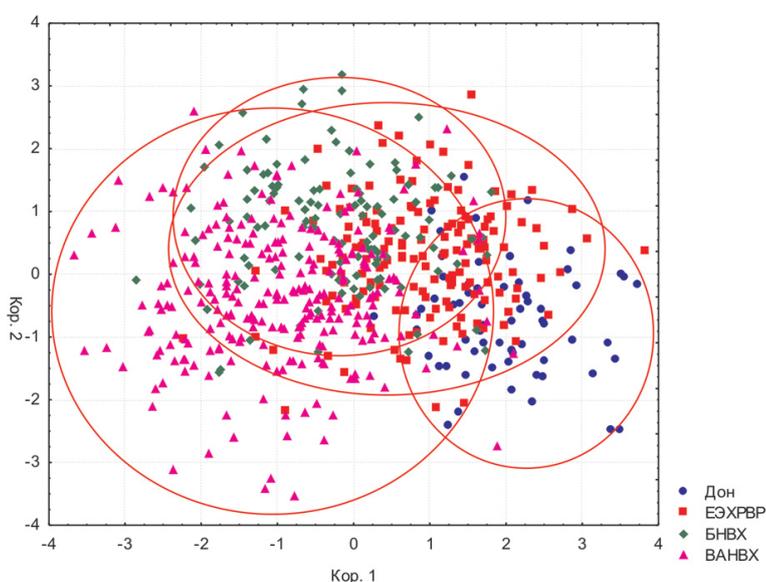


Рисунок 2 – Дискриминантный анализ 4 выборок тарани (многолетние данные)

Изучение распределений морфологических признаков также позволяет оценить неоднородность популяции. При анализе двадцати метрических вариантов у 510 рыб из тех же мест обитания использовали индексы, которые выражали величину пластического признака в процентах от длины рыбы, а признаки головы – в процентах от ее длины. Применение пошагового дискриминантного анализа позволило выявить восемь наиболее значимых признаков, вклад которых определяет расхождения между группами. Дискриминантный анализ, проведенный по этому комплексу признаков, также выявил различия между изучаемыми районами (рис. 2).

Как видно из рисунка 2, представленные выборки находятся в едином пространстве и имеют значительную площадь соприкосновения, что говорит о том, что проанализированные особи принадлежат к единой популяции, однако частичное несовпадение эллипсов рассеивания позволяют сделать вывод о существовании различий между ними. Наиболее удаленными друг от друга группами оказались рыбы из Донского и Ахтарского районов с промежуточными группами из Ейского и Бейсугского районов. Полученная картина распределения изучаемых выборок по признакам, имеющим полигенный характер наследования, полностью совпала с генетическими расстояниями, рассчитанными на основе признаков, контролирующихся единичными генами (биохимические маркеры). При изучении метрических признаков удалось подтвердить дифференцированность азовской тарани, по крайней мере, на четыре относительно обособленные группировки.

Полученные результаты позволили сделать вывод о том, что фенотипические и генетические различия тарани между Донским, Ейским, Бейсугским и Ахтарским районами носят клинальный характер и обусловлены влиянием экологических факторов с ведущей ролью солености воды [3, 4, 5, 6, 7].

Используемые нами методы дают возможность проводить оценку так называемых «слепых» выборок для установки видовой принадлежности рыб. Потребность в такой оценке возникает при проведении ихтиологических экспертиз в ходе следственных мероприятий.

Для проведения экспертиз мы воспользовались базой данных, полученных в ходе многолетнего мониторинга популяции тарани, о чем говорилось выше. Нами сформирована контрольная выборка из рыб, отловленных в 2011-2014 гг. в Ясенском заливе Азовского моря, а также из числа производителей тарани, ежегодно пропускаемых на нерест в водоемы Ейского экспериментального хозяйства по воспроизводству и выращиванию рыбы, Бейсугского нерестово-выростного хозяйства, Восточно-Ахтарского нерестово-выростного хозяйства для выполнения указанными предприятиями государственных заданий по искусственному воспроизводству частиковых видов рыб, включая тарань. Контрольная выборка, используемая для анализа, состоит из ряда 590 (пятисот девяноста) экземпляров тарани, измеренных по однотипным параметрам с аналогичной точностью измерений. Использовали восемь надежных и информативных показателей, которые были определены нами в ходе исследований популяционной структуры тарани: длина рыбы от конца рта до окончания чешуйного покрова (ad), длина хвостового стебля (fd), наибольшая высота тела (gh), высота головы у затылка (lm), диаметр глаза (np), длина головы (ap), длина от конца рта до основания спинного плавника (aq), высота спинного плавника (qu) (рис. 3).

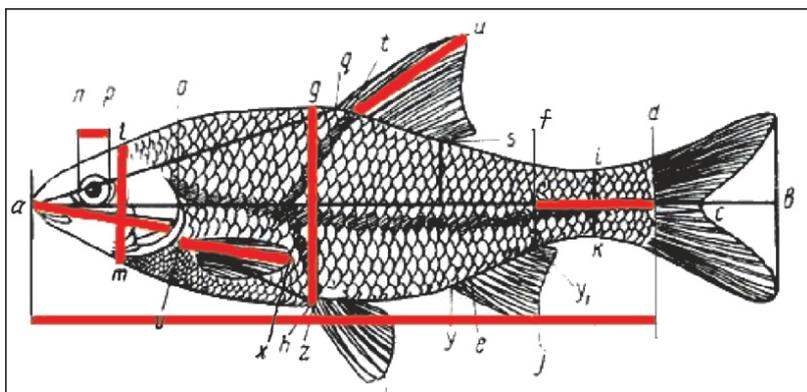


Рисунок 3 – Схема измерения морфометрических признаков вида *Rutilus rutilus*

В качестве примера приведен анализ трех выборок рыб, изъятых при проведении следственных мероприятий. Для определения видовой принадлежности представляемых для экспертизы рыб проводили внешний осмотр всех рыб, каждый экземпляр измеряли штангенциркулем с точностью до 1 мм по восьми показателям, указанным выше. Каждый экземпляр рыбы взвешивали на сертифицированных электронных весах с точностью до 0,1 г. Возраст рыб устанавливали с использованием в качестве регистрирующей структуры чешую.

Рыбу вскрывали, определяли пол и стадию зрелости половых желез.

Методом дискриминантного анализа установлено, что 3 выборки рыб, предположительно, тарани, представленные для экспертизы, по ряду признаков образуют общую совокупность в многомерном пространстве, то есть данные выборки однородны (рис. 4).

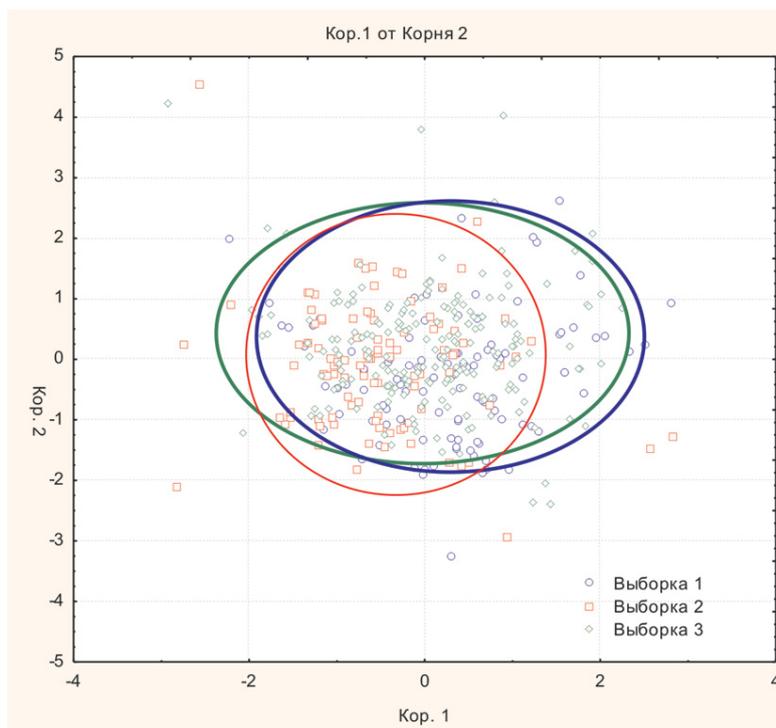


Рисунок 4 – Дискриминантный анализ 3 выборок по 8 признакам

Затем мы проводим сравнение проанализированных выборок с контрольной выборкой. Дискриминантный анализ 3 анализируемых выборок и контрольной выборки показал, что эллипс рассеивания анализируемых выборок и эллипс рассеивания контрольной выборки имеют большую площадь соприкосновения. Так как три анализируемые выборки однородны (рис. 4), для наглядности на рисунке 5 они были объединены в одно общее пространство.

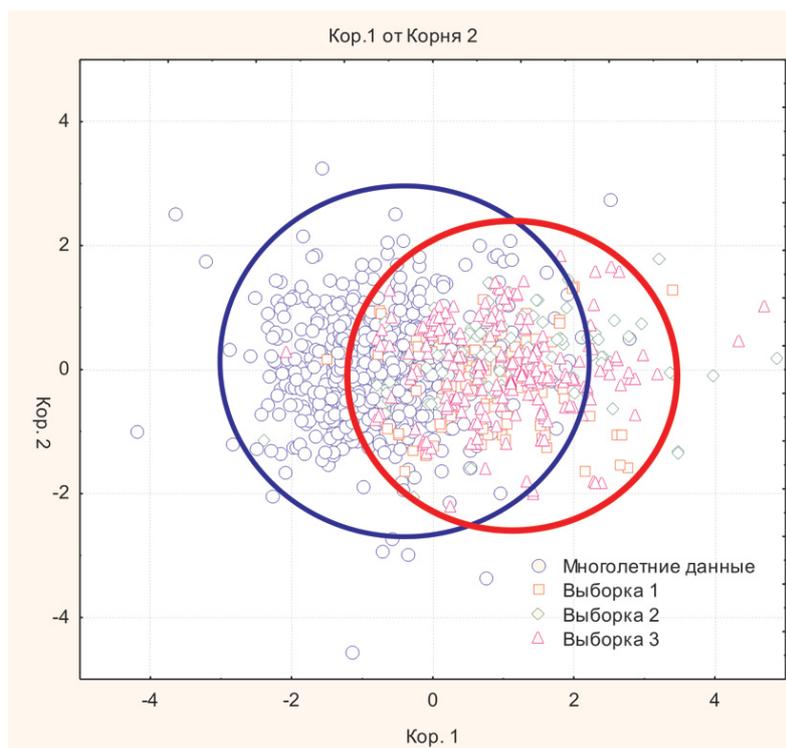


Рисунок 5 – Дискриминантный анализ 4 выборок по 8 признакам

Выполненный анализ распределения морфометрических признаков рыб, предположительно относящихся к роду *Rutilus*, и азовской тарани позволяет сделать вывод об однородности обследованных и контрольной выборок. В данном многомерном анализе, чтобы выборки различались и соответствовали подвидовому рангу по «правилу 75 %», эллипс рассеяния должен на 90 % не совпадать с другим эллипсом рассеяния, чего с очевидностью не отмечено. Характер распределения признаков исследуемых экземпляров рыб и рыб контрольной выборки позволяет сделать вывод об отсутствии их различий. Частичное несовпадение эллипсов рассеивания связано с тем, что контрольная выборка представляет собой совокупность особей нескольких локальных группировок азовской тарани, фенотипические различия между которыми носят клинальный характер и обусловлены влиянием комплекса экологических факторов.

Таким образом, обследование представленных для ихтиологической экспертизы экземпляров рыб и сравнение их с имеющимися в ФГБНУ «АзНИИРХ» многолетними данными по выборкам тарани Азовского моря показало, что достоверных различий между ними по ряду использованных в ходе экспертизы пластических и визуальных признаков не выявлено. На основании внешнего осмотра рыб и проведенного анализа установлено, что по всем признакам представленные на экспертизу экземпляры рыб принадлежат к биологическому виду *Rutilus rutilus*, виду биологических ресурсов тарань.

Список литературы

1. Столбунов И.А., Костин В.В. Особенности реакции плотвы *Rutilus rutilus* (L) в раннем онтогенезе как один из механизмов, определяющих ее распределение по биотопам. Мат. конф. «Поведение рыб». Борок, 2014. С. 268-272.
2. Яблоков А.В. Состояние исследований и некоторые проблемы фенетики популяций. Фенетика популяций. М.: Наука, 1982. С. 13-14.
3. Дехта В.А., Сергеева С.Г., Борякина Т.Г. Изменчивость популяции азовской тарани по комплексу фенотипических признаков // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азовского бассейна / Сб. научных трудов АзНИИРХ.– Ростов-на-Дону, 1998.– С.301-307.
4. Дехта В.А., Сергеева С.Г. Клинальная изменчивость субпопуляций азовской тарани по комплексу морфометрических признаков // Вопросы рыболовства.– 2000.– Т.1, №2-3, ч.1.– С. 113-115.
5. Дехта В.А., Махоткин М.А., Сергеева С.Г. Генетическая адаптация популяций мидии, пиленгаса, тарани к градиенту солености в Азовском море // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азовского бассейна / Труды АзНИИРХ.– Ростов-на-Дону, 2009.– С. 102 - 110.
6. Дехта В.А., Махоткин М.А., Сергеева С.Г. Генетическая адаптация популяций гидробионтов к градиенту солености // Молекулярно-генетические подходы в таксономии и экологии / Тезисы докл. научн. конф. 25-29 марта 2013 г. Ростов-на-Дону, Россия. Изд. ЮНЦ РАН, 2013.-С. 35.
7. Сергеева С. Г. Эколого-генетические аспекты структурированности популяции азовской тарани *Rutilus rutilus heckeli* (Nordman). Дисс. канд. биол. наук., 2000.- 158 с.

POSSIBILITIES OF MORPHOLOGICAL APPROACH TO STUDY THE POPULATION STRUCTURE OF THE AZOV ROACH *RUTILIS RUTILUS* L.

Sergeeva S.G., Dekhta V.A., Dudkin S.I., Chepurnaya T.A.

FGBNU «Azov Research Institute of Fisheries», Rostov-on-Don, Russia

To study the structure of fish populations we use a complex of methods whose scientific and application-specific aspects have been considered in the paper. The structure of the Azov roach is shown to cover several ecological groups that differ by polymorphic protein loci and some morphometric parameters. Discriminatory analysis of these marker morphometric indices has revealed that they enable fish species identification.

Key words: roach, subsample, monitoring, population structure, biochemical polymorphism, morphometric characteristics, discriminant analysis.

ОБИЛИЕ И ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ МЕТАЗОЙНОГО МИКРОЗООПЛАНКТОНА В ПРИБРЕЖЬЕ ЧЁРНОГО МОРЯ: КОРОТКОПЕРИОДНАЯ ДИНАМИКА В ВЕСЕННЕ-ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

С.А. Серегин, Е.В. Попова

Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН, Севастополь, Россия, serg-seryogin@yandex.ru

В устьевой части Севастопольской бухты изучена динамика численности и видового состава метазойного микрозоопланктона в весенне-летний период. Увеличение его численности происходило на фоне повышения температуры воды и определялось ростом обилия рачковой фракции микрозоопланктона и копепод как основной ее части. В общем тренде изменений наблюдались краткие пульсации, обусловленные вариациями силы и направления ветра. Основой видового разнообразия микрозоопланктона являлись науплиусы и ранние копеподиты *Acartia*, *Oithona*, *Paracalanus*, *Centropages* и *Naupacticoidea*, велигеры двустворчатых и брюхоногих моллюсков, личинки оболочника *Oikopleura dioica*, науплиусы усонюгих раков. При возрастающем доминировании в планктоне копеподы *Oithona davisae* общее видовое разнообразие сообщества микрозоопланктона снижалось.

Ключевые слова: метазойный микрозоопланктон, численность, видовое разнообразие, короткопериодная изменчивость, побережье Чёрного моря.

Введение. С конца 2009 г. по настоящее время нами проводится мониторинг численности и видового состава метазойного микрозоопланктона (ММЗП) в устье Севастопольской бухты и в ближайшем открытом побережье [15]. Выбор этой группы планктонных организмов определяется их важной ролью в функционировании не только планктонного сообщества, но и всей пелагической экосистемы Чёрного моря. Значительна роль ММЗП в передаче вещества и энергии от низших трофических уровней (фито- и бактериопланктон) к более высоким (ихтиопланктон). Играя существенную роль в питании молоди рыб, ММЗП обеспечивает условия воспроизводства рыбных запасов моря. Знание состава и структуры ММЗП позволяет использовать его в индикаторных целях при диагностике качества водной среды, а также состояний экосистем как стадий их естественного развития и при оценке изменений этого процесса под влиянием антропогенных факторов [6, 16]. Для исследуемой фракции микрозоопланктона в целом, а также для отдельных групп и видов его составляющих характерна выраженная сезонная и межгодовая вариабельность обилия [15]. Что касается короткопериодной изменчивости (в частности, ежесуточной), – такие данные отсутствуют. В то же время, ее оценка позволила бы лучше понять взаимодействие как внутри сообщества микрозоопланктона, так и последнего с другими трофическими уровнями всей пелагической экосистемы. А также, – выявить ведущие абиотические факторы среды, определяющие вариабельность обилия ММЗП на масштабах времени дни - недели. Что, несомненно, **актуально** и, в итоге, дало бы дополнительную информацию для анализа биогеохимических, биологических и экологических процессов в море.

Целью настоящей работы являлась оценка короткопериодной изменчивости численности и видового состава метазойного микрозоопланктона в побережье Чёрного моря и выявление факторов, воздействующих на эту изменчивость.

Материалы и методы. Материалами послужили ежедневные (с 13 мая по 21 июня 2013 г.) сборы проб воды для определения общей численности (ОЧ) и видового состава метазойного микрозоопланктона (ММЗП) в поверхностном слое вод устьевой части Севастопольской бухты. По данным многолетнего экологического мониторинга и биогеохимического районирования морской поверхности Севастопольской бухты, данный район оценивается как район слабого загрязнения бухты [3]. Для исследования был выбран весенне-летний период сезонного цикла с явно выраженным временным градиентом численности ММЗП. Пробы воды объемом 2-3 л сгущали с использованием воронки обратной фильтрации [20] и ядерных фильтров с размером пор 1-3 мкм. По традиции отечественных исследователей к фракции метазойного МЗП относили зоопланктонные организмы размером от 20 до 500 мкм [2, 5, 10, 13]. Анализ всех проб проводили тотально в камере Богорова

под микроскопом МБС-9 при увеличении 4×8. Определение копепод проводили до вида вплоть до науплиальных стадий – по [9]. Единственное исключение – науплиусы *Acartia clausi* Giesbrecht, 1889 и *A. tonsa* Dana, 1849, которые при стандартной камеральной обработке достоверно не различаются [12]; их мы объединяли на родовом уровне. При взятии проб измеряли температуру поверхностного слоя воды при помощи гидрологического термометра и регистрировали направление и силу ветра в момент отбора проб. Также, эти параметры и данные по атмосферному давлению были взяты на сайте www.gismeteo.ru. Видовое разнообразие оценивали по индексу Шеннона-Уивера и коэффициенту биоразнообразия Симпсона. Для построения графиков использовали программы Microsoft Excel, 2003 и SigmaPlot 11.0. Аппарат статистических расчетов этих программ использовали и для вычисления необходимых параметров, характеризующих условия среды и сообщество ММЗП (средние значения, коэффициенты вариации, коэффициенты корреляций, критерии различий, уровни достоверности и др.).

Результаты. Климатические и гидрологические факторы (температура воды, атмосферное давление, скорость и направление ветра) за время наблюдений проявляли существенные колебания. Общий диапазон изменений температуры воды составил 5.2 °C: от 18.2 до 23.4 °C. При общем тренде повышения ее изменения происходили неравномерно (рис. 1 А). Вероятнее всего, это было связано с пульсациями силы и направления ветра (рис. 1 Б), которые могли приводить к сгонно-нагонным явлениям при данном расположении станции отбора проб непосредственно у “берега”. Коэффициенты корреляции температуры и указанных погодных факторов составляли $r^2 = -0.30$ и $r^2 = 0.34$, соответственно. Преобладающими по частоте во время наблюдения являлись ветры с направлением 180° – 315°, т.е., южных – юго-западных и западных – северо-западных (рис. 1 Б). Как и в случае с силой ветра атмосферное давление демонстрировало выраженные пульсации разной длительности и направленности, однако, согласованности их с изменениями ветровых характеристик или температуры не наблюдалось.

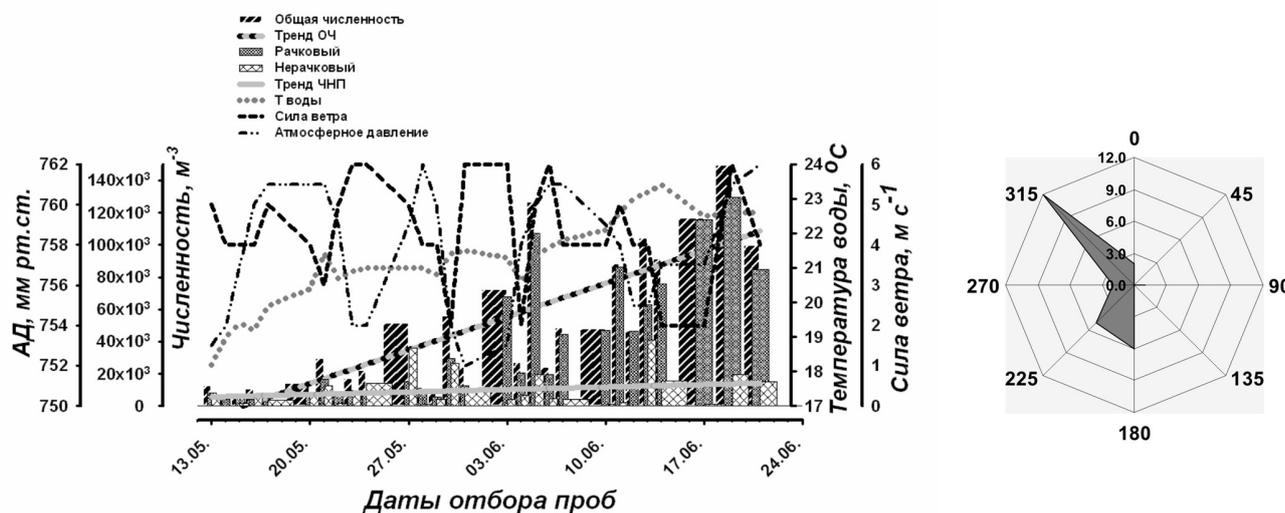


Рисунок 1 – Короткопериодная изменчивость общей численности ММЗП, его рачковой и нерачковой фракций, температуры воды, атмосферного давления, силы ветра (А) и его направления (Роза ветров) (Б). Устье Севастопольской бухты, 13.05.–23.06.2013 г. ЧНП – численность нерачкового планктона; АД – атмосферное давление

Основой видового разнообразия ММЗП в рассматриваемый период времени являлись науплиальные и ранние копеподитные стадии копепод родов *Acartia*, *Oithona*, *Paracalanus*, *Centropages*, науплиусы и копеподиты *Harpacticoida*, *Pleopis polyphemoides*, науплиусы усонюгих раков (Cirripedia), велигеры двустворчатых и брюхоногих моллюсков, личинки полихет и оболочника *Oikopleura dioica*. Изредка и в малых количествах встречались коловратки, планулы Hydroidomedusae, а также Isopoda и Phoronida.

Динамика индекса Шеннона-Уивера и коэффициента биоразнообразия Симпсона за время

наблюдений характеризовалась более или менее выраженным общим снижением. При этом хорошо выделяются 2 периода, в течение которых интенсивности снижения значительно различались (рис. 2), что было связано (как будет показано ниже) с изменением пропорций в видовой структуре ММЗП. Средние значения индекса Н для 1-го и 2-го периодов составляли, соответственно, 1,87 и 1,24. Критерий суммы рангов Манна-Уитни показал, что различие медиан индекса Шеннона для двух периодов больше, чем ожидалось бы случайно, и между ними существует статистически значимое различие ($P = <0,001$). Коэффициент биоразнообразия Симпсона в продолжение большей части наблюдений свидетельствовал о высокой степени биоразнообразия сообщества микрзоопланктона (значения 0.7 – 0.9). Лишь с 10 июня его значения снизились до 0.18 – 0.6, свидетельствуя об уменьшении биоразнообразия (рис. 2). Следует подчеркнуть, что “отреагировал” коэффициент Симпсона на изменение видовой структуры сообщества ММЗП на несколько дней позднее индекса Шеннона.

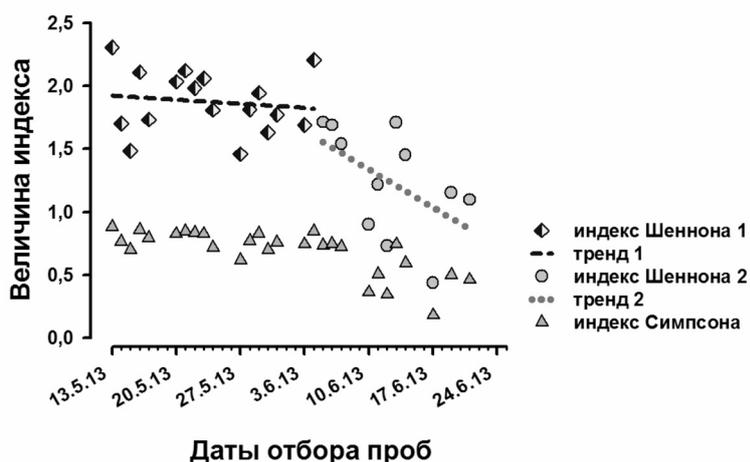


Рисунок 2 – Временная динамика информационного индекса Шеннона-Уивера и коэффициента биоразнообразия Симпсона, рассчитанных для сообщества ММЗП побережья Севастополя: 1 период – 13.05 – 04.06.2013 г. 2 период – 05.06. – 21.06.2013 г.

Оба индекса биоразнообразия (Шеннона и Симпсона) показали значимую корреляцию с гидрометеорологическими условиями среды: более слабую – с направлением ветров ($r^2 = -0.41$ и -0.43 при $P = 0.03$ и 0.02 , соответственно) и более сильную – с температурой воды ($r^2 = -0.64$; $P < 0.01$ – оба).

Общая численность ММЗП за время наблюдений изменялась в пределах почти двух порядков величин: от 4.6 тыс. экз. m^{-3} до 149.4 тыс. экз. m^{-3} ; средняя численность за период наблюдений составила 47.3 ± 42.3 тыс. экз. m^{-3} . Характер этих изменений можно описать, в общем виде, восходящей пилообразной кривой (рис. 1). Сильная и статистически значимая связь вариаций численности наблюдалась только с температурой воды ($r^2 = 0.71$; $P = 0.00002$). Менее сильная, но также статистически значимая связь выявилась между общей численностью и направлением ветра ($r^2 = 0.37$; $P = 0.05$). При явно выраженном тренде возрастания численности наблюдались частые краткие ее пульсации. Они проявлялись как на групповом (рачковый и нерачковый ММЗП, личинки брюхоногих и двустворчатых моллюсков и др.), так и на видовом уровнях (отдельные виды копепод).

Динамика численности рачкового микрзоопланктона в исследованный период времени четко разделялась на 2 периода. 1-й период, – в течение которого численность определялась видами копепод рода *Acartia* (39.3 % численности копепод), *Paracalanus parvus* (Claus, 1863) (23.6 %), *Centropages ponticus* Karavaev, 1894 (22.8 %). В сумме с гарпактицидами их вклад в общую численность копепод составлял 90 %. 2-й период, – когда с первых чисел июня резко возросла численность копеподы-вселенца *Oithona davisae* Ferrari & Orsi, 1984, до этого не превышавшей порога в 5 тыс. экз. m^{-3} (рис. 3). В дальнейшем ее численность непрерывно возрастала, достигнув к концу наблюдений более 100 тыс. экз. m^{-3} . По сравнению с 1-м периодом численность *O. davisae* возросла более, чем в 40 раз. В максимумах ее обилие составляло до 90 % всей численности копепод, а в среднем за период наблюдений

– почти 75 %. Средняя численность *P. parvus* уменьшилась с 3.0 до 2.1 тыс. экз. м⁻³, а численность *C. ponticus* осталась без изменений (2.9 тыс. экз. м⁻³). При этом, в процентном выражении их доля в составе копепод уменьшилась в 6-7 раз – до 3-4 %. Несмотря на рост абсолютной численности *Acartia* ~ в 2.4 раза, ее доля в общей численности копепод, также, заметно снизилась: в среднем, до 16.3 %.

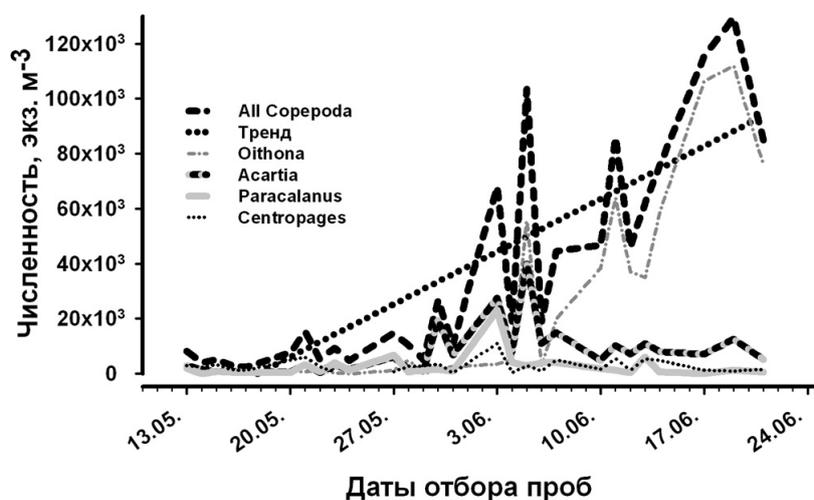


Рисунок 3 – Динамика общей численности копепод и их отдельных видов в устье Севастопольской бухты в переходный весенне-летний период 2013 г.

Динамика численности нерачкового ММЗП характеризовалась значительно более медленными темпами роста по сравнению с фракцией рачкового ММЗП. Основным компонентом нерачкового микрозоопланктона, определявшим динамику его численности, являлись велигеры брюхоногих моллюсков. На протяжении всего периода наблюдений они составляли, в среднем, 37-40 % численности (при вариациях от 0 до 90 %). Варьирование их обилия четко коррелировало с суммарной численностью нерачкового микрозоопланктона ($r^2 = 0,92$) (рис. 4). В последнюю неделю наблюдений заметно возросла численность велигеров двустворчатых моллюсков – до 9-16 тыс. экз. м⁻³. Личинки аппендикулярий и коловратки были малочисленны, особенно в июне. В начальный период наблюдений, – до 21 мая, – определенный вклад в рост численности нерачкового ММЗП вносили личинки полихет, в максимуме достигавшие численности более 6 тыс. экз. м⁻³.

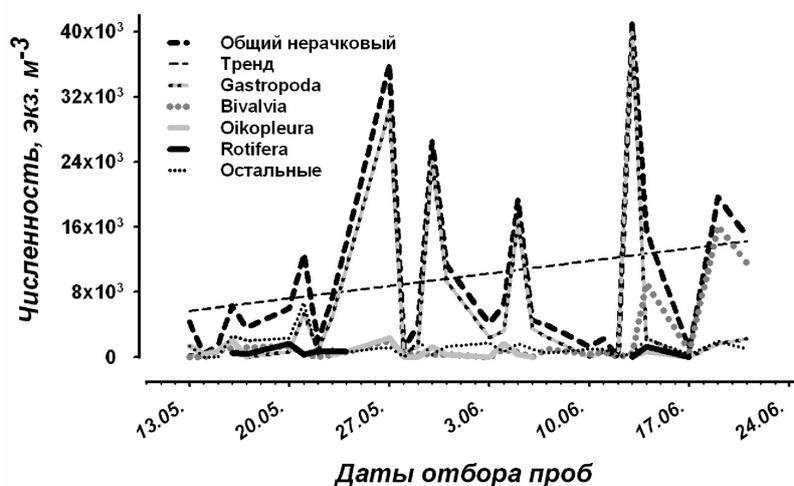


Рисунок 4 – Динамика общей численности и отдельных групп (видов) нерачкового ММЗП в устье Севастопольской бухты в переходный весенне-летний период 2013 г.

На фоне невысокой скорости роста численности нерачковой фракции ММЗП степень ее флуктуаций была заметно выше по сравнению с рачковым микрозоопланктоном. Об этом

свидетельствуют величины коэффициента вариации. Для рачкового ММЗП они составляли 70 % в мае и 49 % в июне, а варьирование их доли в общей численности было еще меньше: 32 % и 13 %. Тогда, как степень варьирования для нерачкового ММЗП составляла по этим же позициям 111 % – 104 % и 46 % – 86 %, соответственно.

Обсуждение. Эстуарные водоемы характеризуются очень динамичной средой в силу варьирования приливно-отливных явлений, речного стока, ветровых пульсаций и других факторов. Именно к такому типу акваторий относится и Севастопольская бухта. Ось бухты ориентирована примерно в широтном направлении с востока на запад. Приливно-отливные воздействия не оказывают существенного влияния из-за своей малой амплитуды: колебания уровня Чёрного моря не превышают 10 см. Речной сток на период исследований оставался относительно постоянным. Осадки за время наблюдений были очень скудными: в мае – отсутствовали вообще; в июне наблюдались незначительные: 2-3 мм – 3-4 июня и от 8 до 2 мм – 14-17 июня [17]. Основным фактором, определяющим циркуляцию вод в бухте, является ветер. Его вариации по силе и направленности могут приводить к изменению пространственного распределения температуры и солености (как маркеров водных масс) в течение нескольких часов. Преобладающие восточные ветры способствуют выносу вод из бухты, а южные, юго-восточные и юго-западные поступлению морских вод в бухту. Т.о., динамика водного режима бухты определяется, прежде всего, сгонно-нагонными явлениями [3]. Их влияние на перераспределение планктонных организмов в крымских водах отмечалось неоднократно, например [4, 7].

Температура воды является одним из основных факторов среды, определяющих сезонную динамику планктонного сообщества. Совпадение сезонных трендов общей численности ММЗП и температурного фактора в прибрежье Севастополя было показано нами при многолетнем мониторинге данной акватории [15]. Во время настоящих исследований температура воды и сила ветра характеризовались противофазными изменениями умеренной силы ($r^2=-0.30$), т.е., подчинялись известной закономерности повышения температурного фона при ослаблении ветровой активности, и наоборот [3]. Логично было предполагать воздействие этих факторов среды и на динамику численности организмов микрозоопланктона. Что и подтвердили проведенные исследования. При этом, температура воды выступала как фактор, определяющий направление основного тренда изменений обилия ММЗП, а ветровое воздействие сказывалось, прежде всего, на кратковременном его варьировании в поверхностном слое вод. Воздействие “ветровых событий” (wind events) на короткопериодное изменение обилия и видового разнообразия фитопланктона было обнаружено в позднелетний период при выполнении исследований по программе DYNAPROC в глубоководной северо-западной части Средиземного моря [18]. Сходный результат был получен, также, в прибрежных водах этого района [21].

Оба фактора (температура и ветер) существенным образом влияли и на биоразнообразие сообщества ММЗП. Это проявилось в статистически значимой отрицательной корреляции этих факторов и обоих индексов биоразнообразия – Шеннона-Уивера и Симпсона. В природоохранных мероприятиях и оценках принимается в качестве аксиомы, что богатые видами биотические сообщества всегда предпочтительнее обедненных. Многочисленные факты указывают на тесную, хотя и не однозначную связь видовой структуры с биомассой, продуктивностью, стабильностью и устойчивостью экосистем [1, 19]. Среди наиболее существенных экологических показателей, выбранных для комплексного экологического мониторинга океана, по степени изменения которых можно выявить негативные антропогенные изменения морских экосистем на фоне природных флуктуаций, значатся следующие [8]: изменение средней биомассы популяций планктонных и бентосных организмов; упрощение сообществ морских организмов, уменьшение видового разнообразия, полное исчезновение отдельных видов и замена их на более устойчивые к антропогенному воздействию; появление индикаторных форм микроорганизмов, увеличение их численности и расширение ареалов распространения; исчезновение донной фауны (макрозообентоса); массовое развитие отдельных видов, либо появление и активное развитие видов-”вселенцев”, ведущее к перестройке ценозов; эвтрофирование вод и связанные с этим явления изменения биологического и химического режимов.

Таким образом, зарегистрированное нами снижение биоразнообразия ММЗП в ходе весенне-летней фазы его сукцессии на фоне прогрессирующего доминирования копеподы-”вселенца” *O. davisae* отражает негативное влияние этого вида на структуру планктонного

сообщества и свидетельствует о перестройке биоценоза прибрежных вод Чёрного моря.

В настоящее время индекс Шеннона используется не только для оценки видового разнообразия сообществ организмов, но и для заключения о качестве среды их обитания. Разработаны и применяются в экологических исследованиях следующие соотношения величины индекса с трофностью водоемов (табл. 1) [6, 11]. Среднее значение индекса Шеннона за период исследований ($H = 1.62$) соответствовало мезотрофному статусу вод устьевой части Севастопольской бухты в весенне-летний период года. Что подтверждается и нашими предыдущими исследованиями по многолетней динамике обилия бактериопланктона в данной акватории, которое характеризует экологическое состояние вод в последние годы как стабильное в рамках мезотрофного статуса [14].

Основу численности ММЗП составлял рачковый планктон, в подавляющей массе состоящий из науплиусов и ранних копеподитных стадий копепод. В ходе наблюдений его доля в общей численности возрастала: в первый период (до конца мая) она, в среднем, составляла около 60 %, а в июне – почти 90 %. Соответственно, доля нерачкового ММЗП уменьшилась с 41 % до 9 % от общей численности при почти неизменной абсолютной численности (около 9.0 и 7.1 тыс. экз. m^{-3}).

Таблица 1
Оценка трофического статуса водного объекта по индексу Шеннона (из: [6])

Трофность водоемов	Величина индекса
Ультраолиготрофные	3.06 - 2.30
Олиготрофные	2.30 - 1.89
Мезотрофные	1.89 - 1.52
Эвтрофные	1.52 - 1.25
Гиперэвтрофные	1.25 - 1.11

Как уже говорилось выше, динамика численности нерачкового микрозоопланктона заметно отличалась от таковой рачковой фракции. На наш взгляд, эти отличия связаны с тем, что рачковый ММЗП относится к голопланктону, а большая часть нерачкового микрозоопланктона была представлена меропланктонными организмами. Более высокая степень флуктуаций их численности могла, вероятно, дополнительно определяться спецификой жизненного цикла: процессами размножения – появления велигеров брюхоногих и двустворчатых моллюсков в планктоне и последующего оседания на дно, т.е., - исчезновения из планктона и переходу к оседлой фазе. В благоприятных условиях планктонная фаза жизни моллюсков может составлять несколько дней, т.е., вполне сопоставима с масштабом короткопериодной изменчивости численности микрозоопланктона.

Выводы

1. Общая численность ММЗП за время наблюдений изменялась в пределах почти двух порядков величин: от 4.6 тыс. экз. m^{-3} до 149.4 тыс. экз. m^{-3} ; средняя численность за период наблюдений составила 47.3 ± 42.3 тыс. экз. m^{-3} .

2. Основой видового разнообразия ММЗП в переходный от весны к лету период являлись науплиальные и ранние копеподитные стадии копепод *Acartia*, *Oithona*, *Paracalanus*, *Centropages*, а также *Narpacticoida*, особи *Pleopis polyphemoides*, науплиусы усоногих раков (*Cirripedia*), велигеры двустворчатых и брюхоногих моллюсков, личинки полихет и оболочника *Oikopleura dioica*.

3. Увеличение общей численности метазойного микрозоопланктона в устье Севастопольской бухты происходило на фоне повышения температуры воды и определялось ростом обилия рачковой фракции микрозоопланктона и, прежде всего, копепод как основной ее части.

4. Общий тренд изменений численности ММЗП, определяемый температурным фактором, модифицировался краткими ее пульсациями, обусловленными вариацией метеорологических факторов - силой и направлением ветра.

5. При возрастающем доминировании в планктоне копеподы *O. davisae* общее видовое разнообразие сообщества ММЗП снижается, что свидетельствует о перестройке биоценоза прибрежных вод Чёрного моря под влиянием видов-”вселенцев”.

6. Величины индекса биоразнообразия Шеннона свидетельствуют о мезотрофном статусе вод устьевой части Севастопольской бухты в весенне-летний период года.

Список литературы

1. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества: в 2-х т. М.: Мир, 1989.- 667 с.
2. Заика В. Е., Морякова В. К., Островская Н. А. и др. Распределение морского микрозоопланктона. – Киев: Наукова Думка, 1976. – 92 с.
3. Иванов В. А., Овсяный Е. И., Репетин Л. Н. и др. Гидролого-гидрохимический режим Севастопольской бухты и его изменения под воздействием климатических и антропогенных факторов.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2006.– 91 с.
4. Казанкова И. И. Особенности динамики оседания личинок мидии и митилястера в связи со сгонно-нагонными явлениями у юго-западных берегов Крыма (Чёрное море) // Экология моря. – 2000. – вып. 51. – С. 35 – 39.
5. Ковалев А.В. Орудия и метод суммарного учета морского микро- и мезозоопланктона // Экология моря. – 1980. – вып. 3 – С. 61 – 64.
6. Метод оценки качества вод и состояния водных экосистем в схемах КИОВР // 1.www.msuee.ru/snwo/prezentacion/Lekcia2.pptэ
7. Никитин В. Н., Скворцов Е. Ф. Непериодические изменения гидрологических элементов и состава планктона у южных берегов Крыма // Записки Крымск. общ. естествоисп. – 1926. – 9. – С. 67 – 79.
8. Общие сведения об экологическом мониторинге океана / Центр данных ЕСИМО по оценке экологического состояния морской среды по биологическим показателям. Ин-т глобального климата и экологии Росгидромета и РАН. - <http://www.igce.comcor.ru>
9. Определитель фауны Чёрного и Азовского морей: в 3 т. / Академия наук УССР. Институт биологии южных морей. – Киев: Наукова думка, 1969. – т. 2: Свободноживущие беспозвоночные. Ракообразные. – 536 с.
10. Островская Н. А., Скрябин В. А., Загородняя Ю. А. Микрозоопланктон / Ковалев А. В., Финенко З. З. (ред.). Планктон Чёрного моря. – Киев: Наукова Думка, 1993. – С. 165 – 183.
11. Пузнецките К.С., Марушкина Е.В. Применение индексов альфа-разнообразия зоопланктонных сообществ для оценки трофического статуса водоемов (на примере некоторых озер чебаркульской группы) // Вестн. Челябин. гос. ун-та. – Сер. 12. Экология. Природопользование. – 2005. – №1 (1). – С. 22 – 25.
12. Сажина Л. И. Науплиусы масоовых видов пелагических копепод мирового океана.- Киев: Наукова думка, 1985.- 238 с.
13. Сажина Л. И. Плодовитость Чёрноморских копепод в 1992 г. // Океанология. – 1995. – 35, N 4. – С. 562 – 568.
14. Серегин С. А. Сезонная и многолетняя динамика общей численности бактериопланктона в прибрежных водах Севастополя // Рыбное хозяйство Украины. – 2013. – №2 (85). – С. 10 – 16.
15. Серегин С. А., Попова Е. В. Численность и видовой состав метазойного микрозоопланктона в прибрежье Севастополя: 2009 – 2012 // Рыбное хозяйство Украины. – 2012. – №6 (83). – С. 3 – 9.
16. Gavrilova N., Dolan J. R. A Note on Species Lists and Ecosystem Shifts: Black Sea Tintinnids, Ciliates of the Microzooplankton // Acta Protozool. – 2007. – 46. – P. 279 – 288.
17. <http://www.sevmeteo.info>
18. Lasternas S., Tunin-Ley A., Ibacez F. et al. Short-term dynamics of microplankton abundance and diversity in NW Mediterranean Sea during late summer conditions (DYNAPROC 2 cruise; 2004) // Biogeosciences. – 2011. – 8. – P. 743 – 761.
19. Loreau, M., Naeem, S., Inchausti, P. et al. Biodiversity and ecosystem functioning: current knowledge and future challenges // Science. – 2001. – 294. – P. 804 – 808.
20. Sorokin Yu. I., Kopylov A. I., Mamaeva N. V. Abundance and dynamics of microplankton in the central tropical Indian Ocean // Mar. Ecol. Prog. Ser. – 1985. – 24. – P. 27 – 41.
21. Thyssen M., Mathieu D., Garcia N. et al. Short-term variation of phytoplankton assemblages in Mediterranean coastal waters recorded with an automated submerged flow cytometer // J. Plankt. Res. – 2008. – 30, Issue 9. – P. 1027 – 1040.

ABUNDANCE AND SPECIES DIVERSITY OF METAZOAN MICROZOOPLANKTON IN THE COASTAL ZONE OF THE BLACK SEA: SHORT-TERM DYNAMICS IN THE SPRING-SUMMER PERIOD

Seregin S.A., Popova E.V.

A.O. Kovalevski Institute of Marine Biological Research RAS, Sevastopol, Russia, sergeryogin@yandex.ru

Dynamics of the metazoan microzooplankton abundance and species composition was analyzed in the mouth of the Sevastopol Bay in the spring-summer period. Increasing of the abundance occurred against rising water temperature and was determined by the growth of crustacean faction and copepods as the main part of it. Observed short pulsations in the general trend were caused by variations in the strength and direction of the wind. The base of microzooplankton species diversity were nauplius and early copepodites of *Acartia*, *Oithona*, *Paracalanus*, *Centropages* and *Harpacticoida*, bivalve and gastropod veligers, larvae tunicate *Oikopleura dioica*, barnacle nauplius. The total microzooplankton community species diversity declines with increasing dominance of copepod *Oithona davisae*.

Key words: metazoan microzooplankton, abundance, species diversity, short-term variability, Black Sea coastal waters.

ТИПОЛОГИЯ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ТЕНДЕНЦИИ БОЛОТНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ УКРАИНСКОГО РАСТОЧЬЯ

В.М. Скробала

Национальный лесотехнический университет Украины, г. Львов, Украина, skrobala@ukr.net

Типологическая схема болотной растительности Украинского Расточья получена на основе фитоиндикационной оценки экологических режимов местопроизрастаний и графической визуализации эколого-флористической классификации с использованием методов прямой ординации. В упрощенном виде типологическую схему можно представить в виде двух эколого-фитоценологических рядов: 1. Ledo-Sphagnetum magellanici → Sphagno-Caricetum rostratae, Caricetum lasiocarpae → Carici-Agrostietum caninae → Caricetum davallianae; 2. Sphagno-Caricetum rostratae → Betulo-Salicetum repentis, Salicetum pentandro-cinereae → Sphagno squarrosi-Alnetum → Ribeso nigri-Alnetum. Типологическая схема отражает экологические особенности болотной растительности в зависимости от плодородия и влажности почвы.

Ключевые слова: Украинское Расточье, болотная растительность, типология, ординация.

Введение

Украинское Расточье – суженная холмистая гряда 15–20 километров шириной и до 400 метров высотой, изрезанная широкими заболоченными долинами рек, которая тянется в направлении от Львова на северо-запад к Польше. Своеобразное географическое положение Расточья на границе с Карпатами, Полесьем и Подолем наложило свой отпечаток на флору и растительность региона. Типичными для Расточья являются карпатские бучины, полесские сосновые боры и болота, ксеротермные подольские фитоценозы [2, 6].

В начале прошлого столетия болотная растительность Расточья занимала первые речные террасы широких пойм и заболоченные котловины между отдельными грядами холмов. Проведение осушительной мелиорации и зарегулирование рек с целью ведения рыбного хозяйства стали причиной практически полного уничтожения болот. Прогнозирование динамических тенденций, охрана и восстановление природных экосистем не возможны без систематизации знаний в виде классификационных и типологических схем.

Методика и материалы исследований

Типизацию экотопов болотной и лесной растительности Украинского Расточья осуществляли на основе фитоиндикационной оценки экологических условий фитоценозов по семи параметрам: L – освещенность, T – термический режим, K – континентальность, F – режим влагообеспеченности, R – кислотность, N – содержание азота, S – засоленность почвы, баллы по шкалам Г. Элленберга [7]. Кроме собственных описаний, использовали также данные литературных источников [2, 6].

Конструирование обобщенной типологической схемы болотной растительности на основе эколого-флористической классификации и анализ ее динамических тенденций осуществляли путем графической визуализации результатов прямой ординации. Названия видов представлены согласно “Определителя высших растений Украины” [1], а синтаксонов – в соответствии с синтаксономической схемой растительности региона [2]. Проверку полученных результатов выполняли на основе анализа литературных источников [2-6].

Результаты и обсуждения

Болотная растительность Украинского Расточья характеризуется небольшим разнообразием, о чем свидетельствует узкий диапазон варьирования экологических параметров местообитаний (табл. 1).

Характеристика условий произрастания растительности болот и заболоченных лесов проведена на основе экологических шкал Г. Элленберга.

Шкала освещенности (L):

- 5 – теневыносливые растения (в большинстве случаев растут при освещенности более 10%, в виде исключения – при полной освещенности);
- 6 – от теневыносливых до светолюбивых (между 5 и 7 степенями, редко растут при освещенности менее 20%);

7 – светолюбивые растения (растут в большинстве случаев при полной освещенности, но могут и в тени – до 30%);

8 – от светолюбивых до сильносветолюбивых (в виде исключения могут расти при освещенности до 40%);

9 – очень светолюбивые растения (растут только на освещенных местах, на открытой местности, при освещенности не менее 50%).

