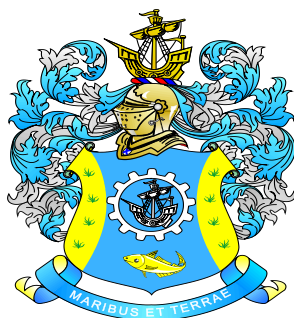


Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»



V БАЛТИЙСКИЙ МОРСКОЙ ФОРУМ
ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
**«Водные биоресурсы, аквакультура
и экология водоемов»**

23 -24 мая 2017 года

ТРУДЫ

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2017

УДК 57, 63, 504, 551, 574, 577, 581, 582, 591, 593, 595, 597, 628, 639

V БАЛТИЙСКИЙ МОРСКОЙ ФОРУМ. ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов», ТРУДЫ
Калининград, ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
2017. – 317 с.

Главный редактор - декан факультета природных ресурсов и природопользования,
к.б.н., доцент Тылик К.В.

Зам. главного редактора – заместитель декана по научной работе,
к.б.н., доцент Соколов А.В.

Редакционная коллегия: Науменко Е.Н. (д-р биол. наук, доцент.), Серпунин Г.Г. (д-р биол.
наук, проф.), Шibaев С.В. (д-р биол. наук, проф.), Кириллова А.А. (специалист по УМР).

Материалы конференции печатаются в авторской редакции.

ISBN 978-5-94826-477-6

© ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», 2017 г.

Содержание

СЕКЦИЯ «БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ВОДОЕМОВ»	7
<i>Алдушина Ю.К., Барановский П.Н., Лончук Е.Н.</i> Рыбные сообщества каскада водохранилищ на реке Лаве Калининградской области	7
<i>Боркин И. В., Пожинская И. А.</i> Промысел и биология шпрота (кильки) <i>Sprattus sprattus balticus</i> в восточной части Финского залива	11
<i>Бочкарева Е.В., Тылик К.В.</i> Пелагический ярусный промысел и его сырьевая база в Атлантическом океане	15
<i>Дворянкин Г.А.</i> Биология и рыбохозяйственное значение обыкновенной щуки (<i>Esox lucius linnaeus</i> , 1758) озер Кенозерского национального парка	18
<i>Занина П. Р., Алдушина Ю. К.</i> Роль уклей (<i>Alburnus alburnus</i> L.) в структуре ихтиоценозов обводненных карьеров Калининградской области	22
<i>Иванков В.Н., Борисовец Е.Э., Каплуненко В.А., Золотова А.О.</i> Межвидовая и географическая изменчивость структуры чешуи у дальневосточных красноперок рода <i>Tribolodon</i> (Teleostei: Cyprinidae)	26
<i>Кириллова А.А.</i> Сравнительная оценка размерно – весовых показателей окуня озера Виштынецкого в разные периоды промысла	29
<i>Кривоускова Е. В., Соколов А.В.</i> Сравнительная характеристика биологических показателей ряпушки (<i>Coregonus albula</i>) водоемов северо-запада Европы и озера Виштынецкого	33
<i>Мурашева М.Ю., Токранов А.М.</i> Биологическая характеристика бурого морского петушка <i>Alectrias alectrolophus</i> (stichaeidae) Авачинской губы (восточная Камчатка)	38
<i>Мухортова А.М., Лыжов И.И., Узбекова О.Р., Новиков В.Ю., Мухин В.А.</i> Особенности теххимического состава и биохимических свойств малоизученных голотурий (<i>Molpadia arctica</i> , <i>Molpadia borealis</i>) Баренцева и Карского морей	42
<i>Насонова Н.А., Соколов А.В.</i> Сравнительная характеристика биологических параметров плотвы разнотипных водоемов Калининградской области	47
<i>Осадчий В.М., Саускан В.И., Сазонова Д.Ю.</i> История, современное состояние и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса Калининградской области	53
<i>Пак Р.А., Архипов А.Г.</i> Особенности распределения ихтиопланктона северной и южной частей Марокко в поле сестона	57
<i>Пашков А. Н., Полин А.А.</i> Некоторые репродуктивные показатели самок хольбрукской гамбузии (<i>Gambusia holbrooki girard</i> , 1859) в бассейне реки Кубани	59
<i>Предвижкин М.А., Станковская Т.П., Логинов В.В.</i> Оценка плодовитости густеры на основе уравнения регрессии в условиях озера Галичского и Чебоксарского водохранилища	63
<i>Саенко Е.М., Марушко Е. А.</i> Состояние запасов <i>Zostera marina</i> L. и <i>Zostera noltii</i> hornem в Керченском проливе и северо-восточной части Черного моря	66
<i>Саускан В.И., Сазонова Д.Ю.</i> Наиболее перспективные для российского промысла водные биологические ресурсы открытой части и конвенционных районов Атлантического и южной части Тихого океана	70
<i>Токранов А. М.</i> Рогатковые рыбы рода <i>Myoxocephalus</i> (Cottidae) прикамчатских вод и проблемы использования их ресурсов	75

<i>Федотов П.А.</i> Современное состояние ресурсов шельфовых видов крабов в северо-западной части Берингова моря	80
<i>Шагинян Э.Р.</i> К вопросу плодовитости самок краба-стригуна бэрди камчатско-курильской подзоны Охотского моря	86
<i>Шебанова М.А., Кузнецова Н.А.</i> Планктон амурского лимана летом 2016 года	91
<i>Шурухин А.С., Боркин И.В., Богданов Д.В.</i> Современное состояние запаса балтийской сельди <i>Clupea harengus membras</i> (Linnaeus, 1758) в российской акватории Финского залива	93
<i>Яблонская К.А.</i> Предварительная оценка роли леща (<i>Abramis brama</i> L.) в малых пресноводных водоемах Калининградской области	98
СЕКЦИЯ «АКВАКУЛЬТУРА»	102
<i>Бугров Л.Ю., Еремина Т.Р., Молчанов М.А., Рябченко В.А., Бугров И.Л., Коханюк Е.В.</i> Перспективы и риски развития морской аквакультуры в Балтийском регионе в связи с изменениями климата	102
<i>Гаврилова Г.С.</i> Технологии марикультуры Дальнего Востока: современное состояние, проблемы и перспективы	107
<i>Золотницкий А.П., Сытник Н.А., Грищенко А.В., Горбенко В.А.</i> Закономерности динамики численности и биомассы мидий (<i>Mytilus galloprovincialis</i> lam.) при выращивании на коллекторах в Чёрном море	109
<i>Кондратьева Е.С.</i> Оценка оседания и размерно-массовые характеристики спата приморского гребешка (<i>Mizuhopecten yessoensis</i>) и тихоокеанской мидии (<i>Mytilus trossulus</i>) на искусственных субстратах в бухтах залива Петра Великого	114
<i>Крупнова М.Ю., Немова Н.Н.</i> Влияние солей кадмия на активность лизосомальных протеиназ в мышцах радужной форели <i>Oncorhynchus mykiss</i> (0+)	117
<i>Курапова Т.М., Гончаренок О.Е.</i> Влияние настоя ромашки аптечной на поведение сеголетков карпа	120
<i>Курапова Т.М., Молчанова К.А.</i> Влияние настоев некоторых трав на время подвижности сперматозоидов стерляди	123
<i>Макарова Т.Н., Валеева Г.Б.</i> Содержание тяжелых металлов в органах и тканях рыб ООО «Ирдягинское рыбоводное хозяйство»	126
<i>Макарова Т.Н., Карсаков А.Е.</i> Содержание и особенности распределения тяжелых металлов в рыбе р.Уй	129
<i>Ермакова Н. А., Михелес Т. П.</i> К вопросу о проблемах развития предприятий аквакультуры России	132
<i>Пиркова А. В., Ладыгина Л. В., Бобко Н. И.</i> Воздействие загрязняющих веществ в морской воде на развитие личинок мидии <i>Mytilus galloprovincialis</i> Lam. и устрицы <i>Crassostrea gigas</i> Th.	135
<i>Решетникова О. В.</i> Особенности выращивания радужной форели в Ленинградской области	139
<i>Романова Е.М., Любомирова В.Н., Игнаткин Д.С., Романов В.В., Мухитова М.Э., Акимов Д.Ю.</i> Инвазивный метод прижизненного получения половых продуктов африканского клариевого сома для экстракорпорального оплодотворения	141
<i>Савина Л. В., Серпунин Г. Г.</i> Гематологические показатели и цитометрическая характеристика эритроцитов плотвы Куршского залива	146

<i>Троценко О.А., Субботин А.А., Ерёмин И.Ю.</i> Термохалинная структура в районе мидийно-устричной фермы на взморье Севастополя	149
<i>Хрусталева Е.И., Молчанова К.А., Абдулрахман З.Х.</i> Особенности раскрытия ростовой потенции у разных объектов аквакультуры	158
<i>Шахова Е. В., Серпунин Г. Г.</i> Показатели крови молоди европейского сига, выращенной в УЗВ при испытании кормовых рецептур	158
СЕКЦИЯ «ЭКОЛОГИЯ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ»	163
<i>Арамова О.Ю., Калинина Е. А., Винокурова Н.В.</i> Хируномиды (Diptera: chironomidae) как экспресс – модель оценки экологического состояния водоемов	163
<i>Благодуров И.С., Чернышков П.П.</i> Ледовые условия в антарктической части Атлантики как важный фактор рационального использования промысловых биоресурсов антарктического криля	167
<i>Дубравин В.Ф., Капустина М.В., Кречик В.А.</i> Пространственно-временная изменчивость содержания растворенного кислорода в западной части Балтийского моря	170
<i>Дьякова С.А., Сопрунова О.Б.</i> Микробиологическая характеристика экосистемы северного Каспия	176
<i>Кадникова И.А. Вишневецкая Т.И., Аминина Н.М., Rogov A.M., Кику Д.П.</i> Влияние места и глубины произрастания на качество и безопасность анфельдии тобучинской залива Петра Великого (Японское море)	180
<i>Климова Т.Н., Подрезова П.С.</i> Видовое разнообразие ихтиопланктона в различных по степени антропогенной нагрузки районах прибрежной акватории Севастополя	183
<i>Кречик В.А., Капустина М.В., Дубравин В.Ф.</i> Современное состояние придонного слоя Гданьской впадины вследствие влияния больших затоков в 2015-2016 годах	188
<i>Кривоускова Е.В., Берникова Т.А., Агаркова Т.С.</i> Оценка экологического состояния озера Виштынецкого (Калининградская область) по гидрохимическим показателям	192
<i>Македонская И.Ю., Мохова О.Н.</i> Межгодовая динамика фитопланктона и биогенных веществ в Двинском заливе Белого моря	197
<i>Попова А.В., Кагукина С.А.</i> Микробиологический мониторинг юго-западной части Невской губы Финского залива	203
<i>Сергеева О.В., Медянкина М.В., Тригуб А.Г.</i> Мониторинговое исследование в зоне захоронения донного грунта в порту Новороссийск, Чёрное море	205
<i>Сытник Н. А.</i> Охрана окружающей среды и водных биоресурсов при строительстве транспортного перехода через Керченский пролив	210
<i>Тригуб А.Г., Зозуля Н.М., Дмитриева Е.С., Храмова А.М., Котова О.В., Блажко В.С.</i> Причинно-следственные связи гибели рыб и мониторинг среды обитания водных биологических ресурсов некоторых водных объектов центральной части России в 2016 году	216
<i>Цупикова Н.А., Берникова Т.А., Блоцкая Е.Н., Рябцева Е.А.</i> Динамика гидрохимических условий системы прудов Верхний-Нижний по материалам летних наблюдений в 1983-2016 годов	219
<i>Чернышков П. П.</i> Научное обеспечение рационального использования биоресурсов океанов и морей в современных условиях	224
<i>Шустин А.Я.</i> Межгодовые изменения биомассы и распределения ставриды ЮТО под влиянием гидроклиматических факторов	229