Таблица 1

Характеристика экотопов болотной и лесной растительности Украинского Расточья

		L	T	K	F	R	N	S
класс Scheuchzerio-Caricetea								
1	Caricetum lasiocarpae	8,02	4,49	4,06	8,87	4,04	3,19	0,08
2	Carici canescentis-Agrostietum caninae	7,31	5,02	3,93	8,34	4,58	3,27	0,10
3	Sphagno-Caricetum rostratae	7,68	5,25	4,60	9,27	3,83	3,29	0,10
4	Caricetum davallianae	7,31	4,56	3,54	8,67	5,66	2,32	0,07
класс Охусocco-Sphagnetea								
5	Ledo-Sphagnetum magellanicum	6,26	5,11	4,72	8,54	2,33	2,58	0,12
класс Alnetea glutinosae								
6	Sphagno squarrosi-Alnetum	6,17	5,53	4,06	8,37	5,47	5,05	0,08
7	Betulo-Salicetum repentis	6,80	5,24	3,96	8,39	5,58	4,39	0,16
8	Ribeso nigri-Alnetum	6,02	5,26	4,00	8,25	5,84	5,23	0,04
9	Salicetum pentandro-cinereae	6,76	5,45	4,52	8,43	5,49	4,67	0,19
класс Vaccinio-Piceetea								
10	Molinio-Pinetum	6,19	5,09	3,83	6,92	3,33	2,45	0,08
11	Vaccinio uliginosi-Pinetum	5,86	5,08	4,49	6,77	2,03	2,54	0,08
класс Querco-Fagetea								
12	Fraxino-Alnetum	5,05	4,94	4,02	7,20	5,81	5,47	0,06
13	Stellario nemorum-Alnetum glutinosae	4,19	5,13	3,59	6,52	5,80	6,23	0,02

Шкала температурного режима (Т):

4 – от прохладного до умеренного (между 4 и 5 степенями);

5 – умеренный (умеренно теплый) климат;

6 – от умеренно теплого до теплого (между 5 и 7 степенями);

7 – теплый климат.

Шкала континентальности (К):

3 – от океанического до субокеанического (между 2 и 4 степенями, большей частью центрально-европейские виды);

4 – субокеанический (центрально-европейские и восточноевропейские виды);

5 – промежуточный (от слабо субокеанического до слабо субконтинентального);

6 – субконтинентальный (восточно-центрально-европейские и восточно-европейские виды);

Шкала влажности почв (F):

5 – свежие местообитания (средне-влажные);

6 – от свежих до влажных местообитаний (между 5 и 7 степенями);

7 – влажные местообитания (хорошо пропитанные влагой, но не сырые);

8 – от влажных до сырых местообитаний (между 7 и 9 степенями);

9 – сырые местообитания (преимущественно бедные кислородом почвы);

10 – временно затопливаемые местообитания (растения, пересыхающих водоемов);

11 – мелководная среда (надводные растения);

12 – глубоководная среда (подводные растения).

Шкала кислотности почв (R):

- 1 – сильнокислые почвы (растения, произрастающие только на кислых, но никогда на слабокислых и щелочных почвах);
- 2 – от сильнокислых до кислых (между 1 и 3 степенями);
- 3 – кислые почвы (растения, произрастающие на кислых почвах и только в виде исключения на нейтральных);
- 4 – от кислых до умеренно кислых почв (между 3 и 5 степенями);
- 5 – умеренно кислые почвы (растения, произрастающие как на сильно кислых, так нейтральных почвах);
- 6 – от умеренно кислых до слабо кислых почв (нейтральных) (между 5 и 7 степенями);

Шкала азотного богатства (N):

- 1 – крайне бедные азотом местообитания;
- 2 – от крайне бедных до бедных (между 1 и 3 степенями);
- 3 – бедные азотом местообитания (растения, встречающиеся на богатых азотом почвах только в виде исключения);
- 4 – от бедных до умеренно обеспеченных азотом (между 3 и 5 степенями);
- 5 – умеренно обеспеченные (умеренно богатые) азотом местообитания;
- 6 – от умеренно обеспеченных до богатых азотом (между 5 и 7 степенями);
- 7 – богатые азотом местообитания (растения, встречающиеся на бедных азотом почвах только в виде исключения).

Шкала засоленности почв (S):

- 0 – не выносящие засоление (растения, произрастающие только на почвах без растворимых солей);
- 1 – от незасоленных до бедных солями почвы (содержание иона-хлора 0-0,1 %);
- 2 – олиготрофные, бедные солями почвы (содержание иона-хлора 0,05-0,3 %).

Упорядочение фитоценологической информации на основе прямой ординации позволяет выполнить геометрическую интерпретацию геоботанической информации и представить эколого-флористическую классификацию болотной и лесной растительности Украинского Расточья в виде типологических схем (рис. 1, 2).

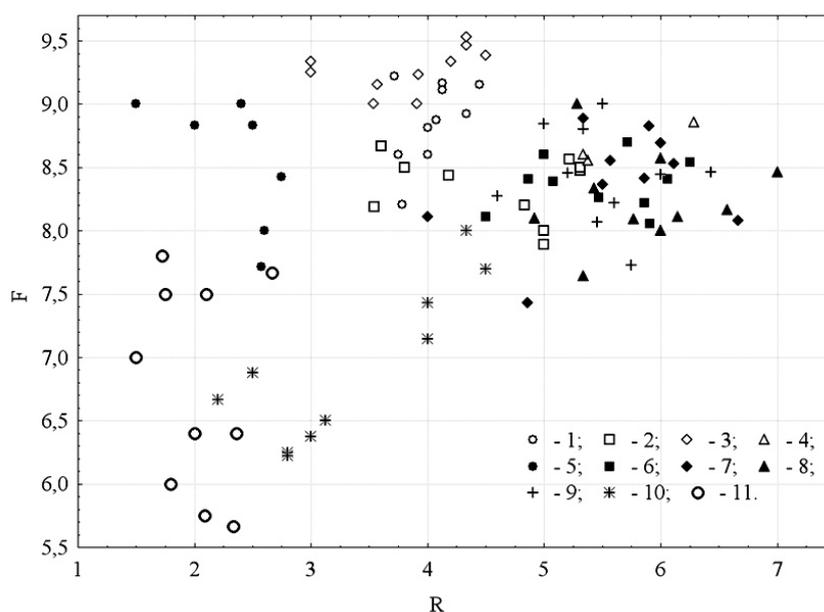


Рисунок 1 – Экологическое пространство болотной и лесной растительности Украинского Расточья в системе координат кислотности и влагообеспеченности почвы:

Эдафические факторы: R – кислотность почвы, баллы; F – содержание влаги, баллы [7]; Синтаксоны: 1. *Caricetum lasiocarpae*; 2. *Carici canescentis-Agrostietum caninae*; 3. *Sphagno-Caricetum rostratae*; 4. *Caricetum davallianae*; 5. *Ledo-Sphagnetum magellanicum*; 6. *Sphagno squarrosi-Alnetum*; 7. *Betulo-Salicetum repentis*; 8. *Ribeso nigri-Alnetum*; 9. *Salicetum pentandro-cinereae*; 10. *Molinio-Pinetum*; 11. *Vaccinio uliginosi-Pinetum*.

На основе эдафической сетки даже с использованием детальных экологических шкал влагообеспеченности и плодородия почвы не удается полностью раскрыть механизм формирования потенциальной растительности болот. Указанные закономерности можно отразить только в трехмерном пространстве на основе характерной комбинации эдафических факторов кислотности почвы и содержания азота, а также освещенности в ценозе. Фактор влагообеспеченности почвы болотной растительности характеризуется узким диапазоном, поэтому не играет существенной роли в экологической дифференциации болотных экотопов.

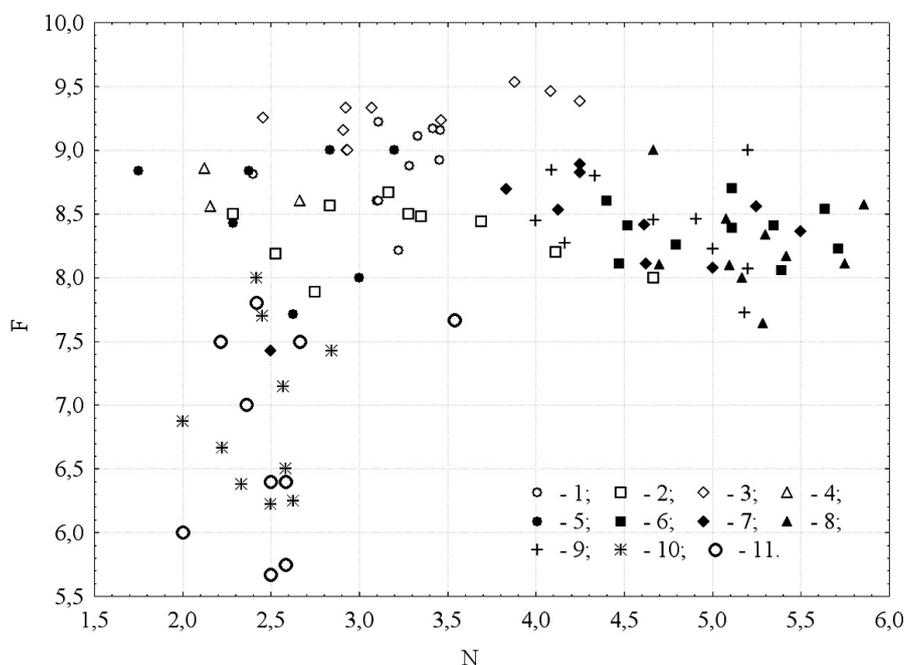


Рисунок 2 – Экологическое пространство болотной и лесной растительности Украинского Расточья в системе координат содержания азота и влагообеспеченности почвы:

Эдафические факторы: N – содержание азота, баллы; F – содержание влаги, баллы [7]; Числовая нумерация синтаксонов соответствует рис. 1.

Результаты сравнительной оценки экологических условий позволяют представить типологическую схему болотной растительности (рис. 1-2) в виде двух эколого-фитоценологических рядов:

1. Ledo-Sphagnetum magellanici → Sphagno-Caricetum rostratae, Caricetum lasiocarpae → Carici-Agrostietum caninae → Caricetum davallianae;

2. Sphagno-Caricetum rostratae → Betulo-Salicetum repentis, Salicetum pentandro-cinereaе → Sphagno squarrosi-Alnetum → Ribeso nigri-Alnetum.

В Украинском Расточье сохранились только отдельные фрагменты ассоциации Ledo-Sphagnetum magellanici. Формируются такие фитоценозы в олиготрофных условиях на кислых торфяно-болотных почвах (рис. 1-2). К раритетным видам ассоциации относятся *Andromeda polifolia*, *Drosera rotundifolia*, *Eriophorum vaginatum*, *Охусoccus palustris*. На глубоких торфах Ledo-Sphagnetum magellanici постепенно преобразуется в Molinio-Pinetum. На неглубоких и сильно подсушенных торфах чаще всего переходит в ассоциацию Vaccinio uliginosi-Pinetum [2].

Практически исчезла с территории Украинского Расточья ассоциация Sphagno-Caricetum rostratae. Фитоценозы этой ассоциации занимают мокрые торфяно-болотные почвы с очень кислой реакцией. К категории редких и исчезающих относится и ассоциация Caricetum davallianae [2]. Экотопы этой ассоциации характеризуется необычным сочетанием эдафических факторов – низкого содержания азота и умеренной кислотности почв (табл.).

Carici canescentis-Agrostietum caninae – достаточно распространенная ассоциация. Часто имеет производный характер, формируясь на месте осоково-сфагновых болот

при понижении уровня грунтовых вод [2]. К распространенным в настоящее время относится и болотная ассоциация *Caricetum lasiocarpae*. Характерна для участков с сезонным подтоплением в понижениях прирусловых террас на торфяно-болотных почвах [2].

Условия формирования и динамические тенденции фитоценозов класса *Alnetea glutinosae* во многом определяются режимом влагообеспеченности почвы и содержания гумуса. По сравнению с сосновыми лесами ассоциации *Molinio-Pinetum* и сосновыми болотами ассоциации *Ledo-Sphagnetum magellanicum* черноольховые леса отличаются умеренно богатыми почвенными условиями. На менее влажных и более плодородных почвах формируются черноольховые леса ассоциаций *Fraxino-Alnetum* и *Stellario nemorum-Alnetum glutinosae*, принадлежащие к классу *Quercio-Fagetea* [2-6].

Закономерности формирования и динамические тенденции фитоценозов класса *Alnetea glutinosae* достаточно сложные. Ассоциации *Betulo-Salicetum repentis* и *Salicetum pentandrocinereae*, которые занимают периферию экологического пространства класса, являются наиболее уязвимыми к антропогенному воздействию. Их развитие зависит от характера изменений влагообеспеченности почвы и содержания азота. Наиболее отчетливо проявляется эколого-фитоценологический ряд *Sphagno squarrosi-Alnetum* → *Ribeso nigri-Alnetum* → *Fraxino-Alnetum* → *Stellario nemorum-Alnetum glutinosae* [4-5].

Выводы. Болотная растительность относится к наиболее уязвимому типу растительности в регионе. Осушительная мелиорация в Украинском Расточье стала причиной практически полного исчезновения болотных фитоценозов и замены их на лесные.

Эколого-флористическая классификация болотной растительности Украинского Расточья характеризуется высокой информативностью. Конструирование на ее основе типологических схем позволяет трактовать фитоценологическую информацию в категориях направления и расстояния в многомерном пространстве признаков экологических факторов, решая вопросы динамики растительного покрова, взаимосвязей различных типов растительности и экологического прогнозирования. Результаты сравнительной оценки экологических условий позволяют представить типологическую схему болотной растительности в виде двух эколого-фитоценологических рядов: 1. *Ledo-Sphagnetum magellanicum* → *Sphagno-Caricetum rostratae*, *Caricetum lasiocarpae* → *Carici-Agrostietum caninae* → *Caricetum davallianae*; 2. *Sphagno-Caricetum rostratae* → *Betulo-Salicetum repentis*, *Salicetum pentandrocinereae* → *Sphagno squarrosi-Alnetum* → *Ribeso nigri-Alnetum*. Типологическая схема отражает экологические закономерности формирования болотной растительности в зависимости от кислотности, влагообеспеченности и содержания азота в почве.

Список литературы

1. Определитель высших растений Украины. – Киев.: Наук. думка, 1987. – 548 с.
2. Сорока М.І. Рослинність Українського Розточчя / М.І. Сорока. – Львів: Світ, 2008. 434 с.
3. Скробала В.М. Багатовимірна типологія лісів Українського Розточчя: клас *Vaccinio-Picetea* Br.-Bl. 1939 / В.М. Скробала // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. – Львів: РВВ НЛТУ України. – 2010, вип. 20.11. – С. 26-29.
4. Скробала В.М. Багатовимірна типологія лісів Українського Розточчя: клас *Alnetea glutinosae* Br.-Bl. et R. Tx. 1943 / В.М. Скробала // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. – Львів: РВВ НЛТУ України. – 2010, вип. 20.16. – С. 214-217.
5. Скробала В.М. Багатовимірна типологія лісів Українського Розточчя: клас *Quercio-Fagetea* Br.-Bl et Vlieg. 1937 / В.М. Скробала // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. – Львів: РВВ НЛТУ України. – 2011, вип. 21.5. – С. 30-33.
6. Ткачик В.П. Рослинність заповідника "Розточчя": класифікація методом Браун-Бланке / В.П. Ткачик. – Львів: НТШ, 1998. – 198 с.
7. Ellenberg H. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa / H. Ellenberg, H.E. Weber, R. Dull et al. // Scripta geobot.– 1992.– Vol.18.– 258 S.

TYOLOGY AND DYNAMIC TRENDS OF UKRAINIAN ROZTOCHYA SWAMP VEGETATION

Skrobala V.M.

Ukrainian National University of Forestry and Wood Technology, Lvov, Ukraine, skrobala@ukr.net

The typological scheme of swamp vegetation of Ukrainian Roztochya derived from phytointdycative assessment of enviromental ecological regimes and graphical visualization of eco-floristic classification using direct ordination. Typological simplified scheme can be represented as two ecological-phytocoenological rows: 1. Ledo-Sphagnetum magellanicum → Sphagno-Caricetum rostratae, Caricetum lasiocarpae → Carici-Agrostietum caninae → Caricetum davalliana; 2. Sphagno-Caricetum rostratae → Betulo-Salicetum repentis, Salicetum pentandro-cinereae → Sphagno squarrosi-Alnetum → Ribeso nigri-Alnetum. Typological scheme reflects the environmental peculiarities of swamp vegetation depending on fertility and soil moisture.

Key words: Ukrainian Roztochya, swamp vegetation, typology, ordination.

УДК 597.553.1

ВЛИЯНИЕ ВОЗОБНОВЛЕННОГО ПРОМЫСЛА ПРЕДНЕРЕСТОВОЙ ГИЖИГИНСКО-КАМЧАТСКОЙ СЕЛЬДИ НА ВОЗРАСТНОЙ СОСТАВ ЕЕ ПОПУЛЯЦИИ

А.А. Смирнов

Магаданский НИИ рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «МагаданНИРО»), Северо-Восточный государственный университет, г. Магадан, РФ, andrsmir@mail.ru

Кратко освещена история промысла гижигинско-камчатской сельди. Приведены изменения возрастного состава преднерестовой гижигинско-камчатской сельди при возобновлении масштабного промысла весной 2013-2015 гг. Протяженный возрастной ряд, значительное количество рыб старших возрастов и стабильность средних возрастных показателей показывают, что промысел не оказал негативного влияния на состояние популяции гижигинско-камчатской сельди.

Ключевые слова: сельдь, промысел, вылов, возраст.

Составной частью проблемы сохранения биологического разнообразия является оптимальное использование возобновляемых ресурсов биосферы. Это возможно, в частности, через контроль за биологическим состоянием рассматриваемого ресурса, с целью отслеживания негативных последствий при его частичном изъятии. Рассмотрим подобный мониторинг на примере промысла гижигинско-камчатской сельди.

Популяция гижигинско-камчатской сельди обитает в северо-восточной части Охотского моря. Ее основные нерестилища находятся на побережье Гижигинской губы зал. Шелихова, локальные – в прибрежье Западной Камчатки. Нагул происходит в водах западной Камчатки и в северной части моря [2, 4, 7].

Промышленное освоение этого ресурса началось с первой половины 20-х годов прошлого века [1]. Промысел осуществлялся как в нерестовой, так и в нагульный периоды. Годовой вылов составлял от 40 до 80 тыс. т в год, в 1958 г. был достигнут максимальный вылов в 161 тыс. т [8].

К началу 1970-х гг. появление нескольких неурожайных (малочисленных) поколений в сочетании с чрезмерным выловом привело к снижению численности популяции этой сельди и с 1974 г. был введен запрет на ее промысел [5].

До 1988 г. вылов сельди ограничивался обловом ее нерестовых скоплений в Гижигинской губе залива Шелихова для получения информации о биологическом состоянии. Годовое изъятие при этом составляло от 0,1 до 8,3 тыс. т.

Период восстановления начался с 1988 г., когда после многолетнего перерыва были

найжены предзимоваьные скопления гижигинско-камчатской сельди, имевшие промысловую значимость [2] и было рекомендовано возобновить ее промышленный лов в нагульный период. В октябре – декабре 1988-1992 гг. в заливе Шелихова регулярно проводился промысел гижигинско-камчатской сельди, с годовыми объемами вылова от 1,1 до 4,4 тыс. т. С 2002 г. был официально разрешен промысел и нерестовой сельди, но объемы ее изъятия колебались в пределах 3,2–11,4 тыс. т в год.

В 2007-2011 гг. вылов гижигинско-камчатской сельди в Западно-Камчатской подзоне, по данным официальной статистики, составлял от 5 до 14% от выделяемых объемов.

В связи со стабильным состоянием запаса сельди, обитающей в Западно-Камчатской подзоне и незначительным годовым объемом освоения, МагаданНИРО обосновал ее исключение из перечня объектов, на которые устанавливается общий допустимый улов (ОДУ), и перевод в категорию видов, промысел которых происходит в режиме возможного вылова (ВВ) [6].

Различия в способе освоения состоят в том, что при лове в режиме ОДУ наделение квотами ведется по долям, которые закреплены между пользователями на длительный срок, а при промысле в режиме ВВ – по заявительному принципу. Таким образом, рыбохозяйственные предприятия, не имевшие квот на гижигинско-камчатскую сельдь, получили возможность ее осваивать.

Биологическое обоснование о переводе объекта из одной категории промысла в другую было одобрено Росрыболовством и с 2012 г. ее добыча стала осуществляться по заявительному принципу. Такое решение привело к увеличению вылова гижигинско-камчатской сельди, причем основное изъятие осуществлялось в марте - апреле.

Основой для настоящей работы послужили многолетние материалы, в объеме 25330 экз., собранные сотрудниками Магаданского НИИ рыбного хозяйства и океанографии в марте – апреле 1998-2011 и 2013-2015 гг. из уловов промысловых судов, осуществлявших промысел в зал. Шелихова и прилегающих водах Западно-Камчатской подзоны Охотского моря.

Для того, чтобы оценить влияние судового промысла в марте-апреле на возрастные показатели половозрелой части популяции гижигинско-камчатской сельди, мы сравнили данные за 1998-2011 гг., когда вылов преднерестовой сельди не превышал нескольких тыс. т и составлял 0,1-3,1% от рекомендованного годового изъятия, и 2013-2015 гг., когда вылов составлял 65,9-100% от рекомендованного, причем весь лов проводился именно в преднерестовой период (79,08 тыс. т, 69,44 тыс. т и 30,99 тыс. т соответственно). В 2012 г. было выловлено 21,78 тыс. т (43,6% возможного вылова). Сельдь для анализов бралась непосредственно из уловов, чтобы избежать влияния возможной сортировки при переработке.

Известно [3], что надежным индикатором степени эксплуатации запасов биоресурса служит динамика изменений максимального возраста рыб: интенсивно эксплуатируемая популяция имеет более короткий возрастной ряд. По нашим данным (табл.), возрастной ряд преднерестовой гижигинско-камчатской сельди, как в период 1998-2011 гг., так и в 2013-2015 гг. колебался от 3 до 16 лет, причем средние показатели в последние годы даже несколько увеличились: с 7,7 до 8,7 лет.

Возрастной состав в рассматриваемые годы изменился: если в первом рассматриваемом периоде доля младшевозрастных рыб (в возрасте 3-5 лет) составляла 12,3%, то в 2013-2015 гг. она почти не изменилась и была равной 11,6% (табл. 1), доля рыб среднего возраста (6-8 лет) снизилась с 55,9 до 25,2%. Доля старшевозрастных рыб (9-16 лет) в уловах 2013-2015 гг., напротив, значительно увеличилась, с 31,8 до 63,2%, что говорит о стабильном состоянии популяции. Значительное количество рыб старших возрастов может говорить и о том, что в популяции мало высокоурожайных (многочисленных) поколений, однако в нашем случае этот не так и урожайные поколения 2011-2012 гг. рождения в популяции присутствуют. По данным сборов 2015 г. доля рыб в возрасте 3 года составила 7,6%,

в возрасте 4 года – 12,4%, тогда как доля рыб этих возрастов, по среднемноголетним данным, ниже и составляет 0,3 и 5,7% соответственно.

Таблица 1

**Возрастной состав преднерестовых скоплений гижигинско-камчатской сельди
в периоды с различной интенсивностью освоения биоресурса, %**

Период, годы	Возраст, лет														Среднее значение, лет
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1998-2011	2,7	2,7	6,9	19,6	22	14,2	11,1	10,5	4,2	2,7	2,4	0,6	-	0,3	7,7
2013-2015	2,8	4,8	4,0	5,9	6,1	13,2	23,4	18,9	13,4	4,9	2,0	0,5	0,1	0,1	8,7

Таким образом, возобновившийся масштабный промысел гижигинско-камчатской сельди в 2013-2015 гг., по нашим данным, не оказал существенного негативного влияния на состояние ее популяции, о чем говорит наличие достаточно протяженного возрастного ряда, значительное количество рыб старших возрастов и стабильность средних возрастных показателей.

Список литературы

1. Бацаев И.Д. 2006. История развития рыбных промыслов и рыбной промышленности Притауйского района Магаданской области // Ландшафты, климат и природные ресурсы Тауйской губы Охотского моря. Владивосток: Дальнаука. С. 204–225.
2. Вышегородцев В.А. 1994. Поиск предзимовальных скоплений гижигинско-камчатской сельди // Рыбное хозяйство. № 6. С. 24–25.
3. Науменко Н.И. 2001. Биология и промысел морских сельдей Дальнего Востока. Петропавловск-Камчатский. Камчатский печатный двор. 330 с.
4. Правоторова Е.П. 1965. Некоторые данные по биологии гижигинско-камчатской сельди в связи с колебаниями ее численности и изменением ареала нагула // Изв. ТИНРО. Т. 59. С. 102–128.
5. Смирнов А.А. 2001. Современное состояние запасов и перспективы промысла гижигинско-камчатской сельди // Вопросы рыболовства. Т. 2. С. 287-298.
6. Смирнов А.А. 2011. История промысла и современный ресурсный потенциал гижигинско-камчатской сельди // Вторая всероссийская научно-практическая конференция «Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование». КГТУ. Петропавловск-Камчатский. С. 209–211.
7. Смирнов А.А. 2014. Биология, распределение и состояние запасов гижигинско-камчатской сельди // Магадан. МагаданНИРО. 2014. 170 с.
8. Смирнов А.А., Трофимов И.К. 2010. Краткая характеристика промысла гижигинско-камчатской сельди // Вестник СВНЦ ДВО РАН. № 3. С. 99–102.

**THE IMPACT OF RENEWED FISHING PRESPAWNING GIZHIGA-KAMCHATKA
HERRING IN THE AGE STRUCTURE OF ITS POPULATION**

Smirnov A.A.

*The Magadan Research Institute of Fisheries and Oceanography, Northeastern State University,
Magadan*

Briefly covered the history of the fishery gizhiga-kamchatka herring. Given the changing age composition prespawning gizhiga-kamchatka herring in the resumption of large-scale fishing in the spring of the 2013-2015. The long series of age, a significant number of older fish and stability of the middle age indicators show that fish had no negative impact on the population status gizhiga-kamchatka herring.

Key words: herring, fish, catch, age.

**ВЛИЯНИЕ СРЕДЫ В РАННЕМ ОНТОГЕНЕЗЕ НА ДАЛЬНЕЙШЕЕ
ПИЩЕВОЕ И ПОИСКОВОЕ ПОВЕДЕНИЕ
МОЛОДИ ПЛОТВЫ (*RUTILUS RUTILUS* L.)**

Е.С. Смирнова, А.К. Смирнов

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН; 152742, Ярославская обл.,
пос. Борок, ИБВВ РАН, Россия; smirnov@ibiw.yaroslavl.ru*

Молодь плотвы после выклева выращивали в трех группах различающихся уровнем обогащенности среды (наличие хищника, течение, максимальная депривация). В стабильной среде наилучшие показатели пищевой эффективности, а также поискового поведения наблюдались у группы, выращенной в присутствии хищника. При смене параметров окружающей среды (регулярное изменение положения кормовых пятен) наибольшее снижение скорости питания было отмечено у плотвы из контрольной группы. Увеличение времени группового движения и времени покоя у рыб, росших в присутствии хищника, вызвано, вероятно, оборонительной реакцией. Полученные экспериментальные данные показывают важность повышения уровня сенсорной стимуляции в раннем онтогенезе для формирования навыков необходимых для успешного интродуцирования заводской молоди в естественную среду.

Ключевые слова: обогащенность среды, пищевое и поисковое поведение, молодь.

Существенное влияние на поведение животных оказывает объем сенсорной информации, полученной ими в раннем онтогенезе, что может влиять на структуру нейронов мозга и способности, к дальнейшему обучению. В многочисленных исследованиях показано глубокое влияние сенсорной стимуляции в раннем онтогенезе на разные виды поведения (исследовательское, оборонительное, пищевое, рео- и оптомоторную реакции), обучения и памяти на развитие ЦНС у взрослых животных [1, 2, 5, 9]. В данном контексте информационная обогащенность среды определяется разнообразием стимулов, которые воздействуют на развивающийся организм. К числу важнейших из этих стимулов относят присутствие хищника, гидродинамические условия среды и степень подвижности кормовых организмов [3, 4, 7].

Низкий уровень сенсорной стимуляции препятствует формированию навыков, необходимых для жизни в естественной среде. Например, это имеет место на рыбозаводах, где искусственно выращивают молодь рыб разных видов для интродукции их в естественную среду. В результате, у этой молоди наблюдается очень низкая, по сравнению с дикой молодью, выживаемость в природных условиях [2, 4, 6, 7].

Цель работы – оценить эффективность пищевого и поискового поведения у молоди плотвы (*Rutilus rutilus* L.), выращенных в условиях сред с разной обогащенностью в период раннего онтогенеза (с 12-го дня после массового выклева).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в 2008-2009 гг. на молоди плотвы, полученной путём искусственного оплодотворения от одной пары производителей. После начала активного плавания (12-е сут. после вылупления) личинок плотвы по 200 экз. рассадили в 3 аквариума ёмкостью 225 л, где обеспечивалась различная степень информационной обогащенности среды обитания.

Первую опытную группу плотвы (Х) содержали в аквариуме вместе с хищником (окунь *Perca fluviatilis* L.). Для предотвращения полного выедания молоди, хищник находился в сетчатом садке, расположенном в центре аквариума. Размер ячеек позволял молоди проплывать через садок, но хищник был ограничен в перемещениях. Это, с одной стороны, обеспечивало приобретение молодью навыков оборонительного поведения, с другой – позволяло большей части рыб выжить в течение длительного периода подращивания. Молодь плотвы кормили живым планктоном, отловленным в естественном водоёме.

Вторую опытную группу плотвы (Т) выращивали в аквариуме, в котором с помощью аквариумной помпы создавали течение. По мере роста рыб (абсолютная длина (TL) в начале и конце выращивания соответственно 5 и 30-35 мм) скорость течения увеличивали от 0.01

до 0.90 м/с. Молодь этой группы также кормили живым планктоном из естественного водоёма.

Третья группа плотвы (К) являлась контрольной и выращивалась в аквариуме, где были созданы условия с минимальным (относительно первых двух групп) уровнем обогащённости среды – в отсутствие хищника, течения и подвижных кормовых организмов. Для кормления, как и в двух предыдущих случаях, использовали зоопланктон, отловленный в естественном водоёме, но перед внесением в аквариум его обездвиживали нагреванием воды до 60 °С.

Во всех аквариумах субстрат на дне отсутствовал. Рыб выращивали при температуре воды около 20 °С и естественном освещении. Корм вносили в одно и то же время суток. Периодически осуществлялась чистка аквариумов и частичная замена воды.

После окончания подращивания, которое длилось 95 сут., всю молодь (каждую группу отдельно) пересадили в аквариумы с одинаковыми условиями, из которых их затем в необходимом количестве изымали для проведения экспериментов.

Было проведено два вида эксперимента. **В первом** эксперименте кормовые пятна все время находились на одних и тех же местах. **Во втором** – местоположение кормовых пятен все время изменялось. Продолжительность каждого эксперимента 15 дней. В день проводилось по две съёмки данных в 9-30 и 13-30 часов. Во избежание влияния экспериментатора, поведение рыб регистрировалось с помощью видеокамеры.

Перед началом эксперимента было сформировано 3 группы рыб по три особи в каждой. Группы помещались в экспериментальную установку оригинальной конструкции, на дне которой находился речной песок слоем 3-4 см, в который зарывался корм. В виде корма в экспериментах выступали личинки *Chironomus riparius*, которых обездвиживали и в количестве 90 шт на группу, давали дважды в день, зарывая их в песок по трем «кормовым пятнам» по 30 шт на пятно (ситечко диаметром 8 см). По окончании эксперимента ситечки откапывали и определяли количество несъеденного корма. Освещение в экспериментах производилось лампами дневного света. Перед началом эксперимента проводилась адаптация молоди в течение 2-3 недель, пока она не осваивалась с условиями содержания и кормления.

Перед началом съёмки эксперимента рыб помещали в стартовой отсек. В аквариуме соответствующим образом распределялись кормовые пятна и маскировались песком. Сам песок затем выравнивался по всей площади дна аквариума. После этого плотва выпускалась из стартового отсека и в течение 15 минут перемещалась по аквариуму в поисках корма.

Для исследования особенностей и эффективности пищевого поведения молоди плотвы трех групп в экспериментах регистрировали следующие поведенческие параметры: R – рацион (кол-во корма съеденного за время эксперимента); $T_{\text{пит}}$ – время питания (продолжительность поиска и захват личинок хирономид рыбами в «кормовом пятне»), в секундах; $V_{\text{пит}}$ – скорость питания (отношение кол-ва съеденных личинок к суммарному времени питания) шт/с. $T_{\text{гд}}$ – время движение рыб группой, $T_{\text{од}}$ – время одиночного движения, $T_{\text{пок}}$ – время покоя. Статистические расчеты проводились в пакете STATISTICA с использованием критерия Стьюдента для сравнения независимых выборок.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В показателях пищевого и поискового поведения групп плотвы выращенных при различной депривации среды были получены определенные различия (Табл.). В первом эксперименте, при сохранении положения кормовых пятен на постоянных местах, молодь плотвы из группы X, показала максимальный рацион питания (R), в то время как группа T не показала достоверных ($p < 0.05$) отличий от контрольной группы. Среднее время питания ($T_{\text{пит}}$) в обеих опытных группах было достоверно выше чем в контрольной. Скорость питания ($V_{\text{пит}}$) в группе X не отличалась от контрольной, однако у группы T данный показатель был значительно ниже контроля ($p < 0.05$). Показатели поискового поведения опытных групп также отличались от контрольной. У рыб из группы X время группового движения ($T_{\text{гд}}$) было минимальным, в то же время для рыб из группы T достоверных различий от контроля не было установлено. Время одиночного движения ($T_{\text{од}}$) в группе X было максимальным, а время покоя ($T_{\text{пок}}$) – минимальным, все отличия достоверны ($p < 0.05$).

Во втором эксперименте, при изменении местоположения кормовых пятен было отмечено существенное снижение рациона (R) молодь из всех трех групп по отношению

к первому эксперименту ($p < 0.05$): X – на 43.3%, T – на 28.3% и K – на 17.4% (табл. 1). При этом, значение данного показателя в контрольной группе было несколько выше остальных ($p < 0.05$). Так же произошло снижение времени питания ($T_{\text{пит}}$) у групп, выросших в среде с хищником и течением на 25.6 и 33.3%, соответственно. В то же время у контрольных рыб данный показатель вырос на 19.9%. Скорость питания ($V_{\text{пит}}$) у всех групп плотвы была одинакова. Показатели поискового поведения также претерпели заметные изменения в сравнении с первым экспериментом. Достоверно ($p < 0.05$) возросло время группового движения ($T_{\text{гд}}$) у опытных групп, в то время как в контроле данный показатель несколько снизился. Противоположная ситуация была отмечена со временем одиночного движения ($T_{\text{од}}$). Сильно увеличилось время покоя ($T_{\text{пок}}$) в опытных группах, однако в контроле оно снизилось фактически до нуля.

Таблица 1

Показатели пищевого и поискового поведения молоди плотвы выращенной в различных условиях (X, T, K) в двух типах экспериментов

Показатель	X	T	K
Эксперимент 1			
R, шт	74.4±1.8 ¹²	61.5±1.9	61.4±1.9
$T_{\text{пит}}$, с	72.3±4.4 ¹²	92.7±2.8 ¹	57.5±3.0
$V_{\text{пит}}$, шт/с	1.0±0.1 ²	0.7±0.03 ¹	1.1±0.1
$T_{\text{гд}}$, с	398.1±26.0 ¹²	511.6±27.9	479.8±24.7
$T_{\text{од}}$, с	327.5±20.1 ¹	270.8±21.7	215.3±19.8
$T_{\text{пок}}$, с	4.9±2.0 ¹²	25.0±4.9	37.7±10.4
Эксперимент 2			
R, шт	42.5±1.8 ¹	44.1±1.9 ¹	50.7±1.2
$T_{\text{пит}}$, с	53.8±4.4 ¹	61.8±27.2	71.1±5.4
$V_{\text{пит}}$, шт/с	0.8±0.1	0.7±0.1	0.7±0.1
$T_{\text{гд}}$, с	579.9±16.6 ¹²	694.3±21.2 ¹	416.5±26.7
$T_{\text{од}}$, с	183.4±13.4 ¹²	133.4±17.9 ¹	286.1±17.3
$T_{\text{пок}}$, с	69.4±11.1 ¹	50.4±13.5 ¹	0.6±0.2

R – рацион, $T_{\text{пит}}$ – время питания, $V_{\text{пит}}$ – скорость питания, $T_{\text{гд}}$ – время движение рыб группой, $T_{\text{од}}$ – время одиночного движения $T_{\text{пок}}$ – время покоя, ¹ – достоверные отличия, по отношению к контрольной группе, ² – достоверные отличия к группе течения.

Как видно из полученных данных, степень депривации среды обитания на начальных стадиях онтогенеза оказывает определенные последствия на дальнейшее пищевое и поисковое поведение молоди плотвы. В условиях стабильной среды (местоположение кормовых пятен неизменно) рыбы, выращенные на течении, уступали остальным группам в эффективности питания – скорость питания была минимальной. Эффективней всего питалась молодь из группы, выросшей в присутствии хищника, это подтверждается самым высоким значением рациона и скоростью питания равной контрольной. У рыб группы T преобладала групповая составляющая поискового поведения, в то время как рыбы группы X чаще двигались в одиночку выбирая различные направления для поиска. В целом молодь опытных групп осуществляла более активный поиск и время покоя у них было гораздо меньше контрольного. Это хорошо согласуется с ранее полученными данными по негативному влиянию депривации среды во время ранних стадий онтогенеза на исследовательское поведение молоди леща и плотвы [3, 8].

При внесении изменений в экспериментальную среду (регулярное изменение местоположения кормовых пятен) рыбы всех групп негативно отреагировали на это, что выразилось в достоверном снижении рационов. Эффективность питания сильнее всего

ухудшилась в контрольной группе – самое сильное снижение скорости питания. Показатели поискового поведения также несколько изменились. Рыбы из группы X стали чаще двигаться в группе и увеличили время покоя в сравнении со стабильной экспериментальной средой. Возможно, отмеченные во втором эксперименте изменения в поисковом поведении молоди выросшей совместно с хищником свидетельствует о проявлении оборонительной реакции на изменения в среде. Полученные экспериментальные данные показывают важность повышения уровня сенсорной стимуляции в раннем онтогенезе для формирования навыков необходимых для успешного интродуцирования заводской молоди в естественную среду.

ВЫВОДЫ

1. Различная степень обогащения среды на ранних стадиях онтогенеза способна оказывать влияние на дальнейшее пищевое и поисковое поведение молоди плотвы.

2. Присутствие в среде выращивания хищника способствует улучшению показателей пищевого и поискового поведения молоди плотвы в стабильной среде.

3. Нестабильная среда снижала эффективность пищевого поведения у всех трех экспериментальных групп и также вызвала изменения в поисковом поведении, что, вероятно является проявлением оборонительной реакции у молоди.

Список литературы

1. Афонина М.О., Михеев В.Н., Павлов Д.С. Влияние неоднородности среды, воспринимаемой зрением, на обучение поиску корма чернополосых цихлазом, *Cichlasoma nigrofasciatum* (Pisces: Cichlidae) // Докл. Акад. Наук. - 2000. - Т. 372. - № 4. - С. 555–557.
2. Витвицкая Л.В., Козлов А.Б., Тихомиров А.М. Анализ влияния различных факторов в раннем онтогенезе на поведение молоди севрюги // Журн. высшей нервной деятельности. - 1994. - Т. 44. - № 3. - С. 516–525.
3. Герасимов Ю.В., Столбунов И.А. Влияние условий среды разной обогащенности в раннем онтогенезе на пищевое и оборонительное поведение молоди леща *Abramis brama* (Cyprinidae) // Вопр. ихтиологии. - 2007. - Т. 47. - № 2. - С. 253–261.
4. Касимов Р.Ю. Сравнительная характеристика поведения заводской и дикой молоди осетровых в раннем онтогенезе. - Баку: Элм, 1980. - 135 с.
5. Михеев В.Н. Неоднородность среды и трофические отношения у рыб. - Москва: Наука, 2006. - 190 с.
6. Митанс А.Р. Поведение, питание и рост заводской молоди после выпуска в реку // Рыбохозяйственные исследования в бассейне Балтийского моря. - 1970. - С. 102–123.
7. Никоноров С.И., Витвицкая Л.В. Эколого-генетические проблемы искусственного воспроизводства осетровых и лососевых рыб. - Москва: Наука, 1993. - 254 с.
8. Смирнова Е.С., Герасимов Ю.В. Влияние условий среды в период раннего онтогенеза на формирование оборонительного поведения у молоди плотвы *Rutilus rutilus* (Cyprinidae) // Вопр. ихтиологии. - 2010. - Т. 50. - № 1. - С. 130–139.
9. Boer J.N., Heuts B.A. Prior exposure to visual cues affecting dominance in the jewel fish, *Hemichromis bimaculatus* Gill 1982 (Pisces, Cichlidae) // Behavior. - 1973. - V. XLIV. - P. 299–321.

THE INFLUENCE OF ENVIRONMENT IN EARLY ONTOGENESIS ON FURTHER FOOD AND SEARCH BEHAVIOR OF JUVENILE ROACH (*RUTILUS RUTILUS* L.)

Smirnova E.S., Smirnov A.K.

*Federal state budgetary organization of science I.D.Papanin Institute for Biology
of Inland Waters of the Russian Academy of Sciences (IBIW RAS). 152742, Yaroslavl region,
s. Borok, IBIW RAS, Russia; smirnov@ibiw.yaroslavl.ru*

After hatching roach fry were reared in three groups differing in the level of enrichment of the environment (presence of predator, stream, maximum deprivation). The best feeding efficiency, as well as search behavior was observed in the group grown in the presence of a predator in stable environment. Largest decline in the rate of feeding was observed in roach from the control group during environmental parameter fluctuations (regular change of the position of the feed spots). Increase of the group movement and resting time in fish that grew in the presence of predator, probably caused a defensive reaction. Received experimental data show the importance of raising the level of sensory stimulation in the early ontogenesis in order to form necessary skills for successful introduction of artificially-raised fry into natural environments.

Key words: environmental enrichment, food and search behavior, fish fry.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РЫБНОГО НАСЕЛЕНИЯ Р. УФТЮГИ

А.А. Соколова

Вологодская лаборатория ФГБНУ ГосНИОРХ, г.Вологда, Россия, annso92@mail.ru

Данная статья посвящена изучению особенностей формирования рыбного населения реки Уфтюги как малоизученного и сложного водоема с точки зрения формирования ихтиоценозов. В статье дается описание реки Уфтюги как крупного притока Кубенского озера, характеристика разных участков течения реки. В результате собственных исследований, а также анализа фондовых материалов Вологодской лаборатории ФГБНУ «ГосНИОРХ» приводятся сведения по видовому составу, фаунистическим комплексам, типам размножения и типам питания видов рыб на разных участках реки, а также сведения по биомассе и численности видов рыб.

Ключевые слова: рыбное население, река Уфтюга, видовой состав, биомасса, численность, ихтиоценоз, нижнее течение, среднее течение, верхнее течение.

Значительное усиление в последние годы интереса к проблеме малых рек во многом определилось осознанием того факта, что именно малые водотоки выступают в качестве исходной, структурно и функционально образующей компоненты водосбора региона, непосредственно определяя гидрологическую, гидрохимическую и во многом биологическую специфику крупных водоемов [1]. Неоднократно подчеркивалась высокая значимость малых рек в формировании и поддержании биологического разнообразия, в том числе в отношении рыбной части пресноводных сообществ, и рыбохозяйственного потенциала крупных водоемов. Ихтиофауна малых рек к настоящему времени крайне слабо изучена, поскольку основное внимание ихтиологов было направлено на исследование рыбного населения озёр, водохранилищ и крупных рек [2]. Самыми многочисленными водными объектами среди водотоков и среди всех типов пресных вод являются малые реки. Они являются сложными экосистемами с точки зрения формирования ихтиоценозов. Видовой состав рыб отличается на разных участках течения реки. Река Уфтюга является хорошим модельным объектом, так как является достаточно крупным водотоком и притоком важного рыбопромыслового водоема Вологодской области – озера Кубенского. Стоит отметить, что в реке Уфтюге обитают и нерестятся ценные промысловые виды рыб, в том числе и нельма, занесенная в Красную Книгу Вологодской области [3, с. 100].

Река Уфтюга протекает по территории Усть-Кубинского района и является одним из крупнейших притоков Кубенского озера. Она берет начало в южной части Коношской возвышенности в 4 км юго-западнее д. Бекетово. В среднем и нижнем течении водоток протекает по заросшей лесом и заболоченной Воже-Кубенской низменности. Река Уфтюга впадает в Кубенское озеро, образуя дельту в районе Токшинского залива. Длина водотока составляет 117 км, а площадь бассейна – 1300 км². Русло реки извилистое, а речная система разветвленная: основные притоки: правобережные – р. Ухтомица, а левобережные – р.р. Содошка, Яхреньга и Шовеньга. Питание реки, как и у большинства водотоков Вологодской области, смешанное, преимущественно снеговое. Практически на всех малых реках можно отчетливо выделить три основных участка, дифференцированных по структуре биотопов и составу ихтиофауны. Первый участок включает в себя верхнее течение реки, так называемую ручьевую часть, второй – среднее течение реки и третий – нижнее течение, включая устьевую часть реки. Ручьевая часть характеризуется быстрым течением, обилием ключей, песчано-галечных перекатов. Средний участок реки характеризуется ослаблением течения, наличием омутов, четко выраженной стержневой частью русла, развитием меандр и стариц. Нижний участок реки, включающий устьевую зону, может быть весьма разнообразен по своей биотопной структуре и составу ихтионаселения. У большинства рек нижние участки образуют своего рода дельтово-эстуарные зоны с обилием зарастающих протоков, обширных защищенных мелководных заливов. Эти участки характеризуются наибольшей кормностью как для мирных планктонных и бентосоядных видов рыб, так и для хищников. Это одно из основных мест нагула молоди рыб. Эти же участки служат одними из наиболее удобных нерестилищ для большинства видов рыб. Именно на этих участках наиболее выражена интеграция

в составе ихтионаселения реофильных и лимнофильных видов, что обуславливает наибольший уровень биоразнообразия по всей реке. [4, с. 139].

Таблица 1

Видовой состав ихтиофауны р. Уфтьюги

Семейство	Виды рыб
Сиговые (Coregonidae)	Нельма <i>Stenodus leucichthys</i> (Guldenstadt, 1772)
	Сиг-нельмушка <i>Coregonus lavaretus nelmuschka</i> (Pravdin, 1931)
Щуковые (Esocidae)	Щука <i>Esox lucius</i> (Linnaeus, 1758)
Карповые (Cyprinidae)	Лещ <i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758)
	Жерех обыкновенный <i>Aspius aspius</i> (Linnaeus, 1758)
	Густера <i>Blicca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758)
	Язь <i>Leuciscus idus</i> (Linnaeus, 1758)
	Плотва <i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)
	Елец обыкновенный <i>Leuciscus leuciscus</i> (Linnaeus, 1758)
	Голавль <i>Leuciscus cephalus</i> (Linnaeus, 1758)
	Уклейка <i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)
	Пескарь <i>Gobio gobio</i> (Linnaeus, 1758)
	Карась золотой <i>Carassius carassius</i> (Linnaeus, 1758)
	Гольян обыкновенный – <i>Phoxinus phoxinus</i> (Linnaeus, 1758)
Налимовые (Lotidae)	Налим <i>Lota lota</i> (Linnaeus, 1758)
Окуневые (Percidae)	Судак <i>Stizostedion lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)
	Речной окунь <i>Perca fluviatilis</i> (Linnaeus, 1758)
	Обыкновенный ерш <i>Gymnocephalus cernuus</i> (Linnaeus, 1758)
Балиториевые (Balitoridae)	Голец усатый – <i>Barbatula barbatula</i> (Linnaeus, 1758)
Рогатковые (Cottidae)	Подкаменщик обыкновенный – <i>Cottus gobio</i> (Linnaeus, 1758)

В результате проведенных исследований в р. Уфтьюга было обнаружено 20 видов рыб, относящихся к 7 семействам (табл. 1). Наибольшее количество видов принадлежит к семейству Карповые (язь *Leuciscus idus*, плотва *Rutilus rutilus*, лещ *Abramis brama*, густера *Blicca bjoerkna*, жерех обыкновенный *Aspius aspius*, елец обыкновенный *Leuciscus leuciscus*, голавль *Leuciscus cephalus*, уклейка *Alburnus alburnus*, пескарь *Gobio gobio*, карась золотой *Carassius carassius* и гольян обыкновенный *Phoxinus phoxinus*) и Окуневые (окунь речной *Perca fluviatilis*, судак *Sander lucioperca* и ерш *Gymnocephalus cernuus*). Отмечено два вида семейства Сиговых (нельма *Stenodus leucichthys* и сиг-нельмушка *Coregonus lavaretus nelmuschka*). Остальные семейства представлены одним видом: Щуковые (щука обыкновенная *Esox lucius*), Налимовые (налим *Lota lota*), Балиториевые (голец усатый *Barbatula barbatula*) и Рогатковые (подкаменщик обыкновенный *Cottus gobio*).

Рыбное население как по составу так и по структуре отличается на разных участках реки. В ихтиофауне нижнего течения реки Уфтьюги отмечаются следующие виды рыб: щука, окунь, язь, лещ, нельмушка, густера, плотва (рис. 1А). Из них чаще всего встречаются щука, окунь и язь. Наибольшая биомасса в нижнем течении зафиксирована у щуки и язя (рис. 2А). Рыбы нижнего течения реки Уфтьюги принадлежат к трем фаунистическим комплексам: арктический пресноводный, бореальный равнинный и понтический пресноводный. Наибольшее число экземпляров рыб нижнего течения водотока принадлежит к понтическому пресноводному фаунистическому комплексу. Ихтиофауна нижнего течения реки Уфтьюги состоит из видов, средняя продолжительность жизненного цикла которых находится в пределах 6-15 лет. Это так называемые среднецикловые виды. По типу питания представленные виды относятся к эврифагам, бентофагам, хищникам и планктофагам. Наибольшее количество рыб

принадлежит к эврифагам. По типу размножения в нижнем течении реки можно выделить фитофилов и пелагофилов. Причем, фитофилы преобладают над пелагофилами. По отношению к температуре рыб нижнего течения можно отнести к холодноводным (северным), относительно тепловодным южным и к эвритермным видам. Причем, относительно тепловодные виды представлены в большинстве.