СЕКЦИЯ «ИХТИОПАТОЛОГИЯ И ГИДРОБИОЛОГИЯ»	233
<i>Авдеева Е.В., Евдокимова Е.Б., Заостровцева С.К.</i> Возможные антропогенные воздействия на систему «паразит-хозяин» для рыб водоемов Калининградской области	233
<i>Бугранова О.С., Цупикова Н.А., Лозицкая Е.А.</i> Динамика развития фитопланктона пр. Пелавского (г. Калининград) в вегетационные сезоны 2015-2016 годов	237
<i>Буруковский Р.Н., Ансари Зейнаб.</i> О стратегии питания травоядной креветки <i>Alpheus lobidens de haan 1849</i> (Decapoda, Alpheidae) с литорали Оманского моря (Иран)	243
<i>Грабко О. Г., Дюшков Н. П., Лидванов В.В.</i> Видовой состав, структура и пространственное распределение фито- и зоопланктона в ИЭЗ ГВИНЕИ-БИСАУ	247
<i>Гулюгин С.Ю., Чурин Д. А.</i> Сезонная динамика хлорофилла «а» в Антарктической части Атлантики по спутниковым данным	254
<i>Гусев А.А., Рудинская Л.В.</i> Динамика макрозообентоса в юго-восточной части Балтийского моря в 2001-2016 годах	259
<i>Змётная М.И., Отченаш Н.Г.</i> Видовое разнообразие и прочие характеристики весеннего зоопланктона губы Чупы Кандалакшского залива Белого моря в 2016 г.	262
<i>Зуев Ю.А., Тамулёнис А.Ю.</i> Многолетняя динамика донных сообществ в Лужской губе	267
<i>Казимирченко О.В.</i> Бактерии рода <i>aegomonas</i> как доминирующая группа в составе условно-патогенной микрофлоры некоторых промысловых видов рыб Куршского залива	269
<i>Карасева Е. М.</i> О влиянии факторов среды на сроки начала и окончания массового нереста балтийского шпрота	273
<i>Ланге Е.К.</i> Современное состояние фитопланктона восточной части Невской губы (Финский залив, Балтийское море)	276
<i>Лидванов В.В., Грабко О.Г.</i> Мезозоопланктон прибрежных вод Сенегала	281
<i>Максимова О.Б.</i> Фотосинтетические пигменты фитопланктона, первичная продукция и деструкция органического вещества на акватории Невской губы в период строительства западного скоростного диаметра г. Санкт-Петербурга	286
<i>Обухова О.В., Ларцева Л.В.</i> Микробная обсемененность судака при разной степени его инвазированности <i>Achtheres persicum</i>	291
<i>Судник С.А.</i> Размер зрелых ооцитов как один из параметров созревания самок креветок, его связь с экологией видов	294
<i>Сулопарова О.Н.</i> Экологические аспекты реакции основных компонентов экосистемы (фитопланктон, зоопланктон, макрозообентос) восточной части Финского залива на техногенные нагрузки	300
<i>Терентьев А.С., Семик А.М., Милованов А.И.</i> Кормовая база бычков юго-восточной части Керченского полуострова	306
<i>Цыбалёва Г. А., Кузьмин С. Ю.</i> Структурные показатели зоопланктона западной прибрежной зоны Куршского залива в 2015-2016 годах	312

СЕКЦИЯ «БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ВОДОЕМОВ»

УДК 597 (470.26) (06)

РЫБНЫЕ СООБЩЕСТВА КАСКАДА ВОДОХРАНИЛИЩ НА РЕКЕ ЛАВЕ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Алдушина Ю.К., Барановский П.Н., Лончук Е.Н.

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия

На р. Лаве в пределах Калининградской области расположено два водохранилища: Правдинское водохранилище № 4 (в районе пос. Курортное) и Правдинское водохранилище №3 (выше г. Правдинска) (названия даны по названию малых гидроэлектростанций Правдинская ГЭС-4 и Правдинская ГЭС-3, соответственно). С точки зрения рыбохозяйственного освоения внутренних водоемов Калининградской области, каскад водохранилищ на р. Лаве представляет собой значительный интерес. Планирование любой хозяйственной деятельности, способной оказать воздействие на водные биоресурсы, невозможно без понимания функционирования ихтиоценозов. Однако в настоящее время сведения о качественных и количественных характеристиках рыбных сообществ водоемов области носят отрывочный характер. В связи с этим целью данного исследования явился анализ состава и структуры рыбного населения каскада водохранилищ на р. Лаве.

В основу анализа легли материалы ФГБОУ ВО «КГТУ». Контрольные обловы проводились в период с 2010 по 2016 год, с использованием порядков ставных разноячейных сетей с шагом ячеи 9, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 25, 27, 30, 33, 35, 40, 45, 46, 50, 55, 57 мм. Уловы подвергались массовым промерам с использованием стандартных ихтиологических методик [1].

По данным контрольных обловов, в состав ихтиоценозов водохранилищ на р. Лаве входит 16 видов рыб (таблица), из них рыбы семейства карповых представлены 11 видами, окуневых – тремя, и по одному представителю семейства щуковых и сомовых. Видовой состав в Правдинском водохранилище №3 был шире – 16 видов против девяти видов в водохранилище №4 (таблица).

Рыбное население рассматриваемых водохранилищ состоит как из эврибионтных (способных обитать и в озерных, и в речных условиях), так и типично реофильных видов, таких как усач, жерех и голавль, наличие этих двух экологических групп характерно для водохранилищ руслового типа. В видовом составе водохранилищ есть свои особенности, обусловленные динамикой вод. В водохранилище №4 условия существования рыб тяготеют к речному типу, тогда как в Правдинском водохранилище №3 – к условиям проточных озер в приплотинной части и к условиям медленнотекущих рек выше по течению (в районе пос. Рябино). Так, например, в Правдинском водохранилище №4 отсутствуют карась серебряный, красноперка и уклея, предпочитающие условия с медленным течением.

С целью выяснения видového сходства ихтиоценозов двух водохранилищ применен коэффициент Съеренсена (K_s), рассчитанный по формуле (1):

$$K_s = 2C / (A + B), \quad (1)$$

где C – количество общих видов в двух ихтиоценозах; A – количество видов в первом ихтиоценозе; B – количество видов во втором ихтиоценозе. Коэффициент Съеренсена по своей сути представляет собой среднюю гармоническую долю общих видов в сравниваемых сообществах, таким образом, данный показатель можно интерпретировать как степень общности видového состава выраженную в долях или процентах.

Степень сходства видового состава между рассматриваемыми водохранилищами составила в среднем 72% (коэффициент Сьёренсена – 0,72). Существенное сходство обусловлено происхождением ныне существующих ихтиоценозов водохранилищ от некогда единого ихтиоценоза р. Лавы, существовавшего до зарегулирования её стока. Значительный интерес также представляет сходство видового состава в различных частях водохранилища №3, так сходство видового состава между приплотинным участком и участком ниже пос. Рябиново составляет 90%. Следует отметить, что сходство видового состава ихтиоценозов в пределах Правдинского водохранилища №3 значительно выше, чем сходство рассматриваемых участков с Правдинским водохранилищем №4 (сходство с приплотинным участком – 70%, с участком ниже пос. Рябиново – 0,75).

Таблица – Видовой состав рыбных сообществ водохранилищ на р. Лаве

№ п/п	Вид		Правдинское водохранилище №4	Правдинское водохранилище № 3	
	русское название	латинское название		приплотинный участок	участок ниже пос. Рябиново
сем. Карповые - Cyprinidae					
1	Голавль	<i>Leuciscus cephalus</i> (L.)	+	+	+
2	Густера	<i>Blicca bjorkna</i> (L.)	+	+	+
3	Жерех	<i>Aspius aspius</i> (L.)	+	+	+
4	Карась серебряный	<i>Carassius auratus</i> (L.)	–	+	+
5	Красноперка	<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (L.)	–	+	+
6	Лещ	<i>Abramis brama</i> (L.)	+	+	+
7	Линь	<i>Tinca tinca</i> (L.)	+	–	+
8	Плотва	<i>Rutilus rutilus</i> (L.)	+	+	+
9	Уклея	<i>Alburnus alburnus</i> (L.)	–	+	+
10	Усач	<i>Barbus barbus</i> (L.)	–	–	+
11	Язь	<i>Leuciscus idus</i> (L.)	–	+	+
сем. Окуневые - Percidae					
12	Ерш	<i>Gymnocephalus cernuus</i> (L.)	+	+	+
13	Окунь	<i>Perca fluviatilis</i> (L.)	+	+	+
14	Судак	<i>Stizostedion lucioperca</i> (L.)	+	+	+
сем. Сомовые - Siluridae					
15	Сом	<i>Silurus glanis</i> (L.)	–	+	–
сем. Щуковые - Esocidae					
16	Щука	<i>Esox lucius</i> (L.)	–	+	+

Оценка сходства сообществ только на основе их качественного состава будет неполной без анализа видовой структуры ихтиоценозов. Одним из показателей, отражающих структуру сообщества, является относительное обилие вида, которое выражается в процентах от численности всех рыб.

В видовой структуре сообществ водохранилищ р. Лавы преобладает плотва, составляющая по численности основу контрольных уловов, в Правдинском водохранилище № 3 и № 4 ее доля в уловах достигала в среднем 51 и 52% соответственно. В отношении второго по численности вида наблюдаются различия между водохранилищами. В Правдинском водохранилище № 3 это место занимает густера, которая составляет чуть менее четверти всех рыб в контрольных уловах (24%), тогда как в Правдинском водохранилище № 4 её место занимает окунь с несколько большим обилием – 34% (рисунок).

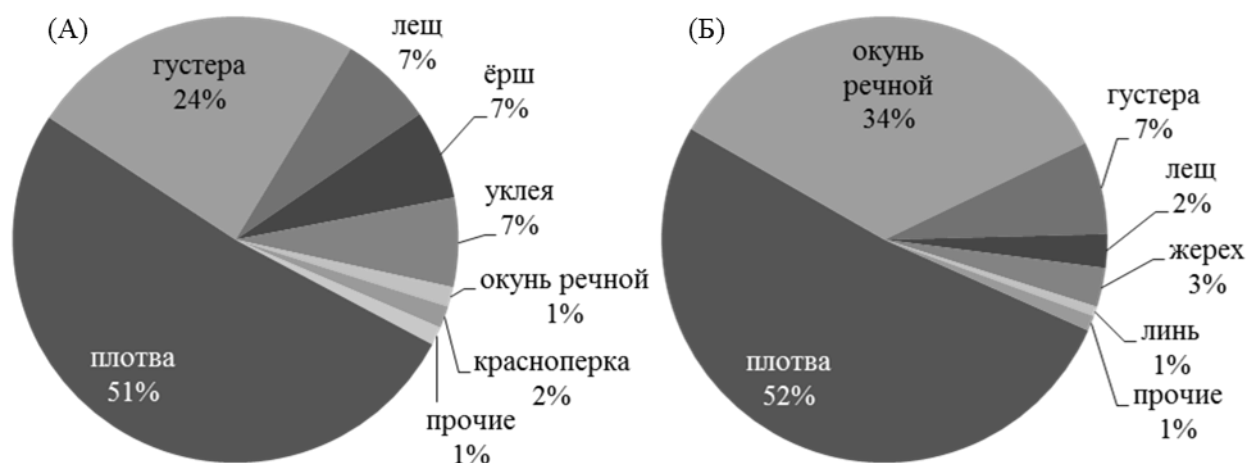


Рисунок – Видовая структура рыбных сообществ Правдинского водохранилища № 3 (А) и Правдинского водохранилища № 4 (Б) в контрольных уловах

В оценке значимости отдельных видов в сообществах также необходимо учитывать неоднородность распределения рыб в пределах исследуемой акватории. Так, например, один и тот же вид может быть типичным для одного биотопа и обладать в его пределах высокой численностью и в то же время вовсе отсутствовать в других частях акватории. В связи с этим оценка значимости вида в ихтиоценозе не будет достаточно объективной, если она основывается только на знании об относительном обилии. Дополнительным показателем, характеризующим пространственную распространенность отдельных видов, служит частота встречаемости (рассчитанная как отношение количества обловов, в котором вид встретился, к общему количеству обловов). Для анализа использовалась следующая шкала по частоте встречаемости: константные виды – свыше 50%; второстепенные – 25– 50%; менее 25% – случайные [2].

В результате анализа частоты встречаемости отдельных видов в исследуемых водохранилищах обнаружено значительное сходство среди константных видов. В обоих водохранилищах константными видами являются плотва, окунь, густера и лещ, однако в Правдинском водохранилище № 3 также широкое распространение (константные виды) имели ёрш и судак, в то время, как в водохранилище № 4 эти же виды являлись второстепенными по частоте встречаемости. В пределах приплотинного участка и участка ниже пос. Рябиново Правдинского водохранилища № 3 обнаружено большое сходство в распространенности отдельных видов. Константными видами в этих районах являлись плотва, густера, ёрш, лещ, окунь, на участке ниже пос. Рябиново в число константных видов вошли щука и красноперка, в то время как в приплотинной части эти виды относились к случайным. В приплотинном участке так же был весьма распространен судак, здесь он являлся константным видом, тогда как на участке выше по течению он уже входил в категорию второстепенных по частоте встречаемости видов.

С целью оценки значимости отдельных видов в рассматриваемых ихтиоценозах применен индекс доминирования Палия–Ковнацки, который позволяет оценить степень доминирования с одновременным учетом относительного обилия вида и его частоты встречаемости. Индекс доминирования Палия–Ковнацки определялся по следующей формуле (2):

$$D_i = 100 * N_i * p_i / \sum N_i, \quad (2)$$

где N_i – численность i -го вида; p_i – частота встречаемости. Для характеристики видового комплекса выделены следующие группы видов: $10 < D_i < 100$ – доминантные виды; $10 < D_i < 1$ – субдоминанты; $1 < D_i < 0,1$ – субдоминанты первого порядка; $0,1 < D_i < 0,01$ – второстепенные виды [3].

На основе индексов доминирования Правдинское водохранилище № 4 можно назвать плотвично-окуневым водоемом, с резким доминированием плотвы, общая доля доминантных

видов достигала 86,2%. Субдоминантами являлись густера и лещ (виды приведены в порядке убывания степени доминирования), к субдоминантам первого порядка относились такие виды, как жерех, линь, голавль и ёрш. Ядро ихтиоценоза в данном водоеме представляли виды доминанты и субдоминанты, их общий вклад в суммарную численность достигал 95,4%. В Правдинском водохранилище № 3 доминантные виды представлены густерой и плотвой, с резким доминированием последней. Виды – доминанты составляли 75,9% всей численности сообщества, вместе с субдоминантами они образовали ядро ихтиоценоза 97,1% от общей численности. Субдоминантными видами здесь являлись лещ, ёрш, укляя, окунь (в сумме 21% от общей численности), к группе субдоминантных видов первого порядка относились красноперка, судак, жерех. Представляет также интерес изменение степени доминирования отдельных видов в пределах одного водохранилища. Так, в приплотинной части Правдинского водохранилища № 3 так же, как и на участке ниже пос. Рябиново доминируют плотва и густера, однако их значение в приплотинной части несколько выше, 85,6% против 64,2% выше по течению. Кроме того, на участке ниже пос. Рябиново увеличивается значение ерша, уклейи и красноперки как субдоминантов сообщества. Степень доминирования леща несколько ниже, чем в приплотинном участке, но все же он остается в группе субдоминантов, напротив, роль окуня в этом районе снижается, и он переходит в разряд субдоминантов первого порядка.

Исходя из проведенного анализа, можно сделать следующие выводы:

Рыбное население водохранилищ на р. Лаве имеет существенное сходство видового состава (в среднем 72% общих видов), обусловленное общностью происхождения от единого неразделенного ихтиоценоза р. Лавы. За почти вековой период существования водохранилищ в изолированных друг от друга ихтиоценозах накопились различия, ставшие следствием дальнейшего их развития в специфических условиях зарегулированного стока, имеющих локальные особенности в каждом водохранилище. В водохранилище №3 сложилась ихтиофауна с доминированием плотвы и густеры, в то время как водохранилище №4, находящееся ниже по течению, является плотвично – окуневым водоемом, в обоих водоемах резко доминирует плотва, составляющая более половины численности рассматриваемых сообществ (52 и 51% в водохранилищах №3 и №4 соответственно).

В обоих водохранилищах широко распространены плотва, окунь, густера и лещ, в Правдинском водохранилище №3 также широко распространены ёрш и судак. Остальные виды встречаются реже, так как их распределение по акватории неоднородно, а обитание приурочено к специфическим биотопам.

Отдельные виды рыб в рассматриваемых сообществах распределены неравномерно, ввиду разнообразия биотопов. Повсеместно встречаются во всех водохранилищах

Ядро ихтиоценозов водохранилищ на р. Лаве представлено плотвой, густерой, окунем, лещом, в Правдинском водохранилище №3, помимо перечисленных видов основу ихтиоценоза также составляют укляя и ёрш. Вклад этих видов в общую численность рыбных сообществ достигал 95 – 97%.

В пределах разных частей одного водохранилища обнаруживается значительно большее сходство в видовом составе и структуре рыбного населения, чем между водохранилищами. Данное обстоятельство свидетельствует в пользу того, что условия формирования ихтиофауны в пределах одного водохранилища обладают меньшей изменчивостью, чем в целом по всему каскаду, а ихтиоценозы водохранилищ представляют собой сложившиеся и обособленные сообщества. В связи с этим рекомендуется применять индивидуальный подход к каждому водохранилищу при управлении водными биоресурсами р.Лавы.

Список литературы

1. Правдин, И.Ф. Руководство по изучению рыб / И.Ф. Правдин. – Москва: Пищепромиздат, 1966. – 376 с.
2. Баканов, А. И. Количественная оценка доминирования в экологических сообществах [текст]// Количественные методы экологии и гидробиологии / Отв. ред. Г.С. Розенберг. –

Тольятти: СамНЦ РАН, 2005. – 404 с.

3. Шитиков, В.К. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации / В.К. Шитиков, Г.С. Розенберг, Т.Д. Зинченко. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с.

FISH COMMUNITIES OF CASCADE OF WATER RESERVOIRS OF LAVA RIVER IN KALININGRAD REGION

Aldushina Yu.K., Baranovskij P. N., Lonchuk E. N.

FSBEI HE «Kaliningrad State Technical University», Kaliningrad, Russia

The work is devoted to investigation of fish community of water reservoirs of Lava river. The basis of fish communities of water reservoirs consist of roach, white bream, perch and bream. Dominated species of fish are roach and white bream in water reservoir №3 and roach and perch in water reservoir №4, their numbers is 97% and 95% respectively. Species composition of water reservoirs is similar by 72%. Species structures of water reservoirs communities have a significant differences in spite of similarity of species composition. Applying of individual approach to fishery management of Lava river water reservoirs are recommended.

УДК 639.252; 597.514.1

ПРОМЫСЕЛ И БИОЛОГИЯ ШПРОТА (КИЛЬКИ) *SPRATTUS SPRATTUS BALTICUS* В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ФИНСКОГО ЗАЛИВА

Боркин И. В., Пожинская И. А.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства им. Л.С.Берга». г. Санкт-Петербург, Российская Федерация. E-mail: prognofish@rambler.ru

Шпрот (килька) *Sprattus sprattus balticus* (Schneider, 1904) является одним из основных промысловых видов Балтийского моря и его заливов [1, 2, 3]. Вместе с тем, в российской акватории Финского залива (восточная часть) добывается в качестве прилова при промысле салаки. Объемы вылова кильки сильно варьируют в разные периоды. Так, в 1946 – 1948 гг. и в 1983 – 1993 гг. этот вид практически отсутствовал в уловах. В 1966-1967, 1971-1972, 1981 и 2000 гг. его вылов достигал 2 тыс.т и более, в 1973-1979 гг. уловы составляли более 3 тыс.т. В 1977 г. вылов данного вида достиг максимального значения за весь период наблюдений - около 16 тыс.т [8].

В постсоветский период уловы шпрота редко превышали 1 тыс.т и в последнее десятилетие варьировали от 0,1 до 1,7 тыс. т. Его доля в смешанных с салакой уловах в 2005-2016 гг. изменялась от 6,5 % в 2005 г. до 43,3 % в 2010 г. (рис. 1).

Основной ареал обитания шпрота в пределах Финского залива - это его западная акватория, где происходит формирование запаса данного вида. Появление же теплолюбивого шпрота в восточной части Финского залива обусловлено его кормовой миграцией из западной части при прогреве воды в летний сезон.

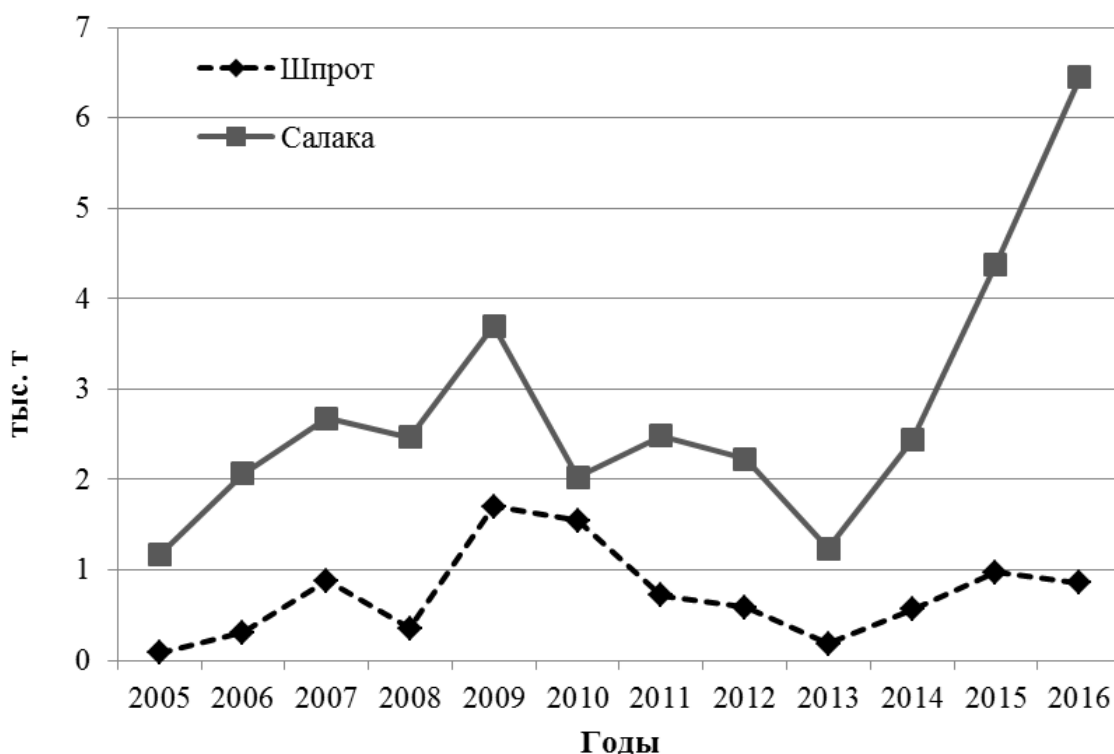


Рисунок 1 - Динамика уловов шпрота и салаки в восточной части Финского залива

По данным многолетних наблюдений при траловом промысле сельди в первом полугодии доля кильки в прилове, как правило, незначительная, и составляет не более 1-3 %. Если с января по май шпрот в траловых уловах сельди встречается единично, то уже в июне с резким прогревом водных масс его прилов на западной периферии восточной части Финского залива достигал 10-20 %.

Во втором полугодии доля шпрота в смешанных уловах по мере дальнейшего прогрева воды в заливе постепенно нарастает и достигает максимума в октябре-ноябре - 40-80 %, а в отдельных случаях 90-96 %. Однако уже в декабре в процессе охлаждения водных масс килька откочевывает в западном направлении. Количество ее в скоплениях с сельдью в районах промысла быстро уменьшается от 30-50 % в начале месяца до 2-20 % в конце.

Исследования показывают, что величина прилова шпрота при траловом промысле зависит в основном от состояния его запасов, формирование которого происходит в Балтийском море и западной части Финского залива [4, 5, 6]. Поэтому встречаемость этого вида в восточной части Финского залива зависит от его численности в Центральной и Западной частях Балтики, а также в западной части Финского залива, что в конечном итоге определяет интенсивность его нагульных миграций в восточном направлении.

Ареал распространения шпрота в значительной степени зависит и от температуры воды и солености. Было отмечено, что в годы с интенсивным прогревом водных масс в летний период и теплой продолжительной осенью (2009 и 2010 гг.) приловы шпрота наблюдались по всей промысловой акватории Финского залива, а наибольшие – на западной периферии залива, примыкающей к морской границе с Эстонией, и в районе островов Большой и Малый Тютерс, Мощный и Гогланд (рис. 2) [7].