В ихтиофауне среднего течения распространены следующие виды: язь, окунь, щука, густера, нельма (рис. 1Б). Из них чаще встречаются окунь и язь. Наибольшая биомасса в среднем течении реки обнаружена у язя (рис. 2Б). Рыбы среднего течения реки также относятся к трем фаунистическим комплексам: арктический пресноводный, бореальный равнинный и понтический пресноводный. Наибольшее количество видов среднего течения принадлежит к бореальному равнинному фаунистическому комплексу. Рыбы среднего течения реки Уфтыги, также как и нижнего течения, относятся к видам, средняя продолжительность жизненного цикла которых находится в пределах 6-15 лет. Это среднецикловые виды. В среднем течении реки Уфтыги представлены следующие типы питания рыб: эврифаги, бентофаги, планктофаги, хищники. Причем, эврифагов и хищников равное количество. По типу размножения можно выделить фитофилов и псаммолитофилов. Фитофилов представлено в наибольшем количестве. По отношению к температуре рыб среднего течения относят к холодноводным (северным), относительно тепловодным южным и к эвритермным видам. Причем, относительно тепловодные и эвритермные виды встречаются в равных количествах.

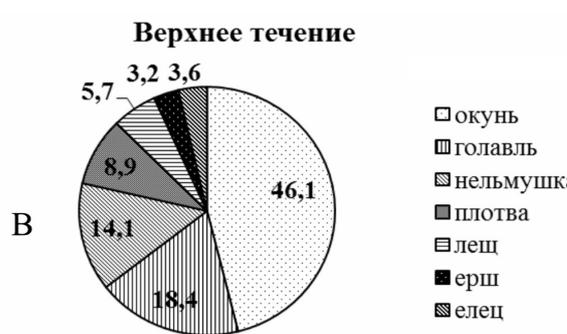
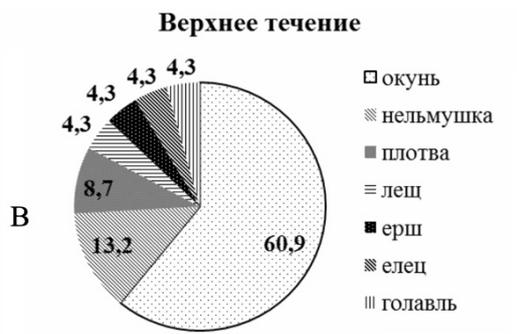
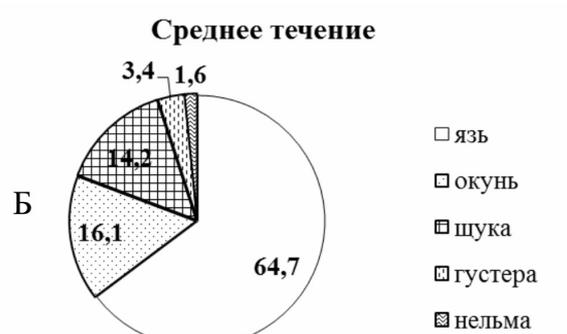
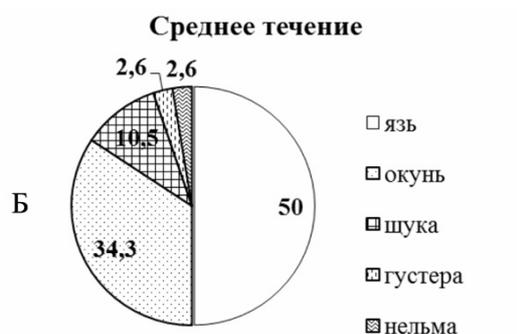


Рисунок 1 – Соотношение видов рыб по численности на разных участках реки Уфтыги (А - нижнее течение, Б – среднее течение, В – верхнее течение)

Рисунок 2 – Соотношение видов рыб по биомассе на разных участках реки Уфтыги (А – нижнее течение, Б – среднее течение, В – верхнее течение)

В верхнем течении встречаются окунь, нельмушка, плотва, лещ, ерш, елец и голавль (рис. 1В). Чаще встречались окунь, нельмушка и плотва. Наибольшая биомасса рыб зафиксирована у окуня, голавля и нельмушки (рис. 2В). Рыбы верхнего течения реки Уфтюги принадлежат к двум фаунистическим комплексам: бореальный равнинный и арктический пресноводный. Наибольшее количество видов верхнего течения относится к бореальному равнинному фаунистическому комплексу. Большинство видов рыб верхнего течения – среднецикловые виды. По типу питания в верхнем течении реки Уфтюги, как в среднем и нижнем течении, можно выделить эврифагов, бентофагов, планктофагов и хищников. Большинство видов – эврифаги.

Таблица 2

Виды рыб на разных участках течения реки Уфтюги

Виды рыб	Нижнее течение	Среднее течение	Верхнее течение
Густера <i>Blicca bjoerkna</i>	+	+	
Лещ <i>Abramis brama</i>	+		+
Сиг-нельмушка <i>Coregonus lavaretus nelmuschka</i>	+		+
Речной окунь <i>Perca fluviatilis</i>	+	+	+
Плотва <i>Rutilus rutilus</i>	+		+
Язь <i>Leuciscus idus</i>	+	+	
Щука <i>Esox lucius</i>	+	+	
Нельма <i>Stenodus leucichthys</i>		+	
Голавль <i>Leuciscus cephalus</i>			+
Елец обыкновенный <i>Leuciscus leuciscus</i>			+
Обыкновенный ерш <i>Gymnocephalus cernuus</i>			+

По типу размножения распространены псаммо-литофилы и фитофилы. Причем, псаммо-литофилов представлено в наибольшем количестве. По отношению к температуре на участке верхнего течения выделяют холодноводных (северных), относительно тепловодных южных и к эвритермных видам. Наибольшее количество относится к относительно тепловодным южным видам.

На всех трех участках течения реки можно встретить окуня, являющегося одним из распространенных видов реки Уфтюги (табл. 2). В верхнем течении наблюдаются наименее встречающиеся в уловах виды, такие как голавль, елец, ерш. В среднем течении реки Уфтюги в уловах встречается нельма-вид, занесенный в Красную Книгу Вологодской области.

Таблица 3

Фаунистические комплексы на разных участках реки Уфтюги (в %)

Фаунистический комплекс	Нижнее течение	Среднее течение	Верхнее течение
Арктический пресноводный	8,3	2,6	13
Бореальный равнинный	77,1	94,8	82,6
Понтический пресноводный	14,6	2,6	4,4

Арктический пресноводный и бореальный равнинный фаунистические комплексы представлены на трех участках реки Уфтюги, а понтический пресноводный фаунистический комплекс встречается в нижнем и среднем течении реки Уфтюги (табл. 3). В нижнем,

среднем и верхнем течении реки Уфтюги встречаются среднецикловые виды, т.е. виды, средняя продолжительность жизненного цикла которых находится в пределах 6-15 лет. На трех участках реки Уфтюги отмечаются все типы питания: хищники, эврифаги, бентофаги и планктофаги. Фитофильный тип размножения наиболее распространен в реке Уфтюге и встречается на всех трех участках реки, псаммо-литофильный – в среднем и верхнем течении водотока, а пелагофильный в нижнем течении реки Уфтюги. По отношению к температуре на всех участках реки Уфтюги выделяются холодноводные (северные), тепловодные южные и эвритермные виды рыб.

Список литературы

1. Авакян, А.Б. Рациональное использование и охрана водных ресурсов / А.Б. Авакян, В.М. Широков. – Екатеринбург: Виктор, 1994. – 320 с.
2. Алексеевский, Н.И. Малые реки волжского бассейна / Н.И. Алексеевский, В.М. Евстигнеев, Н.И. Коронкевич, С.В. Ясинский; под ред.: Н.И. Алексеевского – М.: МГУ, 1998. – 234 с.: ил.
3. Красная книга Вологодской области. – Вологда, 2010. – Том 3. Животные. – 216 с.
4. Экологическое состояние малых рек Верхнего Поволжья / отв. ред.: В.Г. Папченков. – М.: Наука, 2003. – 389 с.: ил.

PECULIARITIES OF FORMATION OF FISH POPULATION IN THE R. UFTUGA

A.A. Sokolova

Vologda laboratory of FSBI Gosniorh, Vologda, Russia, annso92@mail.ru

This article is devoted to the study of peculiarities of formation of fish population in the river Uftjuga as poorly understood and complex reservoir from the point of view of the formation of the fish community. The article gives a description of the river Uftjuga as a major tributary of lake Kubenskoye, the characteristics of different sections of the river. As a result of their own research and analysis stock of materials of the Vologda laboratory of FSBSI “Gosniorh” provides information on species composition, faunal complexes, types of reproduction and types of food fish species in different parts of the river, as well as information on the biomass and abundance of fish species.

Key words: fish population, the river Uftjuga, species composition, biomass, abundance, increased pollution retained, downstream, middle stream, and upstream.

УДК 581.9:581.524.2(28)(470.4)

МОНИТОРИНГ АДВЕНТИВНОЙ ФЛОРЫ ЕСТЕСТВЕННЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

В.В. Соловьева, А.И. Шакуров

*Самарский государственный педагогический университет, г. Самара, Россия,
solversam@mail.ru, almaz.shakurov.91@mail.ru*

В статье приводятся результаты мониторинга флоры водоемов Самарской области на предмет участия адвентивных видов. Анализируются условия и время их появления, а также факторы распространения. Растения-вселенцы разделяются на три группы: аборигенные в бассейне реки Волги и расширяющие свой ареал путем естественного или связанного с деятельностью человека продвижения; мигранты, адвентики и интродуценты из географически близких к бассейну регионов; растения интродуценты из других стран.

Ключевые слова: водоемы, флора, адвентики, мигранты, прибрежно-водные растения.

Зарегулирование реки Волги благодаря созданию судоходных каналов и водохранилищ превратило реку в крупнейшую трансконтинентальную магистраль России. Самарская область, расположенная в бассейне Среднего Поволжья, служит центральным транзитным звеном в воднотранспортной системе Волжского бассейна, что создает благоприятные условия для расширения ареала водных и прибрежно-водных растений. Перевозка речного песка и гравия железнодорожным и автомобильным транспортом также способствуют активизации естественной миграции многих растений. Создание Куйбышевского и Саратовского

водохранилищ привело к затоплению естественных кормовых угодий и необходимости повышения продуктивности мелководий за счет интродукции водных макрофитов. Активное распространение адвентивных гидрофитов в бассейне Средней Волги нередко является результатом антропогенной эвтрофикации водоемов. Таким образом, хозяйственная деятельность человека является ведущим фактором трансформации местной флоры за счет миграции заносных растений.

Целью настоящей работы явилось проведение ретроспективного обзора адвентивной флоры водоемов Самарской области. При этом категория «адвентивные растения» принята в широком понимании, с включением всех групп заносных растений: адвентиков с других континентов, аборигенных мигрантов и интродуцентов. Термин «адвентивная флора» используется в трактовке, принятой воронежскими ботаниками, как «гетерогенная по происхождению и гетерохорная по времени проникновения группа видов в составе региональной флоры, которая формируется в результате трансконтинентальных, трансзональных и межзональных миграций, осуществляющихся благодаря прямому и косвенному воздействию человека» [1, с. 26].

Для территории Среднего Поволжья характерна малая озерность, слабая представленность болот и высокая плотность искусственных водоемов. Площадь мелководий последних равна 26 450 га, из них 40 % приходится на малые водохранилища и пруды, преимущественно речного происхождения. В пределах Самарской области поверхностные водные объекты занимают 225,7 тыс. га, что составляет всего 4,21 % от общей площади территории, несмотря на это водоемы играют существенную роль как места обитания для большой группы адвентивных растений. При этом основными экологическими нишами для вселения новых, в том числе адвентивных видов растений служат малые искусственные водоемы. В отличие от озерных и болотных экосистем, в большинстве своем они являются слабо заросшими и имеют открытые и подходящие условия для закрепления адвентиков в новых для них природных условиях. Важным фактором миграционной активности водных и прибрежно-водных растений является их специализация к агентам распространения семян и плодов. Известно, что в составе флоры малых искусственных водоемов Самарской области преобладают гидрохоры (116 видов, 27 %) и анемохоры (103 вида, 24 %). Кроме того, отмечено более 20 видов орнитохорных растений, что обеспечивает перенос вегетативных органов и диаспор на далекие расстояния, способствуя расширению ареала видов. При этом макрофиты часто приспособлены одновременно к трем способам распространения: течением воды, ветром и водоплавающими птицами, поэтому обладают большим миграционным потенциалом [11].

Растения-вселенцы бассейна Волги, связанные с водными и водно-болотными экотопами разделяются на три группы [5]:

1. Растения, аборигенные в бассейне реки и расширяющие свой ареал путем естественного или связанного с деятельностью человека продвижения по Волге, ее притокам, водораздельным и пойменным водоемам бассейна с юга на север или с севера на юг.

2. Мигранты, адвентики и интродуценты из географически близких к бассейну регионов.

3. Растения интродуцированные и случайно занесенные из далеких от волжского бассейна регионов Евразии и с других континентов.

Во флоре Самарской области к **первой группе** принадлежат *Alisma gramineum* Lej., *Bolboschoenus koshewnikowii* (Litv.) A.E. Kozhevnikov, *Lemna gibba* L., *Phragmites altissimus* Benth., *Scirpus tabernaemontanii* Gmel., *Typha laxmannii* Lepech. *Zannichellia palustris* L. Типичные для водоемов степной зоны макрофиты, в последние годы получили широкое распространение и в лесостепных районах, на севере региона. Все они, кроме *Phragmites altissimus* и *Typha laxmannii*, уже известны на Верхней Волге [5].

Alisma gramineum на территории Самарской области известна с Самарской Луки, позднее здесь отмечались находки только единичных особей. Открытые местообитания создаваемых водохранилищ послужили важным фактором миграции этого вида. Так, 25 августа 1991 г. вид отмечен на Таловском водохранилище, гидрботанический мониторинг 2005-2007 гг. показал, что оно распространилось и на других малых

водохранилищах области. В настоящее время частуха злаковидная встречается и севернее, на Рыбинском водохранилище, где сейчас стала массовым растением [5].

Bolboschoenus koshevníkovii, обычно распространенный на побережье прудов и малых водохранилищ южных районов области, в 2005 году был встречен на Кондурчинском и других водохранилищах, созданных в лесостепной зоне [10]. Широкое распространение он получил в зоне временного затопления, где нередко выполняет ценозообразующую роль. На мелководьях клубнекамыш Кожевникова образует пояс до 2 м в ширину с частухой подорожниковой (асс. *Bolboschoenus koshevníkovii* + *Alisma plantago-aquatica*).

Lemna gibba, которая еще недавно на Средней Волге была известна как редкий вид, в последние годы все чаще встречается в малых искусственных водоемах Самарской области. Так, 27 мая 2005 года она отмечена на иловых прудах очистных канализационных сооружений г. Самары. Растение занимало более 30% поверхности водного зеркала нескольких водоемов. Иловые пруды характеризуются полисапробными гиперэвтрофными условиями, в связи с чем, ряска горбатая получила распространение и высокое обилие, ее сырая фитомасса здесь равна 0,26 кг/м². Этот вид был также отмечен 8 августа 2005 г. в эвтрофированном водоеме, активно используемом для водопоя сельскохозяйственных животных (пруд с. Пискалы, Ставропольский р-н). Ряска горбатая находилась вдоль берега с высоким обилием среди таких макрофитов, как *Spirodela polyrhisa* (L.) Schleid и *Lemna minor* L. Это растение является индикатором эвтрофирования и антропогенного загрязнения водоемов.

Phragmites altissimus впервые был отмечен в 1997 г. на Самарской Луке 30 июля 2005 г. тростник высочайший отмечен на побережье Черновского водохранилища, где под пологом ивняка и в воде на глубине до 70 см он образует обширные моноценозы. При изучении флоры этого водоема в 1974 и 1989 году адвентивное растение не отмечалось. Этот вид также встречен 25 августа 2005 г. на прудах Безымянской ТЭЦ г. Самары, где он формирует сплошные заросли площадью более 200 м², среди которых выделялись особи высотой до 5 м с двумя-тремя боковыми генеративными побегами [8].

Scirpus tabernaemontanii, ареал которого исторически связан с Кавказом, Западной и Восточной Сибирью, Дальним Востоком, Средней Азией и для районов европейской части России указывался как встречающийся спорадически, то в настоящее время получил более широкое распространение в бассейне Среднего и Верхнего Поволжья.

Typha Laxmannii – евразийский вид, распространенный чаще в Сыртовом Заволжье на мелководьях и сырых побережьях слабо солоноватых водоемов с илисто-песчаными донными отложениями. В последние годы он активно расширяет свой ареал в северном направлении, встречается в водоемах бассейна рек Самара, Б. Кинель, Б. Черемшан, Сок. Известно, что рогоз Лаксмана – обитатель солончаковых лугов, болот и прибрежий южных водоемов добрался по водохранилищам Волги до Казани.

Zannichellia palustris (занникеллия болотная) впервые отмеченная для региона в окрестностях с. Чубовки Кинельского района и долгое время считавшаяся редким видом, в последние годы стала активно распространяться на прудах, созданных в долинах малых рек по всей территории области.

К адвентивным растениям 2-й группы в водоемах Самарской области относятся *Typha natans* L.s.l., а также гибридогенные виды *Potamogeton bififormis* Hagstr, *P. x biformoides* Papch., *Bolboschoenus laticarpus* Marchold et al.

Typha natans – реликтовое растение, которое было широко распространено в теплых водоемах третичного периода, о чем говорят многочисленные находки его остатков в древних торфяниках. В Самарской области, естественных зарослей водяного ореха нет. Ближайшие местонахождения известны в Ульяновской, Саратовской и Пензенской областях. Первые попытки интродукции водяного ореха в местных водоемах предприняты в 1972 г. Собранные в пойменных водоемах реки Оки плоды были высеяны на пяти участках верховой Саратовского водохранилища [3, 4]. Благодаря успешной интродукции заросли водяного ореха достигли естественной плотности, площадь, занятая ими значительно увеличилась и географические границы популяции заметно расширились. В 1990-е гг., согласно устному сообщению С.В. Залящева, из волжских протоков водяной орех был занесен им в пруд на

ул. Бронной г. Самары. В мае 2006 г. несколько розеток этого растения были отмечены здесь на глубине до 1 м [9]. Летом 2005-2006 гг. заросли водяного ореха площадью более 200 м² обнаружены в системе Волжских протоков (в месте слияния Малой Воложки и озера Верблюжьего), а также в Шелехметской пойме, заливах острова Поджабного и затоне Грязном. Водяной орех – растение, включенное в списки редких и исчезающих растений Красных книг СССР, РСФСР, Беларуси, Болгарии, Грузии, Казахстана, Латвии, Молдовы, Украины и многие региональные Красные книги. Очевидно, что существующая система охраны оказалась эффективной, оценка современного состояния природных популяций на территории России позволила обоснованно исключить этот вид из Красной книги Российской Федерации и Красной книги Самарской области.

Мониторинг малых искусственных водоемов Самарской области 2002-2007 гг. показал, что в их флоре участвуют гибридные таксоны. Свободные экологические ниши побережий многочисленных прудов и водохранилищ, где отсутствуют либо ослаблены конкурентные взаимоотношения, созданы благоприятные условия для закрепления гибридных видов-мигрантов на открытых местообитаниях. Так, 26 июня 2005 г. на Кутулукском водохранилище найден *Potamogeton biformis* [7]. Этот юго-восточный вид, описанный с Казахстана, указывается преимущественно для водоемов лесостепной и степной зоны: бассейны нижнего и среднего течения Дона и Волги. Находка рдеста двуликого (*P. biformis*) в Самарской области хорошо вписывается в общий ареал вида и соединяет «разорванный» ареал крайней точки на севере в бассейне Средней Волги (Татарстан, Куйбышевское водохранилище) и южной точки на Нижней Волге (Астраханская область). Рдест двуликий по Куйбышевскому водохранилищу проник до границ Чувашии и Марий Эл и здесь гибридизирует с *P. gramineus*, образуя, сочетающую в себе признаки родительских видов форму, описанную в качестве нового гибридного вида *P. x biformoides* Parch. Рдест двуликообразный (*P. x biformoides*) впервые был найден тоже на Кутулукском водохранилище. Слева от плотины водохранилища и в 1,5 км от плотины на глубине до 70 см, на илистом грунте он образует пятнистые моноценозы размером 5-7 м, с проективным покрытием до 80 %. Ареал распространения этого вида необходимо уточнять.

Bolboschoenus laticarpus – новый гибридогенный вид. Сборы этого вида известны из Оренбургской, Калининградской, Рязанской областей, Приморского края, с Украины и Молдовы. Родительские виды нового таксона преимущественно распространены в Африке, Азии и Австралии (*Bolboschoenus yagara* (Ohwi) Y.C. Yang et M. Zhan) или занимают в основном территорию Голарктики и отчасти Южной, Юго-Восточной, Восточной Азии и Австралии (*B. planiculmis* (Fr. Schmidt) Egor.). Ареал *Bolboschoenus laticarpus* приурочен к зоне интеграции выше указанных ареалов. Впервые на территории Самарской области он найден 25 августа 2005 г. на берегу прудов Безымянской ТЭЦ г. Самары [8].

К мигрантам 3-й группы относятся следующие интродуценты и случайно занесенные макрофиты с других континентов: *Elodea canadensis* Michx., *Zizania palustris* L., *Zizania latifolia* (Grieseb.) Stapf., *Bidens frondosa* L., *Impatiens glandulifera* Royle, *Pistia stratiotes* L. и многие другие прибрежные растения.

Elodea canadensis – адвентивное североамериканское растение, имеющее самую давнюю историю распространения. Известно, что в 1836 г. оно было занесено в Ирландию, откуда быстро расселилось по западноевропейским водоемам. В конце 70-х гг. XIX века элодея отмечена на территории Польши, а в начале 80-х гг. появилась в окрестностях Петербурга, откуда стала распространяться по рукавам и притокам реки Невы, быстро заселив каналы и речки, соединяющие Неву с Волгой. На Волге впервые отмечена в 1885 г. профессором Саратовского университета Д.Е. Янишевским [5]. В 1892 г. элодея была занесена в водоемы окрестностей Екатеринбурга. В настоящее время на Среднем Урале и в Зауралье она встречается в самых различных водоемах (реки, старицы, озера, пруды, протоки, заполненные водой карьеры). С Урала элодея стала продвигаться дальше на восток, расселяясь в водоемах Западной Сибири. В настоящее время элодея канадская обитает на большей части территории России, достигнув на юге берегов Черного, а на севере Белого морей, продвинулась от Западной Европы до берегов Японского моря. Сегодня в самарских

водоемах и реках элодея является самым обычным, широко распространенным растением, нередко образующим большие заросли.

Zizania palustris (цицания водная, или рис болотный) – однолетнее воздушно-водное растение, естественный ареал которого связан с территорией Канады и США. Первая попытка акклиматизации растения в Европе, близ Лондона предпринята в 1820 г., позднее, в 1857 г. – в Шотландии и Норвегии. В России первые опыты интродукции проведены в 60-70-х гг. XIX в. На территории Самарской области посеы цицании водной проведены в 1959 г. в пойме р. Самары, близ с. Смышляевка, в прудах Сусканского рыбхоза и Ботанического сада г. Самары. В виду того, что растение плохо переносит непостоянный гидрологический режим, популяция погибла [2].

Zizania latifolia (цицания широколистная) – дальневосточный вид, завезенный в европейскую часть России в 1934 г. Работа по интродукции и акклиматизации цицании широколистной в условиях Среднего Поволжья началась в 1957 г. по берегам крупных водохранилищ. Кроме того, в 1959 г. растение было высажено на Черновском, Агросовском и Тепловском водохранилищах, а также в Нижнем пруду Ботанического сада г. Самары [2]. Результаты многолетних наблюдений за популяцией в условиях городского пруда показали, что наибольшая энергия вегетативного размножения корневищами характерна для растения лишь в первые годы после посадки. Растение успешно конкурирует с рогозом узколистым и рогозом широколиственным, активно их вытесняя. В дальнейшем отмечается тенденция к стабилизации площади насаждений. Мониторинг популяции *Zizania latifolia* в Самарском ботаническом саду в период с 1990 по 2007 гг. показал, что размеры имеющихся зарослей в Верхнем пруду остаются неизменными.

Bidens frondosa (череда олиственная) – североамериканское растение, особенно широкое распространение в Европе оно получило в XX в., в бассейн р. Волги этот вид проник во второй половине 70-х годов [5]. В 80-90-е гг. вид отмечался в Волгоградском, Саратовском, Куйбышевском, Чебоксарском, Горьковском, Ивановском водохранилищах и прилегающих к ним территориях. Это зоо- и антропохорное растение, расширило границы своего ареала в результате антропогенного воздействия. Часто оно занимает экологическую нишу аборигенного вида *Bidens tripartita* L. В связи с этим необходимо изучение фенологии, онтогенеза, семенной продуктивности и конкурентной способности этого заносного растения в условиях природных и антропогенезированных прибрежно-водных экосистем. В последние годы это растение продолжает активно распространяться в прибрежной зоне многих искусственных водоемов Европы [6]. Черета олиственная, «добравшаяся к 1990 г. снизу вверх по р. Волге до входа в Костромское расширение Горьковского водохранилища (57°47' с. ш.) выше в последующие 12 лет не поднялась. Т. е. дальнейшего продвижения на север по Волге у этого растения пока так и не произошло. Вид почти «уперся» (немного не доходя) в 58-ю широту как поднимаясь по р. Волге с южных водохранилищ, так и опускаясь по ней с Ивановского водохранилища, и дальше на север пока не идет. Это позволяет признать, что дальнейшее распространение *Bidens frondosa* сдерживают климатические условия» [5]. В то же время, череда олиственная стала не только достаточно массовым растением с высокой жизнеспособностью и обильным плодоношением, но и видом с очень высокой гибридогенной активностью. Особенно широко распространенным и обильным в настоящее время стал гибрид *Bidens frondosa* с *B. tripartita* L. (= *B. x garumnae* Jeanjean et Debray). Впервые на территории Самарской области он был отмечен 16 сентября 2005 г. при изучении флоры прудов Поволжского свинокомплекса [8]. Известны три ростовые формы этого однолетника, которые вероятно связаны с разными сроками прорастания семян – летние, позднелетние и осенние. Нами были найдены осенние формы, развивающиеся из семян, проросших в конце лета. Они представляют собой почти распластанные растения, остающиеся зелеными до конца октября.

Impatiens glandulifera Royle (недотрога железконосная, или бальзамин Ройля) – однолетний гигрофит. В естественных условиях произрастает в тропических и субтропических частях Азии, Африки и на прилегающих к ним островах. Являясь выходцем из культуры, в природе растение дичает, в западных областях оно встречается по берегам лесных ручьев и вдоль канализационных стоков. С 1980-х гг. это растение интродуцируется в Ботанических садах России. Впервые для флоры Самарской области отмечен среди местных прибрежных растений в 2004 г. на одном из прудов г. Самары на ул. Мирной [8]. Растение проникло на водоем с прилегающих садовых участков частного сектора. Мониторинг популяции бальзамина Ройля в урбанизированных условиях лесостепной зоны (г. Самара) в 2004-2005 гг. показал, что обильно произрастающие на сыром побережье городского пруда растения имеют декоративный вид, крупные размеры (высота растения до 140 см), высокую жизненность, активно цветут и плодоносят. Изучение особенностей биоэкологии растения представляет научно-практический интерес для оценки конкурентоспособности и перспективности его использования в ландшафтном дизайне для декоративного оформления искусственных водоемов.

Pistia stratiotes L. (писция телорезовидная) – это водное растение, родиной которого являются тропические области Африки. Известны многие факты обитания этого вида в Европе: во второй половине XX века писция была встречена в водоемах Нидерландов, Германии и Дании. В 1989 г. более 70 экземпляров обнаружено в сплаvine тростника на одном из внутренних водоемов г. Астрахани (ерик Казачий). Летом 1991 г. писция отмечена во всех внутренних водоемах Астрахани [1]. Известно местонахождение этого вида в затонах р. Усмани (Воронежская обл.), где в жаркое лето 2002 года наблюдалось быстрое его размножение и расселение по реке. Впервые для флоры Самарской области писция найдена 17 сентября 2006 г. в городском пруду (около 154 школы г. Самары) среди зарослей элодеи канадской и рогоза широколистного, произрастающих на глубине до 50 см. Скопления розеток писции состояли из 32 особей. Самые крупные экземпляры формировали по 7 листьев и не превышали 5 см в диаметре. Возможно, что растение занесено в водоем из аквакультуры [9]. Перечисленные выше факты позволяют предположить, что писция вполне могла акклиматизироваться в мелководном, хорошо прогреваемом городском водоеме. Дальнейшее распространение этого вида растения может вызвать изменения в структуре местных прибрежно-водных фитоценозов.

В прибрежной зоне искусственных водоемов с неустойчивым гидрорежимом на обсыхающих мелководьях и абразионных берегах отмечены такие одно- двухлетние адвентивные растения, как: *Bryonia alba* L., *Impatiens parviflora* DC., *Melilotus albus* Medik., *Melilotus dentatus* (Waldst. et Kit.) Pers., *Melilotus officinalis* (L.) Lam., *Ambrosia trifida* L., *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt) Fressen, *Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et Gray, *Epilobium adenocaulon* Hausskn., *E. rubescens* Rydb., *Tripleurospermum perforata* (Murr) M. Lainz, *Xanthium albinum* (Widder) H. Scholz, *Xanthium strumarium* L. и другие. Первые два вида, соответственно, являются выходцами из Средиземноморья и Азии, следующие три имеют ирано-туранское происхождение, последние – заносные растения, ареалом которых изначально была Северная Америка.

Причинами, благоприятствующими активному расселению адвентивных растений всех групп, являются изменение гидрографической сети в результате создания многочисленных водохранилищ и каналов; неустойчивый гидрорежим и как следствие абразионный характер берегов, наличие обширных мелководий, несформированность прибрежно-водной растительности; интенсивная освещенность, нагревание, высокий минеральный и трофический уровень воды.

Распространение многих теплолюбивых прибрежно-водных и водных мигрантов с юга на север служит индикатором глобального антропогенного потепления, а также наглядным и весьма убедительным подтверждением эколого-климатического прогноза на территории

Волжского бассейна в сторону дальнейшего роста температур. Многие адвентивные макрофиты не только обладают высокой конкурентоспособностью с аборигенными видами растений, но и вызывают гибридизацию, особенно активную в нарушенных или открытых местообитаниях прибрежных зон искусственных водоемов. Возникшие при этом гибриды весьма устойчивы и нередко активнее родительских видов. В связи с этим, изучение биологии и экологии заносных растений имеет значение для научно-обоснованного прогноза стратегии развития популяций макрофитов волжских водоемов и оценки возможных последствий, вызванных процессом адвентизации водной флоры.

Гербарий адвентивных растений хранится в гербарных фондах ПГСГА, ИБВВ РАН, ИЭВБ РАН, СамГУ и Самарского областного историко-краеведческого музея им. П.В. Алабина.

Список литературы

1. Григорьевская, А.Я. Адвентивная флора Воронежской области: Исторический, биогеографический, экологический аспекты [текст] Григорьевская А.Я., Стародубцева Е.А., Хлызова Н.Ю., Агафонов В.А./ Монография. Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2004. 320 с.
2. Матвеев, В.И., Соловьева В.В. Цицания – дикий рис: экология, биология, практическое значение [текст]: Матвеев В.И., Соловьева В.В. /Монография. Самара: Изд-во СГПУ, 1997. 96 с.
3. Матвеев, В.И., Опыт культуры водяного ореха в водоемах Куйбышевской области [текст] Матвеев, В.И., Шилов М.П., Зотов А.М. // Вопросы морфологии и динамики растительного покрова: Науч. тр. Куйб. пед. ин-та. Куйбышев: КГПИ, 1975. Вып. 5. Т. 163. С. 68-84.
4. Матвеев, В.И. . Водяной орех: проблема восстановления ареала вида [текст] Матвеев В.И. Шилов М.П. / Монография. Самара. Изд-во СГПУ, 1996. 185 с.
5. Папченко, В.Г. Макрофиты-вселенцы в водоемах и водотоках бассейна Волги [текст]. Папченко В.Г. // Инвазии чужеродных видов в Голарктике: Матер. Российско-американского симпозиума по инвазийным видам. Борок, Ярославской обл., Россия, 27-31 августа 2001 г. Борок, 2003. С. 99-104.
6. Соловьева, В.В. Комплексный анализ флоры антропогенных аквальных экосистем Самарской области [текст] Соловьева В.В. // Известия Самарского научного центра РАН. Спец. выпуск «Актуальные проблемы экологии». Вып. 4. 2005. С. 276-286.
7. Соловьева, В.В. Геоэкологические условия и динамика растительного покрова Кутулукского водохранилища [текст] Соловьева В.В. // Известия Самарского научного центра РАН. Т. 8, № 1. Спец. выпуск «Актуальные вопросы экологии», вып. 5. 2006а. С. 316-331.
8. Соловьева, В.В. Мониторинг флоры прудов г. Самары с 1936 по 2004 гг. [текст] Соловьева В.В. // Гидробиология-2005: Материалы VI Всероссийской конференции по водным макрофитам (п. Борок, 11-16 октября 2005 г.) – Рыбинск: ОАО «Рыбинский дом печати». 2006б. С. 352-354.
9. Соловьева, В.В. Флористические находки и редкие явления биоэкологии гидрофитов в прудах г. Самары [текст] Соловьева В.В. // Фиторазнообразии Восточной Европы. 2006в. № 2. С. 174-180.
10. Соловьева, В.В. Динамика флоры и растительности Кондурчинского водохранилища за период 1990-2005 гг. [текст] Соловьева В.В. // Современные проблемы ботаники: Материалы конференции, посвященной памяти В.В. Благовещенского. Ульяновск, 28 февраля – 1 марта 2007 г. Сборник научных статей. – Ульяновск: УлГПУ, 2007. С. 183-192.
11. Соловьева В.В. Структура и динамика растительного покрова экотонов природно-технических водоемов Среднего Поволжья [текст]. Соловьева В.В./ Автореферат дисс... д.б.н.,Тольятти: ИЭВБ РАН, 2008. 43 с.

MONITORING OF THE ADVENTIVE FLORA OF SAMARA REGION NATURAL AND ARTIFICIAL RESERVOIRS

Solovyeva V.V., Shakurov A.I.

Samara State Academy of Social Studies and Humanities, (Samara State Pedagogical University)

Samara, Russian Federation, solversam@mail.ru,almaz.shakurov.91@mail.ru

Results of monitoring of the Samara region flora reservoirs are given in current paper with the object of participation adventive species. Conditions, time of their emergence, and distribution factors are analyzed. Displaced plants are divided into three groups. There are native plants in a Volga river basin, which expanding habitat by the natural or anthropogenous activity; migrants, adventive and introduced species from regions, geographically located near the pool; introduced species from other countries.

Key words: reservoirs, flora, adventive plants, migrants, riverside plants.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕТНЕГО ИХТИОПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА В ШЕЛЬФОВОЙ ЗОНЕ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ

Н.П. Студиград, Л.В. Болгова, В.А. Крохмаль

*Новороссийский учебный и научно-исследовательский морской биологический центр
в г. Новороссийске (филиал)*

*ФГБОУ ВПО «Кубанский Государственный Университет», г. Новороссийск, Россия,
biozentr@yandex.ru*

Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральное государственное унитарное геологическое предприятие «Южное научно-производственное объединение по морским геологоразведочным работам» г. Геленджик, Россия

В работе проанализирован качественный и количественный состав ихтиопланктона прибрежной (7-27 м) и глубоководной (47-129 м) акватории на участке Джубга - Сочи. Материал отобран в июле 2015 г. стандартными методами. Отмечена высокая численность хамсы и снижение негативного влияния антропогенного фактора на состояние икры и личинок рыб по мере удаления от прибрежной зоны вглубь моря.

Ключевые слова: ихтиопланктон, видовой состав, численность, гибель икры.

Северо-восточное побережье Чёрного моря от Джубги до Сочи – район с возросшей в последние годы рекреационной нагрузкой, развивающимся портом Туапсе и регулярным рыболовством. Несмотря на увеличение эксплуатации, значимость данного участка для размножения и развития, как промысловых популяций, так и редких форм многократно отмечалась различными авторами [2, с.167; 4, 18 с.; 7, с.34].

Исследование ихтиопланктона проводилось в июле 2015 г. на 24 станциях в районах Джубга – Новомихайловский, Туапсе, Макопсе – Головинка, Лоо – Сочи в прибрежной зоне (7-27 м) и в более мористых участках (47-129 м) (рис. 1).

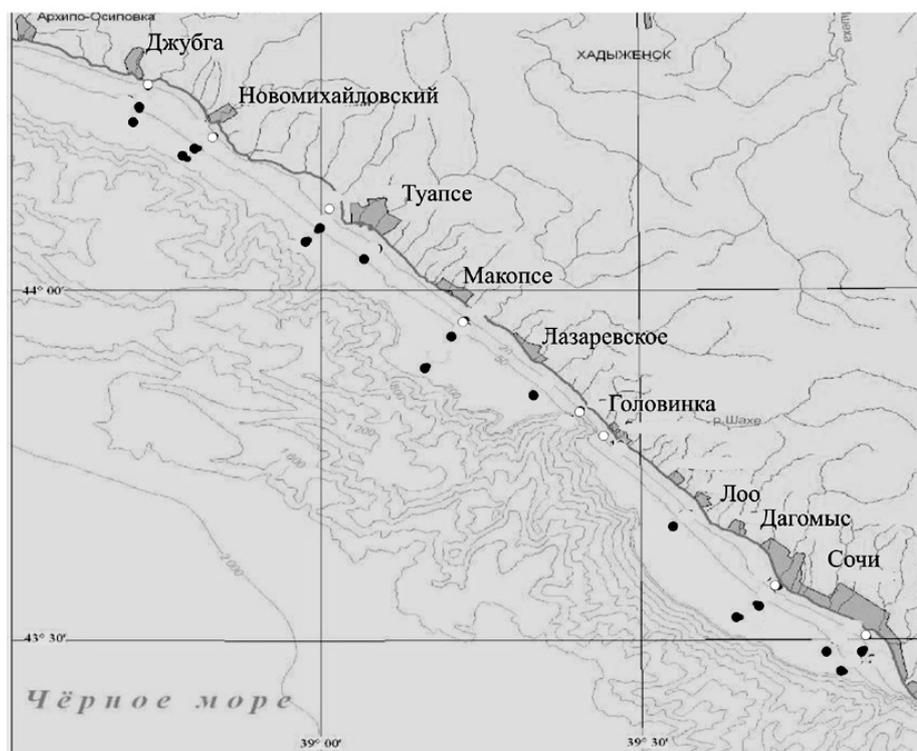


Рисунок 1 – Схема отбора проб ихтиопланктона на северо-восточном побережье Чёрного моря (июль, 2015):
□ - прибрежные станции (7-27 м), ■ - глубоководные (47-129 м)

Ихтиофауна на начальных этапах развития представлена 21 видом (табл. 1).

Видовой состав ихтиопланктона у побережья Джубга – Сочи (июль, 2015)

№		Семейство, вид	I		II		III		V		IV	
			и	л	и	л	и	л	и	л	и	л
Engraulidae – анчоусовые												
1	пг	Engraulis encrasicolus (L.) – хамса	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Syngnathidae – игловые												
2	г	Syngnathus schmidti Попов, 1927- морская игла пелагическая	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+
Mugilidae – кефалевые												
3	пг	Mugil cephalus L. – лобан	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
4	г	Lisa aurata (Risso) – сингиль	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Serranidae – серрановые												
5	п	Serranus scriba (L.) – каменный окунь	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+
Carangidae – ставридовые												
6	пг	Trachurus mediterraneus Staindachner – ставрида	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Centranchidae- смаридовые												
7	г	Spicara smaris L. - смарида, морской окунь	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Sparidae – спаровые												
8	пг	Diplodus annularis (L.) – морской карась	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+
Sciaenidae – горбылёвые												
9	пг	Sciaena umbra (L.) – тёмный горбыль	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+
Mullidae – султанковые												
10	пг	Mullus barbatus ponticus Essipov – султанка	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Pomacentridae- помацентровые												
11	п	Chromis chromis L. – морская ласточка	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Labridae – губановые												
12	п	Ctenolabrus rupestris L. – лапина	+	-	+		+	-	-	-	-	+
13	п	Symphodus tinca (L.) - зеленушка	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Trachinidae – драконовые												
14	п	Trachinus draco L – морской дракон	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Uranoscopidae – звездочётовые												
15	пг	Uranoscopus scaber L. – звездочёт	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+
Gobiidae – бычковые												
16	пг	Gobius niger jazo L. – бычок-черныш	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
Blenniidae – собачковые												
17	п	P. zvonimiri (Kolombatovic) – бурая морская собачка	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
18	п	Lipophris pavo (Risso) – собачка-павлин	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Scorpaenidae – скорпенные												
19	пг	Scorpaena porcus L. – морской ёрш	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
Triglidae – тригловые												
20	п	Trigla lucerna L – морской петух	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Bothidae – ботусовые												
21	пг	Arnoglossus kessleri Schmidt – арноглоссус	+	-	+	+	+	+	-	-	-	+

Примечание: «и» – икринки, «л» – личинки; I – район Джубга - Новомихайловский, II – Туапсе, III – Макопсе - Головинка, IV – Лоо – Сочи; п – прибрежная, г – глубоководная зона.

Экологический и миграционный статус зафиксированных видов варьирует от массовых мигрантов, имеющих средиземноморское происхождение (хамса *Engraulis encrasicolus*, ставрида *Trachurus mediterraneus*, морской карась *Diplodus annularis*, барабуля *Mullus barbatus ponticus*) до редких, охраняемых особей (арноглоссус *Arnoglossus kessleri*, морской петух *Trigla lucerna*). Прочие виды имеют статус обычных.

Прибрежные районы характеризуются расширенным качественным составом (18 видов) и сравнительно меньшей численностью ихтиопланктона (в среднем 243,5 экз./м²). В глубоководных, напротив, при сниженном обилии видов (13) – высокие их количественные показатели (в среднем 382,4 экз./м²).

Ихтиопланктон на глубинах до 27 м отличался большим разнообразием оседлых, придонных видов с демерсальной (морские собачки, ласточка, зеленушка) и пелагической икрой (каменный окунь, лапина, морские дракон и петух). Сообщество мористых районов разнообразят морская игла, сингиль и морской окунь. Основу ихтиоценов, вне зависимости от глубины, формируют повсеместно встречающиеся пелагофильные хамса, ставрида, морской карась, султанка.

Превалирует на всём побережье хамса, доля которой в менее глубоководных районах в среднем составляет 47,7 %, в более удалённых от берега – 89,8 %.

Видовой состав ихтиопланктона на глубинах до 27 м наиболее разнообразен на участке от Лоо до Сочи – 14 таксономических единиц с численностью в среднем 184 экз./м². В отличие от других районов, преобладал здесь арноглоссус (76 экз./м²), хамса уступала по численности морскому карасю и султанке (табл. 2).

Таблица 2

Численность ихтиопланктона (экз./м²) в прибрежных районах (июль, 2015)

№	Вид	I		II		III		IV	
		и	л	и	л	и	л	и	л
1	Хамса	153,0	63,0	42,0	16,0	98,7	38,0	11,0	4,0
2	Лобан	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0
3	Каменный окунь	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0
4	Ставрида	58,0	12,0	40,0	4,0	14,7	21,3	0,0	2,0
5	Морской карась	9,0	6,0	0,0	0,0	0,0	4,0	49,0	1,0
6	Тёмный горбыль	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0
7	Султанка	31,0	6,0	42,0	0,0	37,3	4,0	17,0	2,0
8	Морская ласточка	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0
9	Лапина	2,0	0,0	6	0,0	9,3	0,0	8,0	0,0
10	Зеленушка	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	Морской дракон	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	Звездочёт	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	1,0	0,0
13	Бычок-черныш	0,0	6	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0	5,0
14	Бурая морская собачка	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
15	Собачка-павлин	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
16	Морской ёрш	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0
17	Морской петух	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0
18	Арноглоссус	1,0	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0	76,0	0,0

Примечание: обозначения как в таблице 1.

Плотность прочих видов не превышала 8 экз./м². Наиболее уязвимой оказалась икра султанки, у которой насчитывалось 27,8 % нежизнеспособных эмбрионов, патология

в строении у морского карася и хамсы отмечена практически в равных долях (19,5 и 18,2 % соответственно). У икры арноглоссуса отклонения в развитии были минимальны – 7,2 %.

Наибольшая численность ихтиопланктона закономерно наблюдалась на участке побережья Джубга – Новомихайловский, не испытывающем значительной техногенной нагрузки. За счёт максимальной плотности хамсы (216 экз./м²), средняя численность ихтиопланктона достигала 352 экз./м², ставрида и султанка занимали позицию субдоминантов. Прочие виды не превышали 15 экз./м². Доля нежизнеспособных эмбрионов увеличилась у хамсы до 31 %, у султанки и ставриды она составила 21 и 19 %, соответственно.

В прибрежной зоне от Макопсе до Головинки отмечено 10 видов ихтиопланктона со средней численностью 242 экз./м². Хамса встречалась в полтора раза реже, чем в предыдущем районе, но условия для развития данного вида здесь оказались более благоприятны и лишь 0,7 % эмбрионов носили признаки деструктивных отклонений. Эмбрионов ставриды и султанки насчитывалось 36 и 41,3 экз./м² соответственно, аномалии в их развитии, в сравнении с предыдущим районом, напротив, возросли – 21,7 и 36,6 % соответственно. Количественные показатели прочих видов не превышали 9,3 экз./м².

Минимальные характеристики представителей планктофауны отмечены в районе Туапсе. Вслед за увеличением эксплуатационной нагрузки данного участка побережья, последовали сокращение количества встреченных видов (4 вида) и их средней численности (150 экз./м²). Основу ихтиоценоза, как и в предыдущих районах, составляли ставрида, султанка и хамса, но последняя доминировала уже не столь явно. Здесь в небольшом количестве встречалась икра лапины. Нежизнеспособных эмбрионов хамсы насчитывалось 9,5 %, ставриды – 20 %, икра других видов развивалась без патологических признаков.

На участках **шельфового склона (47-129 м)** основной составляющей сообщества, формирующей его численность, также является хамса. Численность прочих видов по мере увеличения глубины сокращается и становится не сопоставимой по значимости с доминантом. Наиболее часто хамса, как и в прибрежных районах, встречалась на участке Джубга – Новомихайловский (438,5 экз./м²) (табл. 3).

Таблица 3

Численность ихтиопланктона (экз./м²) в глубоководных районах (июль, 2015)

№	Вид	I		II		III		IV	
		и	л	и	л	и	л	и	л
1	Хамса	395,0	43,5	178,0	66,0	263,3	104,0	216,8	96,0
2	Морская игла пелагическая	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
3	Лобан	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0
4	Сингиль	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0
5	Ставрида	7,5	4,0	27,3	6,7	12,7	15,3	12,0	9,2
6	Смарида, морской окунь	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0
7	Морской карась	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,4
8	Тёмный горбыль	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8
9	Султанка	2,0	0,0	10,0	2,0	5,3	0,7	8,4	2,0
10	Звездочёт	0,0	0,0	3,3	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0
11	Бычок-черныш	0,0	1,0	0,0	11,3	2,0	2,0	0,0	4,8
12	Морской ёрш	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
13	Арноглоссус	0,0	0,0	0,7	0,7	0,0	1,3	0,0	0,0

Примечание: обозначения как в таблице 1.

Кроме хамсы, здесь обнаружено ещё пять малочисленных видов. Общая численность ихтиопланктона составляла 454,5 экз./м². С увеличением расстояния от берега снижается и влияние факторов, вызывающих гибель икры. Нежизнеспособность отмечена

у 7,4 % эмбрионов хамсы, что более чем в четыре раза ниже в сравнении с прибрежной зоной.

Наименее плотные скопления икры и личинок обнаружены на траверзе Туапсе (306 экз./м²). Видовой состав их остался прежним. По мере удаления от берега плотность хамсы возросла в 4,2 раза, гибель наблюдалась у 6,8 % эмбрионов.

На шельфе Макопсе-Головинка численность ихтиопланктона насчитывала 407,3 экз./м², количество обнаруженных видов не изменилось. Хамса, в сравнении с предыдущим районом, встречалась чаще – 367 экз./м². Доля аномальной хамсы сопоставима с таковой в прибрежной зоне (9,9 %).

На глубоководном участке Лоо – Сочи качественный состав насчитывал 11 видов планктофауны со средней численностью 355,6 экз./м², из которых 88 % приходилось на хамсу. Отклонения в строении икры данного вида наблюдались лишь у 10 %.

Количество видов ихтиопланктона шельфовой зоны северо-восточной части Чёрного моря в сравнении с более ранними исследованиями (2000-2007 гг.) осталось прежним [1, с. 16]. На современном этапе в летний период общая численность представителей планктофауны в прибрежной зоне возросла в 4,2, в более мористых участках – в 6,6 раз. В 2000-е гг. доминировала икра барабули, в настоящее время – икра хамсы, численность которой возросла в среднем в 3,2, ставриды – в 1,9 раз, количество султанки сократилось с 45,5 до 34,8 экз./м² [6, с.115].

Проведение дальнейшего мониторинга на данном участке моря позволит изучить не только динамику видового состава, но и дальнейшие флуктуации количественных характеристик ихтиопланктона шельфовой зоны северо-восточного черноморского побережья.

Список литературы

1. Болгова Л.В., Студиград Н.П.. Летний Ихтиопланктон прибрежной зоны северо-восточного побережья Чёрного моря. Экология моря, 2009, № 78, с.16-21.
2. Дахно В.Д., Луц Г.И., Надолинский В.П., Рогов С.Ф. Распределение, состояние запасов и промысел основных видов морских рыб по районам Черноморского шельфа России.// Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоёмов Азово-Черноморского бассейна. Ростов-на-Дону. 2006г. С 167-176.
3. Климова Т.Н., Вдодович И.В., Загородняя Ю.А., Игнатъев С.М., Малахова Л.В., Доценко В.С. Ихтиопланктон в планктонном сообществе шельфовой зоны Крымского полуострова (Чёрное море) в июле 2010 г. Вопросы ихтиологии, 2014, Т.54, № 4, с.426-438.
4. Надолинский В. П. Структура и оценка запасов водных биоресурсов в северо-восточной части Черного моря. Автореф. Канд. Дис. 2008г. 18с
5. Селифонова Ж.П. Ихтиопланктон прибрежных вод северо-восточного шельфа Чёрного моря и Керченского пролива. Вопросы ихтиологии, 2012, Т.52, № 4, с.423-431.
6. Студиград Н.П., Болгова Л.В. Межгодовая динамика разнообразия ихтиопланктона черноморского побережья России//Биоразнообразие и устойчивое развитие. Тезисы докладов. Симферополь 2010. С115-117.
7. Фашук Д.Я., Архипов А.Г., Шляхов В.А. Концентрация массовых промысловых рыб Чёрного моря на разных стадиях онтогенеза и факторы, её определяющие. Вопросы ихтиологии, 1995, Т.35, №1, с.34-42.