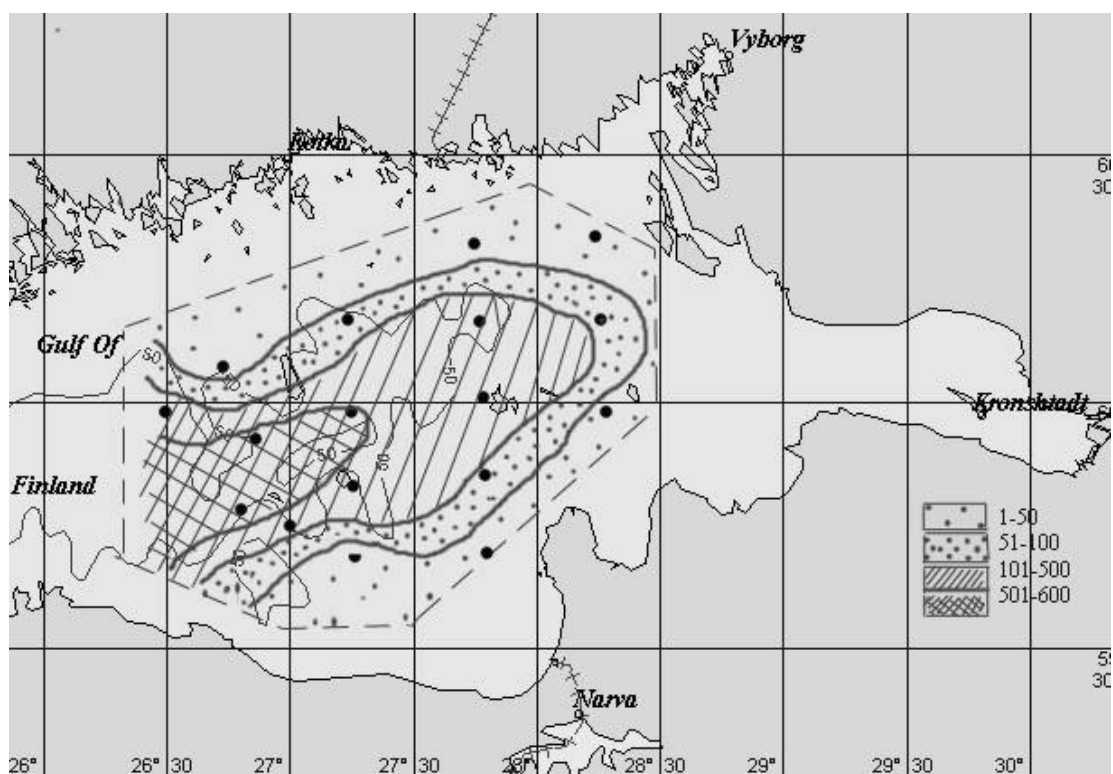


Рисунок 2 - Распределение шпрота в Финском заливе Балтийского моря по материалам траловой съемки ГосНИОРХ в октябре 2011 г., кг/ч.

Анализ биологических характеристик за ряд лет в российской акватории Финского залива показал, что основу уловов составляли особи длиной 7-14 см с преобладанием в разные годы кильки длиной от 9 см до 12 см. При этом в весенний период в районах промысла доминировала, как правило, более мелкая рыба длиной 9-10 см, осенью в уловах преобладали особи 11-12 см (таблица).

Таблица - Размерно-возрастная структура шпрота восточной части Финского залива осенью 2016 г.

Возраст, лет	L ± tm, см	W ± tm, г	N, экз.	Доля в улове, %
0+	7,4 ± 0,14	2,0 ± 0,12	78	7,16
1+	9,4 ± 0,10	4,9 ± 0,19	531	48,76
2+	10,8 ± 0,09	8,1 ± 0,30	261	23,97
3+	12,0 ± 0,15	11,6 ± 0,73	159	14,60
4+	13,0 ± 0,20	16,0 ± 0,00	40	3,67
5+	13,0 ± 0,00	16,0 ± 0,00	20	1,84
1,6+	10,7	7,0	1089	100,0

Так, по материалам исследований в октябре-декабре 2016 г. в восточной части Финского залива в районе о-вов Большой и Малый Тютерс, Мощный и Гогланд в траловых уловах встречался шпрот длиной от 5,8 до 13,2 см (в среднем 10,7 см) в возрасте 0+ - 5+ лет. Масса тела рыб изменялась от 0,9 до 16,0 г (в среднем 7,0 г) (таблица, рис. 3).

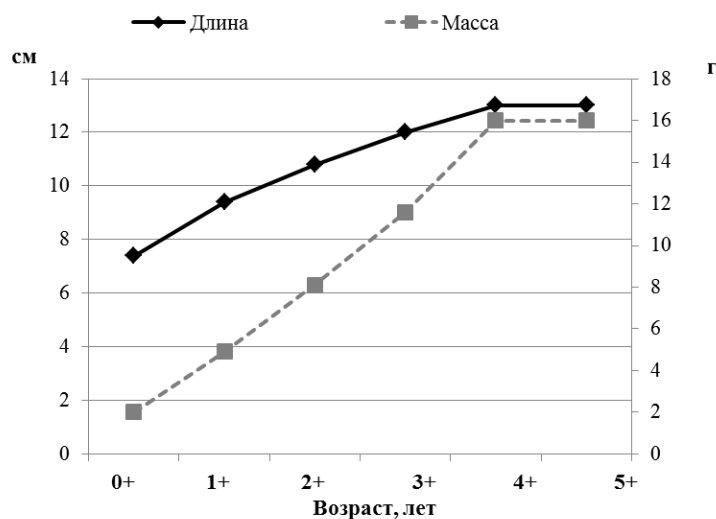


Рисунок 3 - График линейного роста (см) и увеличения массы тела (г) шпрота восточной части Финского залива осенью 2016 г.

Основу уловов составляли особи длиной от 7,8 до 11,2 см в возрасте 2 и 3 лет (48,74 и 23,97 % соответственно) поколения 2014-2015 гг. (рис. 4). Было отмечено существенное количество сеголеток (7,16 %) длиной 5,8-7,9 см поколения 2016 г. и молоди (48,74 %) 7,8-10,3 см поколения 2015 г. При этом доля неполовозрелых рыб составляла 31,5 %, а созревающих (с гонадами II-III и III стадий зрелости) - 68,5%. Соотношение самцов и самок в уловах составляло 40,5 и 59,5 % соответственно.

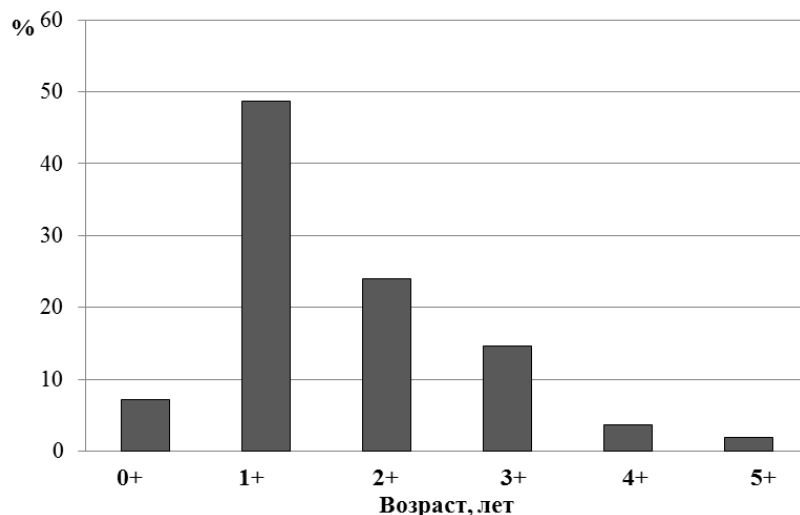


Рисунок 4 - Возрастной состав шпрота из траловых уловов в Финском заливе осенью 2016 г., %

В ноябре-декабре в уловах преобладали особи с пустыми желудками, эпизодически встречался шпрот с остатками переваренной пищи, что указывало на завершение летнего откорма.

Список литературы

1. Битюков, Э.П. Зоопланктон Финского залива / Э.П. Битюков, В.Н. Грезе, М.Н. Петровская // Биология и промысловые ресурсы Финского залива: Изд –во ГосНИОРХ, 1971. – Т.76. - С.46-64.
2. Велд्रे, И.Р. О запасах кильки и их использовании в Северной и Восточной Балтике/

И.Р. Велдре, А.Г. // Fischerei-Forschung. - 1975. - Sonderheft 1. - S. 21-29.

3. Велдре, И.Р. О прогнозировании состояния запасов кильки и использовании их в Северо-Восточной Балтике и Финском заливе // Рыбохозяйственные исследования в бассейне Балтийского моря. - Рига, 1976. - Вып.12. - С. 59-88.

4. Грауман, Г.Б. О распределении и дрейфе икры и личинок балтийского шпрота на Борнхольмско-Штольненском нерестилище // Рыбохозяйственные исследования в бассейне Балтийского моря. - Рига: Звайгзне, 1979. - Вып.14. - С. 71-82.

5. Грауман, Г.Б. Закономерности формирования численности поколений балтийского шпрота на ранних стадиях онтогенеза // Рыбохозяйственные исследования в бассейне Балтийского моря. - Рига: АВОТС, 1983. - Вып. 18. - С. 38-48.

6. Грауман, Г.Б. О весеннем и летнем нересте балтийского шпрота в годы с разными гидрологическими режимами / Г.Б. Грауман, А.Г. Поливайко, К.М. Лишева // В кн. Рыбохозяйственные исследования в бассейне Балтийского моря. - Рига: АВОТС, 1983. - Вып. 18. - С. 49-61.

7. Материалы комплексного экологического обследования участков территории, обосновывающие придание этой территории правового статуса особо охраняемой природной территории федерального значения - государственного природного заповедника «Ингерманландский». / Счастливая Л.С. [и др]. // СПбОЕ: Балтийский фонд природы. - Санкт - Петербург, 2012. - Т. 1. – 237 с.

8. Современное состояние рыбного промысла и эффективность использования сырьевой базы в Финском заливе Балтийского моря. Шурухин А.С. [и др]. // Труды ВНИРО: Водные биологические ресурсы. - 2016. - Т. 160. – 69 с.

FISHERY AND BIOLOGY OF BALTIC SPRAT (SPRATTUS SPRATTUS BALTICUS (SCHNEIDER, 1904) IN THE EASTERN PART OF THE GULF OF FINLAND

Borkin I.V., Pozhinskaya I.A.

State Research Institute of Lake and River Fisheries, St. Petersburg

Abstract. The studies have showed the Baltic sprat is presented in the commercial catches together with the Baltic herring in the eastern part of the Gulf of Finland. Its catch of a year changes from 0,1 to 3 thousands ton. The body length of the Baltic sprat is 7 to 14 sm. Two- and three-year olds predominated in the commercial catches.

УДК 597.587.2(261)+639.239(261)

ПЕЛАГИЧЕСКИЙ ЯРУСНЫЙ ПРОМЫСЕЛ И ЕГО СЫРЬЕВАЯ БАЗА В АТЛАНТИЧЕСКОМ ОКЕАНЕ

Бочкарева Е.В., Тылик К.В.

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» (КГТУ),
Советский проспект, 1, г. Калининград, Россия, tylik@kltgu.ru

Лов тунцов ведется с древнейших времен, но промышленный океанический промысел начал интенсивно развиваться в 50-е годы прошлого столетия. Это связано с организацией широкомасштабного ярусного лова Японией в Тихом океане и дальнейшим его расширением к середине 60-х годов на акваторию Мирового океана в пределах ареалов тунцов. В середине 60-х годов начал интенсивно развиваться кошельковый лов тунца, что привело к резкому увеличению добычи полосатого и желтоперого тунцов, а также пятнистого, макрелевого и скумбревидного, являвшихся преимущественно объектами прибрежного удебного лова. Однако ярусный

промысел не утратил своего значения, является высокорентабельным и занимает в настоящее время второе место в мировом вылове объектов тунцового лова, к которым относятся также мечерылоподобные рыбы и пелагические акулы. Связано это с тем, что кошельковый лов не является конкурентом ярусному, поскольку сырьевая база и районы промысла при этих способах лова в значительной степени не совпадают.

На рисунке представлен вылов основных объектов ярусного лова в Атлантическом океане за 2010-2014 гг. [1].

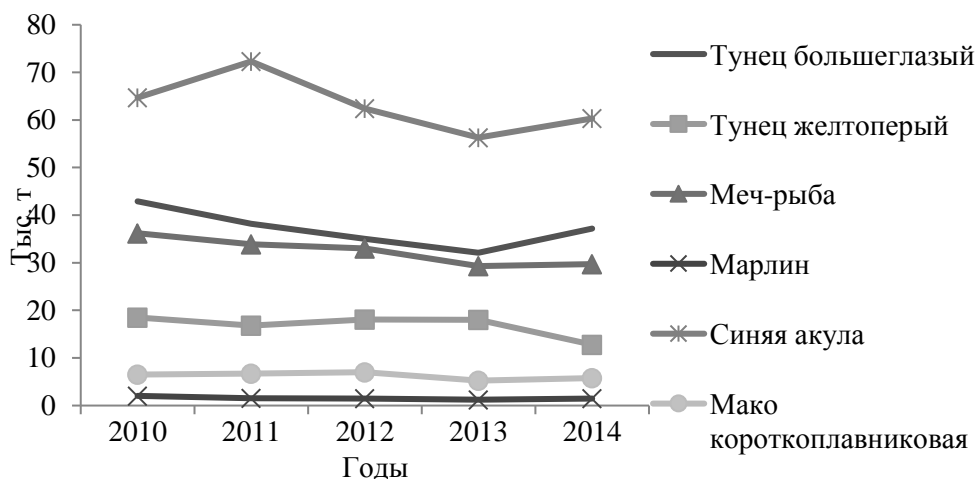


Рисунок - Видовой состав ярусных выловов в 2010-2014 гг.

Большеглазый тунец – *Thunnus obesus* является основным объектом специализированного глубоководного ярусного промысла. Общий годовой вылов 2010-2014гг. составлял 68-85 тыс. т, на долю ярусного лова приходилось 45-52%. Около трети добывалось японскими ярусоловами. Далее по производительности следуют Гана, Португалия, Бразилия, Панама, Китай. Необходимо подчеркнуть, что большеглазый тунец является единственным видом рода *Thunnus*, все стадии жизненного цикла которого связаны с открытым океаном. В прибрежных и островных районах в определенные периоды образует скопления молодь, являющаяся объектом кошелькового и удебного лова.

Желтоперый тунец – *Thunnus albacares* как объект ярусного лова составляет 12-18% общего вылова в 101-114 тыс. т, причем в восточной части Атлантического океана ярусный вылов составляет 6-8%, а в западной 55-66%. В восточной Атлантике основные страны-добытчики – Франция, Гана, Испания, в западной – Венесуэла, Бразилия, США.

Меч-рыба – *Xiphias gladius* является важным объектом ярусного промысла. Вылов меч-рыбы колебался в пределах 30-38 тыс. т, в том числе в Северной Атлантике – 11-14 тыс. т, в Южной Атлантике – 8-13 тыс. т, в Средиземном море – 10-13 тыс. т. На ярусный промысел во всех районах приходилось 96-97% вылова.

Вылов синего марлина – *Makaira nigricans* составлял 1,4-3,2 тыс. т, на ярусный лов приходилось 63-91%. В северной части Атлантического океана ежегодный вылов составлял 0,9-1,5 тыс. т, в южной части - 0,8-1,7 тыс. т. Большую часть синего марлина в северной части добывали Франция, Япония, Венесуэла, в южной – Гана, Китай, Япония.

Вылов парусника – *Istiophorus albicans* в Атлантическом океане составлял 1,5-2,6 тыс. т, на ярусный лов приходилось 45-68%. В восточной части Атлантического океана ежегодный вылов парусника составлял 0,8-1,8 тыс. т. Большую часть парусника добывали Испания, Гана, Кот Д'Ивуар. В западной части Атлантического океана ежегодный вылов парусника составлял 0,7-0,9 тыс. т. Основная доля вылова парусника приходилась на Испанию и Бразилию.

Вылов белого копченоосца – *Tetrapturus albidus* около 400 т, доля ярусного вылова – 77-90%. Основной вылов приходился на Венесуэлу, Испанию, Бразилию. Сохранилась тенденция к снижению вылова белого копченоосца.

Акулы всегда являлись важным приловом при ярусном промысле тунцов. Специализированный промысел акул велся лишь в отдельных районах и не оказывал существенного влияния на общую статистику их вылова. В экваториальной и тропической зонах открытого океана наиболее массовым видом была синяя акула *Prionace glauca*. Затем по степени значимости следовали акулы-мако *Isurus oxyrinchus* и *Isurus paucus* и длиннокрылая акула *Carcharhinus longimanus*.

В настоящее время синяя акула является доминирующим объектом ярусного промысла. Ежегодный вылов в 2010-2014 гг. составлял 56,7-73,0 тыс. т. В Северной Атлантике добывалось 36,5-38,1 тыс. т, в Южной – 19,5-34,9 тыс. т, причем до 99% вылавливалось с помощью яруса. Эта акула всегда являлась одним из массовых приловов при тунцовом ярусном промысле. Однако из-за низкой рыночной стоимости вылов синей акулы до начала 90-х годов прошлого века практически не фиксировался в промысловых журналах добывающих судов, так как при отсутствии возможностей для переработки акул на пищевые цели они, как правило, отпускались в море, а в некоторых случаях использовались для производства рыбной муки или на другие технические цели.

К началу 90-х годов в связи с разработками новых технологий заморозки и обработки мяса синей акулы и использованием этих технологий на промысловых судах, изменилась стратегия ярусного промысла. В течение 1990-х годов и в начале этого столетия отношение к акулам изменилось и стало рентабельным добывать синюю акулу, так как на рынке установились экономически выгодные цены на мясо этого вида. Именно экономическая целесообразность послужила главной причиной сохранения добытых акул и ведения учета вылова. Поэтому уже с 1993 г. наблюдается тенденция к увеличению вылова синей акулы для пищевых целей и, соответственно, начинает налаживаться система учета вылова этого вида. В 1997-2010 гг. статистика вылова продолжала совершенствоваться и сведения о вылове за последние годы можно считать достаточно достоверными.

Короткоплавниковая акула-мако, наиболее ценная в пищевом отношении, занимает второе место по вылову среди акул. В 2010-2014 гг. вылов этой акулы составлял 5,6-7,4 тыс. т в год, из них в северной части Атлантического океана – 2,9-4,5 тыс. т, в южной – 1,9-3,3 тыс. т. Ярусным промыслом добывалось 94-97%.

Отечественный ярусный промысел успешно велся в 1965-1990 гг. после постройки в Японии по заказу Советского Союза тунцеловных баз типа "Ленинский луч", несших на борту по 6 туноботов. Всего в Японии было построено 5 тунцеловных баз: "Солнечный луч" и "Яркий луч" поступили в Калининград, "Ленинский луч" и "Светлый луч" - во Владивосток, "Красный луч" - в Керчь. Калининградскими рыбаками и учеными были открыты и освоены в Атлантическом океане новые районы промысла большеглазого тунца, для лова которого уже в 1967 г. впервые в мировой практике был использован глубоководный ярус, позволяющий облавливать тунцов на горизонтах до 200-250 м.

Обработка улова осуществлялась в море на тунобазах, где были смонтированы высокопроизводительные консервные линии. Выпускались различного рода консервы из тунцов, а прилов меч-рыбы, марлинов, копьеносцев, парусника и других рыб замораживался для последующей береговой переработки, пищевые виды акул экспортировались в европейские страны, непищевые – шли на производство рыбной муки.

Вылов тунцов и других объектов составлял от 500 до 4500 т в год в зависимости от промыслового усилия, а вылов на усилие - 100-150 кг на 100 крючков яруса. В уловах преобладали тунцы, на долю которых приходилось 63-76% общего вылова, доля акул в среднем составляла 20-30%, мечерылоподобных – около 5%. Основу вылова составлял большеглазый тунец, затем – синяя акула *Prionace glauca*, желтоперый тунец, меч-рыба *Xiphias gladius*. Кроме этих видов, в прилове присутствовали: синий марлин – *Makaira nigricans*, белый марлин (копьеносец) – *Tetrapturus albidus*, парусник – *Istiophorus albicans*, длиннокрылая акула – *Carcharhinus longimanus*, короткоплавниковая акула-мако – *Isurus oxyrinchus*, длинноплавниковая акула-мако – *Isurus paucus*. Другие виды пелагических хищных рыб отмечались крайне редко и промыслового значения не имели [2].

В заключение следует подчеркнуть, что тунцовый ярусный промысел остается одним из самых высокоэффективных, так как при относительно невысоких затратах на эксплуатацию тунцеловных судов этот вид лова дает быструю максимальную отдачу, поскольку спрос на продукцию из тунца постоянно растет, а цены на мировом рынке повышаются. Система оперативного обеспечения промысла с использованием дистанционных методов зондирования океана позволяет обеспечить круглогодичный лов как в Атлантическом океане, так и в других регионах Мирового океана.

Список литературы

1. ICCAT Report of biennial period, 2014-15. – 2016. – Part II (2015). – Vol. 2. – 351p.
2. Бочкарева, Е.В. Основные итоги отечественного ярусного промысла в Атлантическом океане / Е.В. Бочкарева, В.З. Гайков // X международная конференция, "Инновации в науке, образовании и бизнесе – 2012". Калининград, 18-20 октября 2012 г. – Труды научной конференции. – Часть I. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2012. – С. 28-31.

LONGLINE FISHERIES AND IT'S RESOURCES IN THE ATLANTIC OCEAN

Bochkareva E.V., Tylik K.V.

This article presents the current data of longline fisheries of large pelagic predators such as tunas, sharks and others in the Atlantic ocean, including the data of the domestic catches. A case can be made that the pelagic longline fishery is highly efficient and perspective.

УДК: 597: 639.2 (470.11)

БИОЛОГИЯ И РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ ОБЫКНОВЕННОЙ ЩУКИ (*ESOX LUCIUS LINNAEUS, 1758*) ОЗЕР КЕНОЗЕРСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА

Дворянкин Г.А.

Северный филиал ФГБНУ «Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича»
Архангельск, Россия, e-mail: dga@pinro.ru; dga130157@gmail.com

Щука широко распространена в реках и озерах Архангельской области. При этом она встречается и в речных системах (реки Северная Двина, Онега, Пинега и др.), и в озерах, как мелководных, хорошо прогреваемых и с развитой литоралью (озера Лача, Лёкшмозеро, Лузско-Носовская система озер и др.), так и в водоемах, отличающихся глубиной и холодноводностью (Кенозеро, Кожозеро и др.). Несмотря на то, что щука на территории региона является массовой рыбой, мониторинг состояния ее озерных популяций ведется только в четырех водоемах, и три из них расположены на территории Кенозерского национального парка (КНП).

В границах национального парка щука встречается во многих озерах и относится к обычным видам. Но почти везде она немногочисленна. Только в озерах Лёкшмозеро и Кенозеро щука может считаться массовым видом. В этих водоемах она является объектом активного любительского и спортивного рыболовства с использованием сетных (только для местного населения) и крючковых (донки, жерлицы, спиннинги) орудий лова.

На Лёкшмозере щука в уловах представлена особями возрастом от 2 до 7 лет. В разрешенные сетные орудия лова она начинает попадаться с четырех лет. Средние размеры добываемой щуки колеблются от 45,7 см длины и массы 944 г у четырехлеток до 70 см и 3200 г у рыб в возрасте 7 лет. Однако, по словам рыбаков, в водоеме встречаются экземпляры до 14-17 кг.

Модальная группа в выборке выражена достаточно хорошо – около 80 % исследованной рыбы составляют половозрелые особи в возрасте 5-6 лет длиной 55-60 см и массой 1,5-2,5 кг (табл. 1). Упитанность лекшмозерской щуки по Фультону увеличивается с возрастом с 0,77 до 1,03. Упитанность по Кларк растет до 4 лет с 0,69 до 0,84, затем снижается до 0,78.

Таблица 1 - Размерно-возрастная характеристика щуки Лёкшмозера

Возраст, лет	Средняя длина (AD), см	Средняя масса, г	Количество исследованных рыб	
			экз.	%
2	27,6±0,8	162±15,5	2	1,7
3	37,0±0,78	454±33,4	6	5,1
4	45,7±0,99	944±76,3	14	11,9
5	53,6±0,37	1461±35,6	41	34,7
6	60,8±0,38	2278±44,4	52	44,1
7	67,7±2,02	3200±173	3	2,5
Всего	-	-	118	100

Щука **Кенозера** характеризуется чуть меньшими линейными и весовыми параметрами. Нами проанализированы особи в возрасте от 3 до 11 лет длиной от 31 до 90 см и массой от 232 до 6300 г. В уловах доминируют половозрелые рыбы 4-6 лет длиной 40-60 см и массой 700-2000 г., которые составляют 77 % от всей выборки (табл. 2). По словам рыбаков, в Кенозере также попадаются крупные экземпляры массой до 15 кг. Упитанность кенозерской щуки с возрастом практически не коррелирует. По Фультону она выше, чем у лекшмозерской щуки (0,93-1,19), по Кларк - примерно такая же.

Таблица 2 - Размерно-возрастная характеристика щуки Кенозера

Возраст, лет	Средняя длина (AD), см	Средняя масса, г	Количество исследованных рыб	
			экз.	%
3	35,2±0,75	411±28,7	18	16,5
4	42,7±0,51	724±40,0	26	23,9
5	51,0±0,72	1303±90,8	37	33,9
6	57,4±1,57	1896±138	21	19,3
7	64,0±3,08	2500±433	5	4,6
9	75,0	5000	1	0,9
11	90	6300	1	0,9
Всего	-	-	109	100

В оз. **Масельгское** щука по своим размерам практически не отличается от представителей этого вида в Кенозере и Лёкшмозере. Ее средняя длина колеблется от 31,7 см и масса от 277 г у трехлеток до 76,2 см и 4600 г у рыб в возрасте 7 лет соответственно (табл. 3). Упитанность местной щуки примерно такая же, как в Кенозере, и с возрастом незначительно увеличивается по Фультону с 0,86 до 0,97 и по Кларк - с 0,79 до 0,87.