THE PRESENT STATE OF SUMMER ICHTHYOLOGICAL PLANKTON COMMUNITY IN SHELF AREA OF NORTH-EASTERN COAST OF THE BLACK SEA

Natalia S., Lidia B., Viktor K.

Novorossiysk Training and Research Marine Biological Center

*Novorossiysk Branch of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional
Education "Kuban State University", Novorossiysk, Russia,*

A quantitative and qualitative composition of ichthyological plankton in coastal (depth 7-22 m) and deep sea areas (depth 47-129 m) from Dzhugba to Sochi has been analyzed in the research article. The sampling was carried out by standard methods in July 2015. High numbers of khamsa and decrease of human impact with distance increasing from coast towards off-shore have been noticed.

Key words: ichthyological plankton, community composition, number, mortality of eggs.

ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ РТУТИ НА ЧЕРНОМОРСКУЮ МАКРОВОДОРОСЛЬ *ULVA RIGIDA* С. AGARDH

Н.Н. Терещенко, О.А. Шахматова, А.П. Стецюк

*Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН,
Севастополь, Российская Федерация, ntereshchenko@yandex.ru*

Исследование экотоксического воздействия ртути (Hg) в концентрациях от 25 до 2000 нгHg/л на активность каталазы и показатель перекисного окисления липидов у черноморской зеленой макроводоросли *Ulva rigida* С. Agardh показало высокую устойчивость водоросли к действию токсиканта. Установлено, что активность каталазы является более чувствительным биохимическим маркером по сравнению с показателем перекисного окисления липидов. При действии концентраций, превышающих ПДК ртути в воде, уже в первые часы воздействия обнаружено увеличение активности каталазы ульвы в 2-3 раза по сравнению с контролем. Максимальный отклик показателя перекисного окисления липидов был отмечен на третьей сутки эксперимента. Адаптационная реакция биохимических маркеров на экотоксическое воздействие ртути носила колебательный характер.

Ключевые слова: Черное море, ртуть, *Ulva rigida* С. Agardh, биохимические маркеры, экотоксическое воздействие, антиоксидантная система, активность каталазы, перекисное окисление липидов.

Введение. Одним из наиболее опасных загрязнителей морских экосистем является ртуть (Hg), которая относится к тяжелым металлам, обладает высокой токсичностью и способностью накапливаться в морских организмах и донных отложениях [6, 8, 15]. Ртуть относится к токсикантам природного происхождения, поток которых в природных экосистемах усиливается антропогенной деятельностью. Основным путем поступления ртути в водные экосистемы – различные сточные воды. При этом поток ртутного загрязнения антропогенного происхождения, поступающий водным путем, превышает таковой природного происхождения в 10 раз [4, 11, 21]. Особенно подвержены воздействию токсиканта прибрежные акватории полузакрытых бухт, которые испытывают интенсивное антропогенное воздействие, в частности, портовые зоны [4]. Так в Севастопольской морской акватории в Балаклавской, Севастопольской и Стрелецкой бухтах зафиксированы концентрации ртути в воде и в донных отложениях, превышающие предельно допустимую концентрацию (ПДК) в несколько раз [7]. В настоящее время средние значения концентрации ртути в поверхностных водах у северо-западного и северо-восточного побережья Черного моря варьируют в пределах 10-40 нгHg/л, но зоны превышения ПДК сохраняются [4].

Реакция макрофитов на влияние токсикантов заключается в активации антиоксидантных ферментов супероксиддисмутазы, каталазы (КАТ), глутатион-пероксидазы, аскорбат-пероксидазы, а также в стимуляции синтеза низкомолекулярных антиоксидантов, таких, как каротиноиды и глутатион. [20] Данные показатели чаще других применяются в качестве биохимических маркеров, поскольку они являются индикаторами токсического стресса. Антиоксидантная система (АОС) – ведущее звено адаптационных процессов у гидробионтов [19]. Активация АОС рассматривается как универсальный отклик живых организмов на негативное влияние окружающей среды. Показатель интенсивности перекисного окисления липидов (ПОЛ) является универсальной интегральной характеристикой окислительного стресса, а каталаза – фермент, активность которого стимулируется в процессах блокирования распространения свободных радикалов при стрессе, поскольку он относится к ферментам II фазы биотрансформации ксенобиотиков. Поэтому в качестве биомаркеров в наших исследованиях были выбраны показатель ПОЛ и активность каталазы (АКАТ).

Как известно, глубины Черного моря заражены сероводородом и не пригодны для жизни оксифитов, которые в основном заселяют шельфовые и прибрежные районы моря, наиболее подверженные антропогенному воздействию. В связи с этим, исследование экотоксического влияния ртутного загрязнения на бентосные черноморские организмы

необходимо для оперативной оценки состояния гидробионтов, нормирования ртутного загрязнения и поддержания экологически безопасных условий в прибрежных экосистемах для сохранения биологического разнообразия в них. Макроводоросли, как первичные продуценты [5], служат важнейшими компонентами прибрежных экосистем. Они обладают высокой продуктивностью и способны к накоплению различных веществ, включая токсиканты и, в частности, ртуть, что усиливает риск экотоксического влияния загрязнителей на гидрофиты.

Поэтому целью данной работы было исследование экотоксического действия ртути на компоненты антиоксидантной системы АКАТ и ПОЛ черноморской водоросли *Ulva rigida* C. Agardh в широком диапазоне концентраций ртути в морской воде.

Материал и методы. Объектом исследования служила черноморская зеленая талломная бентосная макроводоросль *Ulva rigida* C. Agardh (ульва) – массовый прибрежный вид. Для эксперимента отбирали вегетативно зрелые прикрепленные талломы растений длиной 10-15 см, в районе Севастопольского взморья (Мартыновская бухта) на глубине 0,2-0,5 м, которые, после адаптации в лабораторных условиях в течение 2-х суток, помещали в аквариумы с морской водой с добавками ртути в виде раствора сулемы (HgCl_2), концентрации которой составляли в разных вариантах 100, 200, 500, 1000 и 2000 нг Hg/л и культивировали при естественном освещении и температуре.

В морской воде, отобранной для эксперимента в зоне произрастания водорослей и профильтрованной через бумажные фильтры, определяли исходную концентрацию ртути с использованием метода непламенной атомно-абсорбционной спектроскопии (метод холодного пара) [7], которая составляла 25 нг Hg/л и служила контрольным вариантом в эксперименте. Измерения содержания ртути проводили на анализаторе «Юлия-2» с чувствительностью 1 нг Hg. Ошибка определения не превышала 20 %.

Уровень ПОЛ определяли по накоплению конечного продукта – малонового диальдегида (МДА) с помощью тиобарбитуровой кислоты. В основе метода лежит реакция между МДА и тиобарбитуровой кислотой, которая при высокой температуре и кислом значении pH протекает с образованием триметинового комплекса, содержащего молекулу МДА и две молекулы тиобарбитуровой кислоты [12]. Количественно ПОЛ выражали в наномолях малонового диальдегида на 1 г сырого веса водоросли (нМ МДА/г).

Определение АКАТ водорослей выполняли по методу Баха и Зубковой [1], основанному на способности каталазы разлагать перекись водорода на кислород и воду, адаптированному для макрофитов [17, 9]. Количественно АКАТ измеряли в микрограммах перекиси водорода на 1 грамм сырого веса водоросли в минуту ($\text{мкгH}_2\text{O}_2/\text{г}\cdot\text{мин}$).

Биохимические показатели измеряли перед началом эксперимента и через 3 часа, 24 часа (1 сутки), а также 72 часа (3 суток), 120 часов (5 суток) и 216 часов (9 суток). В каждой временной точке отбирали 6 повторностей образцов для определения значения биомаркеров.

Результаты и обсуждение. Как известно, ульва является массовым прибрежным мезосапробным видом и обладает довольно высокой способностью адаптироваться к различным экологическим условиям [5, 8, 10, 14]. Поэтому диапазон концентраций ртути, исследованный в экспериментах, включал как концентрации ниже ПДК (которая для воды составляет 100 нг Hg/л [2]), так и уровни, многократно превышающие ПДК: от 200 до 2000 нг Hg/л.

Среди тяжелых металлов именно ртуть считается наиболее токсичной. Ртутные соединения способны вызывать первичные биохимические повреждения, взаимодействуя с цитоплазматическими мембранами, подавляя синтез белка и активируя перекисное окисление липидов. У фототрофов именно соединения ртути в наибольшей степени подавляют фотосинтез [24]. Так, при исследовании влияния отходов соляной шахты с набором тяжелых металлов, было отмечено 100 % ингибирование фотосинтеза у зеленой водоросли *Chlamydomonas* sp. для ртути по сравнению с кадмием (80 %) и свинцом (0 %) [24].

Экспериментальные работы по изучению влияния соединений ртути на гидробионтов проводились, в основном, на рыбах. В опытах использовали неорганические соединения металла в концентрациях, ориентированных на оценку последствий техногенных выбросов [23]. Исследования по влиянию ртути на метаболизм водорослей немногочисленны [3, 6, 8, 14].

Результаты исследования воздействия различных концентраций ртути на АКАТ ульвы представлены на рисунке 1. В диапазоне концентраций 25-100 нгHg/л активность каталазы в первые часы эксперимента оставалась неизменной, но резко возрастала при действии концентрации ртути, в 2 раза превышающей ПДК: через 3 часа эксперимента АКАТ достигла 52 мкгН₂О₂/г·мин, однако максимальное увеличение АКАТ (58 мкгН₂О₂/г·мин) было зафиксировано при влиянии концентрации 2000 нг Hg/л, при которой значения АКАТ превысили уровень контрольных значений более, чем в 3 раза. Изменения величины данного биохимического маркера во времени для концентраций, превышающих 100 нгHg/л, не носило однонаправленный характер. Показатель изменялся волнообразно, амплитуда и направленность аperiodических колебаний определялись уровнем токсиканта в воде. Если при действии концентрации 200 нг Hg/л через 24 часа АКАТ была выше контрольных значений более, чем в 2 раза, то при действии высоких концентраций (500-1000 нг Hg/л) её активность снижалась и приближалась к контрольным значениям, тогда как концентрация 2000 нгHg/л вызывала сильное ингибирование фермента, активность которого уменьшилась более, чем в 8 раз по сравнению с контрольными значениями. Через 72 часа после начала эксперимента

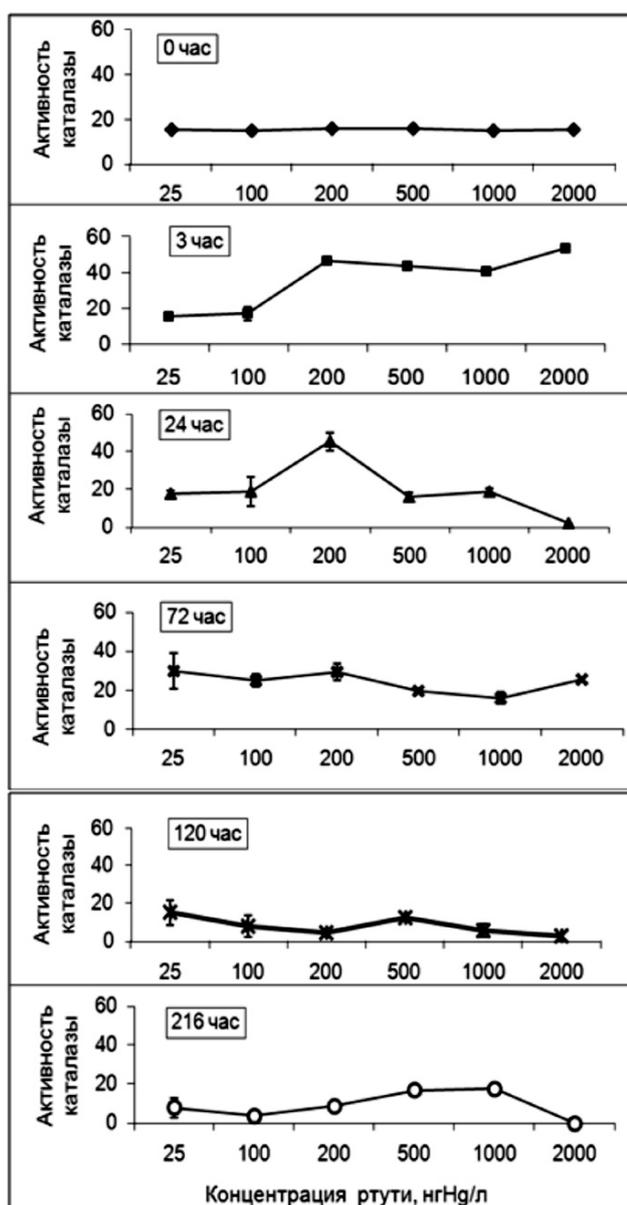


Рисунок 1 – Изменение активности каталазы (АКАТ) *U. rigida*, выраженной в мкгН₂О₂/г·мин в зависимости от концентрации ртути в воде при разных временных экспозициях

только под влиянием самой высокой концентрации ртути АКАТ восстановилась почти до исходного уровня, но уже на 5 сутки было отмечено стойкое её снижение, а на 9 сутки – падение до нулевых значений. При действии более низких концентраций ртути наблюдали флуктуации АКАТ, но их амплитуда уменьшилась и была незначительной по сравнению с контрольными значениями. Для концентраций 500 и 1000 нгHg/л на 9 сутки отметили наличие второй волны увеличения активности каталазы, но ее амплитуда была более чем в 2 раза ниже, по сравнению с таковой при экспозиции 3 часа. Таким образом, уже в первые часы эксперимента при концентрациях, превышающих ПДК, мы наблюдали ярко выраженный отклик биомаркера. В процессе 9-ти дневного эксперимента, для самой высокой концентрации ртути в морской воде (2000 нг Hg/л) было зафиксировано, что адаптивный ресурс макроводоросли по преодолению стресса был полностью исчерпан. Для остальных концентраций наблюдали периодическую смену фаз повышенной и пониженной активности каталазы, что свидетельствует о высокой устойчивости *U. rigida* к действию токсического фактора.

Сравнительная характеристика кинетики АКАТ ульвы при воздействии разных концентрациях ртути в воде представлена на рисунке 2.

Данные, представленные на рисунке 2, указывают на колебательный характер ответной реакции АКАТ ульвы на ртутное загрязнение. Максимальная амплитуда

изменения этого показателя отмечена при воздействии самой высокой концентрации ртути 2000 нг/л. Аналогичная ответная реакция ульвы была отмечена на токсическое воздействие полихлорированных углеводородов [3]. При влиянии гамма-облучения на ульву были зафиксированы колебательные изменения концентраций хлорофилла, при этом эксперименте максимальная амплитуда отклонения изучаемого показателя была обнаружена в первые сутки воздействия [13]. Таким образом, для биохимических показателей, связанных с защитной реакцией водорослей на токсическое воздействие и адаптацией к токсическому стрессу, характерен быстрый и разнонаправленный колебательный характер отклика. В этом случае, величина функции, пытаясь достичь контрольных уровней показателя, или активируется, или угнетается избыточно и только по истечении определенного периода времени приближается к контрольным значениям, если адаптационный ресурс не исчерпан. При действии высоких концентраций токсиканта наблюдается угнетение функции до нулевых значений и возврата к уровню контроля не происходит. Такая реакция указывает на необходимость изучения кинетики ответных реакций водоросли во избежание получения противоположных результатов исследований из-за разных временных экспозиций.

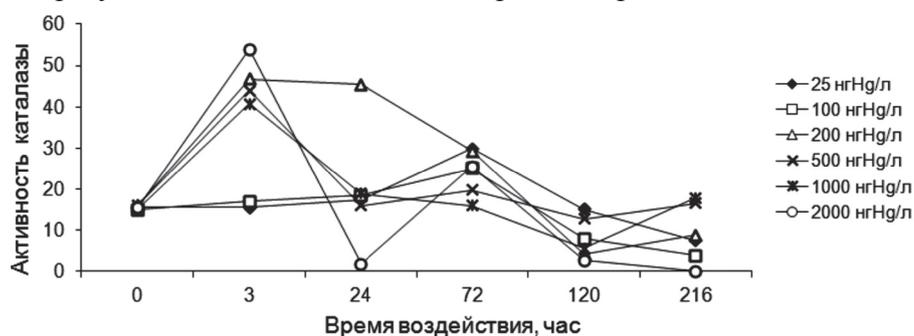


Рисунок 2 Кинетика активности каталазы (АКАТ, мкгН₂О₂/г·мин) макроводоросли *U. rigida* при действии концентраций ртути в воде от 25 до 2000 нг/л

Наряду с АКАТ в тех же временных точках определяли ПОЛ. Изменение ПОЛ носило несколько противофазный характер по сравнению с откликом каталазы на токсическое воздействие ртути, что очевидно связано с разной функциональной направленностью этих показателей антиоксидантной системы водорослей. Данные по изменению концентрации МДА, характеризующей интенсивность ПОЛ, в зависимости от концентрации ртути при разных временных экспозициях представлены на рисунке 3. В первые часы и сутки действия токсиканта интенсивность ПОЛ снижалась.

Увеличение интенсивности ПОЛ на 15-20% по сравнению с контрольными значениями было обнаружено у макрофитов, находящихся под действием концентраций 500 и 1000 нг/л при экспозиции 72 часа. С увеличением времени воздействия токсиканта до 120 часов было отмечено снижение этого показателя на 40-50% по сравнению с контрольными значениями при влиянии всех исследованных концентраций ртути. Увеличение времени воздействия до 216 часов вызывало у макроводоросли снижение концентраций МДА до минимальных значений при действии концентрации, равной ПДК, а затем – восстановление процесса ПОЛ до контрольных величин при концентрации 1000 нг/л и увеличение на 45-50% при влиянии концентраций 500 и 200 нг/л, соответственно. При действии максимальной концентрации 2000 нг/л зафиксировано угнетение процесса ПОЛ на 40-60% по сравнению с контрольными значениями при всех временных экспозициях. Сравнительные данные по кинетике процесса ПОЛ для всего исследованного диапазона концентраций ртути представлены на рисунке 4.

Полученные результаты указывают на меньшую лабильность показателя ПОЛ по сравнению с АКАТ, а также его устойчивость к воздействию концентраций до 100 нг/л. При воздействии более высоких концентраций ртути в первые сутки наблюдали угнетение

ПОЛ. Известно, что при интоксикации ртутью повышается уровень ПОЛ у гидробионтов, в частности, у рыб [18, 22]. Однако, явно выраженный процесс деградации ПОЛ в первые часы воздействия всех исследованных концентраций можно объяснить активацией каталазы (рис. 2), которая, выполняя функцию антиоксиданта, успешно предотвращает свободно-радикальную деструкцию липидов.

В дальнейшем (24-72 часа) наблюдали возрастание интенсивности ПОЛ с последующим снижением (72-216 час). Однако размах изменения значений ПОЛ по сравнению с диапазоном изменения АКАТ был более, чем в 2 раза меньше. Предпочтительность каталазы в использовании её как биомаркера даже по сравнению с супероксиддисмутазой (СОД), вытекает из её функциональных особенностей и подтверждается другими исследованиями. Было отмечено, что у всех изученных аэробов диапазон изменения уровня СОД был значительно ниже, чем каталазы [16]. Так, максимальный интервал изменения активности СОД составлял 1,4-7,0 ед./мг, т.е. наблюдалось 5-кратное различие между самой высокой и самой низкой активностью СОД, тогда как для каталазы этот диапазон составил 0,7-289 ед./мг, что представляет собой 413-кратную разницу в минимальных и максимальных значениях. Это делает каталазу более привлекательной для исследователей, т.к. возможности её в реагировании на воздействие токсических факторов значительно шире.

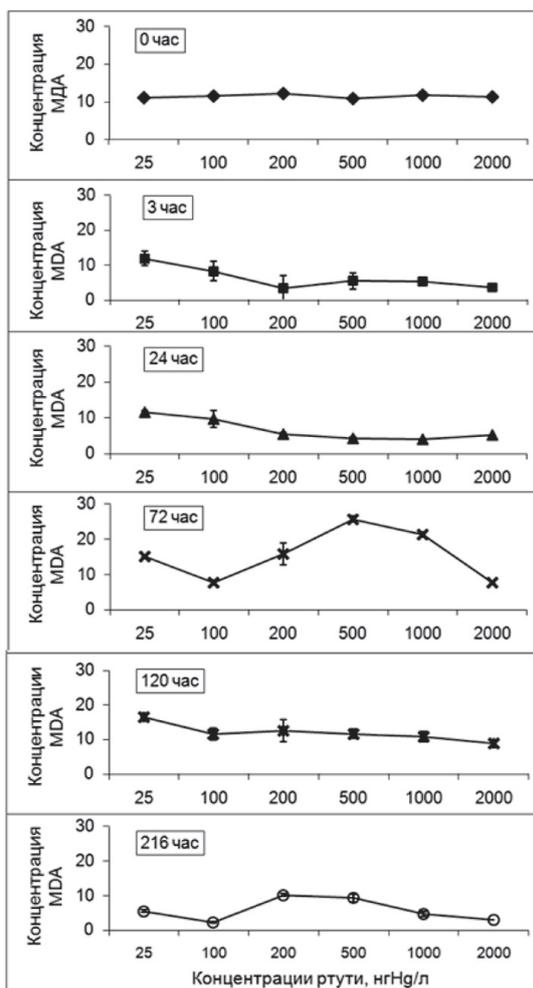


Рисунок 3 – Изменение содержания малонового диальдегида (нМ МДА/г) у *U. rigida* в зависимости от концентрации ртути при различных временных экспозициях

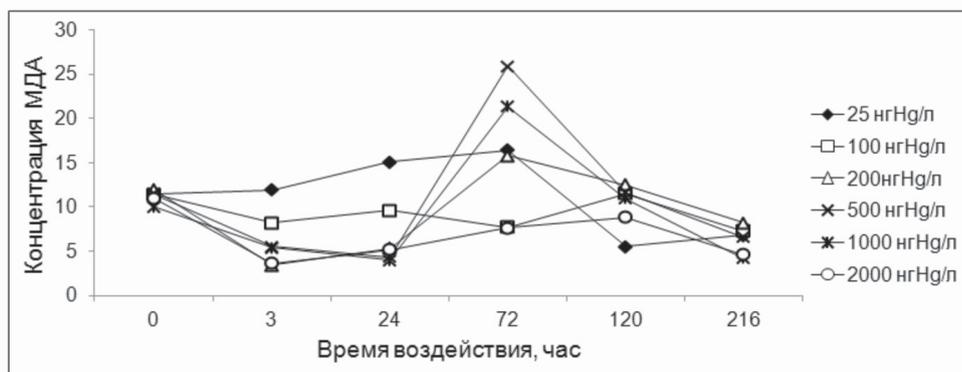


Рисунок 4 – Кинетика индекса ПОЛ (перекисного окисления липидов) *U. rigida*, выраженная в концентрации МДА (малонового диальдегида) в нМ МДА/г, для разных концентраций ртути в морской воде

Заключение. Таким образом, в результате проведенных экотоксикологических исследований показана высокая устойчивость *U. rigida* к действию ртути. Установлено,

что более чувствительным и показательным биохимическим маркером проявила себя АКАТ. При этом концентрации, превышающие ПДК ртути в воде, вызывали уже в первые часы воздействия увеличение активности каталазы в клетках ульвы в 2-3 раза по сравнению с контролем. Адаптационная реакция биохимических маркеров на экотоксическое воздействие ртути носила колебательный характер с последующим снижением амплитуды отклонения значений от контрольных. Для АКАТ выраженное изменение наблюдали уже в первые часы воздействия токсиканта, а максимальный отклик ПОЛ был отмечен на 3-и сутки эксперимента. Полученные данные позволяют рекомендовать АКАТ в качестве более показательного биохимического маркера, а также изучать кинетику показателей АКАТ и ПОЛ при оценке реакции гидробионта на действие токсиканта и учитывать временную экспозицию фиксации отклика на воздействие токсиканта при экотоксикологических исследованиях.

Список литературы

1. Березов Т.Т. Руководство к лабораторным занятиям по биологической химии. – М.: Медицина, 1976. – С. 81-83.
2. Беспямятнов Г.П., Кротов Ю.А. Предельно-допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. – Л.: Химия, 1985. – 304 с.
3. Егоров В.Н., Малахова Л. В. Адаптационные характеристики черноморской зелёной водоросли *Ulva rigida* при хроническом и импактном воздействии полихлорбифенилов / Отчет о НИР «Разработка методов радиационной экотоксикологии для нормирования качества морской среды» ИнБЮМ НАН Украины, рук. Гулин С.Б., Севастополь, 2013. – 155 с. – Том 1. – С. 92-100. – № ГР 0111U001543. – Инв. № 018251233821.
4. Емельянов В.А., Митропольский А.Ю., Наседкин Е.И., Пасынков А.А., Степаняк Ю.Д., Шнюкова Е.Е. Геоэкология черноморского шельфа Украины, – К: Академперіодика, 2004. – 296 с.
5. Калугина-Гутник А.А. Фитобентос Черного моря. – Киев: Наук. думка, 1975. – 248 с.
6. Капков В.И. Водоросли как биомаркеры загрязнения тяжелыми металлами морских прибрежных экосистем: дис. доктора биол. наук: 03.00.18. – Москва, 2003. – 342 с.
7. Костова С.К., Егоров В.Н., Поповичев В.Н. Многолетние исследования загрязнения ртутью Севастопольских бухт // Экология моря. – 2001. – Вып. 56. – С. 99-104.
8. Кузьмина Н.С. Оценка токсического действия хозяйственно-бытовых сточных вод на морские организмы: автореф. дис. канд. биол. наук. – Севастополь, 2006. – 24 с.
9. Мильчакова Н.А., Шахматова О.А. Каталазная активность массовых видов черноморских водорослей-макрофитов в градиенте хозяйственно-бытового загрязнения // Морской экологический журнал. – 2007. – 6, № 2. – С. 44-57.
10. Муравьева И.П. Химический состав *Ulva rigida* Ag. из разных по степени загрязнения акваторий Севастополя (Чёрное море) // Экология моря. – 2002. – № 59. – С. 74-79.
11. Петросян В.С. Глобальное загрязнение окружающей среды ртутью и её соединениями / Россия в окружающем мире: 2006 (Аналитический ежегодник). – М.: МНЭпу, Авант, 2007. – С. 149-163.
12. Стальная И.Д., Гаришвили Т.Г. Методы определения малонового диальдгида с помощью тиобарбитуровой кислоты // Современные методы в биохимии. / Ред. В.Н. Ореховича. – М.: Медицина, 1977. – С. 63-64.
13. Терещенко Н.Н., Владимиров В.Б. Пострадиационная реакция фотосинтетического аппарата зеленой водоросли / Всесоюз. конф. по действию малых доз ионизирующей радиации: тез. докл. (1984; Севастополь). – Киев: Наук. думка, 1984. – С. 94.
14. Терещенко Н.Н., Поповичев В.Н., Стецюк А.П., Гулин С.Б. «Эквидозиметрический подход в изучении токсического действия ртути на макрофиты на примере черноморской водоросли *Ulva rigida* C. Agardh» гидробионты / Материалы V Всероссийской конференции по водной экотоксикологии, посвященной памяти Б.А. Флерова «Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы» Борок, 28 окт. - 1 нояб. 2014 г., Борок, 2014. – С. 143-147.
15. Титова В.И., Дабахов М.В., Дабахова Е.В. Экотоксикология тяжелых металлов. – Н.Новгород: НГСХА, 2001. – 135 с.
16. Фридович И. Радикалы кислорода, пероксид водорода и токсичность кислорода. / В кн.: Свободные радикалы в биологии. – М.: Мир, 1979. – Т.1. – С. 272-300.
17. Шахматова О.А. Активность антиоксидантной системы некоторых черноморских гидробионтов в прибрежной акватории Севастополя: автореф. дис. канд. биол. наук. – Севастополь, 2004. – 21 с.
18. Bano Y., Hasan M. Mercury-induced time-depended alterations in lipid profiles and lipid peroxidation in different body organs of freshwater catfish *Heteropneustes fossilis*. // J. Environ. Sci. Health. Part. – 1989. – V. 24 B, № 2. – P. 145-166.
19. Orbea A., Dariush Fahimi H., Cajaraville M.P. Immunolocalization of four antioxidant enzymes in digestive glands of mollusks and crustaceans and fish liver // Histochemistry and Cell Biology. – 2000. – T. 114, № 5. – С. 393-404.
20. Pinto E., Sigaud-kutner T.Cs., Leitao M.As., Okamoto O.K., Morse D., Colepicolo heavy metal-induced oxidative stress in algae // Journal of Phycology. – 2003. – T. 39, № 6. – P. 1008-1018.

21. Polikarpov G.G., Zaitsev Y.P., Zats V.I., Radchenko L.A. Pollution of the Black (Levels and sources), Proceedings of the Black Sea Symposium, Ecological Problems and Economical Prospects, 1991, Publ. by The Black Sea Foundation for Education, Culture and Protection of Nature, Istanbul, 1994. – P. 15–42.
22. Rana S.V.S., Singh R., Verma S. Mercury- induced lipid peroxidation in the liver, kidney, brain and gill of a fresh water fish *Channa punctatus* // *Comp.Biochem. Physiol.* – 1996. – V. 113 C, № 2. – P. 310-312.
23. Scheuhammer A.M., Meyer M.W., Sandheinrich M.B. Effects of environmental methylmercury of the health of wild birds, mammals and fish // *AMBIO*. 2007. – V. 36, № 1. – P. 12-18.
24. Wundram, M., Selmar, D. & Bahadir, M. The Chlamydomonas test: a new phytotoxicity test based on the inhibition of algal photosynthesis enables the assessment of hazardous leachates from waste disposals in salt mines / *Chemosphere*. – 1996. – V. 32. – P. 1623–1631.

ECO-TOXIC INVESTIGATION OF THE MERCURY EFFECTS ON THE BLACK SEA MACROALGA *ULVA RIGIDA* C. AGARDH

Tereshchenko N.N., Shakhmatova O.A., Stetsyuk A.P.

The A.O. Kovalevsky Institute of Marine Biological Research of RAS, Sevastopol the Russian Federation, ntereshchenko@yandex.ru

The study of mercury (Hg) eco-toxic effects in concentrations from 25 to 2000 ngHg/l on the catalase activity and the lipid peroxidation index of the Black Sea green macroalgae *Ulva rigida* C. Agardh shown the high resistance of alga to mercury. It was found that the catalase activity was more sensitive biochemical marker as compared with the lipid peroxidation index. At action of mercury concentrations that exceed the MPC Hg in the water already in the first hour of exposure it has been found to increase of the ulva catalase activity 2-3 times in comparison to the control. The maximum response of the lipid peroxidation index was marked on the third day of the experiment. Adaptive reactions of biochemical markers of mercury exposure had of oscillatory nature.

Key words: Black Sea, mercury, *Ulva rigida* C. Agardh, biochemical markers, eco-toxic effects, antioxidant system, catalase activity, lipid peroxidation.

УДК 591.9:595.123(502.4)

О РАЗНООБРАЗИИ РЕСНИЧНЫХ ЧЕРВЕЙ (PLATHELMINTHES: CATENULIDA, RHABDITOPHORA) В ОЗЕРАХ ВОЛЖСКО-КАМСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Р.П. Токинова, С.В. Бердник

*Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан,
г. Казань, Российская Федерация, r.tokin@rambler.ru, Sergey.Berdnik@tatar.ru*

В ходе исследования фауны озер Волжско-Камского заповедника (Среднее Поволжье) в 2013-2014 годах проведена инвентаризация таксономического разнообразия ресничных червей (Plathelminthes: Catenulida, Rhabditophora). Список выявленных таксонов включает 27 видов, 8 семейств и 6 отрядов, из которых 11 видов, 2 подсемейства и 1 отряд впервые отмечены для фауны Средне-Волжского бассейна. Для микротурбеллярий *Macrostomum lutheri* Beklemishev, 1927 и *Myostenostomum bulbocaudatum* Luther, 1960, ранее известных на территории России по единственному локалитету, зафиксированы новые места обитания.

Ключевые слова: разнообразие, ресничные черви, микротурбеллярии, озера, Волжско-Камский заповедник.

Важная роль в изучение и сохранение биологического разнообразия отводится заповедникам. Волжско-Камский природный биосферный заповедник (ВКГПБЗ, Зеленодольский район Республики Татарстан) организован с целью сохранения на своей территории уникальных природных ландшафтов древней долины Средней Волги. Раифский участок заповедника (лесостепная зона Предволжья), обладающий развитой озерно-речной системой, образованной речками Сумка, Сер-Булак и находящимися в их долинах карстово-суффозионными озерами и болотами, имеет важное значение в сохранении

разнообразия водной биоты. За более, чем 50-летнюю историю существования заповедника на его водных объектах было сконцентрировано внимание значительного числа научных работ по изучению состава различных групп гидробионтов, их количественном развитии, экологии и т.д. Однако, при существующем высоком таксономическом разнообразии водных беспозвоночных и имеющихся проблемах с учетом некоторых преимущественно мелкоразмерных форм, ведущих скрытый образ жизни, целые отряды, классы и даже типы водных животных остаются недостаточно исследованными. Ресничные черви рабдитофоры и катенулиды (Plathelminthes: Rhabditophora, Catenulida), более известные как турбеллярии, как правило, редко учитываются в гидробиологических исследованиях из-за небольших размеров (для микротурбеллярий они обычно не превышают 2-5 мм), низкой численности и методических сложностей при сборе и определении таксономической принадлежности. На территории Волжско-Камского заповедника встречи турбеллярий были зафиксированы лишь однажды в начале 1960-х годов, когда при целенаправленном поиске в оз. Раифском, наиболее крупном водоеме заповедника, были обнаружены две планарии, *Planaria torva* (Müller, 1774) и *Polycelis tenuis* Ijima, 1884, последняя также отмечена в оз. Белом (оз. Белобезводное) [4]. О более мелких представителях ресничных червей, микротурбелляриях, до недавнего времени не было известно ничего. При проведении исследований ресничных червей в озерах заповедника нами решались задачи инвентаризации таксономического состава, формирования списка видов и выявления редких таксонов, требующих особого внимания за состоянием их популяций на охраняемой территории.

Материал и методы. Население турбеллярий изучено в вегетационный период 2013 и 2014 гг. в трех разнотипных водоемах Раифского участка Волжско-Камского заповедника и его охранной зоны. Это озера Белое (даты отбора проб – 12 и 20.05.2014 г., 10.09.2014 г.) и Линево (4.09.2014 г.), проточные озера карстово-суффозионного происхождения, расположенные на территории заповедника в долине реки Сумка и ее притока р. Сер-Булак. Озеро Шатуниха (29.05., 6.06., 12.09. и 7.10.2013 г.) – изолированное от речной сети непроточное озеро, расположенное в охранной зоне заповедника. Сборы гидробионтов проведены на прибрежных участках озер путем смыва их с листьев и стеблей высших водных и околоводных растений, а также – посредством отбора проб грунта дночерпателем Петерсена с более глубоких участков водоемов. Всего отобрано 15 проб. Определение таксономической принадлежности проведено на живых особях и препаратах червей, помещенных в жидкость Фора, по общепринятым определителям [3, 6, 7, 8].

Результаты исследований. В полученном материале из более, чем 390 экземпляров червей выявлено 27 видов, принадлежащих к 14 родам и 6 отрядам ресничных червей: Catenulida – 6 видов, Macrostomida – 4, Rhabdocoela – 14 видов (Dalyellioida – 6 и Typhloplanoida – 8) и по одному виду – к Lecithoepitheliata, Kalyptrorhynchia и Tricladida (табл. 1).

Из приведенного списка несколько таксонов, в том числе 11 видов (их названия в таблице отмечены звездочкой), являются новыми как для водоемов Татарстана, так и для пресноводной фауны Средне-Волжского бассейна в целом. Лецитоэпителиата *Pr. stagnalis* (оз. Белое) является представителем отряда, который в Среднем Поволжье ранее не отмечался. Еще два подсемейства туфлопланоидных турбеллярий, Olisthanellinae и Opistominae, до этого времени также не были известны для водоемов Средней Волги.

Наибольшее число, 18 видов (из которых 3 вида определены до рода или семейства), обнаружено в оз. Шатуниха. Здесь таксономическое разнообразие ресничных червей формируется за счет трех отрядов микротурбеллярий: катенулид (5 видов), макростомид (3) и прямокишечных (10). В оз. Белом состав червей (всего 11 видов) более равномерно распределен между прямокишечными (5 видов) и всеми остальными отрядами (в каждом по 1-2 видам). Более короткий из 5 видов список микротурбеллярий для оз. Линево, возможно, обусловлен лишь однократным исследованием биоценозов водоема.

Наибольшей частотой встречаемости и/или многочисленностью в фитофильных биоценозах исследованных озер отличаются *M. lineare*, *St. leucops*, *St. unicolor*, *G. hermaphroditus* и *Str. radiata*, являющиеся довольно обычными для Волжского бассейна видами. Они характеризуются всесветным (или близким к таковому) распространением, встречаясь в пресных водах Европы, Азии, Африки, Северной и Южной Америки.

Видовой состав ресничных червей в озерах Раифского участка Волжско-Камского заповедника (2013-2014 гг.); цифрами указано распределение материала (количество обнаруженных экземпляров) по видам и озерам

№№	Названия таксонов/водоемов	оз. Шатуниха	оз. Белое	оз. Линево
Отряд Catenulida Meixner, 1924				
Семейство Stenostomidae Vejdovsky, 1880				
1	Stenostomum leucops (Duges, 1828)	59	33	3
2	Stenostomum unicolor Schmidt, 1848	–	3	5
3	Stenostomum grabbskogense Luther, 1960*	1	–	–
4	Myostenostomum bulbocaudatum (Luther, 1960)*	2	–	–
5	Stenostomum sp. 1	1	–	–
6	Rhynchoscolex simplex Leidy, 1851	9	–	2
Отряд Macrostomida Karling, 1940				
Семейство Microstomidae Luther, 1907				
7	Microstomum lineare (Müller, 1774)	146	23	–
Семейство Macrostomidae van Beneden, 1870				
8	Macrostomum rostratum Papi, 1951	–	3	–
9	Macrostomum finlandense Ferguson, 1940	1	–	–
10	Macrostomum lutheri Beklemishev, 1927*	38	–	–
Отряд Lecithoepitheliata Reisinger, 1924*				
Семейство Prorhynchidae Hallez, 1894*				
11	Prorhynchus stagnalis Schultze M, 1851*	–	1	–
Отряд Tricladida Lang, 1884				
Семейство Dendrocelidae Hallez, 1892				
12	Bdellocephala punctata (Pallas, 1774)	–	1	–
Отряд Kalyptorhynchia Graff, 1905				
Семейство Polycystididae Graff, 1905				
13	Gyratrix hermaphroditus Ehrenberg, 1831	–	9	–
Отряд Rhabdozoa Meixner, 1925				
Подотряд Dalyellioida Bresslau, 1933				
Семейство Dalyelliidae Graff, 1905				
14	Microdalyellia armigera (Schmidt, 1862)*	–	–	1
15	Microdalyellia brevimana (Beklemishev, 1921)	–	11	–
16	Microdalyellia picta (Schmidt, 1848)	2	–	–
17	Microdalyellia nanella (Beklemishev, 1921)*	1	–	–
18	Gieysztoria expedita (Hofsten N, 1907)*	1	–	–
19	Castrella truncata (Abildgaard, 1789)	2	–	–
	Dalyelliidae gen.et sp.	3	–	–
Подотряд Typhloplanoida Bresslau, 1928-33				
Семейство Typhloplanidae Graff, 1905				
Подсемейство Olisthanellinae Luther, 1904*				
20	Olisthanella truncula (Schmidt, 1858)*	–	1	–
21	Olisthanella obtusa (Schultze M, 1851)*	1	–	–
Подсемейство Opisthinae Luther, 1963*				
22	Opisthomum immigrans Ax, 1956*	–	1	–
Подсемейство Phaenocorinae Wahl, 1910				
23	Phaenocora unipunctata (Oersted, 1843)	1	–	–
24	Phaenocora typhlops Vejdovsky, 1880*	1	4	–
	Phaenocora sp.	–	2	–
Подсемейство Typhloplaninae Luther, 1904				
25	Strongylostoma radiata (Müller, 1773)	1	–	2
26	Typhloplanidae gen.et sp. 1	1	–	–
27	Typhloplanidae gen.et sp. 2	3	2	–
	Количество экземпляров	284	94	13
	Количество видов	18	12	5

Среди редких следует выделить находки некоторых видов, обладающих палеарктическим ареалом. Планария *Vd. punctata*, широко распространенная в водоемах Европы, в России отмечена для Ладожского озера, окрестностей г. Санкт-Петербурга, Подмосковья, Ивановской и Ярославской областей и для Республики Марий Эл [4]. На территории Татарстана указывалась дважды, в 1940-х и 1960-х годах для оз. Большое Голубое [2] и оз. Верхний Кабан [4], однако, в современном населении этих водоемов не выявляется. В оз. Белом численность планарии, по видимому, низка, так как за время наблюдений в 2014 году была зафиксирована находка лишь одной особи.

Единственным ранее известным для России местообитанием микротурбеллярии *M. lutheri* (син. *Macrostomum lacustre* Beklemishev, 1927) считалось озеро в окрестности г. Санкт-Петербурга [1]. В оз. Шатуниха (охранная зона заповедника) обнаружена еще одна, довольно многочисленная, популяция этого вида, причем наиболее крупные (1.4-2 мм) половозрелые особи были отмечены лишь в сентябрьских сборах.

Для микротурбеллярии *M. bulbocaudatum* (син. *Stenostomum bulbocaudatum* Luther, 1960) находка в оз. Шатуниха также является вторым известным местообитанием вида в России. Ранее этот вид был отмечен для Ильменского заповедника, расположенном на Южном Урале [5].

Таким образом, в ходе полевых исследований 2013-2014 гг. для озер Раифского участка Волжско-Камского заповедника составлен таксономический список из 27 видов, 8 семейств и 6 отрядов ресничных червей. Их них 11 видов, 2 подсемейства и 1 отряд впервые выявлены в фауне Средне-Волжского бассейна. То, что значительное число из отмеченных в Волжско-Камском заповеднике таксонов ресничных червей является новыми для Среднего Поволжья, свидетельствует о слабой региональной изученности этой группы гидробионтов. Выявленный список ресничных червей для заповедных водоемов представляется нам не исчерпывающим, поэтому задача инвентаризации таксономического разнообразия малоизученных беспозвоночных гидробионтов, по-прежнему, остается насущной.

Список литературы

1. Беклемишев, В.Н. К фауне турбеллярий Одесского залива и впадающих в него ключей / В.Н. Беклемишев // Известия Биол. н-иссл. ин-та и Биол. станции при Пермском гос. ун-те. – 1927. – Т. 5, Вып. 5. – С. 177–207.
2. Курбангалиева, Х.М. Гидробиологическая характеристика Голубого озера / Х.М. Курбангалиева, О.В. Кашеварова // Учен. зап. Казанского ун.-та. – 1946. – Т. 106, кн.3. – С. 71-91.
3. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / под ред. С.Я. Цалолихина. – СПб.: ЗИН РАН, 1994. – Т.1. – 395 с.
4. Порфирьева, Н.А. Планарии Европейской части СССР. Морфология, систематика, распространение / Н.А. Порфирьева, Р.Я. Дыганова. – Казань: Изд. Казан. ун-та, 1987. – 190 с.
5. Рогозин, А.Г. Новые и редкие для фауны России виды архоофорных турбеллярий (*Catenulida* и *Macrostomida*) / А.Г. Рогозин // Зоол. журн. – 2012. – Т. 91, № 6. – С. 643–647.
6. Luther, A. Die Dalyelliiden (*Turbellaria Neorhabdocoela*). Eine Monographie / A. Luther // Acta zoologica Fennica. – 1955. – V. 87. – S. 1–337.
7. Luther, A. Die Turbellarien Ostfennoskandiens. I. Acoela, *Catenulida*, *Macrostomida*, *Lecithoepitheliata*, *Proleciophora* und *Proseriata* / A. Luther // Fauna Fennica, Helsinki. – 1960. – V. 7. – 155 s.
8. Young, J.O. Keys to the freshwater microturbellarians of Britain and Ireland with notes on their ecology / J.O. Young // Cumbria: Freshwater Biological Association. – 2001. – 142 p.

TURBELLARIAN DIVERSITY (PLATHELMINTHES: CATENULIDA, RHABDITOPHORA) IN RESERVOIRS OF VOLGA-KAMA RESERVE

Tokenova R.P., Berdnik S.V.

Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, Kazan, Russia, r.token@rambler.ru, Sergey.Berdnik@tatar.ru

During the survey of fauna of the Volga-Kama reserve Lakes (Middle Volga Region) in 2013-2014, an inventory of turbellarians ((Plathelminthes: *Catenulida*, *Rhabditophora*)) taxonomic diversity was carried. List of identified taxa include 27 species of 8 families and 6 orders, of which 11 species, 2 subfamilies and 1 order are new to the Middle Volga basin fauna. New habitats are recorded for microturbellarians *Macrostomum lutheri* Beklemishev, 1927 and *Myostenostomum bulbocaudatum* Luther, 1960, previously known in Russia from a single locality.

Key words: diversity, turbellaria, microturbellaria, lakes, Volga-Kama reserve.

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ РТУТИ В МЫШЦАХ ЩУКИ И ОКУНЯ ОЗЕР БОРОДАЕВСКОЙ ГРУППЫ (ВОЛОГОДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Н.Ю. Тропин, А.А. Колачева

Вологодская лаборатория ФГБНУ «ГосНИОРХ», Вологда, Россия, nikolay-tropin1@yandex.ru

В статье рассмотрены особенности накопления ртути в мышцах хищных рыб озер Бородаевской группы Вологодской области. Показано, что среднее содержание токсиканта выше в щуке (0,41 мг/кг), чем в окуне – 0,31 мг/кг. С увеличением длины тела и возраста рыб концентрация ртути в целом повышается. Выявлено наиболее интенсивное накопление токсиканта у самок. Общий уровень содержания ртути в рыбах исследованных водоемов находится в пределах предельно-допустимых концентраций.

Ключевые слова: токсикант, ртуть, Бородаевская озерная группа, окунь, щука, аккумуляция

Ртуть относится к группе наиболее опасных токсикантов окружающей среды, которая интенсивно мигрирует и аккумулируется в живых организмах [2]. В последнее время большое внимание уделяется загрязнению ртутьсодержащими соединениями водных экосистем, в которых происходит переход ртути в метильную форму [5]. Она эффективно передается с одного трофического уровня на другой и интенсивно накапливается в гидробионтах, в том числе и в рыбах. Известно, что наибольшие концентрации ртути регистрируются у хищных видов рыб, занимающих верхний трофический уровень [1]. К тому же, рыбы являются основным источником поступления ртути в организм человека, где она способна депонироваться в разных системах органов, что в конечном итоге приводит к развитию острых и хронических заболеваний. Это особенно актуально для районов с развитым любительским рыболовством, где значительная часть населения питается рыбой. В качестве такового можно рассматривать водоемы, входящие в Бородаевскую озерную группу, которая расположена в западной части Вологодской области. Поэтому исследование особенностей накопления ртути в мышцах хищных видов рыб в условиях интенсивной промышленной нагрузки представляет особую актуальность.

Бородаевская озерная группа располагается в западной части Вологодской области на территории Кирилловского района и включает около 10 озер. Все водоемы имеют общее ледниковое происхождение и схожие гидролого-гидрохимические условия. Бородаевское озеро имеет овально-лопастную форму с многочисленными заливами. Длина водоема составляет 5,7 км, средняя ширина – 0,9 км, а глубина – 3,1 м. Паское озеро отличается значительно большей глубиной и быстрым ее нарастанием от берегов к центру. Дно водоема неровное: ямы и борозды чередуются каменными грядами («лудами»). Зарастание незначительное и в основном — тростником, а также хвощом. Водоем соединяется с Бородаевским озером через искусственную копань [3]. Озеро Ильинское интенсивно зарастает водной растительностью. Грунт озёрного дна у северного и южного берега в основном песчано-каменистый, а у западного и восточного – торфянистый, а в центре – илистый.

Сбор полевого материала проводился на трех наиболее крупных и часто посещаемых рыбаками-любителями водоемах: оз. Бородаевское, Паское и Ильинское в 2013-2014 годах. Лов рыбы осуществлялся с использованием спиннинга, жерлиц, а также удочкой. Всего было выловлено 37 экз. окуня и 26 экз. щуки. Пойманная рыба подвергалась полному биологическому анализу, который выполнялся по общепринятым методикам [4]. Возраст рыб определялся с использованием чешуи. Содержание ртути в рыбе выявлялось на ртутном анализаторе РА-915+ с приставкой ПИРО (Люмэкс) атомно-абсорбционным методом холодного пара без предварительной пробоподготовки в лаборатории физиологии и токсикологии ИБВВ им. И.Д. Папанина РАН.

Изучение содержания ртути в мышцах рыб исследуемых водоемов установило, что средние значения токсиканта в щуке составляет 0,41 мг/кг, а в окуне – 0,31 мг/кг. В целом концентрация ртути не превышала принятого для хищных рыб значения

предельно-допустимой концентрации (ПДК) (0,6 мг/кг). Сравнительный анализ концентрации токсиканта в мышцах рыб изучаемых озер выявил различия в уровне накопления ртути. Так, у окуня содержание токсиканта было примерно одинаковым: в оз. Паское (0,32 мг/кг), оз. Бородаевское (0,28 мг/кг) и оз. Ильинское (0,25 мг/кг). В то же время концентрация ртути у щуки в водоемах варьировала: от 0,32 мг/кг (оз. Паское) до 0,42 мг/кг (оз. Ильинское).

Кроме того, для изученных водоемов размах значений концентрации ртути был различным. Так, для щуки он был самым большим в Бородаевском озере: от 0,23 до 0,85 мг/кг, а для оз. Ильинского – самый минимальный: от 0,24 до 0,54 мг/кг. При этом превышения ПДК у отдельных экземпляров регистрировались только в оз. Бородаевское и Паское.

При рассмотрении вариабельности концентрации ртути у окуня была выявлена другая закономерность. Максимальным размахом величины содержания токсиканта характеризовалось Паское озеро (0,13 – 0,79 мг/кг), а минимальным (от 0,22 – 0,36 мг/кг) – Бородаевское озеро. Причем превышение установленного значения ПДК было выявлено лишь для окуня оз. Паское.

Исследование закономерностей накопления ртути в щуке показало увеличение содержания токсиканта с возрастом в озерах Бородаевское и Паское. Так, например, в Бородаевском озере в возрасте 4+ концентрация ртути составляла 0,25 мг/кг, а при 7+ – 0,45 мг/кг. У окуня была выявлена аналогичная зависимость: в возрасте 4+ содержание ртути составляло 0,22 мг/кг, а при 7+ – 0,33 мг/кг. В Бородаевском озере при длине тела 31 см содержание ртути составило 0,25 мг/кг, 35 см – 0,44 мг/кг, а при 82 см – 0,85 мг/кг. Сходная коррелятивная зависимость между размерами рыб и концентрацией токсиканта установлена и для оз. Паское. В отличие от вышеперечисленных водоемов в оз. Ильинское наблюдалась противоположная тенденция: с увеличением возраста и длины тела содержание ртути снижается. По-видимому, это обусловлено преобладанием среди исследованных рыб экземпляров длиной 30–40 см, в которых содержание ртути больше.

Анализ особенностей накопления ртути в связи с половой спецификой было выявлено, что самки накапливают большее количество ртути по сравнению с самцами, как у щуки, так и у окуня исследованных водоёмов. Это является проявлением общей биологической закономерности высокой аккумуляции токсиканта у женских особей.

Список литературы

1. Болотова Н.Л. Биоиндикация ртутного загрязнения водных объектов Вологодской и Нижегородской областей (на примере рыб как тест-объектов) / Н. Л. Болотова, Н. Ю. Тропин, Г. В. Шурганова // Экология и промышленность в России. – 2015. – Т. 19. – № 5. – С. 13-19.
2. Казначеев С.В. Воздействие ртути и ее соединений на организм человека в экологических ситуациях / С.В. Казначеев, В.Д. Дарянин // Поведение ртути и других тяжелых металлов в экосистемах. Аналитический обзор. – Новосибирск: ГПНТБ СО АН СССР, 1989. – Ч. II: Процессы биоаккумуляции и экотоксикологии. – С. 122–146.
3. Озёрные ресурсы Вологодской области / Под редакцией Ляпкиной А.А., Шевелёва Н.Н. - Вологда, 1981. - С. 147.
4. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб / И.Ф. Правдин. – Москва: Пищевая промышленность, 1966. - 376 с.
5. Трахтенберг И.М. Ртуть и ее соединения / И. М. Трахтенберг, М. Н. Коршун // Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов I–IV групп. – Ленинград: Химия, 1988. – С. 170–188.

FEATURES ACCUMULATION OF MERCURY IN THE MUSCLES OF PIKE AND PERCH LAKES BORODAEVSKY GROUP (VOLOGDA REGION)

Tropin N.Y., Kolacheva A.A.

Vologda laboratory FGBNU «GosNIORCH», Vologda, Russia, nikolay-tropin1@yandex.ru

The article describes the features of the accumulation of mercury in predatory fish muscle group Borodaevsky lakes of the Vologda region. It is shown that the average content of fluorine is higher in the pike (0,41 mg/kg) than the perch – 0.31 mg/kg. With increasing age and the body length of fishes mercury concentration generally increases. Revealed the most intensive accumulation of toxicant in females. Total mercury levels in fish ponds studied is within the maximum allowable concentrations.

Key words: toxicant, mercury, Borodaevsky lake group, perch, pike, accumulation.

НАКОПЛЕНИЕ РТУТИ В МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РЫБ ВЫТЕГОРСКОГО, БЕЛОУСОВСКОГО И НОВИНКИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ

Е.В. Угрюмова, А.Е. Шилова, М.Я. Борисов

Вологодская лаборатория ФГБНУ «ГосНИОРХ», Вологда, Россия, uljuticheva26@yandex.ru

Вытегорское, Белоусовское и Новинкинское водохранилища являются элементами гидротехнических сооружений Волго-Балтийского водного пути, в связи с чем подвергаются сильному антропогенному воздействию и в их воде присутствуют многие опасные токсиканты. Цель работы: изучение накопления ртути в мышечной ткани рыб, обитающих в водохранилищах. В настоящее время в составе рыбного населения данных водохранилищ зарегистрировано 25 видов рыб. При проведении научно-исследовательских уловов рыбы в 2010-2014 ставными сетями отловлены особи 22 видов. В структуре уловов доминирующее положение занимают плотва и густера, значительную долю составляют также окунь, лещ, чехонь, белоглазка. В результате проведённых исследований выявлено, что показатели содержания ртути варьировали от 0,010 мг/кг (у язя из Новинкинского водохранилища) до 1,095 мг/кг (у окуня из Вытегорского водохранилища). Также показано, что хищные виды рыб, являясь верхним уровнем трофических цепей, аккумулируют в себе большее количество токсиканта, чем мирные. Кроме того, выявлено закономерное увеличение концентрации ртути в мышечной ткани рыб с возрастом.

Ключевые слова: рыба, токсиканты, содержание ртути.

Вытегорское, Белоусовское и Новинкинское водохранилища являются элементами гидротехнических сооружений Волго-Балтийского водного пути, соединяющего бассейны Каспийского и Балтийского морей.

В связи с этим водохранилища подвергаются сильному антропогенному воздействию и в их воде присутствуют многие опасные токсиканты. Кроме того, данные водохранилища – это крупные рыбохозяйственные водоемы Вологодской области. В связи с этим актуально изучение накопления в рыбе токсикантов различной природы. Ртуть обладает уникальными экотоксикологическими свойствами, обусловленными разнообразием форм существования, высокой миграционной активностью и аккумуляцией в окружающей среде [3]. В работах многих авторов отмечено, что рыбы накапливают ртуть в концентрациях, во много раз превышающих содержание её в воде, что позволяет использовать рыб в качестве чувствительных индикаторов.

Целью нашей работы было изучение накопления ртути в мышечной ткани рыб, обитающих в водохранилищах.

Вытегорское, Белоусовское и Новинкинское водохранилища созданы в 1962-1964 годах на Северном склоне Волго-Балтийского водного пути на реке Вытегра на месте существовавшей с 1810 года Мариинской водной системы. Водоохранилища являются элементами гидротехнических сооружений наиболее сложного участка Волго-Балтийского водного пути. Здесь на протяжении 38,5 км от верхнего водораздельного бьефа Пахомского шлюза до Онежского озера общее падение, которое преодолевается 6 шлюзами, составляет 80 м. Морфометрические параметры водохранилищ приведены в таблице 1. Наибольшее по площади и более мелководное Вытегорское водохранилище. Его площадь составляет 20,1 км², средняя глубина – 2,9 м, а площадь мелководий составляет 23%. В тоже время площадь Белоусовского водохранилища 7,1 км², а Новинкинское – всего 2,5 км². Средняя глубина этих двух водохранилищ значительно больше в сравнении с Вытегорским и составляет 7,1 м для Белоусовского и 7,9 м для Новинкинское. Отличия в морфометрических характеристиках водохранилищ определяют разный уровень развития фитопланктона, зоопланктона и зообентоса и как следствие рыбопродуктивность.

Современный состав рыбного населения Вытегорского, Белоусовского и Новинкинское водохранилищ в значительной степени связан с тем, что они являются составной частью крупной водной транспортной системы. До 1810 года на этом участке протекала река Вытегра – один из притоков Онежского озера. О видовом составе рыбного населения этого водотока можно судить исходя из современной ихтиофауны других незарегулированных притоков. Так, рыбное население

рек Андома и Мегра насчитывает 18 видов рыб и включает атлантического лосося, кумжу, сига, корюшку, хариуса, щуку, леща, уклейку, пескаря, язя, ельца, голяна, плотву, гольца, налима, ерша, окуня и подкаменщика [2]. При этом, значительную роль составляют реофильные виды, а также мигранты из Онежского озера.

Таблица 1

Морфометрические характеристики водохранилищ Северного склона Волго-Балтийского водного пути

Параметры	Вытегорское водохранилище	Белоусовское водохранилище	Новинкинское водохранилище
НПУ	46,0	58,8	96,4
Площадь, км ²	20,1	7,1	2,5
Глубина, м	2,9	7,1	7,9
Объем, млн. м ³	58,4	50,5	18,2
Мелководья, %	23	9	6

В 1810 году река Вытегра была зарегулирована множеством шлюзов и плотин и включена в Мариинскую водную систему. В результате строительства этой водной системы значительно изменился гидрологический режим, появилась возможность миграции рыб из реки Ковжи, относящейся к бассейну Каспийского моря. В первую очередь снизилась численность представителей реофильного комплекса – хариуса, ручьевой форели, ельца, голяна, налима, ухудшились условия нерестовых миграций лосося, кумжи, сига, корюшки из Онежского озера. Однако, эти виды регулярно заходили в реку Вытегра до середины XX века [1].

В начале 1960-х годов устаревшая Мариинская водная система была преобразована в Волго-Балтийский водный путь, на северном склоне которого на месте долины реки Вытегра были образованы Вытегорское, Белоусовское и Новинкинское водохранилища. Вновь созданные водохранилища значительно отличались по площади, объему водной массы и гидрологическому режиму от существовавшей ранее даже в зарегулированном виде реки Вытегра. Это в значительной степени повлияло и на состав и структуру рыбного населения. Реофильные виды полностью выпали из состава рыбного населения, создались благоприятные условия для миграции рыб из Белого озера [4].

В настоящее время в составе рыбного населения водных объектов Северного склона Волго-Балтийского канала зарегистрировано 25 видов рыб (табл. 2), относящихся к 10 семействам (сиговые, корюшковые, щуковые, карповые, балиториевые, вьюновые, сомовые, тресковые, окуневые, колюшковые). Следует отметить, что 12 видов рыб (ряпушка, снеток, синец, белоглазка, чехонь, красноперка, жерех, верховка, сом, щиповка, судак и берш) проникли в данные водоемы из Белого озера.

Сбор ихтиологического материала на Вытегорском, Белоусовском и Новинкинском водохранилищах проводился сотрудниками Вологодской лаборатории ФГБНУ «ГосНИОРХ» в ходе экспедиционных выездов в летний период 2010-2014 годов. Лов рыбы осуществлялся ставными сетями с шагом ячеи от 20 до 60 мм. Каждая выловленная особь подвергалась полному биологическому анализу, согласно общепринятым методикам [5]. Это включало измерение длины и веса тела, а после вскрытия определение пола, стадии зрелости гонад, степени ожирения внутренних органов и степени наполненности желудочно-кишечного тракта пищей. Определение возраста рыб осуществлялись по общепринятым методикам [5; 6]. У некоторых рыб отловленных в летний период 2013 года были взяты пробы мышечной ткани для определения концентрации ртути. Определение ртути проводилось в Институте биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина на ртутном анализаторе РА-915+ с приставкой ПИРО (Люмэкс) атомно-абсорбционным методом холодного пара. Всего было отобрано около 250 проб у 14 видов рыб.

Ихтиофауна водных объектов Северного склона Волго-Балтийского водного пути

Виды рыб	Водохранилища		
	Вытегорское	Белоусовское	Новинкинское
Семейство Сиговые			
1. Ряпушка <i>Coregonus albula</i>	+	+	+
Семейство Корюшковые			
2. Снеток <i>Osmerus eperlanus</i>	+++	+++	+++
Семейство Щуковые			
3. Щука <i>Esox lucius</i>	++	++	++
Семейство Карповые			
4. Синец <i>Abramis ballerus</i>	+	+	+
5. Лещ <i>Abramis brama</i>	++	++	++
6. Белоглазка <i>Abramis sapa</i>	++	++	++
7. Уклейка <i>Alburnus alburnus</i>	+++	+++	+++
8. Густера <i>Blicca bjoerkna</i>	++	++	++
9. Пескарь <i>Gobio gobio</i>	+	+	+
10. Верховка <i>Leucaspis delineatus</i>	+	+	-
11. Елец <i>Leucaspis leucaspis</i>	-	-	+
12. Язь <i>Leucaspis idus</i>	++	++	++
13. Чехонь <i>Pelecus cultratus</i>	++	++	++
14. Плотва <i>Rutilus rutilus</i>	+++	+++	+++
15. Красноперка <i>Scardinius erythrophthalmus</i>	++	+	+
16. Жерех <i>Aspius aspius</i>	+	+	+
Семейство Вьюновые			
17. Обыкновенная щиповка <i>Cobitis taenia</i>	+	+	+
Семейство Балиториевые			
18. Усатый голец <i>Barbatula barbatula</i>	+	+	+
Семейство Сомовые			
19. Обыкновенный сом <i>Silurus glanis</i>	+	+	+
Семейство Тресковые			
20. Налим <i>Lota lota</i>	+	+	+
Семейство Колюшковые			
21. Колюшка девятиглая <i>Pungitius pungitius</i>	+	-	-
Семейство Окуневые			
22. Ерш <i>Gymnocephalus cernuus</i>	+++	+++	+++
23. Окунь <i>Perca fluviatilis</i>	+++	+++	+++
24. Судак <i>Stizostedion lucioperca</i>	+++	+++	+++
25. Берш <i>Stizostedion volgense</i>	++	++	++
Всего	24	23	23

В составе научно-исследовательских уловов ставными сетями в Вытегорском водохранилище зарегистрировано 14 видов рыб (табл. 3). Из них по численности в уловах заметно доминировали плотва и густера, общая доля которых составляла свыше 50%. К субдоминантам относились лещ, красноперка и окунь, а единично встречались судак, ерш, берш, уклейка, чехонь, белоглазка, язь, жерех, щука. Длина тела большинства видов рыб в составе уловов варьировала в пределах 15 – 20 см, а масса – 100 – 150 г. Наибольшие размеры отмечены у судака, достигавшего 53 см в длину и 1693 г по массе. Наименьшие размеры имели отдельные особи ерша, леща и густеры.

В составе научно-исследовательских уловов ставными сетями в Белоусовском водохранилище зарегистрировано 10 видов рыб (табл. 4). В уловах мелкочейными ставными сетями в Белоусовском водохранилище по численности заметно доминировали плотва и густера, суммарная доля которых составила почти 60%. Субдоминантами являлись окунь, лещ, чехонь, общая доля которых составляла около 30%, реже в уловах отмечались берш, белоглазка, судак, а единично – ерш и щука.

Таблица 3

Размерные и весовые характеристики рыб в уловах ставными сетями в Вытегорском водохранилище

Вид	Длина, см			Доля по численности, %	Масса, г			Доля по биомассе, %
	средняя	min	max		средняя	min	max	
плотва	18,2	12	29	30,2	153,6	24	626	30,3
густера	17,0	11	26	22,7	121,5	22	374	17,9
лещ	18,2	11	38	14,1	164,6	22	1090	15,2
красноперка	17,8	12	26	13,4	141,1	30	416	12,3
окунь	17,7	8	34	8,1	140,5	8	800	7,4
судак	27,6	16	53	3,8	336,8	56	1693	8,6
берш	22,7	16	29	2,5	181,2	52	386	2,9
чехонь	24,5	20	30	2,4	136,2	60	258	2,1
ерш	7,5	5	10	1,6	8,6	2	16	0,1
щука	42,4	34	55	0,5	692,4	324	1188	2,1
язь	23,0	16	30	0,2	356,0	74	638	0,4
белоглазка	18,0	18	18	0,2	107,0	96	118	0,1
уклейка	12,0	12	12	0,2	19,0	18	20	0,1
жерех	37,0			0,1	900,0			0,5

Таблица 4

Размерные и весовые характеристики рыб в уловах ставными сетями в Белоусовском водохранилище

Вид	Длина, см			Доля по численности, %	Масса, г			Доля по биомассе, %
	средняя	min	max		средняя	min	max	
плотва	17,0	11	25	28,8	108,5	20	338	27,6
густера	15,6	10	26	29,4	96,3	24	392	25,0
окунь	17,0	10	30	12,9	101,3	16	534	11,5
лещ	17,5	12	31	8,2	133,1	30	608	9,6
чехонь	24,6	19	32	8,3	141,0	56	294	10,4
берш	21,7	16	31	4,3	155,5	62	424	5,9
	17,4	15	20	3,9	88,8	52	140	3,1
судак	23,9	18	29	2,8	165,9	70	284	4,2
ерш	7,3	7	8	0,8	8,0	6	10	0,1
щука	38,0	31	42	0,6	478,0	258	644	2,6

В уловах ставными сетями в Новинкинском водохранилище по численности заметно доминировала плотва, доля которой превышала 30 % (табл. 5). Субдоминантами являлись окунь, густера, ерш, белоглазка и лещ, общая доля которых составляла более 60 %. Длина тела большинства видов рыб в уловах мелкоячейными сетями варьировала в пределах 12-16 см, а масса тела – 50-100 г.

Размерные и весовые характеристики рыб в уловах ставными сетями в Новинкинском водохранилище

Виды рыб	Длина тела, см		Доля по численности, %	Масса тела, г		Доля по биомассе, %
	средняя	колебания		средняя	колебания	
белоглазка	16,9	15–21	10,1	84,6,3	58–172	11,1
густера	15,7	12–20	15,2	97,8	40–194	19,3
ерш	9,4	7–12	12,7	21,2	6–52	3,5
лещ	14,2	11–18	7,6	72,3	22–158	7,1
окунь	13,7	12–16	15,2	52,5	34–80	10,3
плотва	15,0	12–21	32,9	79,8	36–214	34,0
судак	19,0	–	1,3	98,0	–	1,6
чехонь	21,0	–	1,3	98,0	–	1,6
щука	36,0	–	1,3	450,0	–	7,4
язь	16,5	13–20	2,5	122,5	53–192	4,0

Таким образом, ихтиофауна трех водохранилищ Северного склона Волого-Балтийского водного пути достаточно разнообразна и насчитывает 25 видов рыб. При проведении научно-исследовательских уловов рыбы в 2010-2014 годах в составе ихтиофауны водохранилищ было отмечено 22 вида рыб. В структуре уловов доминирующее положение занимают плотва и густера, значительную долю составляют также окунь, лещ, чехонь, белоглазка.

В результате проведенных исследований по изучению накопления ртути в мышечной ткани рыб было отмечено, что показатели содержания ртути варьировали от 0,010 мг/кг (у язя из Новинкинського водохранилища) до 1,095 мг/кг (у окуня из Вытегорского водохранилища). Средние показатели содержания металла в мышечной ткани рыб водохранилищ представлены в таблице 6.

Таблица 6

Средние показатели содержания ртути в мышечной ткани рыб водохранилищ

Виды рыб	Новинкинское водохранилище	Белоусовское водохранилище	Вытегорское водохранилище
берш	–	0,13±0,019	0,24±0,031
густера	0,09±0,006	0,13±0,009	0,14±0,012
язь	0,04±0,011	–	0,10±0,010
краснопёрка	–	–	0,07±0,010
лещ	0,08±0,023	0,11±0,010	0,20±0,029
окунь	0,15±0,017	0,29±0,068	0,40±0,069
плотва	0,04±0,012	0,08±0,010	0,12±0,015
судак	0,15±0,001	0,19±0,013	0,32±0,069
чехонь	0,17±0,021	0,19±0,028	0,23±0,023
белоглазка	0,09±0,008	–	–
синец	0,18±0,036	–	–

Согласно СанПиН 2.3.2.560-96 “Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов” предельно допустимое содержание ртути в мышечной ткани нехищных пресноводных рыб составляет 0,3 мг/кг а в мышечной ткани

хищных пресноводных рыб - 0,6 мг/кг. Содержание металла превышало норму в 6 % исследованных образцов из Вытегорского водохранилища и в 2 % – из Белоусовского водохранилища.

Наиболее высокие средние показатели концентрации ртути отмечены у рыб из Вытегорского водохранилища, самые низкие – у рыб из Новинкинского водохранилища (рис. 1). Так, например, среднее содержание ртути в мышечной ткани окуня Новинкинского (0,151 мг/кг) водохранилища почти в два раза меньше, чем среднее содержание ртути в мышечной ткани окуня Вытегорского водохранилища (0,401 мг/кг). Такая же закономерность прослеживается у большинства видов рыб (лещ, плотва, судак). Для щуки из Вытегорского водохранилища отмечено превышение содержание ртути в три раза, по сравнению с Новинкинским водохранилищем. Данная закономерность связана с различиями в морфометрических характеристиках водотоков и с разной степенью антропогенной нагрузки. Среди трех исследованных водоемов Вытегорское водохранилище отличается высокими показателями продуктивности и значительным уровнем эвтрофикации. Это, по-видимому, способствует более высокой миграционной активности соединений ртути, которые как известно обладают повышенной биодоступностью.

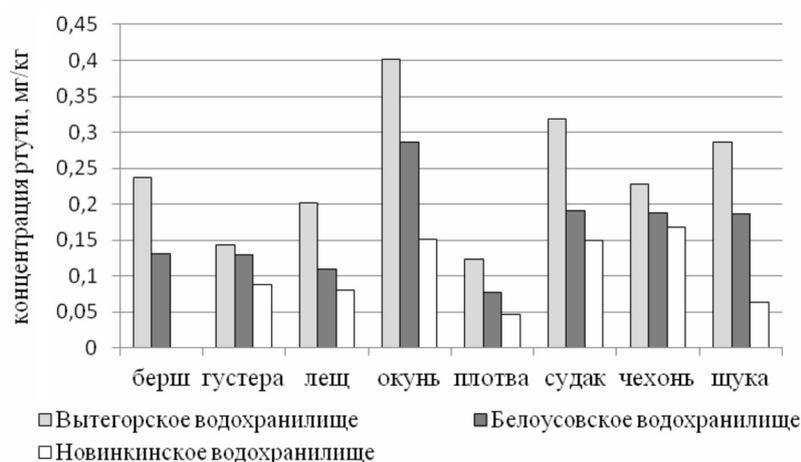


Рисунок 1 – Содержание ртути в мышечной ткани рыб Вытегорского, Белоусовского и Новинкинского водохранилищ

Так же показано, что хищные виды рыб, являясь верхним уровнем трофических цепей, аккумулируют в себе большее количество токсиканта, чем мирные (рис. 1). Кроме того, выявлено закономерное увеличение концентрации ртути в мышечной ткани рыб с возрастом (рис.2). Так у леща Вытегорского водохранилища в возрасте 5+ среднее содержание ртути в мышечной ткани составляет 0,329 мг/кг, а к возрасту 9+ возрастает до 0,758.

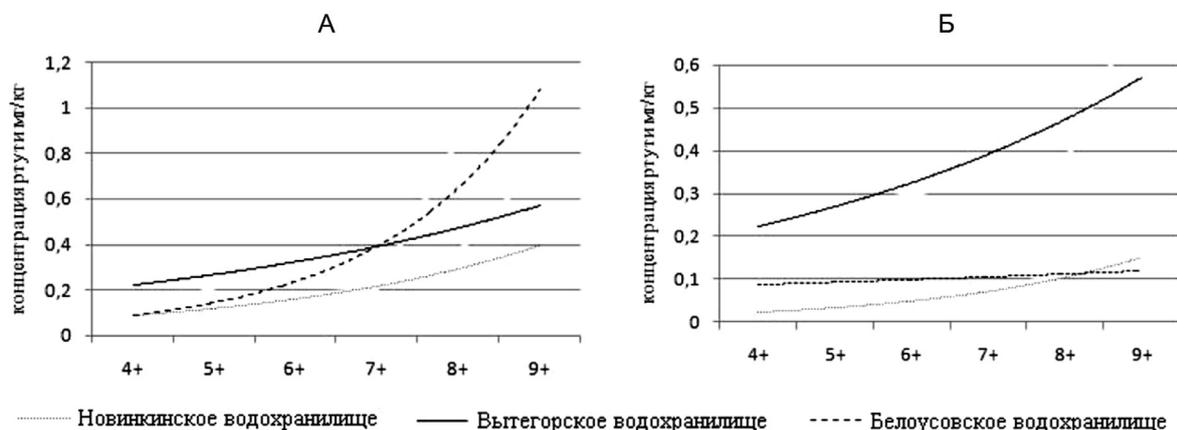


Рисунок 2 – Возрастные изменения содержания ртути в мышечной ткани рыб (А- окунь, Б – лещ) Вытегорского, Белоусовского и Новинкинского водохранилищ

Список литературы

1. Вещезеров, В. В. Рыболовство в южной и юго-восточной части Онежского озера [текст] / В. В. Вещезеров // Известия Ленинградского научно-исследовательского ихтиологического ин-та - СПб, 1931. - т. 12, вып. 1. - С. 77-114.
2. Коновалов, А.Ф., Борисов, М.Я., Болотова, Н.Л. Рыбное население [текст] / А.Ф. Коновалов, М.Я. Борисов, Н.Л. Болотова // Сохранение биоразнообразия природных комплексов водосбора Онежского озера на территории Вологодской области. - Вологда, 2008. - С. 129-143.
3. Немова Н.Н. Биохимические эффекты накопления ртути у рыб [текст] М.: Наука, 2005. - 162 с.
4. Оценить влияние зимней сработки уровней водохранилищ ВБВП и мест складирования грунта на их ихтиофауну [текст]: Отчет о НИР / Вологодская лаборатория ФГНУ «ГосНИОРХ»; Руководитель Ю.С. Водоватов. Вологда, 1989. - 34 с.
5. Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) [текст] М.: Пищевая промышленность, 1966. - 376 с.
6. Чугунова Н.И. Методика изучения возраста и роста рыб [текст] М., 1956.

THE ACCUMULATION OF MERCURY IN MUSCLE TISSUE OF CERTAIN SPECIES OF FISH IN VYTEGORSKY, BELOUSOVSKY AND NOVINKINSKOYE RESERVOIRS

Ugryumova E.V., Shilova A.E., Borisov M.I.

*State Science Relation Institute of Lake & River Fishery (GosNIORCh), Vologda, Russia,
uljuticheva26@yandex.ru*

Vytegorsky, Belousovsky and Novinkinskoye reservoir are elements of the waterworks of the Volga-Baltic waterway, therefore, subjected to strong anthropogenic impact and their water there are many dangerous toxins. Objective: to study the accumulation of mercury in muscle tissue of fish found in the reservoirs. At the present time in the composition of fish population in these reservoirs registered 25 species of fish. When conducting research in fish catches in 2010 - 2014 the set net caught specimens of 22 species. In the structure of catches is dominated by roach and silver bream, a significant proportion also perch, bream, sabrefish, white-eyed. As a result of the research revealed that the concentrations of mercury ranged from 0.01 mg/kg (Leuciscus idus of the Novichenkoye reservoir) to 1,095 mg/kg (perch of the Vytegorsky reservoir). It is also shown that predatory species of fish, being the top level traceski chains, accumulate a large amount of toxicant than peaceful. Furthermore, there was consequent increase in mercury concentrations in fish muscle with age.

Key words: fish, toxicants, content rotivators.

УДК 598.2

РАЗНООБРАЗИЕ ПТИЦ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ КЛЕБАН-БЫКСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

М.Н. Харламова¹, М.А. Новиков²

¹*Мурманский арктический государственный университет, Мурманск, Россия,
mnkharlamova@yandex.ru*

²*Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича, Мурманск, Россия, mnovik@pinro.ru*

Изучено состояние орнитофауны Клебан-Быкского водохранилища в Донецкой области Украины в период с 1998 по 2006 гг. Отмечено пребывание на водоеме и его окрестностях 87 видов птиц из 13 отрядов, с преобладанием представителей экологических группировок лимнофилов и дендрофилов. Оценен статус пребывания птиц на исследованной территории.

Ключевые слова: биоразнообразие, орнитофауна, Донецкая область

Общеизвестно, что юг Европейской части бывшего СССР находится в зоне интенсивного антропогенного пресса. Одной из наиболее освоенных и густонаселенных территорий этого региона является Донбасс. В последние десятилетия из-за повсеместного падения производства экологическая обстановка в Донбассе несколько улучшилась, причем, главным

образом, по причине снижения вредных атмосферных выбросов со стороны простаивающих и ликвидированных металлургических, угольных и химических предприятий.

Исследования орнитофауны проводили на одном из крупных водоемов Донецкой области – Клебан-Быкском водохранилище, образованном в 1950 г. путем зарегулирования стока реки Кривой Торец бассейна р. Северский Донец в месте впадения в нее речки Бычок и расположенном всего в нескольких километрах от крупного райцентра – г. Константиновки в степной зоне. Данный водоем был создан преимущественно с рыбохозяйственными и техническими целями. В период выполнения работ на водоеме функционировали садковые хозяйства. Среди аборигенной ихтиофауны водохранилища преобладают малоценные промысловые виды рыб: серебристый карась, карп, плотва, окунь, щука, уклея, ерш, красноперка, а также судак. Вместе с тем, в настоящее время в водоеме сформирован искусственный ихтиокомплекс, который состоит преимущественно из растительноядных рыб: белого, пестрого толстолобиков и их гибридов, белого амура, а также карпа и амурского чебачка. Трофический статус водоема характеризуется как мезотрофный [7].

Клебан-Быкский водоем представляет собой типичное для здешнего ландшафта мелководное водохранилище долинного типа с сильными изменениями уровня воды в течение вегетационного сезона. Длина Клебан-Быкского водохранилища составляет 8,35 км, максимальная ширина – 1,6 км, средняя глубина 4,2 м, площадь водного зеркала – 6,8 км² (680 га), объем – 30,3 млн. м³ [7,10]. Местность вокруг водохранилища – преимущественно равнинная с холмами на севере и с, примыкающими к берегу, густыми зарослями тростника и широколиственным лесом байрачного типа (рис. 1). В данном лесу, кстати, преобладают искусственно высаженные в период обустройства берегов водохранилища древесные породы, например, акация белая (робиния ложноакациевая), также дуб, клен и др. Северный берег высокий, покрыт лёссовидным суглинком. Южный берег пологий, покрыт чернозёмом. Водно-болотные угодья водохранилища представляют собой систему водотоков с развитой высшей надводной растительностью с преимуществом ассоциации *Phragmitetum typhaosum*.



Рисунок 1 – Клебан-Быкское водохранилище. Общий вид

В окрестностях водохранилища, непосредственно с выходом в прибрежную зону, расположено охотничье хозяйство. Основная антропогенная нагрузка на водоем заключается в ловле рыбы, использовании его в рекреационных целях, выпас скота на его берегах, а также охоте на пернатую дичь, зайцев и кабанов преимущественно в осенний период. В 2000 г. на территории, прилегающей к Клебан-Быкскому водохранилищу, с целью охраны геологического памятника природы «Клебан-Быкское обнажение» был создан региональный ландшафтный парк общей площадью 1874 га (рис. 2). Клебан-Быкское обнажение – единственное полное обнажение нижнепермских отложений в Кальмиус-Торецкой котловине. Статус памятника общегосударственного значения присвоен распоряжением Совета Министров УССР № 780-р от 14.10.1975 г. После 2000 г. антропогенная нагрузка на водоем снизилась, т.к. был ограничен въезд на территорию парка, но остался регулярный выпас крупного рогатого скота, а также лов рыбы и туризм.

Наблюдения за орнитофауной проводили в период с конца июля по сентябрь в течение 1997-1999 гг., в августе 2002-2006 гг. и начале мая 2006 г. Поскольку все исследования проводились авторами в свободное от основной работы время, в период отпуска, весьма важный весенний период практически выпал из наблюдений. Учеты птиц проводились на постоянных маршрутах с ограничением дальности обнаружения: ширина учетной полосы для воробьиных – 50 м, для водоплавающих, околородных и хищных – 100 м.



Рисунок 2 – Карта-схема района исследований. Фото информационного щита Клебан-Быкского ландшафтного парка

Списки латинских названий птиц приведены в соответствии со списком Е.А. Коблика, Я.А. Редькина и В.Ю. Архипова [2].

За все годы наблюдений было определено 87 видов птиц (табл. 1).

Таблица 1

Список отмеченных видов орнитофауны Клебан-Быкского водохранилища

№	Вид	РП, ЧС	Статус
1	2	3	4
1.	Чомга (большая поганка) <i>Podiceps cristatus</i> (Linnaeus, 1758)	8	Г
2.	Серошекая поганка <i>Podiceps griseogen</i> (Boddaert, 1783)	1	н/у
3.	Малая поганка <i>Tachybaptus ruficollis</i> (Pallas, 1764)	5	н/у
4.	Большая выпь <i>Botaurus stellaris</i> (Linnaeus, 1758)	6	н/у
5.	Большая белая цапля <i>Egretta albus</i> (Linnaeus, 1758)	8	н/у
6.	Малая белая цапля <i>Egretta garzetta</i> (Linnaeus, 1758)	8	н/у
7.	Серая цапля <i>Ardea cinerea</i> (Linnaeus, 1758)	8	н/у
8.	Рыжая цапля <i>Ardea purpurea</i> (Linnaeus, 1766)	8	н/у
9.	Белый аист <i>Ciconia ciconia</i> (Linnaeus, 1758)	2	н/у
10.	Лебедь-шипун <i>Cygnus olor</i> (J.F. Gmelin, 1789)	6	Г
11.	Кряква <i>Anas platyrhynchos</i> (Linnaeus, 1758)	8	Г
12.	Чирок-свистунок <i>Anas crecca</i> (Linnaeus, 1758)	8	Г
13.	Чирок-трескунок <i>Anas querquedula</i> (Linnaeus, 1758)	8	Г
14.	Красноголовый нырок <i>Aythya ferina</i> (Linnaeus, 1758)	8	н/у
15.	Красный коршун <i>Milvus milvus</i> (Linnaeus, 1758)	1	н/у
16.	Болотный лунь <i>Circus aeruginosus</i> (Linnaeus, 1758)	6	Г
17.	Полевой лунь <i>Circus cyaneus</i> (Linnaeus, 1766)	2	н/у
18.	Канюк (обыкновенный) <i>Buteo buteo</i> (Linnaeus, 1758)	8	н/у
19.	Обыкновенная пустельга <i>Falco tinnunculus</i> (Linnaeus, 1758)	8	Г
20.	Серая куропатка <i>Perdix perdix</i> (Linnaeus, 1758)	8	Г
21.	Фазан <i>Phasianus colchicus</i> (Linnaeus, 1758)	6	н/у
22.	Водяной пастушок <i>Rallus aquaticus</i> (Linnaeus, 1758)	8	н/у
23.	Погоньш <i>Pogzana spp.</i>	8	н/у
24.	Коростель <i>Sex sex</i> (Linnaeus, 1758)	8	н/у
25.	Камышница <i>Gallinula chloropus</i> (Linnaeus, 1758)	8	Г

Окончание таблицы 1.

1	2	3	4
26.	Лысуха <i>Fulica atra</i> (Linnaeus, 1758)	8	Г
27.	Малый зуек <i>Charadrius dubius</i> (Scopoli, 1786)	6	н/у
28.	Чибис <i>Vanellus vanellus</i> (Linnaeus, 1758)	7	н/у
29.	Черныш <i>Tringa ochropus</i> (Linnaeus, 1758)	7	н/у
30.	Травник <i>Tringa totanus</i> (Linnaeus, 1758)	8	н/у
31.	Поручейник <i>Tringa stagnatilis</i> (Bechstein, 1803)	5	н/у
32.	Перевозчик <i>Actitis hypoleucos</i> (Linnaeus, 1758)	8	н/у
33.	Турухтан <i>Philomachus pugnax</i> (Linnaeus, 1758)	8	н/у
34.	Белохвостый песочник <i>Calidris temminckii</i> (Leisler, 1812)	7	н/у
35.	Бекас <i>Gallinago gallinago</i> (Linnaeus, 1758)	8	н/у
36.	Дупель <i>Gallinago media</i> (Latham, 1787)	3	н/у
37.	Хохотунья <i>Larus cachinnans</i> (Pallas, 1811)	6	н/у
38.	Речная крачка <i>Sterna hirundo</i> (Linnaeus, 1758)	8	н/у
39.	Кольчатая горлица <i>Streptopelia decaocto</i> (Fridvaldszky, 1838)	8	н/у
40.	Обыкновенная горлица <i>Streptopelia turtur</i> (Linnaeus, 1758)	8	Г
41.	Обыкновенная кукушка <i>Cuculus canorus</i> (Linnaeus, 1758)	7	н/у
42.	Обыкновенный зимородок <i>Alcedo atthis</i> (Linnaeus, 1758)	8	Г
43.	Золотистая шурка <i>Merops apiaster</i> (Linnaeus, 1758)	8	н/у
44.	Удод <i>Upupa epops</i> (Linnaeus, 1758)	8	н/у
45.	Большой пестрый дятел <i>Dendrocopus major</i> (Linnaeus, 1758)	8	Г
46.	Малый пестрый дятел <i>Dendrocopus minor</i> (Linnaeus, 1758)	6	н/у
47.	Береговушка (береговая ласточка) <i>Riparia riparia</i> (Linnaeus, 1758)	8	Г
48.	Деревенская ласточка <i>Hirundo rustica</i> (Linnaeus, 1758)	8	Г
49.	Воронок (городская ласточка) <i>Delichon urbica</i> (Linnaeus, 1758)	8	Г
50.	Хохлатый жаворонок <i>Galerida cristata</i> (Linnaeus, 1758)	8	Г
51.	Лесной жаворонок <i>Lullula arborea</i> (Linnaeus, 1758)	8	Г
52.	Полевой жаворонок <i>Alauda arvensis</i> (Linnaeus, 1758)	8	Г
53.	Полевой конек <i>Anthus campestris</i> (Linnaeus, 1758)	8	н/у
54.	Лесной конек <i>Anthus trivialis</i> (Linnaeus, 1758)	7	н/у
55.	Желтая трясогузка <i>Motacilla flava</i> (Linnaeus, 1758)	8	Г
56.	Желтоголовая трясогузка <i>Motacilla citreola</i> (Pallas, 1776)	6	н/у
57.	Белая трясогузка <i>Motacilla alba</i> (Linnaeus, 1758)	8	Г
58.	Обыкновенный жулан <i>Lanius collurio</i> (Linnaeus, 1758)	8	Г
59.	Обыкновенная иволга <i>Oriolus oriolus</i> (Linnaeus, 1758)	8	Г
60.	Обыкновенный скворец <i>Sturnus vulgaris</i> (Linnaeus, 1758)	8	Г
61.	Сойка <i>Garrulus glandarius</i> (Linnaeus, 1758)	8	Г
62.	Сорока <i>Pica pica</i> (Linnaeus, 1758)	8	Г
63.	Ворон <i>Corvus corax</i> (Linnaeus, 1758)	8	н/у
64.	Обыкновенный сверчок <i>Locustella naevia</i> (Boddaert, 1783)	8	н/у
65.	Болотная камышевка <i>Acrocephalus palustris</i> (Bechstein, 1798)	7	н/у
66.	Дроздовидная камышевка <i>Acrocephalus arundinaceus</i> (Linnaeus, 1758)	8	н/у
67.	Пеночка-трещотка <i>Phylloscopus sibilatrix</i> (Bechstein, 1793)	8	н/у
68.	Мухоловка-пеструшка <i>Ficedula hypoleuca</i> (Pallas, 1764)	8	н/у
70.	Серая мухоловка <i>Muscicapa striata</i> (Pallas, 1764)	8	Г
71.	Луговой чекан <i>Saxicola rubetra</i> (Linnaeus, 1758)	8	н/у
72.	Обыкновенная каменка <i>Oenanthe oenanthe</i> (Linnaeus, 1758)	8	Г
73.	Горихвостка-чернушка <i>Phoenicurus ochrurus</i> (S.G. Gmelin, 1774)	8	Г
74.	Варакушка <i>Luscinia sverica</i> (Linnaeus, 1758)	7	Г
75.	Черный дрозд <i>Turdus merula</i> (Linnaeus, 1758)	8	Г
76.	Певчий дрозд <i>Turdus philomelos</i> (C.L. Brehm, 1831)	8	Г
77.	Обыкновенный ремез <i>Remiz pendulinus</i> (Linnaeus, 1758)	8	Г
78.	Лазоревка <i>Parus caeruleus</i> (Linnaeus, 1758)	8	Г
79.	Большая синица <i>Parus major</i> (Linnaeus, 1758)	8	Г
80.	Обыкновенный поползень <i>Sitta europaea</i> (Linnaeus, 1758)	8	Г
81.	Полевой воробей <i>Passer montanus</i> (Linnaeus, 1758)	8	н/у
82.	Зяблик <i>Fringilla coelebs</i> (Linnaeus, 1758)	8	Г
83.	Обыкновенная зеленушка <i>Chloris chloris</i> (Linnaeus, 1758)	8	н/у
84.	Щегол (черноголовый) <i>Carduelis carduelis</i> (Linnaeus, 1758)	8	Г
85.	Коноплянка <i>Acanthis cannabina</i> (Linnaeus, 1758)	5	н/у
86.	Обыкновенный дубонос <i>Coccothraustes coccothraustes</i> (Linnaeus, 1758)	8	Г
87.	Обыкновенная овсянка <i>Emberiza citrinella</i> (Linnaeus, 1758)	7	Г

Примечание: РП – регулярность пребывания, ЧС – число сезонов, Г – гнездящийся вид, н/у – гнездование не установлено.

На долю Воробьинообразных приходилось подавляющее число видов (41) – 47 % от общего числа. Заметно меньше Ржанкообразных (12 видов) – 14 %. Небольшую часть видового разнообразия составляли Аистообразные (6) – 6,9 %, Гусеобразные, Соколообразные, Журавлеобразные (по 5 видов) – по 5,7 %. Обнаружено присутствие только отдельных представителей отрядов Поганкообразных (3 вида), Курообразных, Голубеобразных, Ракшеобразных, Дятлообразных (по 2 вида), Кукушкообразных (1) и Удодообразных (1). Гнездование установлено для 40 видов.

На Клебан-Быкском водохранилище обычны такие утки, как кряква, чирки, красноголовый нырок, разнообразные кулики – бекасы, перевозчики и др.; чайки и крачки. Часть куликов (черныш, турухтан, белохвостый песочник и др.) отмечалась на пролете. Из гусеобразных регулярно гнездящимися видами были кряквы и чирки, их выводки отмечены во все годы наблюдений. Лебедь-шипун гнезвился в 2006 г.; было обнаружено 1 гнездо с кладкой из 5 яиц. В последствии у этой пары наблюдали только 2 молодых птиц.

Среди куликов были замечены два краснокнижных вида (Красная книга Украины) – дупель и поручейник [9]. Поручейник до 1950-х годов был обычной гнездящейся птицей Полтавской и Харьковской областях. Наблюдался он и в других областях Украины: Днепропетровской, Киевской и др. В настоящее время численность поручейника оценивается в 50-100 пар. Основными местами его нынешнего гнездования являются долина среднего течения Десны в пределах Черниговской и Сумской областей. Это исчезающий вид, категория по Красному списку МСОП (Международный союз охраны природы) «близкий к переходу в группу угрожающих» [9]. Поэтому регулярные встречи поручейника в окрестностях Клебан-Быкского водохранилища говорят о важности рассматриваемого биотопа для сохранения местной популяции этого вида.

Дупель – исчезающий вид, категория «минимальный риск» (МСОП). Почти вся его популяция, численность которой оценивается в 500-700 пар, сконцентрирована в Полесье, долинах Днепра, Десны и Припяти [9]. Вероятно, нами дупель встречался на пролете.

С водой и водной растительностью связаны следующие представители журавлеобразных: камышница, погоныши, лысуха, а также белая большая, серая и другие цапли, дроздовидная и другие камышевки. Лысухи и белые цапли наблюдались в 1999 и другие годы в значительных количествах. Лысуха – самый многочисленный вид на рассматриваемом водном объекте. Основная масса лысух сосредоточена в зарослях прибрежной растительности, что делает учет этих птиц крайне затруднительным, т.к. заросли практически полностью обрамляют водохранилище. Тем не менее, в отдельные годы только на открытой воде центрального плеса насчитывалось одновременно более 250 особей.

Водоемы лесной и степной зон обычно привлекают многие виды поганок. Нами были замечены три вида: большая, серощекая и малая. При этом только один вид – серощекая поганка – наблюдался только в 1998 г. Большая поганка, или чомга, была обычна во все годы наблюдений. Гнездилась отдельными парами в глубине зарослей тростника. За весь период наблюдений было обнаружено 3 гнезда большой поганки с кладкой в среднем из 3-5 яиц.

Как всякое побережье, окрестности водохранилища представляют собой зону экотона, богатую и околородными птицами, и обитателями лугов и полей, такими, как жаворонок хохлатый, воробей полевой, желтая и белая трясогузки, сорокопуд-жулан, конек полевой, коноплянка, шурка золотистая и др. Наблюдение стай шурок в течение узкого временного периода, в августе, вероятно, свидетельствует о посещении ими данного биотопа во время пролета. Посещали луг для кормежки и ласточки-береговушки. В качестве интересного факта можно отметить симбиотические отношения (в форме комменсализма) между пасущимся крупным рогатым скотом и желтыми трясогузками. Стаи трясогузок сопровождали стадо коров, питаясь вспугнутыми насекомыми, выпархивающими из травы. Кроме того, местный биоценоз дополнен видами птиц, обитающими в лесу и у его кромки. Это лесной жаворонок (юла), дрозды певчий и черный, ворон, сойка, сорока, удод, дубонос обыкновенный, синицы большая и лазоревка, фазан (акклиматизированный вид), кольчатая горлица и др. В кустарниковых зарослях, вблизи водоема была обычна варакушка. Гнездящихся Воробьинообразных отмечено 27 видов. Отдельно следует сказать о вуроне. В период наблюдений ворон был весьма обычен на территории Константиновского и других районов

Донецкой области Украины. Безусловно, он здесь гнездится. Считают, что проникновение ворона на восток Украины произошло сравнительно недавно на рубеже 1960-1970-х годов, что согласуется с общим ростом численности и расширением его ареала на юге Европейской части бывшего СССР. В аналогичный период (2004-2005 гг.) ворон постоянно встречался на территории соседней Луганской области, где является оседлой птицей и регулярно гнездится [3].

В окрестностях Клебан-Быкского водохранилища были встречены пять видов хищных птиц. Во все годы наблюдений были отмечены обыкновенная пустельга, болотный лунь и обыкновенный канюк. Следует отметить, что болотного луня наблюдали, начиная с 1999 года, до этого в 1998 г. одним из наблюдаемых в исследуемом районе соколообразных на протяжении всего периода изучения был красный коршун. Причем замечена только одна особь. В недавнем прошлом красный коршун гнезился на Украине в незначительных количествах в целом ряде областей: Закарпатской, Львовской, Волынской, Ровненской, Житомирской, Киевской, Черкасской и Черниговской. В настоящее время гнездование его на Украине считается мало вероятным. Этот вид включен в Красную книгу Украины как исчезающий залетный вид с категорией по МСОП «близкий к переходу в группу угрожающих» [9].

Два года подряд (2003-2004 гг.) наблюдали пару полевых луней. Это редкий вид Красной книги Украины. Его современный гнездовой ареал на территории Украины включает некоторые северные районы Полесья и, возможно, западной Украины. Зимует он на всей территории страны, преимущественно в степной и лесостепной полосах. Сейчас гнездовая популяция полевого луня на Украине насчитывает не более 10-20 пар [9]. По данным В.А. Тимошенко полевой лунь встречался ежегодно в период с 1995 по 2004 гг. как на территории заповедника «Хомутовская степь» (Донецкая область), так и за его пределами, на пролетах, часто и летом [6].

Таким образом, на территории, прилегающей к Клебан-Быкскому водохранилищу и его акватории, было отмечено 87 видов птиц, относящихся к 13 отрядам. Отмеченные выше представители наблюдаемой орнитофауны в основном относятся к двум экологическим группировкам – лимнофауне (33 вида, 37,9 %) и лесной фауне – дендрофилам (30 видов, 34,5 %). Кампофилы, несмотря на расположение исследуемого географического объекта в степной зоне, по понятным причинам были относительно малочисленны (16 видов, 18,4 %). Склерофилы были представлены только ласточками, скворцом, удоом, воробьем, белой трясогузкой и шуркой (8 видов, 9,2 %). Подобное соотношение экологических группировок птиц в районе исследований, по всей видимости, не следует рассматривать как нетипичное для юго-востока Украины явление, присущее только данному биотопу, характеристики которого напрямую увязываются с наличием крупного водного объекта. Напротив, есть основание считать, что подобная ситуация с авифауной присуща всей территории Донбасса, где средообразующая роль антропогенного фактора весьма велика. Так, например, согласно имеющимся данным [8] для территории Калмыкии, для которой присуще преобладание полевых, степных и полупустынных ландшафтов характерна такая же ситуация. Доля дендрофилов в Калмыкии в этот же период времени составляла 31,3 % гнездовой орнитофауны, а кампофилов – только 13,7 %. Лимнофильная фауна составляла 42,3 % среди гнездящихся птиц Калмыкии [8]. Этому явлению можно дать одно два основных объяснения. Первое, – развитие и расширение относительно молодых группировок лимнофилов и дендрофилов, которые, если можно так сказать, еще доукомплектовываются, происходит в результате миграции птиц с прилежащих территорий в результате освоения ими антропогенно-измененного ландшафта. Аналогичные процессы отмечены и в случае упомянутой выше Калмыкии [8]. Таким образом, водоемы степной зоны, такие как рассматриваемое водохранилище, формируют высокое биологическое разнообразие степной зоны в современный период.

Второе, – глобальные климатические изменения. За период с 1960 г. средняя температура района исследований повысилась на 0,8-0,9° С, а количество осадков с 540 до 615 мм/год. Изменение температуры шло в основном в направлении повышения средних зимних значений, практически без существенных изменений летних [1]. Таким образом,

налицо смягчение климата. Последнее создает хорошие условия для развития древесно-кустарниковой растительности в степной зоне, и увеличения доли дендрофильной фауны птиц. Так, например, на территории отделения «Каменные Могилы» Украинского степного природного заповедника, что на западной границе Донецкой области, в условиях практически полного отсутствия существенного антропогенного воздействия более 50 лет, вклад дендрофилов в состав гнездовой авифауны составляет те же 42,2 % [5].