Таблица 3 - Размерно-возрастная характеристика щуки оз. Масельгское

Возраст, лет	Средняя длина (AD), см	Средняя масса, г	Количество исследованных рыб	
			экз.	%
3	31,7±0,64	277±20,6	6	19,3
4	41,0±1,55	670±85,9	14	45,2
5	50,7±1,74	1209±97,1	9	29,0
7	70,7±5,5	3543±1057	2	6,5
Всего	-	-	31	100

Еще в одном озере национального парка – **Наглимозере** – была взята разовая выборка щуки. Представители местной популяции показали характеристики линейного и весового роста, сопоставимые со щукой из других водоемов КНП (табл. 4).

Таблица 4 - Размерно-возрастная характеристика щуки Наглимозера

Возраст, лет	Средняя длина (AD), см	Средняя масса, г	Количество исследованных рыб	
			экз.	%
3	31,0	247	1	20
5	51,5±1,31	1377±86,1	4	80
Всего	-	-	5	100

В питании щуки всех исследованных водоемов преобладают наиболее многочисленные виды рыб – окунь и плотва. Осенью щука Лёкшмозера переходит на питание ряпушкой, которая в этот период образует нерестовые скопления. В Кенозере существенную роль в пищевом спектре щуки играет корюшка, особенно весной в период нереста этого вида. Отмечены случаи употребления в пищу земноводных (лягушек). На хищнический образ жизни щука переходит в основном после двух лет, до этого в питании преобладают бентосные организмы (как правило, личинки насекомых).

Полученные нами материалы свидетельствуют об отсутствии больших колебаний в линейном и весовом росте щуки из разных озер национального парка. В целом условия для роста щуки в водоемах КНП можно считать благоприятными. Так, средние размеры местной щуки значительно превосходят аналогичные показатели одновозрастных особей этого вида не только из озер, расположенных севернее Кенозерского национального парка, но и щуки оз. Лача, которое находится на юге области (рисунок).

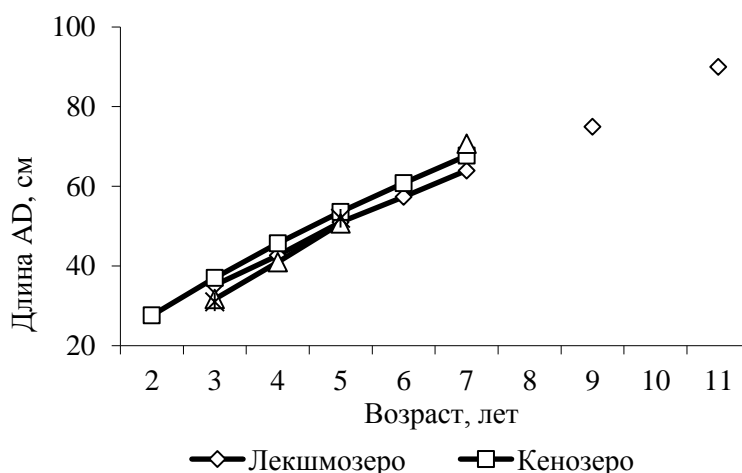


Рисунок - Линейный рост щуки из разных водоемов КНП

Половой зрелости щука в водоемах Кенозерского национального парка достигает в возрасте 3-5 лет (самцы в 3 года, самки в 4-5) при длине тела 35-40 см. Нерестится она с конца апреля до середины мая. Начало нереста совпадает с распалением льда на разливах в мелких, хорошо прогреваемых местах. Икра крупная, желтоватого цвета, откладывается на залитую растительность. Инкубационный период длится 8-10 дней. Основу нерестового стада составляют рыбы в возрасте 4-6 лет – в основном впервые нерестующие и пришедшие на нерест вторично. Соотношение самцов и самок на нерестилищах равно 2:1, но в возрастных группах старше 5 лет доля самок начинает преобладать. Средняя абсолютная плодовитость щуки КНП возрастает от 13,4 тыс. икринок у самок в 4 года до 90,8 тыс. у 7-годовалых особей, относительная – от 12 до 30 икринок на 1 г массы тела. Коэффициент зрелости с возрастом увеличивается значительно – от 5,6 до 17,4 %. Диаметр икринок колеблется от 1,9 до 2,5 мм (табл. 5).

Ежегодно в озерах Кенозерского национального парка вылавливается до 100- 110 т рыбы. В список промысловых входят 15 видов, из которых основными являются: ряпушка, щука, плотва, язь, окунь, налим, лещ, синец.

Таблица 5 - Репродуктивная характеристика щуки в озерах КНП

Возраст, лет	Абсолютная плодовитость		Коэффициент зрелости		Относительная плодовитость, шт.
	среднее	колебания	среднее	колебания	
4	13409	5306-19992	5,6	3,7-7,5	12,2
5	21836	15484-28912	8,2	5,8-10,7	15,8
6	57423	23719-90780	14,7	7,2-19,7	30,4
7	66501	-	17,4	-	27,5

Более 95 % всей добычи приходится на два крупнейших водоема – Кенозеро и Лёкшмозеро. И в обоих озерах щука является одним из самых важных объектов любительского и спортивного рыболовства. В Кенозере ее доля в общем улове доходит до 21-23 %, в Лёкшмозере – от 4 до 11 %. В целом щука стоит на втором месте (после ряпушки) по объему добычи. О важности этого вида для национального парка как объекта рыболовства говорит тот факт, что на всех остальных водных объектах Архангельской области (озерах и реках) суммарный вылов щуки всеми пользователями в 2016 г. составил, по данным статистики, 17,7 т. То есть был практически такой же, как в озерах КНП (табл. 6).

Таблица 6 – Вылов щуки в Кенозере и Лёкшмозере, т

Год	Кенозеро			Лёкшмозеро		
	щука, т	всего, т	%	щука, т	всего, т	%
2014	13,9	61,1	22,7	4,0	34,5	11,6
2015	15,0	67,7	22,2	2,9	33,6	8,6
2016*	15,3	72,0	21,3	1,2	30,1	4,0

* - данные на 01.12.2016 г.

В Кенозере щука является главным объектом спортивного рыболовства, который добывается на спиннинг в летне-осенний период. При этом объем изъятый таким способом рыбы сопоставим с количеством щуки, вылавливаемой местным населением ставными сетями. Так, летом в Кенозере на спиннинг добывается до 100 кг представителей этого вида за день, а всего за туристический сезон (с июня по сентябрь) - около 6 т. Это почти 40 % от всей выловленной в водоеме щуки за год. В Лёкшмозере щука облавливается в основном летом и осенью сетными орудиями лова, а зимой (после ледостава) - сетями и крючковыми снастями (жерлицами).

В настоящее время любительское и спортивное рыболовство является главным фактором, определяющим состояние популяций щуки Кенозера и Лёкшмозера. Полученные данные свидетельствуют о том, что этот вид в указанных водоемах находится под сильным антропогенным прессом. В Лёкшмозере уловы щуки за три года упали в 3,5 раза, что говорит о снижении ее запасов в водоеме. Необходимо принятие мер по оптимизации всех видов рыболовства в этих озерах, повышение эффективности охранных мероприятий (особенно в нерестовый период) и проведение рыбоводных мероприятий по восстановлению численности щуки, в первую очередь в Лёкшмозере.

THE BIOLOGY AND FISHERY VALUE OF NORTHERN PIKE (ESOX LUCIUS LINNAEUS, 1758) IN THE LAKES OF KENOZERSKY NATIONAL PARK

Dvoryankin G. A.

Northern branch FSBSI «Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography», Arkhangelsk, Russia, e-mail: dga@pinro.ru; dga130157@gmail.com

The pike of Kenozersky National Park (KNP) is an important object of amateur and recreational fishery. The share of pike in the total fish catch in the lakes of the KNP is 16-17%. This species is under a strong fishing pressure and needs protection.

РОЛЬ УКЛЕИ (*ALBURNUS ALBURNUS L.*) В СТРУКТУРЕ ИХТИОЦЕНОЗОВ ОБВОДНЕННЫХ КАРЬЕРОВ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Занина П. Р. , Алдушина Ю. К.

ФГБОУ ВО «КГТУ», Калининград, Россия, zanina.polichka@mail.ru,
aldushina.yuliya@gmail.com

В статье представлены результаты исследования структурных параметров уклей трех обводненных карьеров Калининградской области, по данным контрольных обловов за период 2011 - 2016 гг. Приведена видовая структура ихтиоценозов карьеров и рассмотрена роль уклей в ставных сетях с разным шагом ячеи.

Водохозяйственный комплекс Калининградской области представлен разными типами водоемов, таких как реки, озера, водохранилища и карьеры. Наиболее важным объектом исследования являются карьеры, так как появляются в результате хозяйственной деятельности человека при добыче полезных ископаемых. С рыбохозяйственной точки зрения отмечается слабая изученность данных типов водоемов. Исследования их является необходимым и актуальным для их развития и использования, как в рекреационных целях, так и для любительского рыболовства. Поэтому в данной работе будет дан анализ видовой структуры ихтиоценоза и оценена роль уклей в таких карьерах, как Лесной, Пушкаревский и Сокольники. Эти карьеры располагаются в разных уголках Калининградской области и связаны с разными реками. Карьер Лесной находится на севере области и связан непосредственно с р-ой Шешупе, а Сокольники – с р-ой Преголей и только карьер Пушкаревский - замкнутый водоем.

Важность изучения уклей обосновывается тем, что она - немаловажный элемент экосистемы водоема, поскольку входит в состав пищи различных хищных видов рыб и является объектом любительского и спортивного рыболовства. Уклея является общераспространенным видом в водах Западной Европы и европейской части России, и ее можно использовать в качестве вида-индикатора изменений условий обитания [1].

В качестве источника информации по видовому и размерному составу контрольных уловов, биологическому анализу использовались материалы, собранные кафедрой ихтиологии и экологии ФГБОУ ВО «КГТУ»[2]. Анализ видовой и размерной структуры осуществлялся по данным уловов на усилие, выраженного через индекс численности. Контрольные обловы проводились ставными сетями с шагом ячеи от 6 до 100 мм за период 2013 - 2014 гг.

Для написания данной работы были использованы материалы 259 обловов; анализ видовой структуры проводился на основании исследования 864 экз. Объем собранного материала для характеристики размерной структуры и биологических параметров составил 377 особей уклей.

Ихтиоценоз обводненных карьеров Калининградской области (Лесной, Пушкаревский и Сокольники) представлен видами, относящимся к 4 семействам: карповые (Cyprinidae), окуневые (Percidae), сомовые (Siluridae) и щуковые (Esocidae) (рис. 1 - 3). В карьере Лесном преобладает уклея - 33% от общего улова (рис. 1).

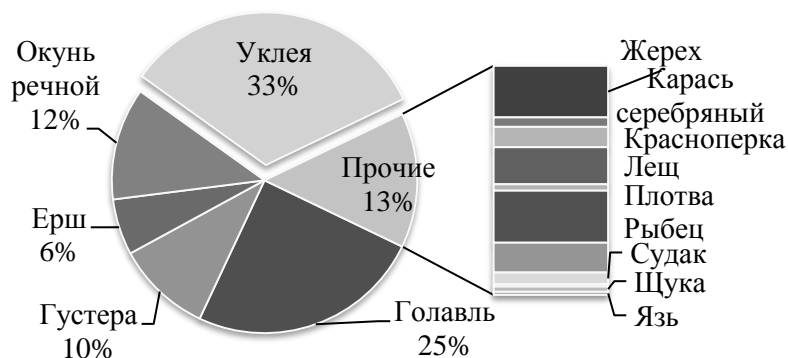


Рисунок 1 – Видовой состав в карьере Лесном

Доминирующим видом по индексу численности в карьере Пушкаревском является уклея, составляет 54% (рис. 2). Уклея в карьере Сокольники в сравнении с другими водоемами составляет – 23% от общего улова, а доминирующим видом является красноперка – 40% от общего улова (рис. 3).