На основании вышесказанного можно также с достаточным основанием утверждать, что Клебан-Быкское водохранилище имеет большое экологическое значение и попадает под определение водно-болотного угодья международного значения в соответствии с Рамсарской конвенцией. Согласно тексту конвенции «Водно-болотные угодья для списка должны отбираться на основании их международного значения с точки зрения экологии, ботаники, зоологии, лимнологии или гидрологии» и указывает, что «в первую очередь в Список следует включать водно-болотные угодья, имеющие международное значение в качестве местообитаний водоплавающей птицы в любой сезон» (Статья 2.2) [4, с. 75]. Указанный водоем вполне соответствует критериям 2 и 3 выделения водно-болотных угодий международного значения. Водоем поддерживает весьма уязвимые и малочисленные популяции дупеля и поручейника – критерий 2. Клебан-Быкское водохранилище, один из немногих водных объектов, не только поддерживающих, но и формирующих высокое биологическое разнообразие авифауны степной зоны юго-востока Украины и юга европейской части России – критерий 3.

Список литературы

1. Аверин, Г.В. Оценка изменения климата и смягчение последствий в Донецкой области / Г.В. Аверин, А.Э. Родригес. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://csm.donntu.edu.ua/presentation_seminar_01_10_2013.ppt. – Загл. с экрана.
2. Коблик, Е.А. Список птиц Российской Федерации / Е.А. Коблик, Я.А. Редькин, В.Ю. Архипов. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. – 256 с.
3. Мороз, В.А. К экологии ворона в Провальской степи (Украина) / В.А. Мороз // Стрепет. Фауна, экология и охрана птиц Южной Палеарктики. – 2005. – Т. 3, вып. 1-2. – С.82-87.
4. Руководство по Рамсарской конвенции: Справочник по осуществлению Конвенции о водно-болотных угодьях (Рамсар, Иран, 1971 г.), 4-ое издание. – Гланд, Швейцария: Секретариат Рамсарской конвенции, 2006. – 147 с.
5. Суханова, О.Г. Гнездящиеся птицы отделения «Каменные Могилы» Украинского степного природного заповедника / О. Г. Суханова, В.А. Сиренко, Н.М. Сиренко // Проблемы экології та охорони природи техногенного регіону. – 2013. – № 1 (13). – С.153-161. (укр., рус.)
6. Тимошенко, В.А. Использование территории заповедника «Хомутовская степь» редкими видами птиц и их охрана / В.А. Тимошенко // Четвертые научные чтения памяти проф. В.В. Станчинского: Сб. докл. – Смоленск: Изд-во СГПУ, 2004. – Вып. 4. – С. 608-612.
7. Христенко, Д.С. Современное состояние ихтиофауны Клебан-Быкского водохранилища под влиянием хозяйственной деятельности специального товарного рыбного хозяйства / Д.С. Христенко, А.А. Котовская, Н.Я. Рудик-Леуская // Биологический вестник Мелитопольского государственного педагогического университета им. Богдана Хмельницкого. – 2013. – № 2 (8). – С.196-207.
8. Цапко, Н.В. Эколого-фаунистический анализ орнитофауны Калмыкии / Н.В. Цапко // Вестник ОГУ. – 2008. – №10(92)/октябрь. – С.198-201.
9. Червона книга України. Тваринний світ / І.А. Акімов. – К.: «Глобалконсалтинг», 2009. – 624 с. (укр.)
10. Яковлева, Ю.К. Состояние, особенности, проблемы и перспективы использования водных ресурсов Донецкой области / Ю.К. Яковлева, Л.Н. Немец, Ю.П. Грицак // Mirage [Электронный ресурс]. – 2012-05-31. – Режим доступа: <http://dspace.univer.kharkov.ua/xmlui/handle/123456789/7758>. – Загл. с экрана.

DIVERSITY BIRDS IN THE COASTAL ZONE OF KLEBAN-BYK RESERVOIR

Kharlamova M.N.¹, Mikhail A.N.²

¹*Murmansk Arctic State University, Murmansk, Russia,*

²*Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (PINRO), Murmansk, Russia*

The state of the avifauna Kleban-Byk reservoir, the Donetsk region, Ukraine, was investigated in 1998-2006. In the water storage area, occurring were 87 bird species from 13 orders with predominance of specimens from limnophilic and dendrophilic ecological group. The state of their stay in the investigated area was estimated.

Key words: biodiversity, avifauna, Donetsk region.

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ мтДНК В ПОПУЛЯЦИЯХ НЕРКИ *ONCORHYNCHUS NERKA* ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ

А.М. Хрусталева, А.А. Волков, С.М. Расторгуев, Н.В. Кловач

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии – ВНИРО, Москва, Россия, e-mail: mailfed@mail.ru

Проведен анализ полиморфизма контрольного региона мтДНК нерки Дальнего Востока России. В исследованных выборках нерки из 16 озерно-речных систем азиатско-тихоокеанского побережья были выявлены два основных гаплотипа «13Т» и «10Т», различающиеся в пяти нуклеотидных позициях и присутствующие в большинстве популяций. В популяциях Курильских островов (кроме о. Шумшу) обнаружен только «13Т» гаплотип, в выборке с Командорских о-вов – только «10Т». Полученные нами данные позволяют рассматривать два основных сценария формирования современного разнообразия гаплотипов мтДНК нерки, подразумевающих неоднократное проникновение данного вида в Азию в периоды трансгрессии моря после плейстоценовых оледенений.

Ключевые слова: нерка, мтДНК, контрольный регион, Д-петля, дифференциация популяций, послеледниковое расселение

Нерка *Oncorhynchus nerka* (Walbaum) – анадромный моноциклический вид с длительным пресноводным периодом жизни, представленный в пределах своего ареала множеством локальных популяций, дифференцированных на субпопуляции отдельных нерестилищ и многочисленные экологические формы (экотипы, генеративные формы, сезонные расы и пр.) [5, 7]. Возможно, именно благодаря сложной иерархически организованной внутривидовой структуре и, безусловно, являясь важнейшим промысловым объектом в Северной Пацифике, данный вид привлекает к себе внимание специалистов разных научных направлений от ихтиологов до популяционных генетиков уже на протяжении более 50 лет. Вследствие столь длительной истории исследований различных аспектов биологии данного вида его популяционная структура подробно изучена на большей части ареала, в том числе и с привлечением молекулярно-генетических методов. Однако, до настоящего времени некоторые, в том числе и значимые в промысловом отношении, популяции нерки ряда регионов Азии остаются неисследованными или изученными в недостаточном объеме. К ним относятся популяции нерки Курильских островов, некоторые второстепенные стада Камчатки, Чукотки и северо-охотоморского побережья. Кроме того ряд проблем, связанных с экологическим формообразованием и внутривидовой систематикой нерки, а также некоторые эволюционные аспекты, в частности вопросы связанные с историей палеорасселения, формирования современного ареала и разнообразия популяционных комплексов данного вида также остаются нерешенными.

Как известно, для оценки популяционного разнообразия, а также для изучения путей расселения вида и реконструкции последовательности колонизации новых территорий в послеледниковый период наиболее подходящим методом является анализ изменчивости митохондриальной ДНК (мтДНК) [3]. мтДНК характеризуется цитоплазматическим клональным типом наследования, т.е. является гаплоидной и наследуется только по материнской линии [2]. У позвоночных молекула мтДНК помимо структурных генов содержит также некодирующую контрольную область, участвующую в репликации и называемую Д-петлей. Достоинство митохондриальных маркеров состоит в том, что с помощью мтДНК хорошо различаются крупные региональные популяции или их совокупности, поскольку в них, благодаря высокой численности, в течение длительного периода надежно сохраняются гаплотипы мтДНК, маркирующие их происхождение от ранее дивергирующих предшественников [1]. Скорость нуклеотидных замен в митохондриальном геноме по крайней мере в 5-10 раз выше, чем в кодирующих последовательностях ядерной ДНК, в связи с чем степень дивергенции мтДНК, будучи обусловленной более интенсивным мутационным процессом и дрейфом, выше, чем у ядерных аллозимных генов [2]. Темп мутирования максимален в Д-петле (наиболее частыми являются точковые мутации), кроме того, для контрольной области мтДНК характерен высокий уровень полиморфизма числа tandemных повторов [2]. Перечисленные особенности делают Д-петлю удобным маркером для изучения нейтральной генетической изменчивости данного вида на азиатской части ареала.

Целью настоящей работы было дать предварительную оценку внутривидового разнообразия, популяционной структуры и исторической биогеографии нерки на обширной части ареала от Чукотки до Курильских островов с использованием данных по изменчивости контрольного региона мтДНК.

Материал и методика

Материал собран в период с 2003 по 2008 гг. в водоемах Чукотки, Камчатки, северо-охотоморского побережья, а также Курильских и Командорских островов (рис. 1). Всего проанализировано 16 выборок нерки ($n = 8 - 11$).

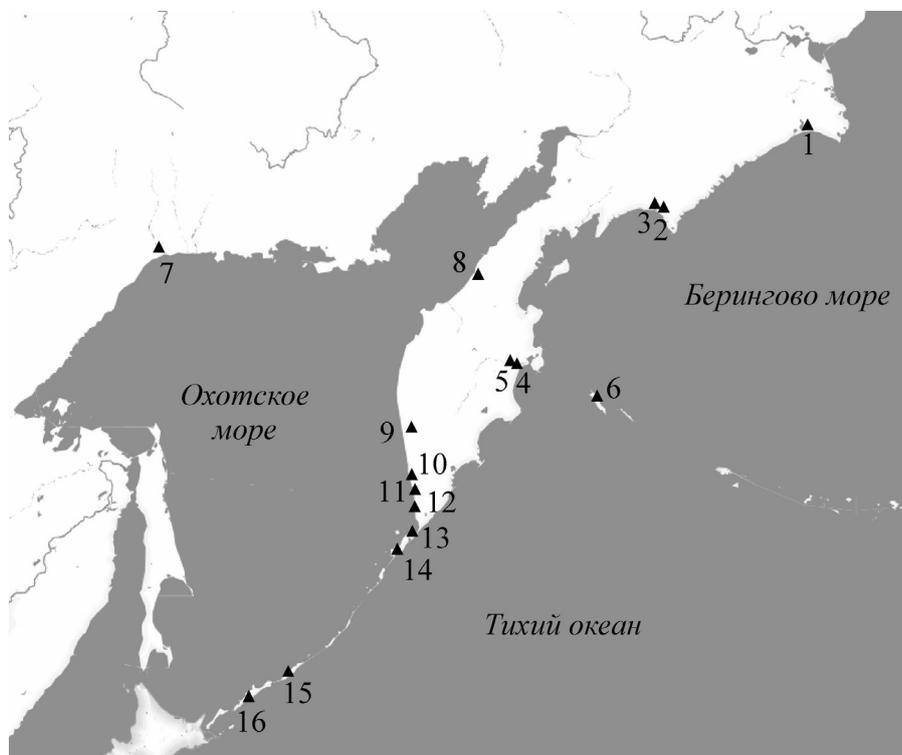


Рисунок 1 – Карта-схема района сбора материала

Чукотка: 1 - Мейныпильгинская оз.-р. сист. (оз. Ваамочка); Восточная Камчатка: 2 - р. Апука, 3 - р. Пахача, 4 – бассейн р. Камчатка, оз. Азабачье, 5 – р. Камчатка; Командорские о-ва: 6 - о. Беринга (оз. Саранное); материковое побережье Охотского моря: 7 - р. Охота; Западная Камчатка: 8 - р. Палана, 9 - р. Большая Воровская, 10 - р. Большая, 11 - р. Опала, 12 - р. Озерная; Северные Курильские о-ва: 13 - о. Шумшу (бассейн оз. Беттобу, р. Острожная), 14 - о. Парамушир (бассейн оз. Глухое, р. Шумная), Южные Курильские о-ва: 15 - о. Уруп (оз. Токотан), 16 - о. Итуруп (оз. Красивое).

Тотальную ДНК выделяли из фиксированных спиртом тканей плавников стандартными методами. Участок митохондриального генома, включающий 702 н.п. из контрольной области (Д-петли), прилегающий к tRNA1, амплифицировали с помощью полимеразной цепной реакции (ПЦР) с использованием самостоятельно подобранных праймеров (последовательности праймеров: F: TGTAGTAAGAACCGACCAACGAT и R: АСТТТСТAGGGTCCCTCTTAACAGC). Реакцию проводили в объеме 15 мкл: 1X Taq буфер с крезол глицерином, Mg^{2+} - 2мМ, Taq полимеразы 0.06 ед./мкл, концентрация праймеров - 0.4 пкМ/мкл, 1.5 мкл ДНК, остальной объем доводился деионизованной водой. Продукты амплификации после предварительной очистки подвергали циклическому секвенированию с помощью набора Big Dye Terminator (Applied Biosystems, США) при использовании тех же праймеров. Продукты секвенирования разделяли с помощью анализатора Abi Prizm 310 (Applied Biosystems, США). Abi-хроматограммы обрабатывали с помощью программы SeqMan Pro пакета DNASTAR Lasergene. Множественное прогрессивное выравнивание нуклеотидных последовательностей осуществляли в программе MegAlign пакета DNASTAR Lasergene. Общее число нуклеотидных позиций после выравнивания составило около 550 н.п. При анализе гаплотипов учитывали только достоверные, однозначно трактуемые замены.

Результаты

По результатам исследования вариабельности контрольного региона мтДНК в 16 популяциях нерки обнаружено 8 гаплотипов, замены в которых представлены транзциями или инсерциями с делециями (инделями), кроме того в одном случае отмечена трансверсия.

В анализируемых выборках выявлены два массовых гаплотипа, присутствующих в большинстве популяций. Основные различия наблюдаются в районе поли-Т (политимин) участка, расположенного в районе 548-561 нуклеотидных позиций (н.п.) мтДНК, поэтому соответствующим гаплотипам было дано условное название «13Т» гаплотип для него характерно 13 Т подряд (рис. 2а), соответственно для второго гаплотипа названного «10Т» гаплотип характерно 10 Т подряд (рис. 2б). Соответствующие различия по позициям в гаплотипах приведены в таблице 1. Гаплотипы различаются по 4 транзциям, а также в гаплотипе «10Т» в одной из позиций отмечена делеция нуклеотида.

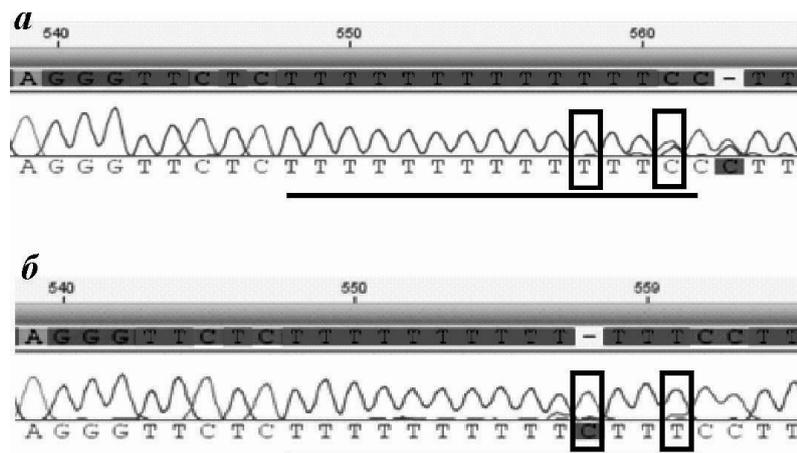


Рисунок 2 – Район поли-Т в Д-петле мтДНК нерки, а - «13Т» гаплотип, б - «10Т» гаплотип

Таблица 1

Замены в различных позициях основных гаплотипов в популяциях нерки

Гаплотип	Позиция в Д-петле				
	558	561	789	820	974
«13Т» гаплотип	Т	С	С	А	А
«10Т» гаплотип	С	Т	Т	-	Г
«13Т»- «10Т» гаплотип	Т	С	Т	-	Г

В популяциях рек Западной Камчатки встречаются оба гаплотипа, при этом в направлении с севера на юг наблюдается выраженный градиент в их процентном соотношении: доля «10Т» гаплотипа снижается, а «13Т» – увеличивается (рис. 3). Клиновое распределение гаплотипов наблюдается также и в реках Восточной Камчатки, но с противоположным градиентом: доля «10Т» гаплотипа снижается по мере продвижения в северном направлении от бассейна р. Камчатка, где отмечена его наибольшая частота среди всех континентальных популяций. «10Т» гаплотип фиксирован в популяции оз. Саранное (Командорские о-ва). В выборке нерки северо-охотоморского побережья оба гаплотипа представлены с равной частотой.

Иная картина наблюдается в популяциях нерки Курильских островов (о. Уруп, о. Итуруп и о. Парамушир): в этих выборках встречается только «13Т» гаплотип, кроме того в выборке с о. Уруп выявлен промежуточный гаплотип между «13Т» и «10Т» (табл. 1). В выборке с о. Шумушу (северные Курильские о-ва) с наибольшей частотой встречается «13Т» гаплотип. Здесь же выявлено основное разнообразие гаплотипов «10Т», два из которых присутствуют только в этой популяции. Среди них обнаружено два гаплотипа «10Т» с транзцией Т на С в позиции 722, и два гаплотипа с инсерцией Т в позиции 727.

Разнообразие «10Т» гаплотипов наблюдалось также в бассейне р. Камчатка: здесь отмечен гаплотип «10Т» с трансверсией А→Т в позиции 576.

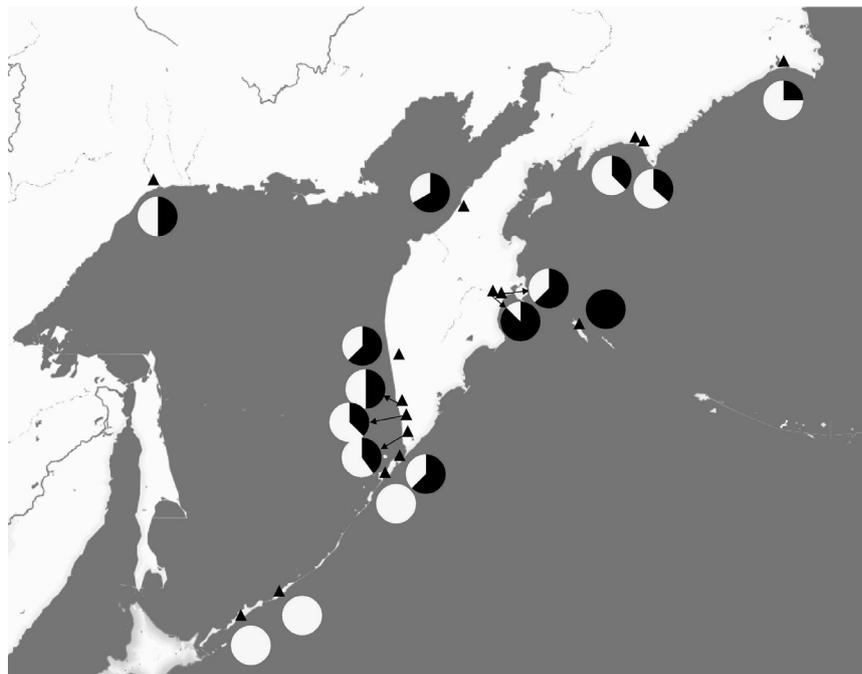


Рисунок 3 – Распределение частот гаплотипов «10Т» (тёмно-серый) и «13Т» (светло-серый) в популяциях нерки азиатско-тихоокеанского побережья

Кроме того были выявлены еще 2 редких гаплотипа, относящиеся к «13Т»: с заменой С на Т в позиции 789 (1 особь в р. Пахача, Восточная Камчатка и 1 особь на о. Уруп) и с инсерцией С в позиции 850 (1 особь в р. Воровская, западная Камчатка).

Обсуждение

Межпопуляционная генетическая дифференциация у всех видов р. *Oncorhynchus* в значительной степени обусловлена историей происхождения и расселения современных популяций лососей, непосредственным образом связанной с ледниковыми периодами [1, 6]. В частности, в периоды плейстоценовых оледенений значительные участки ареала нерки были покрыты ледником. Лишь немногочисленные популяции выжили в свободных ото льда областях (рефугиумах). Вследствие изоляции у обитателей различных рефугиумов в ходе адаптивной и нейтральной эволюции формировались свои генетические особенности, шел процесс внутривидовой генетической дивергенции [1].

Полученные нами данные позволяют рассматривать два основных сценария формирования современного разнообразия гаплотипов мтДНК нерки подразумевающих неоднократное проникновение данного вида в Азию. По литературным данным возникновение видов р. *Oncorhynchus* связано с Североамериканским континентом и происходило в раннем-среднем плиоцене [Cavender, Mikker, 1972 цит. по 7]. По другим данным формирование нерки как вида происходило в эпоху среднеплейстоценовых оледенений на территории богатой озерами Британской Колумбии, где располагался южный рефугиум – Каскадия [7]. Здесь в условиях жесткой конкуренции с другими пресноводными видами возникла ее устойчивая связь с озерными нерестилищами. Вероятно, первое проникновение данного вида в Азию совпало с послеледниковой трансгрессией моря уже в среднем плейстоцене (≈125 тыс. лет назад), когда происходило формирование нынешней ихтиофауны азиатско-тихоокеанского побережья [9]. Учитывая данные о более древнем происхождении данного вида нельзя исключать и более ранних попыток заселения азиатской части ареала, однако мощное иллинойское (среднеплейстоценовое) оледенение, распространяющееся на всю азиатскую часть ареала нерки, скорее всего, повлекло за собой вымирание всех вселенцев. Второе по счету верхнечетвертичное оледенение (висконсинское или вюрмское) на территории Камчатки имело горно-долинный или же

сетчатый характер. Ледники распространялись в основном на прибрежные и горные районы и не затрагивали центральную область полуострова – обширный палеобассейн в среднем и верхнем течении р. Камчатки, расположенный между покрытыми в то время льдами срединным и восточным хребтами [4]. Кроме того рефугиумы в Азии располагались в районе Анадырского залива и бассейна р. Анадырь, а также на отдельных участках северного побережья Охотского моря [Герасимов, Марков, 1939 цит. по 1]. Позднеплейстоценовые оледенения охватывали Камчатку и побережье Охотского моря, в то время как реки Сахалина, Приморья и Итурупа практически не были подвержены воздействию ледников. Более того рефугиумы, где могли сохраниться популяции нерки, существовали на североамериканском континенте, они примыкали к ледниковому щиту на севере и юге. Северный рефугиум, или Берингия, располагался на Аляске, занимая большую часть бассейна р. Юкон, на территории Берингова пролива и северной части Берингова моря, бывших в то время сушей из-за регрессии уровня моря (Берингийская суша или Берингийский мост) [1]. В литературе высказывается мнение о том, что наиболее благоприятные условия дивергенции и видообразования тихоокеанских лососей складывались именно во время неоднократных плейстоценовых регрессий в условиях строгой изоляции в рефугиумах, каждый из которых отличался своими физико-географическими и фаунистическими особенностями [6].

С наступлением послеледниковой трансгрессии происходило расселение сохранившихся популяций на освобождающиеся от ледников территории. Согласно биогеографической гипотезе, выдвинутой МакФейлом и Линдси [McPhail, Lindsey, 1970; Lindsey, McPhail, 1986, цит. по 1], современные популяции нерки Юкона, Анадыря и п-ва Камчатка произошли из общего Берингийского рефугиума, тогда как популяции более южных районов колонизировались вселенцами из южных рефугиумов [1].

Полученные нами данные по географическому распределению основных гаплотипов в популяциях азиатской нерки свидетельствуют в пользу предположения о существовании двух филогенетических линий, в первой центральным гаплотипом является «10Т», во второй – «13Т», имеющих разное происхождение. Об этом свидетельствует также структура сетки гаплотипов (данные не приводятся). Наиболее вероятно, что «13Т» гаплотип более древний, а «10Т» образовался позднее. Первая волна расселения, предшествующая позднеплейстоценовому висконсинскому оледенению, привела к распространению «13Т» гаплотипа вдоль всего азиатско-тихоокеанского побережья до Японского архипелага. В пользу данного предположения свидетельствует тот факт, что в выборках из водоемов Курильских островов (кроме о. Шумшу) встречается только «13Т» гаплотип, вероятно, сохранившийся на Хоккайдо и прилегающих островах Курильской гряды, между которыми вплоть до голоцена не было проливов. О существовании рефугиума в данном районе свидетельствует наличие на о. Итуруп пресноводной ихтиофауны. Вероятно, вторая волна расселения не коснулась наиболее южных территорий, где сохранились реликтовые популяции этого вида, а граница распространения «северной» нерки проходила по самому северному из островов Курильской гряды - о. Шумшу, где отмечено наибольшее разнообразие «10Т» гаплотипов.

Гаплотип «10Т», скорее всего, образовался гораздо позднее в периоды позднеплейстоценовых регрессий в районе палеобассейна р. Камчатка, т.к. именно в выборке особей из среднего и верхнего течения данной речной системы этот гаплотип доминировал по численности, здесь же отмечено его разнообразие. Интересно, что в оз. Азабачье, расположенном в низовье р. Камчатка, оба гаплотипа встречаются приблизительно в равном соотношении, как и в других речных бассейнах. Можно предположить, что нижние участки р. Камчатка заселялись особями из других рефугиумов при их массовом расселении после отступления ледника в позднечетвертичное время. Наши данные вполне соответствуют результатам, полученным ранее по нерке ряда озерно-речных систем Камчатки [4]. Судя по всему в это время происходило чрезвычайно быстрое распространение данного вида по всему современному ареалу, причем заселение водоемов осуществлялось одновременно особями из разных географических районов,

как северных (район Берингии), так и южных (Япония и Южно-Курильские о-ва), параллельно с иррадиацией «10Т» гаплотипа из центрально-камчатского рефугиума. Полученная картина распределений гаплотипов позволяет предположить, что проникновение «10Т» гаплотипа на охотоморское континентальное побережье и побережье Западной Камчатки могло происходить с Севера при затоплении низменного Парапольского дола. Кроме того, во время трансгрессии моря реки разных побережий полуострова могли составлять общую систему [9]. С этой точки зрения гаплотипическое единообразие Командорской популяции может объясняться эффектом основателя или же недавним прохождением ее через бутылочное горлышко.

Согласно второму сценарию нельзя исключать североамериканское происхождение «10Т» гаплотипа, в таком случае проникновение его в Азию шло через Алеутско-Командорскую гряду. Доводом в подтверждение данной гипотезы служит фиксация данного гаплотипа в выборке с о. Беринга. Для однозначного ответа на данный вопрос необходимо расширить географию исследований с включением в анализ выборок североамериканской нерки. Одновременно с этим требует объяснения высокое разнообразие 10Т гаплотипов в выборки с о. Шумшу. На данном этапе исследований ответить на этот вопрос весьма затруднительно.

Список литературы

1. Алтухов, Ю. П. Динамика популяционных генофондов при антропогенных воздействиях / Ю. П. Алтухов, Е. А. Салменкова, О. Л. Курбатова; под ред. Ю. П. Алтухова – М.: Наука, 2004. – 619 с.
2. Алтухов, Ю. П. Полиморфизм ДНК в популяционной генетике / Ю. П. Алтухов, Е. А. Салменкова // Генетика. – 2002. – Т. 38, No 9. – С. 1173-1195
3. Артамонова, В. С. Генетические маркеры в популяционных исследованиях атлантического лосося (*Salmo salar* L.). II. Анализ последовательностей ДНК / В. С. Артамонова // Генетика. – 2007. – Т. 43, No 4. – С. 437–450
4. Брыков, Вл. А. 2005. Влияние биотопов размножения на генетическую дифференциацию популяций нерки (*Oncorhynchus nerka*) / Вл. А. Брыков, Н. Е. Полякова, А. В. Подлесных, Е. В. Голубь, А. П. Голубь, О. Л. Жданова // Генетика. – Т.41, No 5. – С. 635-645
5. Бугаев, В. Ф. Азиатская нерка (пресноводный период жизни, структура локальных стад, динамика численности) / В. Ф. Бугаев – М.: Колос, 1995. – 464 с.
6. Глубоковский, М. К. Эволюционная биология лососевых рыб / М. К. Глубоковский – М.: Наука, 1995. – 343 с.
7. Глубоковский, М. К. Пути эволюции тихоокеанских лососей р. *Oncorhynchus Suckley* / М. К. Глубоковский, Е. В. Глубоковская // Рыбы в экосистемах лососевых рек Дальнего Востока. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1981. – С. 5-66.
8. Коновалов, С. М. Популяционная биология тихоокеанских лососей / С. М. Коновалов – М.: Наука, 1980. – 237 с.
9. Пустовойт, С. П. 1995. Геногеографическое исследование нерки *Oncorhynchus nerka* (Walbaum) / С. П. Пустовойт // Генетика. – Т. 31, No 2. – С. 239-244

MTDNA VARIABILITY IN SOCKEYE SALMON *ONCORHYNCHUS NERKA* POPULATIONS FROM THE FAR EAST OF RUSSIA

Khrustaleva A.M., Volkov A.A., Rastorguev S.M., Klovach N.V.

***Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow, Russia, e-mail:
mailfed@mail.ru***

Analysis of the mtDNA control region polymorphism of sockeye salmon from the Russian Far East was conducted. Two basic haplotypes («13Т» and «10Т») were revealed in the samples from 16 lake-river systems of the Asia-Pacific coast. They differed in five nucleotide positions and were discovered in most populations. In Kuril Islands populations (except Shumshu Island) there was observed «13Т» haplotype only, in Commander Island sample the only «10Т» was found out. The data obtained allow us to consider two scenarios of modern diversity of mtDNA haplotypes of Asian sockeye salmon. Both of them imply multiple expansion of the species in Asia during oceanic transgression periods after Pleistocene glaciation.

Key words: sockeye salmon, mtDNA, control region, D-loop, population differentiations, postglacial colonization.

СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ ЛЕЩА *ABRAMIS BRAMA ORIENTALIS* (BERG) В ОЗ. САЛТАИМ-ТЕНИС ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

А.В. Цапенков, А.А. Ростовцев, В.Ф. Зайцев, Л.С. Прусевич, Н.В. Рассказов
Новосибирский филиал ФГБНУ «Госрыбцентр», Новосибирск, Россия,
sibribniiproekt@mail.ru

Дана характеристика водоема. Представлены данные по вылову водных биологических ресурсов в озере Салтаим-Тенис. Впервые изучено состояние популяции леща озера Салтаим-Тенис.

Ключевые слова: лещ, численность, вылов, кормовая база.

Озеро Салтаим-Тенис находится в бассейне реки Иртыш. Водоем площадью 22,9 тыс. га состоит из двух плесов площадью 12,3 тыс. га (Салтаим) и 10,6 тыс. га (Тенис), которые соединяются короткой протокой шириной до 2000 м. Средние глубины в 2014 г. составляли 2,6 м, максимальные – 3,7 м. Плес Салтаим более глубоководный. В оз. Салтаим-Тенис впадает несколько рек. Наиболее крупные из них - Челдак, Карасук и Кошара дают до 95% притока. Мелкие реки – Шипуновка, Горькая, Тенисовка, Конкульское, Китерьма. Река Китерьма соединяет водоем с оз. Ик.

Из озера вытекает р. Оша – приток р. Иртыш. На истоке р. Оша построена плотина для поддержания уровня воды в озере (табл. 1).

Таблица 1

Динамика уровня воды (см) оз. Салтаим-Тенис в разные годы от нуля поста 97,47 м БС

Показатель	Среднегодовой уровень воды										
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Уровень	208	227	241	250	209	204	185	181	176	169	164

Общая минерализация воды в озере повышается в зимний период и снижается за счет паводков и осадков в период открытой воды.

Зарастаемость водоема жесткой водной растительностью значительна и на плесах Салтаим и Тенис составляет около 20 и 25 %, соответственно. Основную ее часть представляют тростник обыкновенный, камыш, рогоз и осока. Кроме данных видов имеются мощные заросли мягкой водной растительности (рдесты, роголистник, телорез), занимающие около 10-20 % площади плеса Салтаим и около 35-40 % акватории плеса Тенис.

В составе зоопланктона озера Салтаим-Тенис имеются 3 группы: коловратки (*Rotifera*), ветвистоусые (*Cladocera*) и веслоногие (*Copepoda*) рачки. За период исследований (2010-2014 гг.) здесь отмечено 19 видов, из них 4 – коловраток, 9 – ветвистоусых и 6 видов веслоногих рачков. Средняя летняя биомасса зоопланктона за 5 лет составила 2,6 г/м³.

Согласно классификации по развитию зоопланктона озеро Салтаим – Тенис относится к водоемам средней кормности [2] и в-мезотрофному типу среднего класса [1].

В 2010-2014 гг. в период летних исследований зообентоса отмечено 12 видов из трех классов: *Oligochaeta* – 1 вид, *Nirudinea* – 1 вид и *Insecta* – 10 видов из двух семейств: *Ceratopogonidae* и *Chironomidae*. На некоторых станциях донные животные не обнаружены. На всех биотопах, где присутствовали бентосные организмы, доминировали личинки хирономид, занимающие на разных станциях от 50 до 100 % общей средней биомассы бентоса.

Численность и биомасса донных животных в оз. Салтаим-Тенис подвержены большим колебаниям в зависимости от абиотических (изменение уровня воды и ее минерализации, температура воды и другие гидрологические условия) и биотических (состав гидрофауны, жизненные циклы отдельных групп организмов, пресс рыб) факторов. Так, бентофауна озера состоит в массе из вторично водных животных, в основном, личинок хирономид, которые летом на стадии имаго покидают водоем. В результате, бентофауна водоема в этот период сильно обедняется.

В 2010-2014 гг. средняя летняя биомасса зообентоса составила 1,61 г/м².

Среди представленных групп организмов зообентоса по численности доминировали хирономиды (Chironomidae) – 481,6 экз./м², составляя 80,9 % от общей численности организмов – 595,3 экз./м².

По развитию зообентоса в 2014 году исследуемый водоем согласно классификации относится к низкокормным водоемам [2], к б-олиготрофному типу низкого класса [1].

Ихтиофауна оз. Салтаим-Тенис отличается непостоянным составом и резким изменением численности видов. Во время периодических зимних заморозов требовательные к кислороду виды гибли, но они же пополняли видовой состав в многоводные годы через р. Оша. Промысловая ихтиофауна озера в настоящий период представлена карасем серебряным - *Carassius auratus gibelio* (Bloch), лещом – *Abramis brama orientalis* (Berg), сазаном - *Cyprinus carpio* (L.), щукой – *Esox lucius* (L.), судаком – *Sander lucioperca* (L.) и окунем - *Perca fluviatilis* (L.). Непромысловые малочисленные виды представлены верховкой-*Leucaspius delineatus* (Heckel), озерным гольяном – *Phoxinus phoxinus* (Pallas) и пескарем – *Gobio gobio* (L.). Периодически в водоем вселяется пелядь – *Coregonus peled* (Gmelin).

Промысловой статистикой лещ в оз. Салтаим-Тенис впервые был отмечен в 2005 г. В 2007 г. в контрольных уловах лещ был представлен тремя возрастными группами от 1+ до 3+. В уловах преобладали особи в возрасте 1+, составляя 80 % всего промыслового стада (табл. 2). Нарастание численности леща, свидетельствует о благоприятных для него условиях обитания в эти годы. Обширнейшие нерестилища в сочетании с благоприятными гидрологическими и температурными условиями обеспечивали высокую выживаемость молоди, способствуя увеличению численности леща.

Таблица 2

Размерно-возрастная характеристика стада леща в оз. Салтаим-Тенис в 2007 г.

Возраст, лет	Длина, см		Масса, г		Количество исследованных рыб		Определен возраст, экз.
	колебания	средняя	колебания	средняя	экз.	%	
1+	10,5-17,4	12,7	11,0-48,0	26,6	54	80,6	11
2+	15,5-18,4	17,1	78,0-106,5	85,8	10	14,2	6
3+	17,5-18,4	19,0	104,4-106,6	105,5	3	5,2	2
Итого	10,5-18,4	13,6	11,0-106,6	39,1	67	100	19

В последующие годы (2010-2014 гг.) лещ стал одним из основных промысловых видов в водоеме. В 2013 г. объемы вылова леща выросли до 396,2 т, составив 37,8 % всего улова в водоеме. Промысловые уловы его составляли в среднем 123 т или 17,1% от общего вылова (табл. 3).

В марте 2015 г. в озере произошел зимний замор. Учетные съемки [3], проведенные в летний период, показали, что численность стада леща сильно снизилась - до 9 тыс. экз. и стала близкой показателям 2005 г. – 5 тыс. экз.

Анализируя данные прошлых лет, видим, что при отсутствии зимних заморозов, благодаря высокой репродуктивности стада, процесс восстановления запасов леща в озере может составить около 5-8 лет. Так, выявлено, что самки леща оз. Салтаим-Тенис впервые созревают в трехлетнем возрасте, в 5-летнем возрасте отмечается нарастание показателей плодовитости [4].

Кроме того, согласно исследованиям в 2015 г. в водоеме отмечается заметное увеличение биомассы бентосных организмов – до 5,1 г/м², очевидно, в результате резкого уменьшения численности бентофага – леща, что в дальнейшем может способствовать нарастанию ихтиомассы леща.

Вылов рыбы в озере Салтаим-Тенис в разные годы

Годы	Показатели	Виды рыб							
		Карась	Судак	Пелядь	Щука	Сазан	Лещ	Окунь	Всего
2005	Вылов, т	197,9	4,5	0,07	1,2	7,0	1,7		212,4
2006	Вылов, в %	93,1	2,1	0,03	0,6	3,3	0,8		100,0
	Вылов, т	319,2	-	-	0,29	-	-		319,5
2008	Вылов, в %	99,9	-	-	0,09	-	-		100,0
	Вылов, т	522,39	6,0	3,79	5,79	7,02	13,13		558,12
2009	Вылов, в %	93,6	1,1	0,7	1,0	1,3	2,3		100,0
	Вылов, т	392,36	2,14	-	4,34	2,45	15,35		416,64
2010	Вылов, в %	94,2	0,5	-	1,0	0,6	3,7		100,0
	Вылов, т	594,3	37,9	-	10,2	18,9	186,3		847,6
2011	Вылов, в %	70,1	4,5	-	1,2	2,2	22,0		100,0
	Вылов, т	421,9	15,4	-	3,1	-	61,9		502,3
2012	Вылов, в %	84,0	3,1	-	0,6	-	12,3		100,0
	Вылов, т	436,28	31,7	-	14	-	181,5		663,5
2013	Вылов, в %	65,8	4,8	-	2,1	-	27,3		100,0
	Вылов, т	484	38,05	-	43,55	64,89	396,2	21,7	1048,39
2014	Вылов, в %	46,1	3,6	-	4,2	6,2	37,8	2,1	100,0
	Вылов, т	300,5	18,5	-	17,7	20,3	128	7,2	492,2
	Вылов, в %	61,05	3,76	-	3,6	4,12	26,01	1,46	100
В среднем	Вылов, т	407,6	19,3	1,93	11,1	47,3	123	14,5	85,7

Возрастание объемов вылова в 2010 г. и 2013 г. связано с вступлением в промысел в эти годы многочисленных генераций (рис. 1). Величина численности леща за период 2007-2014 гг. варьировала от 826,9 тыс. экз. (2011 г.) до 15964,3 тыс. экз. (2013 г.) и составила в среднем за рассматриваемый период 4237,7 тыс. экз. (рис. 1)



Рисунок 1 – Динамика численности и уловов леща оз. Салтаим-Тенис

Анализ возрастной структуры стада леща показывает, что в 2014 г. в контрольных уловах уже присутствовали 7 возрастных групп. Преобладали особи в возрасте 1+ - 3+, составляя 77,1 % от всего стада (табл. 4).

Размерно-возрастная характеристика стада леща в оз. Салтаим-Тенис в 2014 г.

Возраст, лет	Длина, с		Масса, г		Кол-во исследуемых рыб		Определен возраст, экз.
	средняя	колебания	средняя	колебания	экз.	%	
1+	15,9±0,3	13-18	85,8±4,4	41-112	131	36,2	20
2+	19,9±0,29	17-23	147,4±6,5	112-220	89	24,6	23
3+	21,8±0,29	19-23	289,4±5,1	203-298	59	16,3	29
4+	25,4±0,3	22-28	417±8,9	285-484	40	11	21
5+	30±0,26	28-32	562,8±13,2	492-679	25	6,9	18
6+	33,1±0,22	32-34	656,5±12,3	644-833	16	4,4	13
7+	36±1	35-37	916,5±23,5	893-940	2	0,6	2
Итого	20,1	13-37	227,9	41-940	362	100	126

Таким образом, исследования показали, что ихтиофауна оз. Салтаим-Тенис в результате периодических зимних заморных явлений отличается непостоянным составом и резким изменением численности видов. Промысловой статистикой лещ в оз. Салтаим-Тенис впервые был отмечен в 2005 г. В результате зимнего замора в 2015 г. запасы леща в оз. Салтаим-Тенис сильно снизились, из-за чего промысел в водоеме в летний период был приостановлен. В перспективе при отсутствии зимних заморы процесс восстановления запасов леща в озере может составить около 5-8 лет.

Список литературы

1. Китаев С.П. О соотношении некоторых трофических уровней и «шкалах трофности» озер разных природных зон // V съезд Всесоюзного гидробиологического общества. Куйбышев. 1986. - С. 254-255.
2. Пидгайко М.Л., Александров Б.М., Иоффе Ц.И., Максимова Л.П., Петров П.П., Саватеев Е.Б., Салазкин А.А. Краткая биолого-продукционная характеристика водоемов Северо-Запада СССР. Изв. ГосНИОРХ. 1968. - Т. 67. - С. 205-228.
3. Сечин Ю.Т. Биоресурсные исследования на внутренних водоемах. Калуга. Изд. научн. лит-ры «Эйдос», 2010. – 204 с.
4. А.В. Цапенков, А.А. Ростовцев, В.Ф. Зайцев, Л.С. Прусевич, Н.В. Рассказов. Состояние нерестового стада леща *Abramis brama orientalis* (Berg) в оз. Салтаим-Тенис // Современное состояние водных биоресурсов. Материалы III межд. конф. Новосибирск. 2014. – С. 75-77.

STATE POPULATION OF THE BREAM *ABRAMIS BRAMA ORIENTALIS* (BERG) IN THE SALTAIM- TENIS LAKE OF THE OMSK REGION

Tsapenkov A.V., Rostovtsev A.A., Zaitsev V.F., Prusevich L.S., Rasskazov N.V.

Novosibirsk branch FGBNU “Gosrybtsentr”, Novosibirsk, Russia, sibribniiproekt@mail.ru

The characteristics of the reservoir. The data on catches of aquatic biological resources in the Saltaim-Tenis Lake. For the first time studied the state of populations of the bream Saltaim-Tenis Lake.

Key words: bream, abundance, harvest, food supply.

**ПОПУЛЯЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ *RAPANA THOMASIANA* CROSSE
(MOLLUSCA, GASTROPODA) У БЕРЕГОВ АБХАЗИИ**

М.В. Цыбулевская

*Институт Экологии Академии Наук Абхазии (ИЭАНА), г. Сухум, Республика Абхазия,
manunya_fox@mail.ru*

В рамках ежегодного мониторинга изучали современное состояние популяции рапаны *Rapana thomasiana* Grosse в акватории Черного моря у берегов Абхазии. Для исследования были взяты моллюски из двух участков: Сухумская бухта и в с. Нижняя Эшера. Рассматривали: численность и биомассу, размерно-весовые, половые и возрастные показатели. На участке Черноморского побережья Абхазии наблюдается тенденция формирования карликовой популяции рапаны вследствие ухудшения трофических условий.

Ключевые слова: рапана, Сухумская бухта, пос. Шицквара, Черное море, численность, биомасса, размерно-массовые показатели, пол, возраст.

Rapana thomasiana - западно-тихоокеанский приазиатский субтропический вид, относится к семейству Thaididae отряда Vusciniiformes (Трубачеобразные) [1, 4]. *Rapana thomasiana*, обнаруженная в Чёрном море в сороковых годах прошлого века, в настоящее время является самым известным представителем не только малакофауны, но и, пожалуй, всей фауны моря. Появившись в Чёрном море благодаря развитию морского судоходства, *Rapana thomasiana* продолжает демонстрировать уникальные адаптивные возможности. Из довольно малочисленного обитателя эстуариев и прилегающих к ним зон распреснения окраинных морей северо-западной части Тихого океана, этот вид стал явлением глобального масштаба. В случае рапаны также – причиной массового ее развития явилось отсутствие хищников. Вселение этого моллюска вызвало существенные изменения в биоценозе ракушечника, оказало серьезное влияние на экосистему Черного моря [2].

Для выработки адекватных мер по контролю численности рапаны в Чёрном море необходимо иметь представление о современном состоянии и перспективах развития метапопуляции, оперативно и достоверно оценивать состояние популяции рапаны и прогнозировать её изменения. Изучение процесса формообразования рапаны и его результатов в различных популяциях дает ценную информацию для эволюционной морфологии, систематики, популяционной биологии и экологии брюхоногих моллюсков.

Поэтому, учитывая все эти положения, особую значимость приобретает изучение э того вида, оценка его запасов и факторы, влияющие на него в Черном море.

Мониторинговые исследования популяции *Rapana thomasiana* проводятся ежегодно начиная с 2005 года. Материалом для исследования популяции рапаны послужили сборы моллюсков в 2013-2014 гг. из районов с различными экологическими характеристиками: на обрастаниях развалин Сухумской крепости в кутовой части Сухумской бухты и в селе Нижняя Эшера (пос. Шидзкуара) Сухумского района Абхазии. Сборы производились моллюсков *Rapana thomasiana* в начале сентября с помощью легкого водолазного снаряжения и акваланга на глубинах от 0-10 метров вдоль фала длиной 50 м в полосе шириной один метр.

На стационарных участках производилась тотальная выборка моллюсков для полного биологического анализа. У выловленных моллюсков (850 экземпляров) производили снятие морфометрических показателей: раковины рапаны измерялись по основным параметрам с помощью штангенциркуля с точностью до 1 мм: максимальный размер – высота раковины (H), максимальная ширина, или диаметр (D), высота устья (ha); определение массы раковин и массы мягкого тела моллюска на электронных весах с точностью 0,1 г; определение коэффициент упитанности моллюсков (K) по формуле Фультона; определение возраста по оригинальной методике [3] и контрольно возраст определялся по методика Чухчина [5]; определение пола – пол определялся визуально.

Происходящее в настоящее время изменение количественных и качественных характеристик сообществ кормовых объектов *Rapana thomasiana*, в свою очередь, вызвало

ряд морфологических и адаптационных перестроек в структуре популяции *Rapana thomasiana*.

В акватории Сухумской бухты (на обрастаниях развалин Сухумской крепости) количество особей составило 117, а в селе Нижней Эшере – 25 особей. Средняя численность особей на участках составляла – 0,52 экз./м³ в Сухумской бухте и 0,11 экз./м³ – в с. Нижняя Эшера, тогда как средняя биомасса была в Сухумской бухте – 12,25 г/м³ и 3,48 г/м³ в с. Нижняя Эшера.

Анализ возрастной структуры популяции *Rapana thomasiana* показал: в представленных выборках на исследуемых участках возраст особей не превышал трех лет. Самой многочисленной группой в выборках на обоих участках были особи двух лет: 58,12 % в Сухумской бухте и 52 % – в Нижней Эшере. В популяции Сухумской бухты моллюски трехлетнего возраста представлены 5,98 %, в то время как на участке в с. Нижняя Эшера их доля составила 36 % (рис. 1).

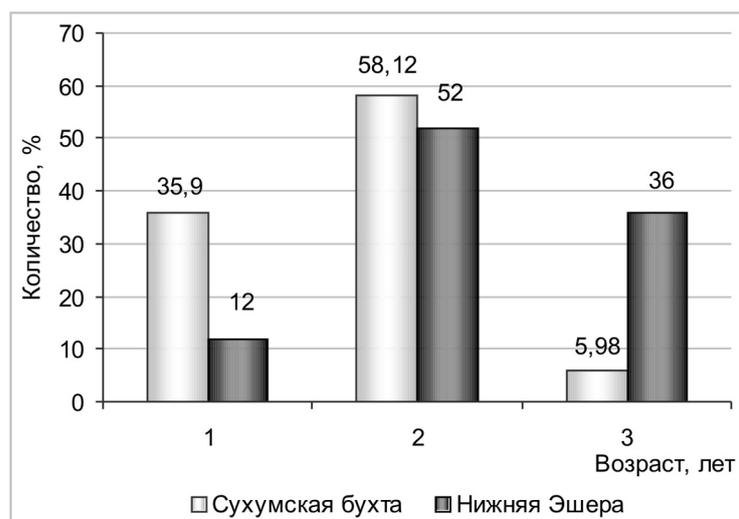


Рисунок 1 – Возрастной состав популяции *Rapana thomasiana* в 2013-2014 гг.

В выборках прошлых лет (2005-2013гг.) возраст моллюсков также не превышал 3-х лет и ежегодно в каждой из выборок доминировали особи, возрастом 2 года. *Rapana thomasiana* – многолетний моллюск, она живет от 8 до 12 лет, но столь старые особи нами не были отмечены, что может свидетельствовать о неблагоприятных условиях существования рапаны и угнетенном состоянии популяции моллюска.

Результаты промеров раковин рапаны дали следующие результаты: в выборке отмечены особи с наименьшим размером раковины – 25 мм, и с наибольшим размером – 70 мм. В процентном отношении большую часть составили особи размерной группы 40-50 мм – 48,72 % из популяции Сухумской бухты и 40 % в с. Нижняя Эшера. Доля мелких моллюсков с высотой раковины менее 40 мм на участках составила: 23,08 % в Сухумской бухте и 4 % в Нижней Эшере. Особи с наибольшими размерами – 61-70 мм (в данных выборках) представлены в процентном отношении так: 5,92 % в Сухумской бухте и 20 % в Нижней Эшере (рис. 2).

Так, до начала 2000-х гг. модальный размер раковин моллюсков был 90-110 мм, в 2000-2005гг. – 80-100 мм, в 2005-2008 гг. – 55-75 мм, в период 2008-2014 гг. модальный класс составляет – 40-55 мм [3].