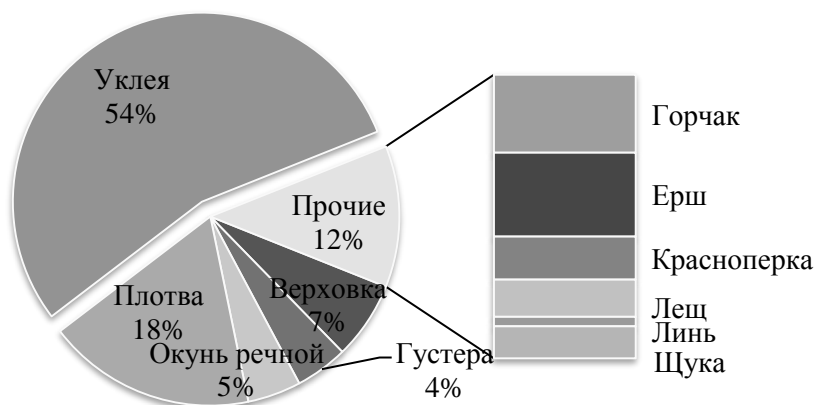


Рисунок 2 – Видовой состав в карьере Пушкаревском

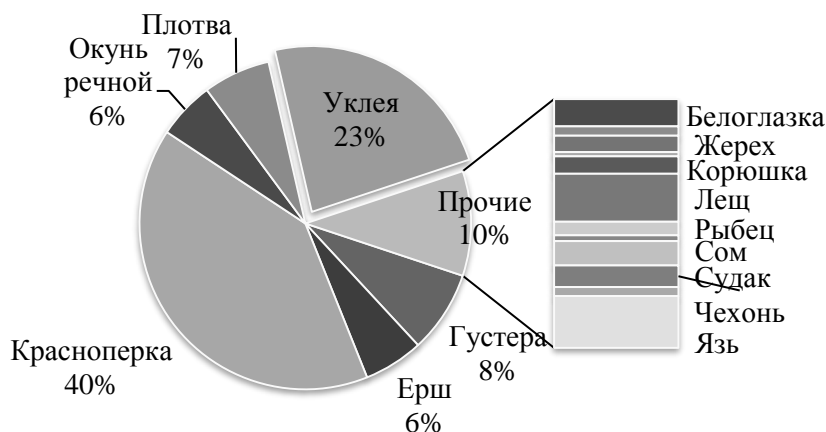


Рисунок 3 – Видовой состав в карьере Сокольники

Можно сделать предположение, что различность в ихтиоценозе водоемов может быть связана не только с жилыми формами видов, но и с наличием соединения карьера с рекой, поскольку только Пушкаревский карьер является изолированным обводненным карьером. Можно сделать вывод, что ихтиофауну карьера Сокольники и карьера Лесного могут составлять виды, мигрирующие из реки.

Анализ размерной структуры уклеи обводненных карьеров Калининградской области показал, что в водоемах встречаются особи длиной от 9 до 15 см с доминированием среднеразмерных особей длиной 10-12 см (рис. 4). В карьере Лесном встречались все группы длин, но большая часть приходится на размерный класс 10-11 (40,9%). В Пушкаревском и Сокольниках размерный класс представлен особями от 10 до 14 см. Доминирующая группа в карьере Пушкаревском приходится на 11-12 см, а в карьере Сокольники – на 11-12 см (40,2 и 49,6% соответственно). В результате исследования была рассчитана средняя длина уклеи во всех карьерах. В карьере Лесном – 11,0 см, в карьере Пушкаревском – 10,4 см и в карьере Сокольники средняя длина составила 9,6 см соответственно.

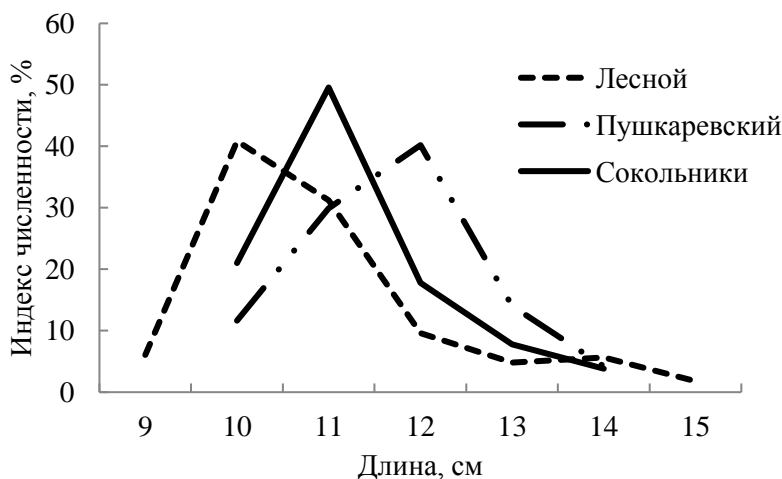


Рисунок 4 – Размерная структура уклеи в обводненных карьерах Калининградской области

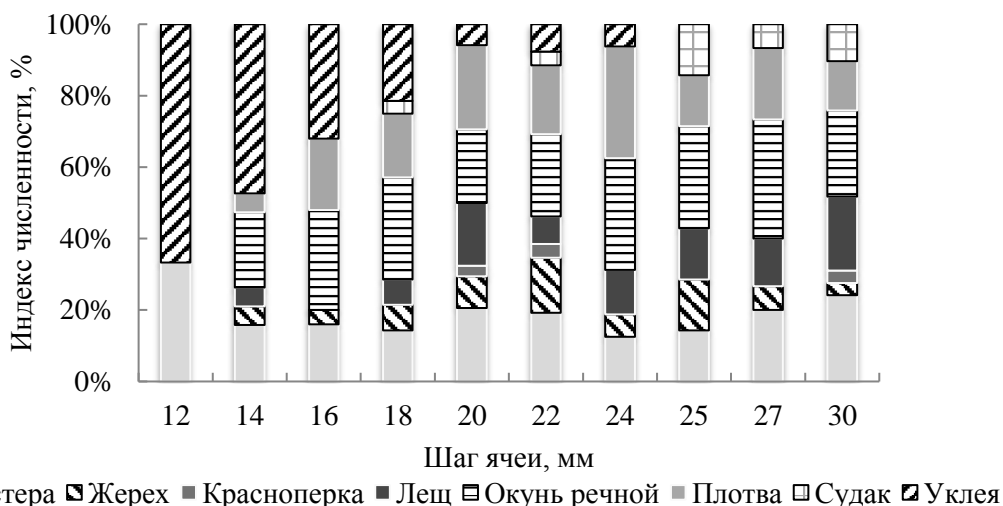


Рисунок 5 – Видовая структура уловов в зависимости от шага ячеи сети в карьере Лесном

Контрольные обловы проводились ставными сетями с шагом ячеи от 12 до 30 мм. Поскольку уклея является мелкоразмерной рыбой, можно предположить, что она будет облавливаться мелко- и среднеразмерными сетями. Поэтому на рис. 5-7 приведен структурно-видовой анализ сетей с шагом ячеи от 12 до 30 мм.

Анализ величины индекса численности в зависимости от шага ячеи показал, что во всех рассматриваемых обводненных карьерах Калининградской области в больших количествах ловилась уклея сетями с шагом ячеи от 12 до 14 мм.

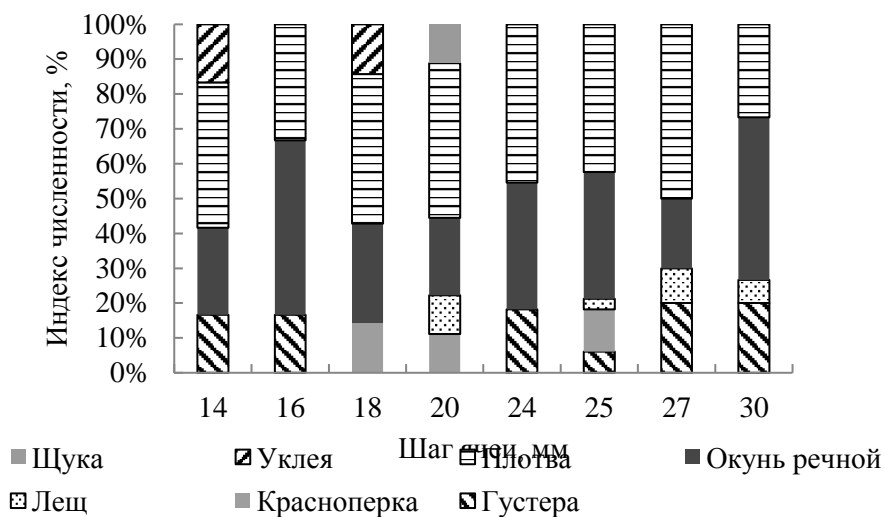


Рисунок 6 – Видовая структура уловов в зависимости от шага ячеи сети в карьере Пушкаревском

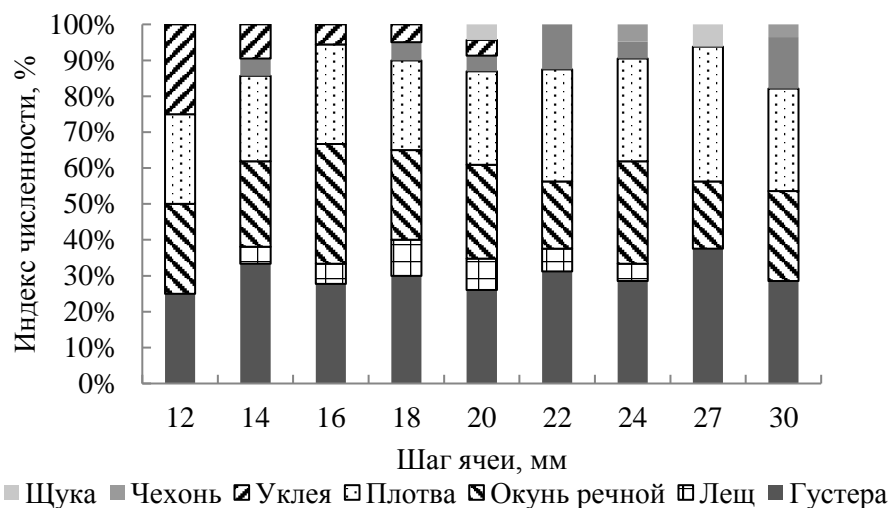


Рисунок 7 – Видовая структура уловов в зависимости от шага ячеи сети в карьере Сокольники

На основании полученных данных можно сделать следующие выводы:

1. Ихтиоценоз рассматриваемых карьеров представлен видами, относящимися к 4 семействам: карповые, окуневые, сомовые и щуковые. Доминирующим видом в карьерах Лесном и Пушкаревском является уклея (33 и 54% соответственно), а в карьере Сокольники она занимает второе место и составляет 23% от общего улова. А большую часть улова составляет красноперка (40%).
2. Размерный диапазон во всех водоемах одинаковый, от 9 до 15 см. Большое количество особей приходится на размерные группы 10,11 и 12 см.
3. Наиболее часто встречается уклея в ставных сетях с шагом ячеи от 12 до 14 мм.

Список литературы

1. Тылик, К.В. Общая ихтиология: Учебник. – Калининград: Издательство ООО «Аксиос», 2015. - 394 с.
2. Руйгите, Ю.К. К вопросу о роли густеры (*Blicca bjoerkna* L.) в Правдинском водохранилище Калининградской области // Современное состояние биоресурсов внутренних водоемов. Материалы докладов I Всероссийской конференции с международным участием. 12 – 16 сентября 2011 г., Борок, Россия. Москва: АКВАРОС, 2011. Т. 2. – С. 674 - 678.

THE ROLE OF BLEAK (*ALBURNUS ALBURNUS L.*) IN THE STRUCTURE OF ICHTHIOCECENOSIS OF THE WATERED CAREERS OF THE KALININGRAD REGION

Zanina P.R., Aldushina Yu.K.

The article presents the results of the study of structural parameters of bleak in three watered quarries of the Kaliningrad region, according to the fishery data for the period 2011-2016. The species structure of the ichthyocenoses of quarries is given and the role of the bleak in the nets with a different mesh is considered.

УДК 597.553

МЕЖВИДОВАЯ И ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ СТРУКТУРЫ ЧЕШУИ У ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ КРАСНОПЕРОК РОДА *TRIBOLODON* (TELEOSTEI: CYPRINIDAE)

¹ Иванков В. Н., ^{1,2} Борисовец Е. Э., ^{1,2} Каплуненко В. А., ^{1,3} Золотова А. О.

¹ ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Россия, e-mail: ivankov-bio@mail.ru

² ФГБНУ «Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр» Владивосток, Россия, e-mail: borisovets@tinro.ru

³ ФГБУН «Национальный научный центр морской биологии», Владивосток, Россия.

Дальневосточные красноперки рода *Tribolodon* – морфологически чрезвычайно близкие виды, у которых хорошо развит хоминг [2]. Проведенные морфологические исследования показали, что различия между видами оказались значительно меньше различий между внутривидовыми локальными популяциями, обитающими в разных заливах и бухтах приморских вод Японского моря [3]. Наибольшая морфологическая близость этих видов отмечается при анализе молодых и взрослых без признаков брачного наряда рыб.

Было выяснено, что наилучшие результаты при определении видовой принадлежности рыб рода *Tribolodon* дает анализ структуры чешуи разных видов [4,5], что вызвано особенностями биологии их в пресноводный период жизни. Необходимо также отметить, что анализ митохондриальной ДНК одного из видов рода *Tribolodon* (крупночешуйная красноперка *T. hakonensis*), размножающейся в реках о-ва Сахалин и в реках южного Приморья, показал существенные различия между сахалинскими и приморскими популяциями, сопоставимые с различиями между видами [6,7].