Анализ изменения величины среднего веса рапаны позволяет судить об условиях ее существования, в том числе о степени пищевой обеспеченности. В исследуемых в выборках встречались моллюски массой от 2,26 г до 59,26 г. Сопоставления весовых (общей массы с раковиной) и возрастных показателей дали следующие результаты: в Сухумской бухте в возрасте 1 года средняя масса (с раковиной) моллюска составляет 11,89 г, в возрасте 2-х лет – 27,57 г, 3-х лет – 54,44 г, в то время соотношения этих показателей

в с. Нижняя Эшера представлены так: средняя масса (с раковиной) моллюска составляет в возрасте 1 года - 15,33 г, в возрасте 2-х лет – 24,65 г, 3-х лет – 46,34 г (рис. 3).

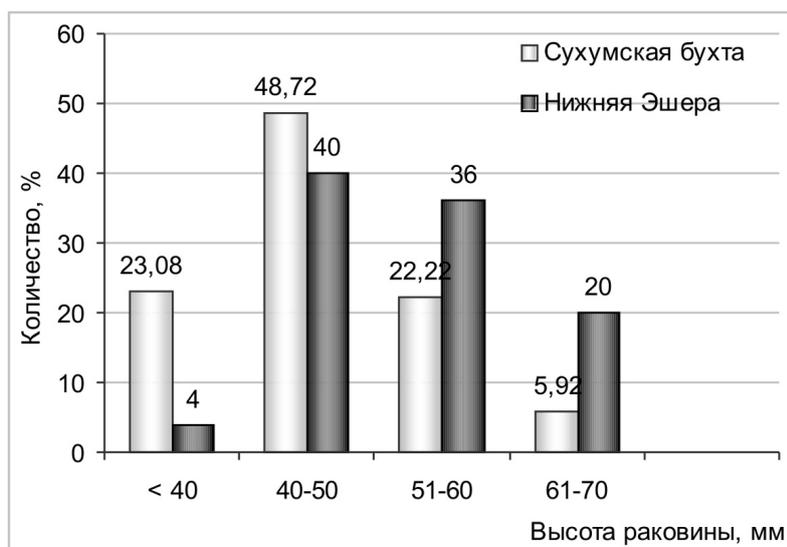


Рисунок 2 – Размерный состав популяции *Rapana thomasiana* в 2013-2014 гг.

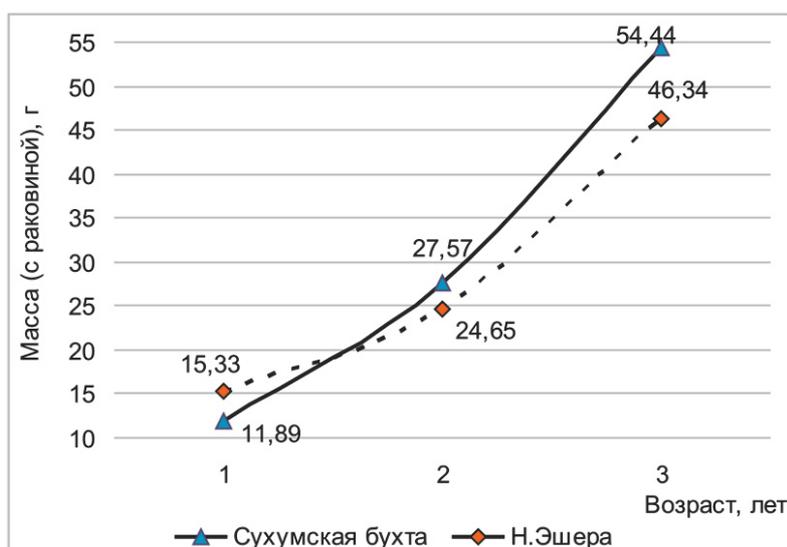


Рисунок 3 – Зависимость средней массы (с раковиной) моллюска от возраста популяции *Rapana thomasiana* в 2013-2014 гг.

Графическая зависимость массы мягкого тела моллюска от размера выражается параболой. Так, средняя масса мягкого тела у моллюсков из популяции Сухумской бухты с размерами менее 40 мм составляет 1,87 г, у особей от 40-50 мм – 3,65 г, у особей с размерами раковины от 51-60 мм – 7,17 г, у особей с размерами от 61-70 мм – 11,6 г. Данные соотношения у моллюсков из выборки в с. Нижняя Эшера были таковы: средняя масса мягкого тела у моллюсков с высотой раковины менее 40 мм составляет 1,71 г, у особей от 40-50 мм – 3,04 г, у особей с размерами от 51-60 мм – 7,11 г, у особей с размерами от 61-70 мм – 10,5 г (рис. 4).

Для более объективного суждения о степени истощенности рапан и показателем здоровья популяции у берегов Абхазии был вычислен коэффициент упитанности. Средняя величина коэффициента упитанности *Rapana thomasiana* в модальном размерном классе – 40-50 мм составляет 4,23, у моллюсков обитающих в Сухумской, а у особей рапаны из акватории в с. Нижня Эшера – 3,34 (рис. 5). Низкий коэффициент упитанности моллюсков в данных выборках свидетельствует о голодании *Rapana thomasiana*.

Анализ половой структуры *Rapana thomasiana* наряду с изучением возрастной структуры популяции позволяет прогнозировать ее численность на ряд ближайших поколений или лет. Исследование половой структуры популяции *Rapana thomasiana* из акватории Сухумской бухты показало, что соотношение полов составляет 1:3,6. В выборках из с. Нижняя Эшера соотношение полов представляло 1:4. В последние годы половая структура рапаны характеризуется неравным соотношением полов с преобладанием самцов в каждой из размерно-возрастных групп, тогда как на начальном этапе освоения рапаной акватории Черного моря соотношение полов равнялось 1:1 [5].

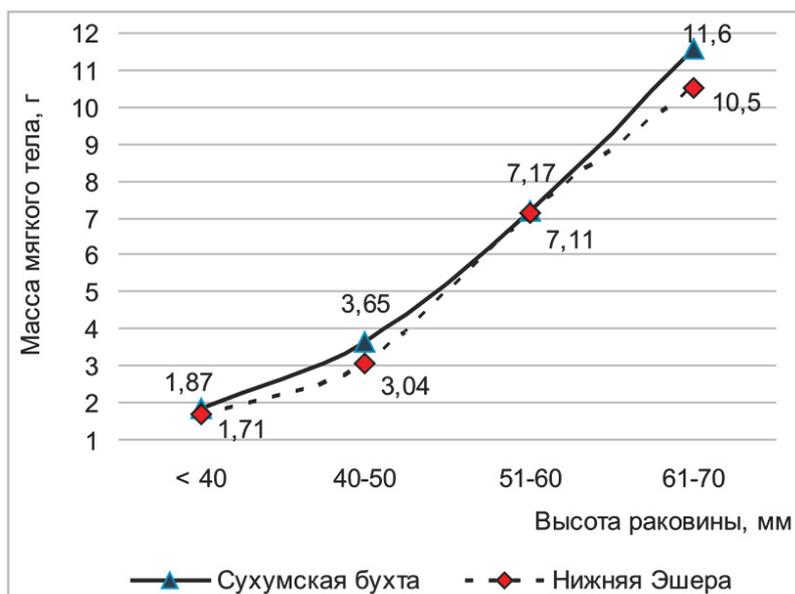


Рисунок 4 – Зависимость средней массы мягкого тела *Rapana thomasiana* от размеров в 2013-2014 гг.

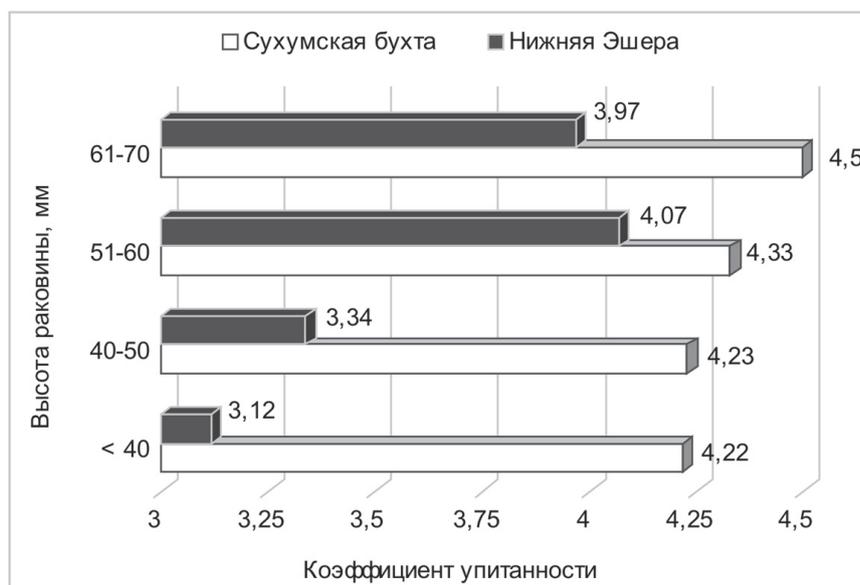


Рисунок 5 – Коэффициент упитанности популяции *Rapana thomasiana* в 2013-2014 гг.

Нами были проведены исследования морфометрических показателей самцов и самок в популяции *Rapana thomasiana*. Средняя высота раковины самцов и самок в выборке из Сухумской бухты составляла 47,2 мм/ 38,5 мм соответственно; тогда как на участке из с. Нижняя Эшера средняя высота раковины составила 52,7 мм у самцов и 51,8 мм у самок.

Анализ средней массы (с раковиной) самцов и самок *Rapana thomasiana* показал, что средняя общая масса самцов превышает среднюю массу (с раковиной) самок. Так, средняя масса (с раковиной) самцов в представленных выборках из Сухумской бухты составила 24,86 г и 31,76 г в с. Нижняя Эшера, в то время как средняя масса самок была 18,97 г в Сухумской бухте и 29,62 г – в с. Нижняя Эшера.

Исследование половозрастных особенностей выявили во всех обследованных возрастных группах популяции *Rapana thomasiana* в выборках из Сухумской бухты и Нижней Эшеры явное доминирование самцов, причем в выборке из с. Нижняя Эшера особи возрастом 1 год были полностью представлены самцами.

Аналогичную картину соотношения полов по возрасту в популяции *Rapana thomasiana* можно видеть на начальном этапе в Чёрном море, приведенной В.Д. Чухчиным [5].

Изучение размерно-половой структуры популяции *Rapana thomasiana* результаты показало, что во всех обследованных размерных группах в выборках из Сухумской бухты и Нижней Эшеры отчетливо проявляется доминирование самцов, в то время как в выборке из с. Нижняя Эшера среди особей с высотой раковины менее 40 мм не обнаружено ни одной самки. Модальный размер раковин моллюсков – 40-50 мм был представлен следующим соотношением особей в Сухумской бухте: 80,7 % самцы и 19,3 % самки, тогда как в с. Нижняя Эшера самцы данной размерной группы составили 70 %, а самки – 30 %. Это является интересной особенностью современного состояния рапаны в Черном море у берегов Абхазии и может указывать на проявление половой дифференциации раковины *Rapana thomasiana*.

Список литературы

1. Алексеев Д.О. Морские брюхоногие моллюски России: Краткий иллюстрированный каталог раковин морских брюхоногих моллюсков России – М.: изд-во ВНИРО, 2003. – С.21,161,249.
2. Вершинин А.О. Жизнь Черного моря – М: Макцентр, 2003 – 175с.
3. Дбар Р.С., Цыбулевская М.В. Особенности биологии и состояние популяции рапаны *Rapana thomasiana* Crosse (Mollusca, Gastropoda) в Черном море у берегов Абхазии. Материалы международной научной конференции, 15-18 декабря 2008г., Ростов-на-Дону: «Современные основы формирования сырьевых ресурсов Азово-черноморского бассейна в условиях изменения климата и антропогенного воздействия» // ФГУП «АзНИИРХ». Ростов-на-Дону. ООО «Диапазон», 2008. С.89-94
4. Красная книга России, Москва, 2002. Источники информации: Голиков А.Н., Скарлато О.А., 1967. Моллюски залива Посьет (Японское море) и их экология. // Моллюски и их роль в биоценозах и формировании фаун. (Тр. Зоол. ин-та АН СССР, т.42). Л: Наука, Ленингр. отд. С. 5-154.
5. Чухчин В.Д. Экология морских моллюсков Черного моря – Киев: Наук. думка, 1984. – 176 с.

POPULATION CHARACTERISTICS *RAPANA THOMASIANA* CROSSE (MOLLUSCA, GASTROPODA) OFF THE COAST OF ABKHAZIA (THE BLACK SEA)

Tsybulevskaya M.

*Institute of Ecology of Academy of Sciences of Abkhazia (IEASA) Sukhum, Republic of Abkhazia,
manunya_fox@mail.ru*

As part of the annual monitoring we studied a current state of population of a rapana of *Rapana thomasiana* Grosse in the water area of the Black Sea at coast of Abkhazia. For research mollusks from two sites were taken: the water area Sukhumi a bay and in the village Nizhnyaya Eshera. Considered: quantity and biomass, dimensional and weight, sexual and age indicators. On a site of the Black Sea coast of Abkhazia the tendency a formation of dwarfish population of a rapana owing to deterioration of trophic conditions is observed.

Key words: rapana, Sukhumi bay, Nizhnyaya Eshera, Black Sea, quantity, biomass, dimensional and weight indicators, sex, age.

ЭКОЛОГО-ФАУНИСТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИХТИОЦЕНА КАМЕНИСТОЙ СУБЛИТОРАЛИ ЮГО-ВОСТОЧНОГО КРЫМА (ЧЕРНОЕ МОРЕ)

В.В. Шаганов, В.И. Варламов, Е.О. Вerezубова, П.И. Дончик, Е.В. Петракова
ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»,
Керчь, Российская федерация, vshaganov@yandex.ru

В работе дается описание ихтиоцена каменистой сублиторали Черного моря у берегов юго-восточного Крыма. Было отмечено 38 видов и 31 род из 16 семейств и 7 отрядов. Основу ихтиоцена составляют рыбы средиземноморского фаунистического комплекса, ведущие оседлый и кочевой образ жизни и являющиеся бентофагами, хищниками и фитофагами. По типу размножения доминируют гнездовые рыбы.

Ключевые слова: ихтиоцен, каменистая сублитораль, юго-восточный Крым

Важнейшим структурно-функциональным компонентом биоценозов каменистых грунтов Черного моря являются рыбы. Благодаря обилию нерестового субстрата, разнообразных укрытий и богатой кормовой базы этот участок прибрежной зоны характеризуется наиболее высоким видовым разнообразием и численности рыб по сравнению с открытыми акваториями над песчаным и илистым дном [10]. Здесь формируется специфическая группа демерсальных рыб, жизненный цикл которых практически полностью протекает в каменистых и скалистых биоценозах, за исключением развития у ряда видов личинок и мальков в ихтиопланктоне.

Донные ихтиоцены каменистых грунтов Черного моря у берегов Крыма изучены слабо. Имеющиеся в литературе материалы характеризуют таксономический состав, количественные характеристики и особенности распределения рыб этих сообществ только в Севастопольском регионе [4,5,6]. Вместе с тем эти исследования весьма актуальны. Характеризуясь высоким качественным и количественным составом, ихтиоцены камней и скал обеспечивают поддержание биологического разнообразия в прибрежной зоне Крыма. Рыбы этих сообществ находятся в сложных трофических отношениях с представителями промысловой ихтиофауны, которые в различные сезоны и периоды своего жизненного цикла посещают прибрежную зону. Кроме того, каменистые биотопы с многолетними зарослями макрофитов (цистоциры) играют важную роль в воспроизводстве черноморской ихтиофауны, в том числе и промысловой, как место нереста и пребывания рыб на ранних этапах онтогенеза. Наконец, исследования ихтиоценов каменистой сублиторали, их структуры и функционирования, крайне важно для разработки и реализации мероприятий о сохранению черноморской ихтиофауны у берегов Крыма.

Материал и методика

В основу данной работы положены результаты исследований, проведенных в период с 1998 по 2015 г.г. в прибрежной зоне юго-восточного Крыма в Феодосийском (бухта Двужкорная, пос. Орджоникидзе), Карадагском (Карадаг, бух. Лисья) и Судакском (Меганом, Судак, Новый Свет) регионах.

Сбор материала осуществлялся с использованием донных ловушек, жаберных сетей с ячейей 12-35 мм и сачков. Кроме того были использованы данные анализов уловов ставных неводов местных бригад.

Характер распределения и поведение рыб в зоне каменистых грунтов исследовались визуально с использованием легководолазного снаряжения.

Русские и латинские названия таксонов рыб приведены в соответствии с работами [2, 12].

Результаты

Краткая характеристика района исследования. Район исследования является восточной оконечностью Крымских гор и представлен открытыми, возвышенными, преимущественно обрывистыми берегами. Прибрежная зона характеризуется наличием почти

сплошного каменисто-скалистого пояса, сформированного валунно-галечными наносами, крупнообломочным материалом и скалистыми утесами, в отдельных местах вертикально уходящими в море на значительную глубину (у Карадага и Меганома – на 10-20 м). Берега на всем протяжении приглубые, с крутым уклоном. Большие глубины начинаются у самого берега; прибрежная зона ограничена изобатой 8-15 м [1, 3].

Температура воды в море, по среднемноголетним данным, изменяется от 5 до 22,2 °С. В весенне-летний период водная толща прогревается неравномерно. На глубинах 15-20 м летом температура воды составляет около 12°С, в то время как на поверхности она колеблется от 16 до 23 °С. Сгонные явления, особенно летом, часто обуславливают резкое понижение температуры поверхностного слоя в течении нескольких часов до 8-10 °С. В соответствии с особенностями температурных характеристик в районе исследования различаются следующие периоды: холодный – с декабря по март и теплый – с июня по сентябрь; переходные – весенний (апрель, май) и осени (октябрь, ноябрь). Самый холодный месяц – февраль, самый теплый – август. Значения средних месячных температур воды в эти месяцы составляют 8,0° и 23,5° [7, 14].

В течении года господствующими являются ветра северного и южного направлений, что обусловлено наличием гор, защищающих побережья от ветров восточных и западных румбов. Для данного района наиболее значительное волнение наблюдается при штормовом воздействии ветров южных румбов, которые длятся недолго, но обладают большой разрушительной силой. В этот период максимальная высота волн составляет 6-12 м [8].

Значения солености в данном районе составляют 17,54-18,20 ‰ с колебаниями её значений по сезонам - повышением в холодное время года и понижением в теплое [9,14].

Эколого-фаунистическая характеристика ихтиоцена. Ихтиоцен каменистой сублиторали юго-восточного Крыма, согласно нашим наблюдениям, включает в себя 38 видов и 31 род из 16 семейств и 7 отрядов (таблица). Наибольшим разнообразием таксонов характеризуются семейства Собачковых (4 рода, 6 видов), Губановых (2 рода, 5 видов), Бычковых (2 рода, 5 видов) и Игловых (2 рода, 5 видов).

В состав данного ихтиоцена входят представители четырех фаунистических комплексов – средиземноморского, бореально-атлантического, бореально-тихоокеанского и морского понтического [11, 13] (рис 1). Из них основу составляют рыбы средиземноморского фаунистического комплекса (15 семейств, 21 род и 33 вида; 87 % всех видов данного ихтиоцена) – виды, избегающие опресненных участков побережья, с периодом наибольшей активности в теплое время года.

В соответствии со степенью активности и постоянством пребывания в пределах каменистой сублиторали были выделены три группы рыб: мигранты, кочевники и оседлые рыбы [10] (рис. 2). Их основу составляют кочевые и оседлые рыбы, доля которых составляет 76,3 % всех видов.

Представители этих групп являются постоянными обитателями прибрежной зоны, не совершающие миграций на значительные расстояния. Для них характерны лишь локальные вертикальные перемещения в пределах прибрежной зоны – с наступлением холодов многие из них отходят на большие глубины. В тоже время в поведении и характере распределения рыб этих группировок есть существенные различия.

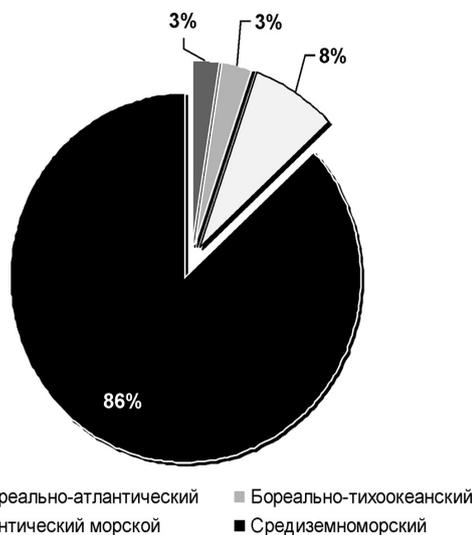


Рисунок - 1 Фаунистические комплексы ихтиоцена каменистой сублиторали юго-восточного Крыма

Состав ихтиоцены каменной сублиторали юго-восточного Крыма

Таксон	Фаунистический комплекс	Вертикальная зональность	Активность	Трофическая группа	Тип размножения
1	2	3	4	5	6
ОТРЯД CLUPEIFORMES - СЕЛЬДЕОБРАЗНЫЕ Семейство Engraulidae - Анчоусовые					
Engraulis encrasicolus (Linnaeus, 1758) - хамса	СМ	П	М	Пл	I
ОТРЯД GADIFORMES – ТРЕСКООБРАЗНЫЕ Семейство Phycidae – Нитеперые налимы					
Gaidropsarus mediterraneus (Linnaeus, 1758) - средиземноморский трехусый морской налим	БА	П	О	Х	I
ОТРЯД MUGILIFORMES – КЕФАЛЕОБРАЗНЫЕ Семейство Mugilidae - Кефалевые					
Mugil cephalus Linnaeus, 1758 - лобан	СМ	П	М	Д	I
Liza aurata (Risso, 1810) - сингиль	СМ	П	М	Д	I
L. saliens (Risso, 1810) - остронос	СМ	П	М	Д	I
L. haematocheila (Temminck & Schlegel, 1845)- пиленгас	БТ	П	М	Д	I
ОТРЯД ATHERINIFORMES – АТЕРИНООБРАЗНЫЕ Семейство Atherinidae - Атериновые					
Atherina boyeri Linnaeus, 1758 – коричневая атерина	СМ	П	М	Пл	II
A. hepsetus (Linnaeus, 1758)- атлантическая атерина	СМ	П	М	Пл	II
ОТРЯД GASTEROSTEIFORMES – КОЛЮШКООБРАЗНЫЕ Семейство Syngnathidae - Иглобые					
Hippocampus guttulatus Cuvier, 1829 – морской конек	СМ	ПДП	К	ПлБ	IV
Syngnathus abaster Risso, 1827 – пухлощечная игла-рыба	СМ	ПДП	К	ПлБ	IV
S. typhle Linnaeus, 1758 – длиннорылая игла-рыба	СМ	ПДП	К	ПлБ	IV
S. variegatus Pallas, 1814 – толсторылая игла-рыба	СМ	ПДП	К	ПлБ	IV
S. tenuirostris Rathke, 1837 – тонкорылая игла-рыба	СМ	ПДП	К	ПлБ	IV
ОТРЯД SCORPAENIFORMES – СКОРПЕНООБРАЗНЫЕ Семейство Scorpaenidae - Скорпеновые					
Scorpaena porcus Linnaeus, 1758 – морской ерш	СМ	Д	О	Х	I
PERCIFORMES - ОКУНЕОБРАЗНЫЕ Семейство Carangidae - Ставридовые					
Trachurus mediterraneus ponticus Aleev, 1956 - черноморская ставрида	СМ	П	М	Х	I
Семейство Sparidae - Спаровые					
Diplodus annularis (Linnaeus, 1758) - ласкирь	СМ	ПДП	К	Б	I
Семейство Centracanthidae - Смаридовые					
Spicara flexuosa (Rafinesque, 1811) - спикара	СМ	ПДП	М	Б	III
Семейство Sciaenidae - Горбылевые					
Sciaena umbra Linnaeus, 1758 – темный горбыль	СМ	ПДП	К	Х	I
Семейство Pomacentridae - Помацентровые					
Chromis chromis Linnaeus, 1758 - ласточка	СМ	ПДП	К	ПлБ	III

Окончание таблицы.

1	2	3	4	5	6
Семейство Labridae - Губановые					
<i>Crenilabrus cinereus</i> (Bonnaterre) - рябчик	СМ	ПДП	К	Б	III
<i>C. ocellatus</i> (Forsskal, 1775) – глазчатый губан	СМ	ПДП	К	Б	III
<i>C. roissali</i> (Risso, 1810) - перепелка	СМ	ПДП	К	Б	III
<i>C. tinca</i> (Linnaeus, 1758) - рулена	СМ	ПДП	К	Б	III
<i>Stenolabrus rupestris</i> (Linnaeus, 1758)	СМ	ПДП	К	Б	I
Семейство Tripterygiidae - Троеперые					
<i>Tripterygion tripteronotus</i> (Risso, 1810) - троепер	СМ	Д	О	Б	III
Семейство Blenniidae – Собачковые					
<i>Aidablennius sphyinx</i> (Valenciennes, 1836) – морская собачка сфинкс	СМ	Д	О	Б	III
<i>Coryphoblennius galerita</i> (Linnaeus, 1758) – хохлатая морская собачка	СМ	Д	О	Б	III
<i>Parablennius sanguinolentus</i> (Pallas, 1814) – обыкновенная морская собачка	СМ	Д	О	Ф	III
<i>P. tentacularis</i> (Bonnaterre, 1768) – длиннопальцевая морская собачка	СМ	Д	О	Б	III
<i>P. zvonimiri</i> (Kolombatovic, 1892) – бурая морская собачка	СМ	Д	О	Б	III
<i>Salaria pavo</i> (Risso, 1810) – морская собачка-павлин	СМ	Д	О	Б	III
Семейство Gobiesocidae - Уточковые					
<i>Lepadogaster candollii</i> Risso, 1810 - уточка	СМ	Д	О	Б	III
<i>L. lepadogaster</i> (Bonnaterre, 1788) - присоска	СМ	Д	О	Б	III
Семейство Gobiidae - Бычковые					
<i>Gobius cobitis</i> Pallas, 1814 – бычок кругляш	СМ	Д	О	Х	III
<i>G. paganellus</i> Linnaeus, 1758 – бычок-паганель	СМ	Д	О	Б	III
<i>N. eurcephalus</i> (Kessler, 1874) – бычок-рыжик	ПМ	Д	О	Б	III
<i>N. melanostomus</i> (Pallas, 1814) – бычок-кругляк	ПМ	Д	О	Б	III
<i>N. platyrostris</i> (Pallas, 1814) – бычок-губан	ПМ	Д	О	Б	III

Примечание: фаунистические комплексы: БА-бореально-тихоокеанский; БТ-бореально-тихоокеанский; СМ-средиземноморский; ПМ-понтический морской. Вертикальная зональность: Д – донный, ПДП-придонно-пелагический, П - пелагический. Активность: М – мигрант, К – кочевник, О - оседлый. Трофическая группа: Пл – планктонофаг; ПлБ-планктобентофаг; Б-бентофаг;Д-детритофаг; Ф – фитофаг; Х – хищник. Тип размножения: I – пелагофил; II – фитофил; III – рыбы, строящие гнезда; IV – рыбы, вынашивающие икру в выводковых камерах.

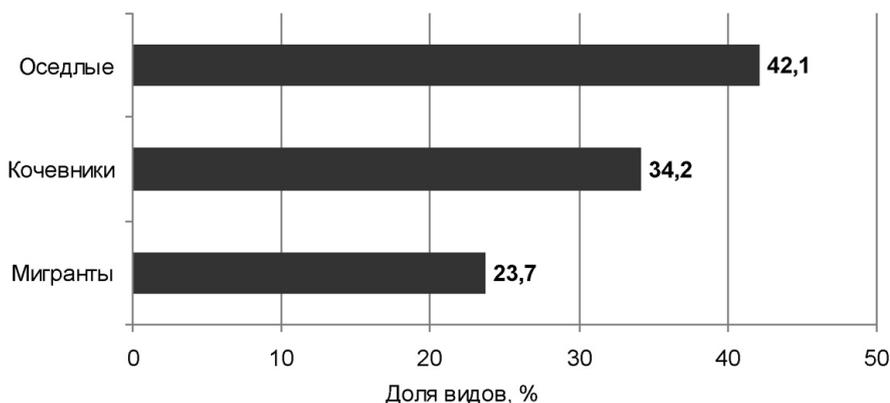


Рисунок - 2 Группы рыб по степени активности и постоянству пребывания в пределах каменистой сублиторали каменистой сублиторали юго-восточного Крыма

Кочевники совершают перемещения в поисках пищи в пределах прибрежной зоны. Держатся эти рыбы в одиночку, или образуют временные объединения от двух до нескольких десятков и сотен особей. По характеру связи с дном различаются донные, придонные и придонно-пелагические кочевники. К донным и придонным кочевникам относятся виды, никогда не теряющие связи с дном. Диапазон перемещения придонно-пелагических кочевников более широк и охватывает не только придонные горизонты, но и средние слои пелагиали. При опасности они могут использовать случайные убежища, встречающиеся на их пути – расщелины камней, заросли водорослей. В эту группу (34 % всех видов) входят 13 видов и 7 родов, относящихся к 5 семействам.

Оседлые рыбы обитают исключительно на дне в пределах ограниченной площади и характеризуются четкой биотопической разобщенностью. Они ведут малоподвижный, часто скрытный образ жизни, используя в качестве укрытий гальку, расщелины между камней и заросли макрофитов. Представители этой группы не образуют стай и держатся разобщенно. Эта группа была представлена 16 видами и 10 родами из 6 семейств и составляет 42 % всех видов.

К мигрантам относятся рыбы, совершающие сезонные миграции на значительные расстояния к местам нереста, нагула и зимовки. Эти рыбы не являются постоянными обитателями побережья и их качественный и количественный состав в течении года подвержен изменениям. В тоже время мигранты также являются структурно-функциональным компонентом прибрежного ихтиоценоза каменистой сублиторали. Молодь и взрослые особи представителей этой группы в весенне-летний период используют прибрежную зону для нагула. Кроме того, в период массового подхода к берегам, некоторые мигрирующие виды служат пищей для целого ряда прибрежных хищников (морскому ершу, морскому налиму, бычкам). Большинство мигрантов откладывают пелагическую икру, однако такие виды, как атерины (Atherinidae) нерестятся в зарослевой зоне, используя в качестве нерестового субстрата водоросли-макрофиты, в частности цистозиру. За период наблюдений из представителей данной группы нами было отмечено 9 видов и 6 родов, относящихся к 5 семействам. Их доля составляла 23,7% всех видов.

По характеру использования кормовых ресурсов прибрежной зоны в ихтиоценозе каменистой сублиторали данного района были выделены 6 трофических групп: планктонофаги, хищники, детритофаги, фитофаги, бентофаги и хищники (рис. 3). Из них важнейшими являются бентофаги, фитофаги и хищники, являясь постоянным компонентом данного ихтиоценоза.

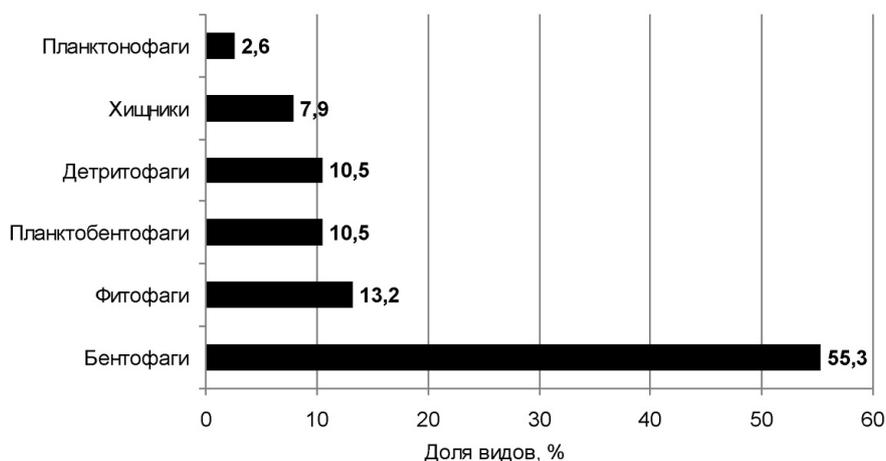


Рисунок 3 - Трофические группировки ихтиоценоза каменистой сублиторали юго-восточного Крыма

Бентофаги - наиболее крупная трофическая группа в ихтиоценозе каменистой сублиторали данного района, представленная 21 видом рыб (55,3%). В составе этой группы различаются специализированные зообентофаги, питающиеся отдельными группами беспозвоночных (моллюсками, ракообразными и т.д.) и виды с широким спектром питания, потребляющие

и животные и растительные организмы бентоса. Основу данной группы составляют массовые виды: спикара, ласкирь, рулена, глазчатый губан, перепелка, морская собачка-сфинкс и собачка-павлин.

Отдельной группой нами выделена группа фитофагов, во взрослом состоянии питающиеся почти исключительно фитобентосом. В состав этой группы входит 1 вид – пятнистая морская собачка.

Хищники (5 видов, 13,2%) представлены в основном демерсальными видами, среди которых различаются донные хищники-засадчики (2 вида) и хищники, разыскивающие добычу на дне и в толще воды (2 вида). Ведущую роль в питании представителей данной группы составляют крупные ракообразные (крабы и креветки) и рыбы. Основными представителями данной группы являются морской ерш и морской налим, характеризующиеся высокой численностью.

Представители этих трех трофических группировок избегают напряженных конкурентных отношений. Это выражается в использовании экологически близкими видами рыб разных кормовых организмов, в различиях их суточной и сезонной активности и в пространственном разобщении.

В соответствии с типом размножения, в составе ихтиофауны района исследований были выделены 4 группы: пелагофилы, фитофилы, рыбы, строящие гнезда на дне и охраняющие кладку икры и рыбы, вынашивающие икру в специальных выводковых камерах (рис. 4).

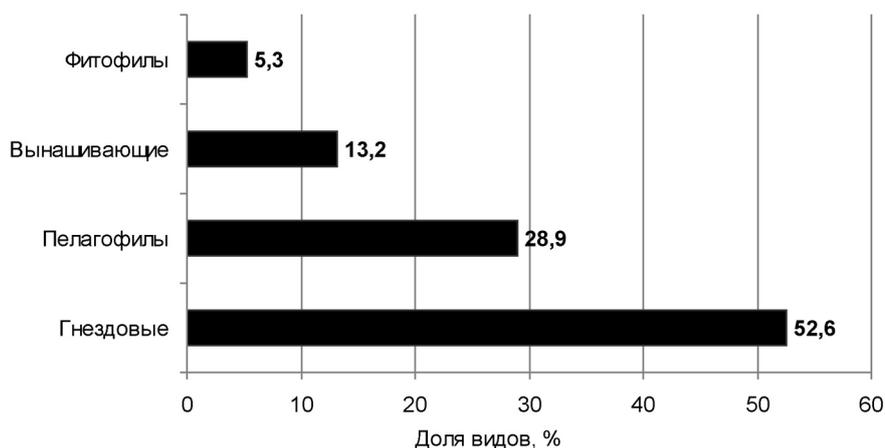


Рисунок 4 - Типы размножения у рыб каменистой сублиторали юго-восточного Крыма

Гнездовые рыбы представлены наибольшим числом представителей (20 видов) и составляют 52,6% всех видов. Основу этой группы составляют оседлые и кочевые рыбы, функционально связанные с каменистыми грунтами, использующие их в качестве нерестового субстрата. Это представители семейств Собачковых (5 видов), Бычковых (5 вида), Губановых (4 вида), Присосковых (2 вид), Помацентровых (1 вид) и Троеперовых (1 вид).

Второй по количеству видов (11 видов) является группа пелагофилов, доля которых составляет 28,9%. Из них к постоянным обитателям каменистой сублиторали относятся представители семейств Губановы (1 вид), Горбылевых (1 вид), Спаровых (1 вид), Нитеперых налимов (1 вид) и Скорпеновых (1 вид).

Выводы

В составе ихтиоцены каменистой сублиторали юго-восточного Крыма было отмечено 38 видов и 31 род из 16 семейств и 7 отрядов. Наибольшим разнообразием таксонов характеризуются семейства Собачковых (4 рода, 6 видов), Губановых (2 рода, 5 видов), Бычковых (2 рода, 5 видов) и Игловых (2 рода, 5 видов).

Основу ихтиоцены составляют представители средиземноморского фаунистического комплекса – теплолюбивые рыбы, избегающие опреснения. Они представлены 33 видами из 21 рода и 15 семейств и составляют 87% всех видов данного сообщества.

В соответствии со степенью активности и постоянством пребывания в пределах

каменистой сублиторали основу составляют кочевые и оседлые рыбы, доля которых составляет 76,3 % всех видов.

Важнейшими трофическими группами в данном ихтиоценозе являются бентофаги, фитофаги и хищники. Из них наиболее крупной трофической группой являются бентофаги, представленная 21 видом рыб (55,3 %).

По типу размножения преобладают рыбы, строящие гнезда на дне и охраняющие кладку икры. В их число входят 20 видов и их доля среди других видов составляет 52,6 %.

Список литературы

1. Бескаравайный М.М. Птицы морских берегов южного Кры-ма/М.М. Бескаравайный. – Симферополь: Н. Оріанда, 2008. – 160 с.
2. Васильева Е.Д. Рыбы Черного моря. Определитель морских, солоноватоводных, эвригаллиных и проходных видов с цветными иллюстрациями, собранными С.В. Богородским/Е.Д. Васильева.– М.: Изд-во ВНИРО, 2007. – 238 с.
3. Геология СССР: в 8 томах. – Москва: Недра, 1969. _Т. VIII. Крым. Геологическое описание– 576 с.
4. Гетьман Т.П. Ихтиоцены прибрежного аквального комплекса мыса Херсонес (Черное море)/Т.П. Гетьман // Экосистемы, их оптимизация и охрана.-2012.-Вып.7. – С.79-89.
5. Гордина А.Д. Видовой состав и сезонная динамика численности молоди рыб в прибрежных зарослевых биоценозах Черного моря /А.Д.Гордина //Биология моря. – 1973. - Вып. 31 - С. 30-45.
6. Гордина А.Д. Распределение и сезонные изменения численности взрослых рыб в зарослевых биоценозах Черного моря./А.Д.Гордина //Биология моря. – 1976. - Вып. 39. - С. 78-92.
7. Костенко Н.С. Экологическое состояние акватории Карадагского заповедника/Н.С. Костенко // Заповідна справа в Україні. – 1995 – Том 1. – С.72 – 79.
8. Костенко Н.С. Воздействие экстремальных штормов на прибрежную донную растительность Карадагского природного заповедника Национальной академии наук Украины /Н.С. Костенко, Е.А. Дикий, А.А. Заклецкий, В.С. Марченко// Карадаг – 2009; Сборник научных трудов, посвященный 95-летию Карадагской научной станции и 30-летию Карадагского природного заповедника национальной академии наук Украины. / Ред. А.В. Гаевская, А.Л. Морозова.- Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009. – С. 327-343.
9. Куфтаркова Е.А. Гидрохимическая характеристика вод Судакско-Карадагского взморья / Е.А. Куфтаркова, Н.П. Ковригина, Н.И. Бобко// Карадаг. Гидробиологические исследования. (Сборник научных трудов, посвященный 90-летию Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского и 25-летию Карадагского природного заповедника НАН Украины). Книга 2-я. – Симферополь: СОНАТ, 2004. – С. 12-27.
10. Мочек А.Д. Этологическая организация прибрежных сообществ морских рыб. / А.Д. Мочек - М.: Наука.-1987.-269 с.
11. Никольский Г.В. Структура вида и закономерности изменчивости рыб/ Г.В.Никольский. – М.:Пищевая промышленность, 1980 – 184 с.
12. Световидов А.Н. Рыбы Черного моря/А.Н.Световидов. – М.-Л.: Наука, 1964. – 546 с.
13. Состояние биологических ресурсов Черного и Азовского морей/Справочное по-сobie. - Керчь: Изд-во ЮгНИРО, 1995. - 64 с.
14. Чекменева Н.И. Термохалинная структура вод Карадагского побережья / Н.И. Чекменева, А.А. Субботин// Карадаг. Гидробиологические исследования. (Сборник научных трудов, посвященный 90-летию Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского и 25-летию Карадагского природного заповедника НАН Украины). Книга 2-я. – Симферополь: СОНАТ, 2004. – С. 7-11.

ECOLOGICAL-FAUNISTIC CHARACTERISTICS OF THE FISH COMMUNITY OF ROCKY SUBLITTORAL OF SOUTHEASTERN CRIMEA (BLACK SEA)

Shaganov V.V., Varlamov V.I., Verezubova V.O., Donchik P.I., Petrakova E.V.

Federal State Governmentally Financed Educational Institution of Higher Education “Kerch State Maritime Technological University”, Kerch, Russia, vshaganov@yandex.ru

In article description of the fish community of rocky sublittoral of Black sea at the coasts of southeastern Crimea. 38 species and 31 genres of 16 families and 7 orders were registered. Foundation of the community consists of fishes from mediterranean faunistical complex with settled or nomadic habit of life and belong to benthophages, predators and plant feeders. According to type of reproduction fishes who build nests dominated.

Key words: fish community, rocky sublittoral, southeastern Crimea.

**МАТЕРИАЛЫ ПО БИОЭКОЛОГИИ ПЯТНИСТОЙ МОРСКОЙ СОБАЧКИ
PARABLENNIUS SANGUIOLENTUS (BLENNIIDAE, PERCIFORMES)
 В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ ЮГО-ВОСТОЧНОГО КРЫМА (ЧЕРНОЕ МОРЕ)**

В.В. Шаганов, Е.О. Везубова

**ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»,
 Керчь, Российская федерация, vshaganov@yandex.ru**

Приводятся данные о распространении, биотопическом распределении и биологии пятнистой морской собачки *Parablennius sanguinolentus* (Blenniidae, Perciformes) у берегов юго-восточного Крыма. Данный вид характеризуется как типичный фитофаг. Указано различие в качественном и количественном составе пищи у данного вида в различных участках побережья района исследований.

Ключевые слова: пятнистая морская собачка, юго-восточный Крым, фитофаг.

Пятнистая морская собачка *Parablennius sanguinolentus* (Pallas, 1814) - массовый донно-прибрежный вид, повсеместно встречающийся у берегов Крыма. Она не является промысловым видом и не рассматривалась как объект специальных исследований. Небольшие материалы по биологии данного вида у берегов юго-восточного Крыма в районе Карадага содержатся лишь в работах [2,3]. В тоже время, благодаря высокой численности, пятнистая морская собачка является важным компонентом прибрежных сообществ, участвуя в переносе веществ и энергии в трофической сети.

Материал и методика

Основной материал для данной работы был собран в 1998-2005 гг. и в 2014-2015 гг. в районе мыса Ильи, бухты Двужкорная, п-ова Киик-Атлама, Карадага, Судака и Нового Света.

Отлов взрослых особей осуществлялся жаберными сетями с ячейей 12-20 мм и донными ловушками. Молодь облавливалась сачками с мотней из мелкоячеистой дели.

Биологический анализ включал следующие параметры: измерение полной индивидуальной длины (TL), определение общей массы тела рыб, определение пола и стадии зрелости гонад, наполнение кишечника в баллах (0 – пустой кишечник, 3 балла – кишечник заполнен полностью), анализ содержимого кишечника, взвешивание пищевого комка и отдельных его компонентов. Возраст определялся по отолитам после их осветления в глицерине.

Результаты

Пятнистая морская собачка у берегов юго-восточного Крыма встречается повсеместно на участках с каменистыми грунтами с мая по октябрь и является массовым видом. В уловах жаберных сетей доля данного вида составляет 7-51 %. На 100 м сетей было отмечено от 4 до 25 особей.

Молодь данного вида с длиной тела до 1,5-2 см держатся на глубинах менее 1,5 м и встречаются на поверхности гальки и валунов или в зарослях водорослей (*Cladophora*, *Chaetomorpha*, *Enteromorpha*, *Laurencia*) на крупнообломочном скальном грунте в зоне наката. Взрослые особи большей частью были отмечены на глубинах 1 – 5 м среди крупных камней или под ними и в зарослях макрофитов, главным образом *Cystoseira*.

Для пятнистой морской собачки в акватории Черного моря максимальная длина 23 см [1], в районе Карадага - 21 см [2]. По нашим данным минимальная длина половозрелых особей пятнистой собачки в районе исследований составляла 4,5 см, максимальная 16 см. Минимальная масса составляла 2,8 г, максимальная - 84,4 г (таблица.). Самки в наших выборках были крупнее самцов

Таблица

Размерно-массовый состав пятнистой морской собачки в районе юго-восточного Крыма

Пол	n	Длина, см		Масса, г	
		min-max	M ±m	min-max	M ±m
f	136	3-18	10,31±0,39	0,4-94	28,60±1,90
m	211	2,4 - 15,8	10,33±0,30	0,1 - 84,3	26,91±1,48
f&m	347	2,4-18	10,02±0,24	0,1 - 94	27,93±1,17

В уловах самки численно значительно доминировали над самцами (рис. 1).

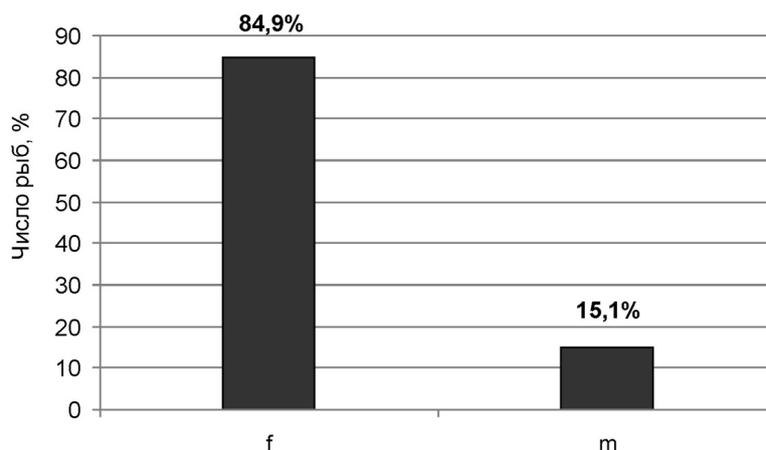


Рисунок 1 - Половой состав пятнистой морской собачки в районе юго-восточного Крыма

Результаты исследований возрастного состав пятнистой морской собачки носят предварительный характер. Из имеющихся материалов, взрослые особи данного вида были представлены возрастными группами от 3+ до 8+ , с доминированием рыб в возрасте 6+ (23,5 % всех особей).

По типу питания пятнистая морская собачка является фитофагом. Этому виду свойственно полное отсутствие желудка и очень длинный кишечник, что характерно для растительноядных рыб. Интенсивность питания у исследованных особей была достаточно высокой и средний балл наполнения кишечника составлял 2,1.

Ведущее значение в питание взрослых особей данного вида имеют водоросли-макрофиты (рис. 2). Основное место по частоте встречаемости занимают роды *Ceramium*, *Laurencia* и *Cystoseira*, с весовой долей от массы пищевого комка более 40 %. Вместе с тем, в различных районах юго-восточного побережья Крыма частота встречаемости и массовая доля этих видов водорослей различна (рис. 3). Так, в акватории бухты Двужкорная в пищевых комках по частоте встречаемости и по массе (30-95 % от массы комка) преобладали водоросли рода *Laurencia*, а в районе Карадага – род *Ceramium* (до 97 % массы пищевого комка).

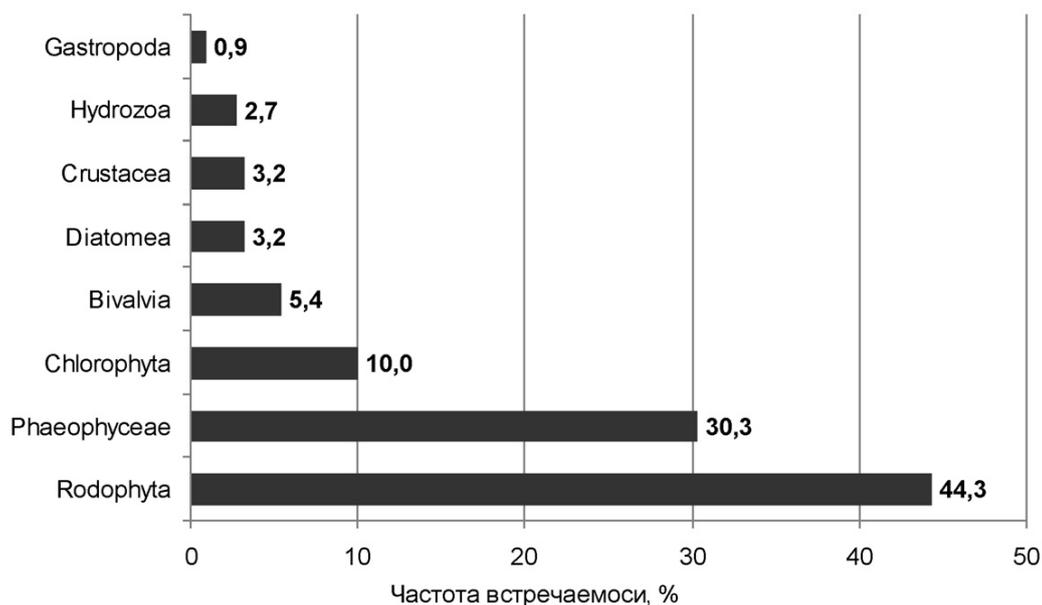


Рисунок 2 - Состав пищи пятнистой морской собачки в районе юго-восточного Крыма

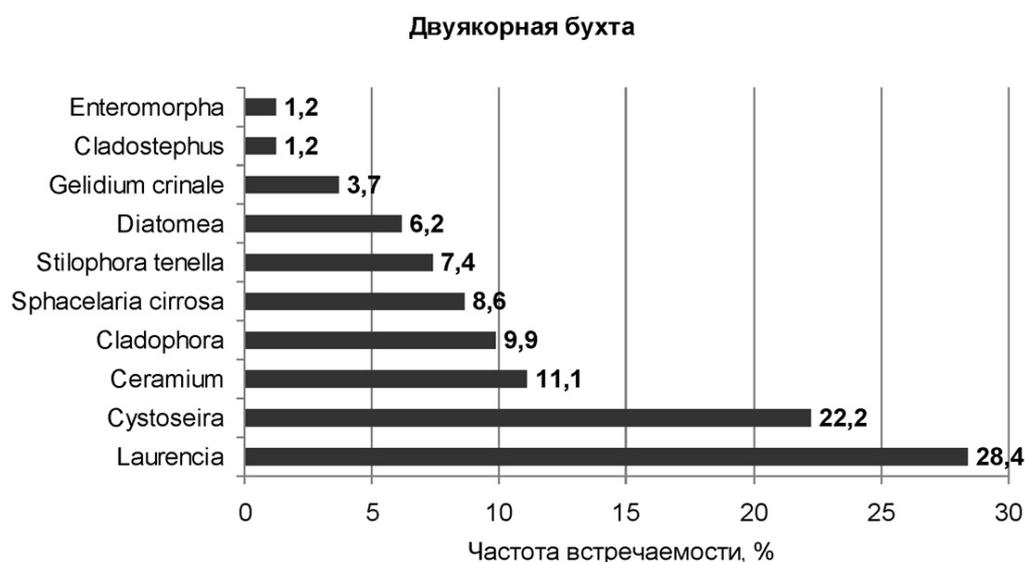
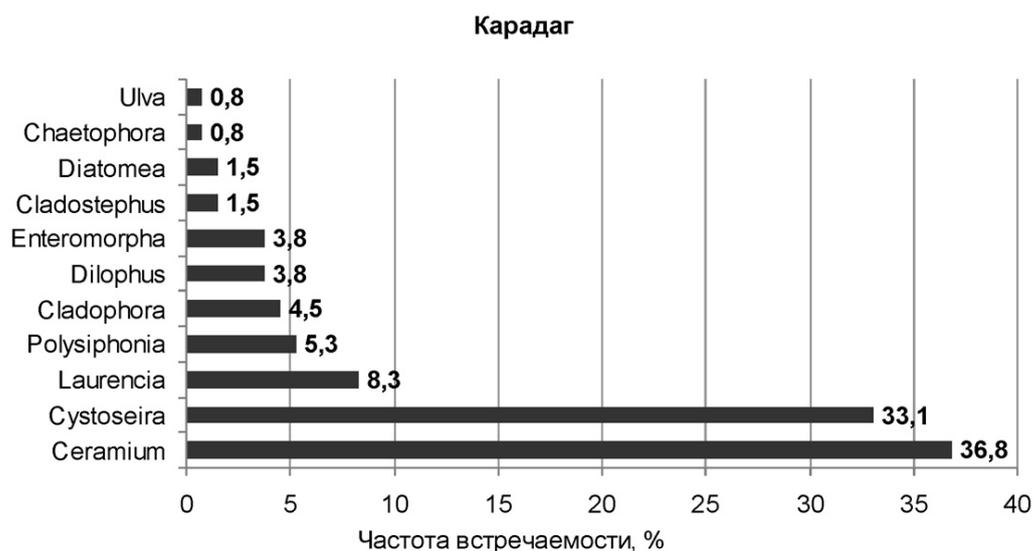


Рисунок 3 - Различия в составе и частоте встречаемости растительных объектов в пищевых комках пятнистой морской собачки в различных районах юго-восточного Крыма

Остальные водоросли встречаются эпизодически и являются чаще всего второстепенной пищей, особенно эпифитные формы.

Организмы зообентоса в питании взрослых особей пятнистой собачки играют значительно меньшую роль.

Заключение

По итогам наших исследований следует, что пятнистая морская собачка относится к консументам первого порядка, потребляющие водоросли-макрофиты. Вместе с тем, пока остается неясным значение этого массового донно-прибрежного вида в питании демерсальных хищных рыб. За весь период исследований не у одного из представителей этой трофической группировки в составе пищи пятнистая собачка не встречалась как основной объект питания, а была представлена очень редко, единичными экземплярами только молодых особей.

Список литературы

1. Световидов А.Н. Рыбы Черного моря/А.Н. Световидов.-Москва, Ленинград: Наука, 1964. – С. 355-359.
2. Смирнов А.Н. Материалы по биологии рыб Черного моря в районе Карадага/А.Н.Смирнов//Труды Карадагской биологической станции: сб. науч.тр./.-1959.-Вып.15.-С. 80-82.
3. Хирина В.А. Материалы по питанию некоторых бентосоядных рыб в прибрежной зоне Черного моря у Карадага/В.А.Хирина// Труды Карадагской биологической станции: сб. науч.тр./.-1950.-Вып.9.-С. 53-65.

**MATERIALS ON BIOLOGY OF RUSTY BLENNY *PARABLENNIUS SANGUINOLENTUS*
(PALLAS, 1814) (BLENNIIDAE, PERCIFORMES) IN THE COASTAL ZONE
OF SOUTHEASTERN CRIMEA (BLACK SEA)**

Shaganov V.V., Verezubova E.O.

Federal State Governmentally Financed Educational Institution of Higher Education “Kerch State Maritime Technological University”, Kerch, Russia, vshaganov@yandex.ru

Data about spatial distribution biotopical distribution and biology of rusty blenny *Parablennius sanguinolentus* (Pallas, 1814) (Blenniidae, Perciformes) at the coastal zone of southeastern Crimea are given. This species is characterized as typical plant feeder. Difference is indicated in qualitative and quantitative composition of food of this species in the different coastal subareas of studied area.

Key words: rusty blenny, southeastern Crimea, plant feeder.

УДК 597.5(262.5)

**МАТЕРИАЛЫ ПО БИОЛОГИИ МОРСКОГО ЕРША *SCORPAENA PORCUS* LINNAEUS,
1758 (SCORPAENIDAE, PERCIFORMES) В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ
ЮГО-ВОСТОЧНОГО КРЫМА (ЧЕРНОЕ МОРЕ)**

В.В. Шаганов, П.И. Дончик

*ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», Керчь,
Российская федерация, vshaganov@yandex.ru*

Приведены результаты исследования биологии черноморского морского ерша *Scorpaena porcus* Linnaeus, 1758 (Scorpaenidae, Perciformes) у берегов юго-восточного Крыма. В питании данного вида по частоте встречаемости и численности преобладали высшие ракообразные (крабы, креветки, мизиды). Среди исследованных особей доминировали рыбы с возрастом 3+ (25,2 %), 4+ (23,3 %) и 5+ (20,3 %). Самки численно преобладали над самцами.

Ключевые слова: черноморский морской ерш, хищник, юго-восточный Крым.

Морской ерш (*Scorpaena porcus* Linnaeus, 1758) является характерным видом прибрежных рыб в районе юго-восточного Крыма. Его биология в этом районе исследовалась лишь в акватории, прилегающей к Карадагу [2,3].

В данной работе приводятся результаты исследования биологических характеристик морского ерша в прибрежной зоне прилегающих к Карадагу районов юго-восточного Крыма.

Материал и методика

Основной материал для данной работы был собран в 2014-2015 гг. в районе бухты Двужорная и п-ова Киик-Атлама.

Отлов рыб осуществлялся жаберными сетями с ячеей 15-35 мм и донными ловушками.

Биологический анализ включал следующие параметры: измерение полной индивидуальной длины (TL), определение общей массы тела рыб, определение пола и стадии зрелости гонад, наполнение желудка в баллах (0 – пустой желудок, 3 балла – желудок заполнен полностью), анализ содержимого желудка, взвешивание пищевого комка и отдельных его компонентов. Возраст определялся по отолитам после их осветления в глицерине.

Результаты

Морской ерш – доминирующий тепловодный вид в ихтиоцено каменистых грунтов данного района, отмеченный с марта по ноябрь. В уловах жаберных сетей его доля в улове составляла 17 – 25% всех видов. На 100 метров сетей встречалось от 42 до 112 особей данного вида.

В районе исследований морской ерш нами был отмечен в диапазоне глубин 0,4-8 м. Отдает предпочтение крупнообломочному материалу с глубинами от 1 до 5 м. Реже встречается в зоне наката на валунно-галечном грунте.

В Черном море длина составляет до 28 см, изредка 31, обычные размеры 7-13 см [1]. В районе Карадага длина морского ерша составляла 8- 30,7 см [2]. В акватории бухты Двужкорной и в районе п-ова Киик-Атлама в наших выборках длина данного вида составляла 10-28,9 см (таблица). Самки были несколько крупнее самцов.

Таблица

Размерно-массовый состав морского ерша в бухты Двужкорной и п-ова Киик-Атлама

Пол	n	TL, см,		TW, г	
		Min - max	M±m	Min - max	M±m
m	42	10 – 22,9	14,8±0,4	17 - 163	57,5±5,5
f	73	10,6 – 28,9	18,1±0,4	15 - 310	106±8,2
f&m	115	10 – 28,9	17,02±0,3	15 - 310	106±6,5

В уловах преобладали особи из размерной группы 15-20 см (рис.1)

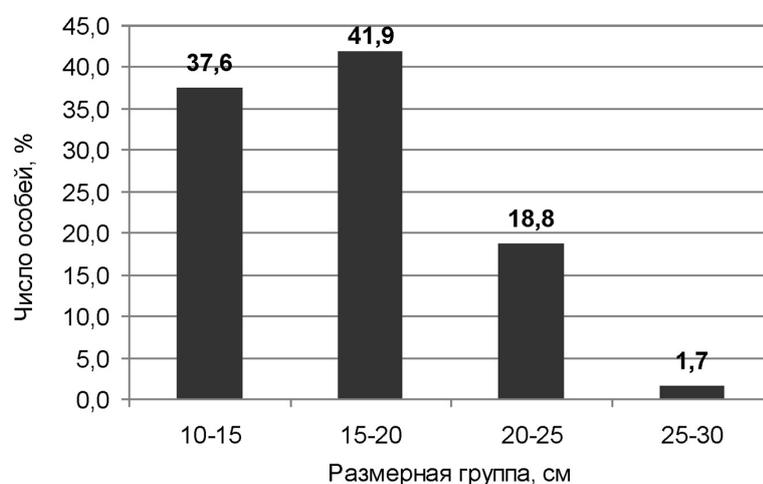


Рисунок 1 - Размерные группы морского ерша бухты Двужкорной и п-ова Киик-Атлама

За период исследований морские ерши в выборках были представлены возрастными группами 1+ - 8+. Доминировали рыбы с возрастом 3+ (26 % рыб), 4+ (25 %) и 5+ (23,1 %) (рис. 2).

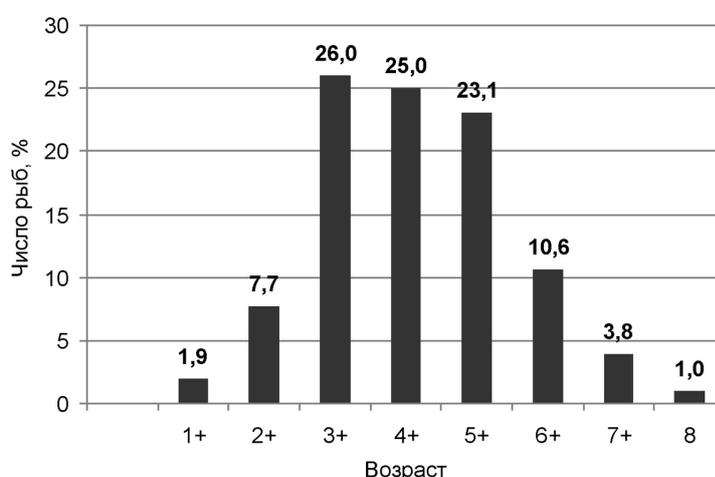


Рисунок 2 - Возрастной состав морского ерша в акватории бухты Двужкорной и в районе п-ова Киик-Атлама

В уловах численность самок преобладала выше чем у самцов (рис. 3).

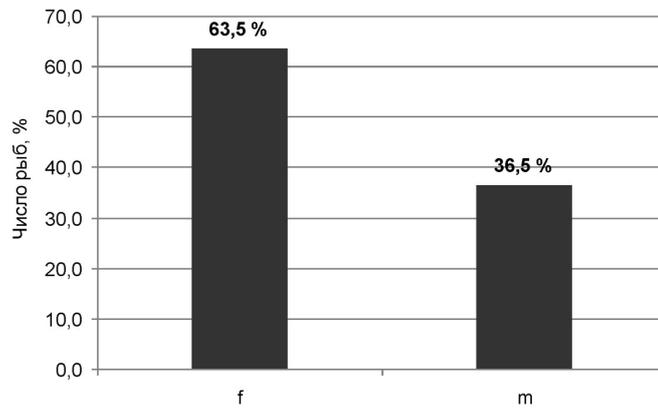


Рисунок 3 - Половой состав морского ерша в акватории бухты Двужкорной и в районе п-ова Киик-Атлама

Морской ерш является донным хищником-засадчиком, активным преимущественно в утренние и вечерние сумеречные часы.

Согласно [2] в районе Карадага объектами питания являлись исключительно животные объекты – многощетинковые черви, ракообразные, моллюски и рыбы. При этом ведущее место в качественном и количественном отношении занимали рыбы.

По нашим данным в районе бухты Двужкорной и в районе п-ова Киик-Атлама в желудках морской ерша также присутствовали только животные организмы – полихеты, ракообразные и рыбы (рис. 4).

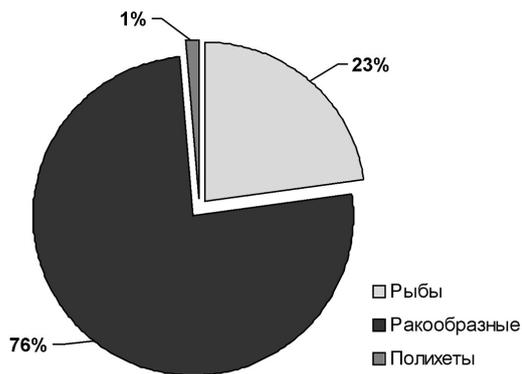


Рисунок 4 - Частота встречаемости таксономических групп организмов в питании морского ерша в акватории бухты Двужкорной и в районе п-ова Киик-Атлама

Доминирующее положение по частоте встречаемости и численности в пищевых комках исследованных особей ерша занимали ракообразные, главным образом Decapoda (крабы, креветки, мизиды) (рис. 5).

Рыбы по частоте встречаемости находились на втором месте (рис. 6). В желудках ершей были отмечены главным образом донно-прибрежные виды, а также пелагические мигранты - хамса и черноморская ставрида. Все рыбы в пищевых комках встречались единичными экземплярами.

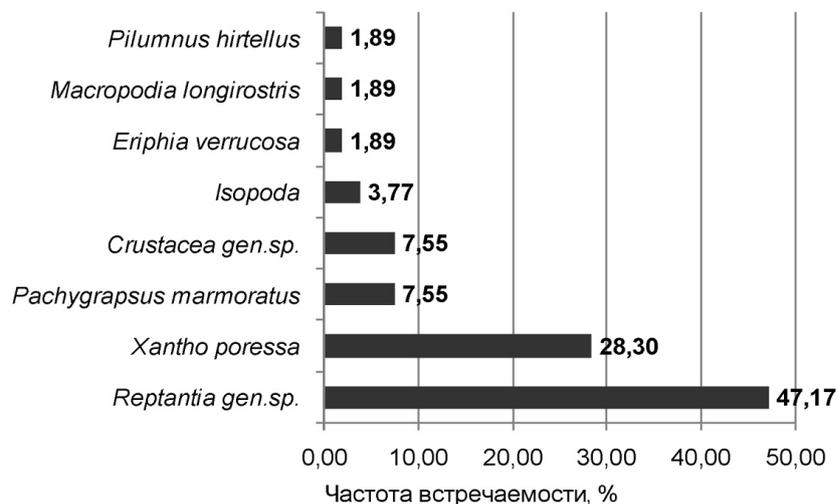


Рисунок 5 - Частота встречаемости ракообразных в желудках морского ерша в акватории бухты Двужкорной и в районе п-ова Киик-Атлама

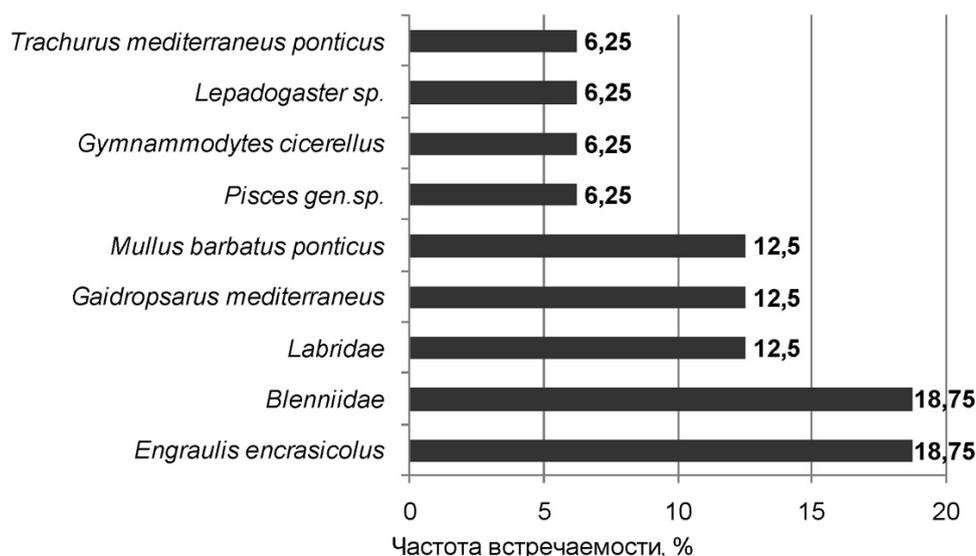


Рисунок 6 - Частота встречаемости рыб в желудках морского ерша в акватории бухты Двужорной и в районе п-ова Киик-Атлама

Многощетинковые черви были отмечены единично у молодых особей.

В период исследований интенсивность питания морского ерша была низка и средний балл наполнения желудков составлял 1,06.

Выводы

Морской ерш – доминирующий тепловодный вид в ихтиоценозе каменистых грунтов юго-восточного Крыма в районе Двужорной бухты и п-ова Киик-Атлама, отмеченный с марта по ноябрь.

Морской ерш является донным хищником-засадчиком, активным преимущественно в утренние и вечерние сумеречные часы.

Доминирующее положение по частоте встречаемости и численности в пищевых комках исследованных особей ерша занимали ракообразные. Рыбы по частоте встречаемости находились на втором месте. В пищевых комках все рыбы встречались единичными экземплярами.

Список литературы

1. Световидов А.Н. Рыбы Черного моря/А.Н. Световидов.-Москва, Ленинград: Наука, 1964. – С. 355-359.
2. Смирнов А.Н. Материалы по биологии рыб Черного моря в районе Карадага/А.Н.Смирнов// Труды Карадагской биологической станции: сб. науч.тр./.-1959.-Вып.15.-С. 80-82.
3. Хирина В.А. Материалы по питанию некоторых бентосоядных рыб в прибрежной зоне Черного моря у Карадага/В.А.Хирина// Труды Карадагской биологической станции: сб. науч.тр./.-1950.-Вып.9.-С. 53-65.

MATERIALS ON BIOLOGY OF BLACK SCORPIONFISH *SCORPAENA PORCUS* LINNAEUS, 1758 (SCORPAENIDAE, PERCIFORMES) IN THE COASTAL ZONE OF SOUTHEASTERN CRIMEA (BLACK SEA)

Shaganov V.V., Donchik P.I.

Federal State Governmentally Financed Educational Institution of Higher Education “Kerch State Maritime Technological University”, Kerch, Russia, vshaganov@yandex.ru

Results of research of biology of black scorpionfish *Scorpaena porcus* Linnaeus, 1758 (Scorpaenidae, Perciformes) at the coast of southeastern Crimea are conducted. In the feed of this species crustaceans (crabs, shrimps, mysid) prevailed by occurrence frequency and quantity. Among studied specimen fishes with age 3+ (25,2), 4+(23,3) and 5+ (20,3) dominated. Females numerally prevailed above males.

Key words: black scorpionfish, predator, southeastern Crimea.

**РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТЕРЛЯДИ
ACIPENSER RUTHENUS L. РЕКИ ИРТЫШ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ**

Л.А. Шиповалов, А.А. Ростовцев, В.Ф. Зайцев

*Новосибирский филиал ФГБНУ «Госрыбцентр», Новосибирск, Россия,
sibribniiproekt@mail.ru*

Дана характеристика водоема. Представлены данные по возрастному составу стерляди в р. Иртыш Омской области.

Ключевые слова: стерлядь, размерно-возрастная характеристика, показатели роста.

Иртыш – самый крупный левый приток р. Обь. Берет начало из ледников на юго-западных склонах Монгольского Алтая (в Китае). Общая длина Иртыша – 4248 км. В пределах России от границ с Казахстаном до впадения в р. Обь длина Иртыша составляет 2038 км, протяженность в Омской области 1132 км. Русло реки шириной 350–500 м слабо извилистое часто делится на два рукава, имеется много островов. Берега и дно реки сложены песчано-глинистыми отложениями, многочисленны песчаные отмели [1, 3].

Ихтиологические исследования проводились по общепринятой методике И.Ф. Правдина [2]. Для сравнительной оценки запасов рыб в разных участках (районах) реки применялся метод прямого учета с использованием донных плавных сетей [4]. Применение прямого учета позволяет определить численность и размерный состав стад рыб, обеспечивает адекватность учетных и промысловых орудий лова. На основании полученных материалов по каждой съёмке рассчитывается средневзвешенная величина плотности скоплений рыб (в экз./га) по каждому участку и для всего водоема в целом согласно принятым методикам.

В 2014 г. проводился научно-исследовательский лов, в ходе которого был собран биологический материал для оценки численности и состояния запасов популяции стерляди р. Иртыш Омской области. Материалы исследований, характеризующие размерно-возрастную структуру популяции иртышской стерляди в 2014 г., сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Размерно-возрастная характеристика стерляди р. Иртыш, июнь 2014 г.

Возраст	Длина, см		Масса, г		Количество исследованных рыб		Определен возраст, экз.
	средняя	колебания	средняя	колебания	экз.	%	
1+	21,8±0,21	17,5-26,4	61,9±1,99	45-118	489	35,4	37
2+	28,4±0,13	24,5-31,4	161,5±2,97	89-216	753	54,5	46
3+	32,4±0,29	27,5-35,4	248,5±7,14	178-323	78	5,6	38
4+	35,2±0,40	31,5-36,4	354,3±11,84	306-426	33	2,4	14
5+	37,8±0,52	35,5-43,4	522,3±31,21	442-523	22	1,6	12
6+	41,0	41,0	626,0	626,0	6	0,4	6
7+	46,0	46,0	841,0	841,0	1	0,1	1
Итого	26,7±0,50	17,5-46,0	143,8±9,54	45-841	1382	100,0	154

Отмечается, что в 2014 г. в стаде преобладали неполовозрелые особи в возрасте 1+ - 3+ (95,5 %). Из материалов предыдущих лет (2008-2013 гг.) видно, что численность молоди в возрасте 1+ - 3+ также стабильно составляла большую часть стада 73,9-95,4 % (табл. 2).

Отсюда можно сделать предварительное заключение, что, промысел не нарушает воспроизводительную способность популяции (не уменьшается численность молодежи) в течение ряда лет, и, следовательно, популяция находится в относительно стабильном состоянии, давая постоянную величину пополнения и улова [5].

Таблица 2

Возрастной состав промысловых стад стерляди в р. Иртыш в разные годы, %

Возраст	Год							В среднем
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
1+	32,2	27,6	58,12	67,85	23,3	29,6	35,4	39,2
2+	30,4	24,2	18,51	19,40	51,9	48,0	54,5	35,3
3+	31,2	22,1	10,85	8,15	16,9	18,0	5,6	16,1
4+	4,4	20,2	8,97	1,41	3,7	2,9	2,4	6,3
5+	1,2	3,8	2,16	1,78	2,5	1,2	1,6	2,0
6+	0,3	1,1	0,98	0,81	1,0	0,2	0,4	0,7
7+	0,2	0,5	0,2	0,49	0,5	0,1	0,1	0,3
8+	0,08	0,3	0,07	0,05	-	-	-	0,1
9+	0,03	0,1	0,07	0,03	-	-	-	0,1
10+	0,004	0,1	0,07	0,03	0,2	-	-	0,1
Средний	2,1	2,6	1,8	1,5	2,2	2,0	1,8	2,0

Из материалов исследований также видно, что для средней длины и массы тела стерляди с 2011 г. по 2014 г. характерно снижение показателей почти во всех возрастных группах (табл. 3).

Таблица 3

Показатели роста стерляди в р. Иртыш в разные годы

Возраст	Длина тела, см					Масса, г				
	2010	2011	2012	2013	2014	2010	2011	2012	2013	2014
1+	23,2	24,5	23,7	23,0	21,8	79,2	99,2	81,2	87,4	61,9
2+	29,4	28,8	28,3	26,7	28,4	181,1	174,6	144,9	137,1	161,5
3+	31,7	32,6	32,0	30,4	32,4	246,7	260,8	220,8	224,1	248,5
4+	34,5	38,3	35,0	34,3	35,2	334,5	384,9	348,6	347,2	354,3
5+	38,3	41,5	39,3	39,8	37,8	472,4	651,0	508,1	522,3	522,3
6+	41,0	44,0	43,0	43,0	41,0	626,0	861,8	671,6	841,0	626,0
7+	42,3	48,3	49,0	45,0	46,0	753,0	987,3	1177,5	1147,0	841,0
8+	45,0	51,0	-	-	-	1007,0	1128	-	-	-
9+	46,0	53,0	-	-	-	1352,0	1287	-	-	-
10+	48,0	56,0	55,0	-	-	1533,0	1447	1310,0	-	-
Средняя	25,5	26,8	28,7	26,7	26,7	156,7	152,6	172,3	150,3	143,8

На наш взгляд, снижение темпа роста стерляди в большей степени связано с ухудшением питания из-за повышения напряженности межвидовых пищевых отношений с бентофагом – лещом в результате увеличения его численности (уловов), чем с динамикой роста (или убыли) численности стада стерляди.

Численность стада во многом зависит от его пополнения молодь. При этом, корреляция между численностью стада иртышской стерляди в год i и пополнением в этот год молодь в возрасте 1+ положительная и довольно высокая $r = 0,72$. Исходя из этого, принимаем, что на показатели численности в год i во многом влияют условия воспроизводства в предыдущий год. Очевидно, что улучшение условий воспроизводства в 2010 г. повлияло на рост численности пополнения в возрасте 1+ в 2011 г., а ухудшение условий воспроизводства в 2011 г. отразилось в снижении численности пополнения в возрасте 1+ в 2012 г. При этом, численность стада иртышской стерляди постоянно колеблется относительно рассчитанной среднемноголетней численности.

Необходимо отметить, что в последние годы вызывает опасение состояние родительского стада иртышской стерляди – снижение численности до 4,4-7,7 % и короткий возрастной ряд (низкая численность или полное отсутствие в контрольных уловах особей старше 7 лет). Как известно, по типу нерестовых популяций стерлядь относится к видам с длинным жизненным циклом, в стаде которых пополнение производителей (впервые созревающие и нерестующие особи), много меньше остатка (повторно нерестующие рыбы)

Анализируя состояние популяции стерляди, видим следующее:

во-первых, популяция стерляди р. Иртыш Омской области находится в относительно стабильном состоянии, давая постоянную величину пополнения;

во-вторых, на показатели численности стада во многом влияют условия воспроизводства;

в-третьих, численность стада иртышской стерляди постоянно колеблется относительно рассчитанной среднемноголетней численности – 538,7 тыс. экз.;

в-четвертых, незначительная численность особей старших возрастных групп указывает на существенную промысловую нагрузку в виде браконьерского лова на популяцию иртышской стерляди.

Список литературы

1. Атлас России. М., 2001. - 80 с.
2. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищепромиздат, 1966. - 376 с.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 15, вып. 2. Л.: Гидрометеоздат, 1972. - 406 с.
4. Сечин Ю.Т. Биоресурсные исследования на внутренних водоемах. Калуга: Издательство научной литературы «Эйдос», 2010. - 202 с.
5. Шibaев С. В. Промысловая ихтиология. С-П.: Изд-во СПбГУ, 2007. - 399 с.

SIZE-AGE CHARACTERISTICS OF STERLET *ACIPENSER RUTHENUS* L. OF THE IRTYSH RIVER IN THE OMSK REGION

L.A. Shipovalov, A.A. Rostovtsev, V.F. Zaitsev

Novosibirsk branch FGBNU “Gosrybtsentr”, Novosibirsk, Russia, sibribniiproekt@mail.ru

The characteristics of the reservoir. The data presented by age composition of sterlet of the Irtysh River in the Omsk region.

Key words: sterlet, size-age characteristics, age distribution.

**МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО КАК ОСНОВА СОХРАНЕНИЯ
БИОРАЗНООБРАЗИЯ В ТРАНСГРАНИЧНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ
(НА ПРИМЕРЕ ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА)**

Т.В. Шувалова, А.Н. Пекарский

ФГБНУ «ВНИРО», Москва, Российская Федерация, shuvalova@vniro.ru

В статье проанализированы некоторые аспекты международно-правового регулирования сохранения биоразнообразия в трансграничных водных объектах на примере Европейского Союза, России и других государств. Рассмотрены акты, регулирующие вопросы управления трансграничными водными объектами и сохранения свойственного им биоразнообразия. Разработаны рекомендации и предложения по сохранению биоразнообразия.

Ключевые слова: международное сотрудничество; биоразнообразие; Европейский Союз; Российская Федерация; рыболовство; река Меконг.

Введение

Трансграничные водные объекты – это водные объекты, которые расположены на границе двух или более государств или пересекают территорию двух или более государств.

На настоящий момент, в мире насчитывается более 26 трансграничных водных объекта (озер и рек), территория бассейнов которых покрывает большую часть суши и около 145 стран, территория которых включает в себя участки бассейнов международных водных объектов или полностью расположена внутри таких бассейнов.

Около 40 % жителей Земли проживают на территориях бассейнов международных рек и озер. Имея в виду постоянный рост населения и процессы глобальной урбанизации, нагрузка на трансграничные водные объекты, будет постоянно возрастать (по оценкам специалистов к 2025 г. потребление водных ресурсов возрастет более чем на 50 % по сравнению с 2014 г.) [4].

Осознание существенной роли трансграничных водных объектов в обеспечении продовольственной, экономической, экологической, социальной и транспортной безопасности, заставляет государства, все в большей степени задумываться о необходимости более целенаправленного участия в управлении такими объектами с целью их сохранения и долгосрочного устойчивого использования.

Поскольку трансграничный характер предопределяет совместное использование водных объектов двумя или более государствами, то одним из ключевых аспектов управления такими объектами становится международное сотрудничество, которое должно обеспечить согласованность и взаимосвязанность мер, принимаемых государствами в отношении таких объектов.

По данным ООН, сегодня в отношении всего лишь 30 % трансграничных водных объектов имеются международные Соглашения по поводу совместного управления ими, причем предметом регулирования таких Соглашений чаще всего выступают отдельные сферы водопользования (транспорт, энергетика, рыболовство, загрязнения и пр.) и лишь немногие из них имеют комплексный характер.

Совместное управление водными объектами, расположенными или пересекающими территорию двух или более государств, – это интеграционный процесс, в ходе которого должны быть решены вопросы институционального обеспечения взаимодействия, разнообразные задачи, связанные с территориальным, экономическим взаимодействием, с сельским хозяйством и рыболовством, транспортной инфраструктурой, и, конечно, с обеспечением защиты и сохранения водных ресурсов.

В данном контексте понятие «водные ресурсы», включает в себя кроме воды, как таковой, также и ее транспортный, энергетический, минеральный потенциал и, конечно, в первую очередь, ее биологическое разнообразие.

Одним из лучших, на сегодняшний день, примеров совместного управления

трансграничными объектами и сохранения их биоразнообразия является практика осуществления сотрудничества стран Европейского Союза (далее – ЕС).

Правовой режим трансграничных водных объектов в Европейском Союзе.

С учетом геополитических особенностей расположения трансграничных водных объектов (могут быть расположены как на границе между государствами членами ЕС, так и на границе между государством членом ЕС и государством, не являющимся таковым) международное сотрудничество в отношении таких объектов в ЕС осуществляется на двух уровнях: сотрудничество между странами членами ЕС и сотрудничество Евросоюза с государствами, не являющимися его членами.

1. Сотрудничество между странами членами ЕС

ЕС, основываясь на положениях Договоров о создании Европейского Союза и Функционировании Европейского Союза, в 2000 г. принял всеобъемлющую Рамочную водную директиву, которая заменила собой множество существовавших на тот момент совместных документов и программ, носивших разрозненный, узкоспециализированный и фрагментарный характер.

Через посредство Директивы ЕС поставил перед своими государствами членами главную цель – обеспечение хорошего качества воды во всех водных объектах территории, в том числе, и трансграничных.

«Хорошее качество воды» в данном документе понимается очень широко – это комплексное понятие, включающие в себя химическое, бактериологическое (в плане содержания в ней опасных компонентов биологического происхождения), биологическое (биоразнообразие) и экологическое (водный объект и прилегающая территория) качество. Т.е. вода должна соответствовать нормативам по предельно допустимому содержанию в ней массы химических веществ и микроорганизмов, количество воды не должно уменьшаться в результате деятельности человека, а также должно быть полностью сохранено или, если это необходимо, восстановлено свойственное ей биологическое разнообразие.

Основным нововведением указанной Директивы стало международно-правовое закрепление новой единицы управления водными объектами - бассейнового округа. Принципом разделения на бассейновые округа стала естественная география речных бассейнов. Такой подход обеспечил возможность учета всех экологических, географических, биологических особенностей территории и позволил осуществлять комплексное управление трансграничными водными объектами.

Для тех случаев, когда речной бассейн захватывает территорию сразу нескольких государств, согласно положениям Директивы, должен быть создан международный бассейновый округ (МБО), для которого соответствующие государства члены должны разработать единый План по управлению (ст.ст.3,13 Директивы). Раз в три года соответствующие государства-члены должны отчитываться перед Европейской Комиссией о ходе выполнения мероприятий Плана.

В процессе подготовки Плана государства должны учитывать положения таких универсальных международных документов, как: Рамсарская конвенция о водно-болотных угодьях 1971 г.; Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер 1992 г.; Конвенция ООН по биологическому разнообразию 1995 г., Конвенция по ненавигационному использованию международных водотоков 1997 г. (вступила в силу в мае 2014 г.);

План должен содержать информацию о состоянии водного объекта к моменту подготовки Плана, а также те меры (в привязке к временной шкале), которые будут способствовать достижению заявленной цели – обеспечение хорошего качества воды.

Водной директивой и др. законодательными актами ЕС также предусмотрен порядок софинансирования исполнения мероприятий Плана из бюджета ЕС. Эти финансовые инструменты служат хорошим стимулом для более точной и своевременной работы по достижению целей Директивы, а, в том числе, и цели по сохранению биоразнообразия

трансграничных водных объектов.

Ярким примером сотрудничества между государствами членами ЕС является Международная Комиссия по защите Рейна, членом которой, в том числе, является и сам Евросоюз. Задачей Комиссии по Рейну является разработка совместных мер по предупреждению химических и биологических загрязнений, транспортных, гидродинамических и иных аварий, правил судоходства и пр. В рамках Комиссии был разработан и опубликован совместный План по управлению МБО, исполнение мероприятий которого по оценкам специалистов во многом обусловило повышение показателей биоразнообразия в бассейне р. Рейн.

Существенным упущением сложившейся внутри европейской системы управления является недостаточное внимание к рыболовной и аквакультурной деятельности, которая ведется или может вестись в международных бассейновых округах, хотя такие виды деятельности непосредственно сказываются на сохранении биоразнообразия.

Однако в настоящее время, в ЕС уже ведется работа по ликвидации этого пробела. С 2014 г. Европейский Фонд по рыболовству и морским делам и рыболовству взял на себя обязательства по софинансированию тех мероприятий и программ, которые более широко учитывают взаимозависимость рыболовной деятельности и деятельности по обеспечению надлежащего качества водной среды и прибрежных зон и сохранения их биоразнообразия.

2. Сотрудничество с государствами, не являющимися членами ЕС.

Директива ЕС по воде, среди прочего указывает, что в тех случаях, когда водные объекты расположены на границе между государствами членами ЕС и государствами, не являющимися таковыми, то соответствующие государства члены должны приложить усилия, чтобы скоординировать свои действия с действиями соответствующего государства, которое не является членом ЕС, а также стараться принять единый План по управлению таким МБО (ст. 3,13 Директивы). Однако никаких механизмов для осуществления такой координации Директива по воде не предусматривает, указывая лишь, что в случае недостижения согласия государство-член должно разработать План по управлению той частью МБО, которая расположена на его территории [3].

Реализуя обязанность по разработке Плана управления МБО, предписанную им Директивой по воде, государства члены предпочитают пользоваться своим правом на принятие такого Плана для участка МБО, расположенного на их территории, так как в этом случае они избегают многих проблем по согласованию Плана в соответствующих органах ЕС и его одобрению Комиссией, что, в свою очередь, обеспечивает финансовую поддержку предусмотренных Планом мероприятий через специализированные фонды ЕС. В частности, например, для МБО Чудское озеро/р. Нарва Эстония, в соответствии с положениями Директивы, уже приняла План по управлению, но только для тех участков, которые расположены на ее территории, но эффективность мер по сохранению биоразнообразия, не поддерживаемых другими соответствующими сторонами остается под вопросом.

Однако, несмотря на отсутствие международных договоренностей, заключенных в соответствии с Директивой, есть ряд Соглашений по различным аспектам управления трансграничными водными объектами, заключенных между государствами-членами и государствами, таковыми не являющимися, еще тогда, когда законодательство ЕС находилось на этапе становления, или когда соответствующие Стороны не являлись членами ЕС.

В данном контексте, представляется важным более подробно остановиться на некоторых аспектах взаимоотношений, складывающихся в отношении пограничных водных объектов, между Россией и рядом государств-членов ЕС, имевших совместное с Российской Федерацией социалистическое прошлое.

Эстония.

В 1994 г между Правительством Российской Федерации и Правительством Эстонской Республики было заключено Соглашение о сотрудничестве в области сохранения и использования рыбных запасов Чудского, Теплого и Псковского озера (Эстония еще не являлась

членом ЕС). Для целей Соглашения Стороны учредили Межправительственную комиссию по рыболовству в Чудском, Теплом и Псковском озерах (далее – Комиссия).

Положениями Соглашения были определены следующие функции Комиссии: разработка рекомендаций в отношении; согласование деятельности Сторон в вопросах управления рыбными запасами; координация научных исследований состояния рыбных запасов; определение возможности и порядка ведения рыбного промысла одной Стороной в водах другой Стороны, обмена квотами на основе взаимности и в соответствии с законодательством каждой Стороны; установление общего допустимого улова (ОДУ) по видам рыб и распределение его между Сторонами и др. технические и управленческие меры, направленные на сохранение и рациональное использование живых ресурсов Чудского, Теплового и Псковского озер.

Однако присоединение Эстонии к ЕС в 2003 г. привело к значительным переменам в правовом статусе Эстонии и ее полномочиях в области внешних сношений.

Так, согласно п.12 ст. 6 Акта о присоединении Чешской Республики, Эстонской Республики, Республики Кипр, Латвийской Республики, Литовской Республики, Венгрии, Республики Мальта, Республики Польша, Республики Словения и Словацкой Республики к ЕС (далее – Акт), Эстония обязана выйти из международных договоренностей в сфере рыболовства, в тех случаях, когда ЕС также является одной из Сторон такой договоренности. А в соответствии с п.9 Акта исполнение Эстонией двусторонних соглашений в области рыболовства, заключенных ей до присоединения к ЕС, должно осуществляться под патронажем Европейского Союза и в соответствии с требованиями общей европейской политики в области рыболовства и других соответствующих актов ЕС.

Таким образом, Комиссия в двустороннем формате продолжила осуществление своих функций и после вступления Эстонии в ЕС. Однако самостоятельной Стороной Соглашения Эстония осталась только формально.

В 1996 г. между Правительством Российской Федерации и Правительством Эстонской Республики было заключено Соглашение о сотрудничестве в области охраны окружающей среды. Согласно ст. 2, целью Соглашения является, в частности, улучшение состояния окружающей среды и повышения экологической безопасности на трансграничных водных объектах. Для координации работ по выполнению настоящего Соглашения была создана Смешанная Комиссия по сотрудничеству в области охраны окружающей среды.

Соглашение 1996 г. также сохранило юридическую силу. Однако, согласно положениям ст. 6 Акта все международные Соглашения, заключенные Эстонской Республикой до присоединения к ЕС, должны быть приведены в соответствие с общими положениями европейского законодательства. В случае невозможности достижения согласия по каким-либо вопросам с другой соответствующей Стороной Эстония обязана прекратить свое участие в таком Соглашении, путем применения процедур в нем предусмотренных.

Таким образом, соглашение действует только в той степени и до тех пор, пока оно не противоречит общим нормам ЕС. Вопрос соответствия положений двусторонних соглашений, заключенных между государствами членами и государствами, таковыми не являющимися, общим нормам права Европейского Союза решается Европейским Советом.

Литва.

В 1999 г. между Правительством Российской Федерации и Правительством Литовской Республики было заключено Соглашение о сотрудничестве в области охраны окружающей среды. В соответствии со ст. 1 Соглашения его целью является улучшение экологической среды и повышение безопасности «на трансграничных водных объектах». Для координации деятельности по реализации Соглашения Стороны создали Смешанную Российско-Литовскую Комиссию по сотрудничеству в области охраны окружающей среды.

Соглашение 1999 г. сохранило юридическую силу и после присоединения Республики к ЕС. Однако, согласно положениям ст. 6, уже упомянутого выше Акта, все международные Соглашения, заключенные литовской Республикой до присоединения к ЕС, должны быть приведены в соответствие с общими положениями европейского законодательства. В случае

невозможности достижения согласия по каким-либо вопросам с другой соответствующей Стороной Литва обязана прекратить свое участие в таком Соглашении, путем применения процедур в нем предусмотренных.

Отдельных двусторонних Соглашений, касающихся вопросов рыболовства в таких важных приграничных рыбохозяйственных водоемах высшей категории, как реки Неман (ценные виды рыб заходят на нерест в р. Неман), Виштынецкое озеро (в озере обитает 22 вида рыб, среди которых такие ценные как ряпушка, угорь, сиг, линь, налим) между Россией и Литвой нет. Однако здесь следует отметить, что вопросы, связанные с рыболовством в отношении ценных промысловых видов (европейского угря, балтийского лосося и др.) в вышеуказанных водных объектах регулируется в рамках договоренностей достигнутых в ходе работы Смешанной Комиссии по рыболовству в Балтийском море, участникам которой являются Россия и ЕС. Так, например, в рамках Комиссии были разработаны двусторонние Российско-Литовские программы о сотрудничестве в области восстановления запасов угря в трансграничном Виштынецком озере. Поскольку, согласно нормам общего европейского законодательства, сохранение запасов европейского угря относится к исключительной Компетенции ЕС, то все проекты программ по управлению такими запасами, после согласования между российскими и литовскими властями, должны быть переданы на рассмотрение Европейской Комиссии. Только после утверждения проектов Еврокомиссией, они выносятся на обсуждение Смешанной Комиссии.

Польша

Из всех вышеперечисленных государств Польша является наиболее интегрированным в ЕС государством. Из всех Соглашений, заключенных до 2003 г. между Российской Федерацией и Республикой Польша и касающихся таких сфер как рыболовство и сохранение трансграничных водных объектов, на сегодняшний день, не осталось ни одного действующего.

Все вопросы по совместному использованию рыбных ресурсов трансграничных водных объектов решаются Польшей и Россией в рамках Смешанной Комиссии по рыболовству в Балтийском море, участникам которой являются Россия и ЕС, созданной на основе Соглашения между Правительством Российской Федерации и Европейским Сообществом о сотрудничестве в области рыболовства и сохранения живых морских ресурсов в Балтийском море 2009 г.

Так, например, в рамках работы Смешанной Комиссии подготовлен проект Российско-Польского плана управления запасами угря в трансграничном бассейне реки Преголя, предусматривающий зарыбление стекловидным угрем на паритетных началах. В настоящее время план готовится к согласованию российскими и польскими государственными органами с последующей передачей на рассмотрение ИКЕС и Еврокомиссией.

Таким образом, вышеуказанные примеры демонстрируют постепенное размывание суверенитета государств-членов ЕС, как в отдельных областях и секторах экономики и политики, так и во внешних сношениях. Причем, степень зависимости государств-членов от Евросоюза такова, что позволяет говорить о возникновении в рамках системы международных отношений России, и, в особенности, в области рыболовства и сохранения биоразнообразия, особой подсистемы «Россия – ЕС», которая заменит собой функционирующую сегодня систему двусторонних связей «Россия – государство член ЕС» [1, с. 54-67].

Особым блоком международной деятельности ЕС, связанной с повышением качества управления трансграничными водными объектами и сохранением их биоразнообразия, являются взаимоотношения Евросоюза с развивающимися странами.

В этой связи, необходимо отметить партнерское сотрудничество Евросоюза и его государств-членов со странами, расположенными в нижней части русла р. Меконг.

С точки зрения управления трансграничным бассейном р. Меконг и законодательства в этой сфере, ситуация во многом схожа с другими водными объектами.

Сегодня можно констатировать, что управленческие подходы в целом, не признали потребность в комплексном управлении окружающей средой. Это можно заметить

в большинстве общинных систем управления, которые сосредотачиваются исключительно на управлении проблемами, вытекающими из рыболовства, то есть на управлении рыболовным усилием [5, с. 22-23].

Отсутствие комплексного регулирования и управления приводит к возникновению негативных последствий и угроз для биоразнообразия водных экосистем на реке Меконг:

1) прямые воздействия рыболовного сектора на биоразнообразие:

- разрушительная и нестабильная рыбопромысловая деятельность,
- привнесение инвазивных видов и перемещение живых водных организмов.

2) иные воздействия на рыбную отрасль извне:

– разрушение местных нерестилищ или убежищ на случай засухи путем изменения среды обитания (например, проведение работ по изъятию грунта, удаление или изменение водного и прибрежного растительного покрова в период вегетации и т.д.),

– местные качественные (например, загрязнение) и количественные изменения воды, имеющие место в чувствительных средах обитания, а также планирование времени проведения местных гидрологических работ (посредством местного управления водными ресурсами и их использованием),

– строительство барьеров (дамб, плотин, водоотводов и т.д.), которые, помимо вызываемых ими возможных местных экологических повреждений, могут являться физическим барьером для миграции [2, с. 13-15].

Все эти проблемы широко обсуждались между ЕС и Странами Азии в ходе встречи «Европа-Азия: политика управления водными ресурсами – перспективные направления совместной деятельности».

В частности, ЕС предложил расширить партнерскую помощь (консультативную, финансовую, техническую) странам Нижнего Меконга в подготовке и реализации Программ по управлению этим речным бассейном, указав при этом, что бюджет нынешнего Стратегического плана Комиссии по р. Меконг на 65 % сформирован за счет средств, предоставленных ЕС и его государствами-членами. Далее ЕС отметил, что такие программы сотрудничества являются приоритетными в контексте достижения целей поставленных перед человечеством в «Декларации тысячелетия ООН».

Подводя итоги, нужно отметить, что только комплексное совместное управление трансграничными водными объектами сможет обеспечить достижение целей по сохранению биоразнообразия. При осуществлении управления трансграничными водными объектами нужно руководствоваться следующими рекомендациями:

– широкий учет экосистемного и предосторожного подходов

– более широкое содействие использованию местных экологических знаний в качестве инструмента исследования и механизма оптимизации участия в управлении. Нужно признать важность этой базы знаний для решения проблем, связанных с биоразнообразием.

– управленческие мероприятия по привнесению или перемещению редких видов должны включать в себя изучение генетического разнообразия, в частности биоразнообразия природных обитателей региона. Этого можно достигнуть путем развития и, что более важно, введения в действие осуществимых сводов правил, проводя предварительные оценки привнесения или перемещения редких видов.

– для того чтобы избежать значительных негативных воздействий на биоразнообразие, необходимо оценивать возможные последствия аквакультурных мероприятий не только на водный объект и его обитателей, но и на прилегающие территории (например, преобразование мангровых лесов в водоемы для креветок приводит к исчезновению многих видов живых организмов).

– необходимо способствовать более широкому признанию и использованию существующих международных актов, связанных с проблемами сохранения биоразнообразия (Кодекс ведения ответственного рыболовства ФАО 1995 года, Конвенция по биологическому

разнообразие (в особенности ее положения по управлению рыболовством) и Конвенция по сохранению мигрирующих видов диких животных и др.)

– необходимо более полно использовать средства массового распространения информации о важности сохранения биоразнообразия среди целевых аудиторий [5, с. 27-28].

Список литературы

1. Бордачев Т. В. Пределы европеизации. Россия и Европейский союз 1991—2007 гг.: теория и практика отношений; Гос. ун-т — Высшая школа экономики. — М.: Изд.дом ГУ ВШЭ, 2007. — 258 с.
2. Coates, D. 2001. Biodiversity and Fisheries Management Opportunities in the Mekong River Basin. Blue Millennium Conference Paper. Assessment of Mekong Fisheries Component of the MRC Fisheries Program. Technical Paper. Mekong River Commission, Phnom Penh.
3. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy
4. Assessment Practices and Environmental Status 10 Transboundary Rivers in Europe. International Water Assessment Centre under the UNECE Convention on Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes (IWAC) 2001г. Электронный ресурс: http://www.iwacportal.org/File/downloads/10_rivers_report.pdf
5. Mekong River Commission, 2003. Biodiversity and fisheries in the Mekong River basin. Mekong Development Series No.2.

INTERNATIONAL COOPERATION AS THE BASIS OF BIODIVERSITY CONSERVATION IN TRANSBOUNDARY WATERBODIES (ON THE EXAMPLE OF THE EUROPEAN UNION)

Shuvalova T.V., Pekarsky A.N.

FGBNU “VNIRO”, Moscow, Russian Federation, shuvalova@vniro.ru

The article analyzed some aspects of international legal regulation of biodiversity conservation in transboundary waterbodies on the example of the European Union, Russia and other states. The article also considered acts regulating the issues of management of transboundary waterbodies and conservation of inherent biodiversity. Recommendations and proposals for the conservation of biodiversity have been developed.

Key words: international cooperation; biodiversity; European Union; Russian Federation; fisheries; Mekong River.

**ВОПРОСЫ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ
ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ**

МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

Г. РОСТОВ-НА-ДОНУ

27 НОЯБРЯ 2015 Г.

Технический редактор, верстка: Е.С. Потапенко

Дизайн обложки: Е.С. Потапенко