Интересно было выяснить, насколько велики различия между сахалинскими (северными) и южноприморскими (южными) популяциями крупночешуйной красноперки по строению чешуи и как эти различия соотносятся с различиями по этому же признаку между разными видами.

Материал для данной работы собран в двух реках на о-ве Сахалин (р. Лютога и р. Найба) и в р. Киевке (Приморский край). Река Лютога протяженностью 130 км впадает в залив Анива в южной части Охотского моря. Река Найба расположена в юго-восточной части острова, имеет длину 119 км и также впадает в Охотское море. Отметим, что устья этих рек достаточно отдалены друг от друга, по береговой линии расстояние между устьями составляет примерно 300 км. В то же время, центральные и верхние участки Найбы и Лютоги географически расположены достаточно близко и характеризуются сходными климатическими и гидрометеорологическими условиями. Река Киевка находится в южной части Приморского края, впадает в Японское море и имеет протяженность 105 км. Таким образом, реки, откуда собран исходный материал, вполне сопоставимы по своей длине.

Всего исследовано 80 экземпляров крупночешуйной красноперки *Tribolodon hakonensis* (р. Киевка – 46; р. Лютога – 24; р. Найба – 10) и 21 особь мелкочешуйной красноперки *T. brandti* (р. Киевка). Чешуя взята под спинным плавником, от 4 до 11 шт. (обычно 8-10) с каждой особи. На каждой чешуе измеряли малый (d1) и большой (d2) диаметры, подсчитывали число ребер (радиальных каналов). В дальнейшем в различных вариантах анализа изучались либо промеры отдельных чешуй, либо значения признаков осреднялись по всем чешуям, собранным с одной особи, и сопоставлялись уже эти «обобщенные чешуи». Известно, что в ходе онтогенеза происходит изменение параметров чешуи, увеличиваются малые и большие диаметры, возрастает число радиальных каналов (хр). Для обеспечения лучшей сопоставимости данных, с целью исключения размерной и возрастной изменчивости, мы исследовали только взрослых особей в возрасте 5-7 лет. Модальный возрастной класс во всех выборках формировали шестилетние особи. Таким образом, нами исследованы 868 чешуй от 101 рыбы.

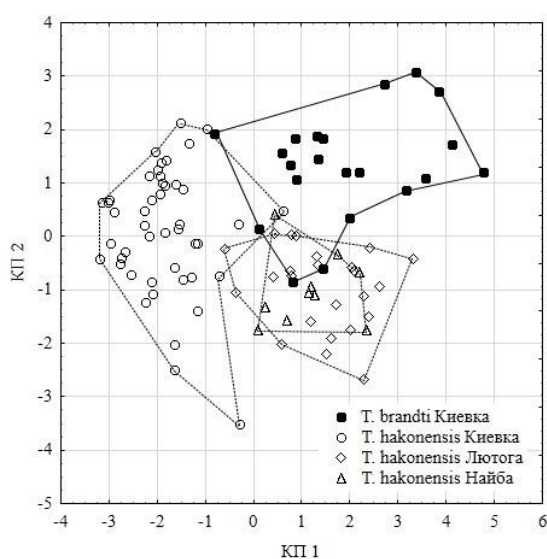


Рисунок 1 - Распределение изученных выборок в пространстве канонических переменных (КП). Осредненные характеристики чешуи, каждая точка соответствует отдельной особи

Для оценки сходства и возможности разделения выборок сразу по трем измеряемым параметрам использовали канонический дискриминантный анализ [1].

Рассмотрим распределение особей в двухмерном пространстве канонических переменных (КП). При получении такого распределения использовали усредненные характеристики чешуи. Каждой точке соответствует отдельная особь. Как следует из анализа распределения, точки (особи) в пространстве КП формируют единое облако, но различные выборки расположены на разных, подчас не перекрывающихся участках этого облака. Экземпляры крупночешуйной красноперки из р. Киевки занимают левую часть пространства, хорошо отделяясь по совокупности параметров чешуи как от мелкочешуйной красноперки из р. Киевки, так и от крупночешуйной красноперки из рек Найбы и Лютоги (рис. 1).

То же самое можно сказать и о мелкочешуйной красноперке из р. Киевки, которая отделяется от крупночешуйной Приморья (р. Киевка) и Сахалина (реки Лютога, Найба). Исключение составляют особи крупночешуйной красноперки сахалинских рек, которые, отличаясь от особей обоих видов из Приморья, между собой обладают весьма сходными параметрами чешуи. На долю первой канонической переменной приходится 81% изменчивости объединенной выборки. Именно по этой переменной происходит разделение двух видов красноперок. По первой КП крупночешуйная красноперка из рек Сахалина оказывается ближе к мелкочешуйной из р. Киевки, чем к представителям своего вида из Приморья.

Наиболее округлой чешуей среди изученных проб обладает крупночешуйная красноперка из р. Киевка. Самой узкой, продолговатой чешуей характеризуется крупночешуйная красноперка

из сахалинских рек Найбы и Лютоги. Мелкочешуйная красноперка (р. Киевка) занимает по этому параметру промежуточное положение (рис. 2).

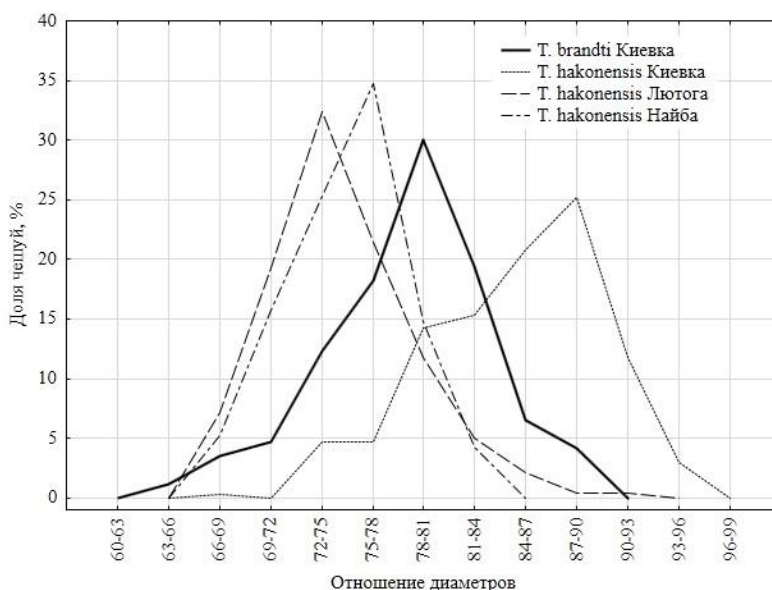


Рисунок 2 - Распределение отношения малого (d1) и большого (d2) диаметров для отдельных чешуй

По совокупности трех признаков чешуи (большой диаметр, меньший диаметр, количество радиальных лучей) четко выделяются три группы: 1) *T. hakonensis* (р. Киевка); 2) *T. hakonensis* рек Лютоги и Найбы (Сахалин); 3) *T. brandti* (р. Киевка). Расстояния между ними в пространстве канонических переменных невелики, хотя при анализе соотношения двух показателей (большой и меньший диаметры) оказалось, что различия между популяциями (районами) у крупночешуйной красноперки заметно больше, чем различия между видами (*T. brandti* и *T. hakonensis*) из одной реки. Наряду с этим следует отметить, что на чешуях одинаковой величины (которая коррелирует с размером тела рыб) у *T. brandti* радиальных лучей значительно больше, чем у разных популяций *T. hakonensis*. Это хорошо согласуется с ранее полученными результатами [5] (рис. 3).

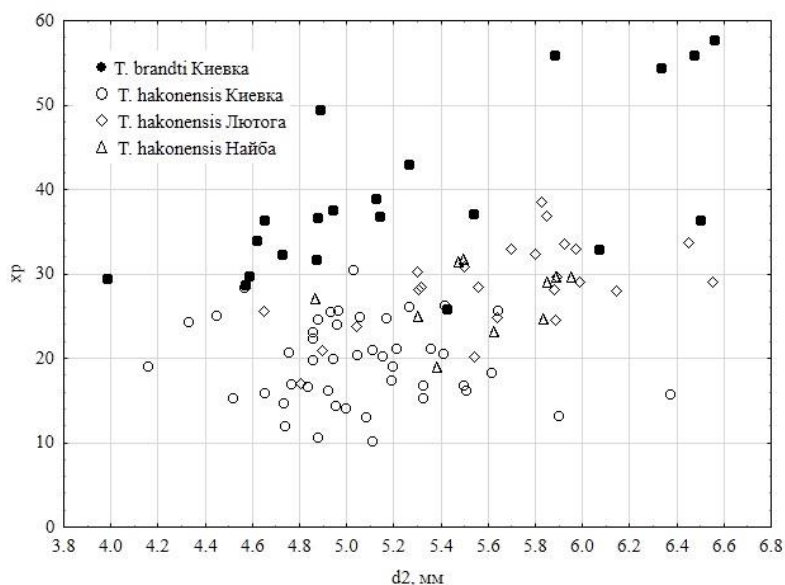


Рисунок 3 - Связь числа радиальных ребер (xp) и большого диаметра чешуи (d2). «Осредненные чешуи», каждая точка соответствует отдельной особи

В настоящее время трудно объяснить противоречивость вышеизложенных результатов относительно таксономического положения северных и южных популяций *T. hakonensis*.

Таким образом, представленные выше результаты, свидетельствуют о заметной межвыборочной (межвидовой и внутривидовой) изменчивости исследованных проб по параметрам чешуи. В основе здесь могут лежать как экологические и географические причины, обуславливающие сходство или различие условий обитания, так и иные причины, связанные с микроэволюционными процессами, историей расселения и происхождения видов, а возможно и различным таксономическим положением крупночешуйной красноперки Сахалина и Приморья.

Список литературы

1. Афифи, А. Статистический анализ: Подход с использованием ЭВМ / А. Афифи, С. Эйзен. - Москва: Мир, 1982. - 488 с.
2. Большаков, С.Г. Некоторые черты биологии и географическая изменчивость дальневосточных красноперок и пиленгаса южного Приморья. Автореферат дисс. ... канд. биол. наук. / С.Г. Большаков. - Владивосток, 2014. – 24 с.
3. Иванков, В.Н. Анализ межпопуляционных и межвидовых морфологических различий дальневосточных красноперок рода *Tribolodon* (Teleostei: Cyprinidae) / В.Н. Иванков, Е.Э. Борисовец, С.Г. Большаков // Биология моря. – 2016. - Т. 42. № 1. - С. 3-12.
4. Иванков, В.Н. Диагностика морфологически близких видов дальневосточных красноперок рода *Tribolodon* (Osteichthyes: Cyprinidae) по структуре чешуи / В.Н. Иванков, В.А. Каплуненко, Е.Э. Борисовец // Биология моря. - 2016. - Т. 42. № 5. - С. 343-349.
5. Иванков, В.Н. . Таксономические различия и экологическая обусловленность строения чешуи у трех морфологически близких видов дальневосточных красноперок рода *Tribolodon* (Teleostei: Cyprinidae) / В.Н. Иванков, В.А. Каплуненко, Е.Э. Борисовец, А.О. Золотова // Биология моря. – 2017. - Т. 43. № 3 - С. 181-187.
6. Сёмина, А.В. Генетический анализ выявляет криптический вид у дальневосточных красноперок рода *Tribolodon* / А.В. Сёмина, Н.Е. Полякова, Вл.А. Брыков // Доклады Академии наук. - 2006. - Т. 407. № 4. - С. 571-573.
7. Сёмина, А.В. Анализ митохондриальной ДНК: Таксономические и филогенетические отношения в двух таксонах рыб (Pisces, Mugilidae, Cyprinidae) / А.В. Сёмина, Н.Е. Полякова, Вл.А. Брыков // Биохимия. – 2007. - Т. 72. № 12 - С. 1666-1679.

INTERSPECIES AND GEOGRAPHICAL VARIABILITY OF THE FAR EASTERN REDFINS SCALE STRUCTURE OF THE GENUS TRIBOLODON (TELEOSTEI: CYPRINIDAE).

Ivankov V., Borisovets E., Kaplunenko V., Zolotova A.

It turned out, that shapes of scales of T. hakonensis from Sakhalin Island and Primorsky region have more differences than two species (T. hakonensis and T. brandtii) of the Kievka River.

УДК 597.556.33.(470.26)(06)

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РАЗМЕРНО – ВЕСОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОКУНЯ ОЗЕРА ВИШТЫНЕЦКОГО В РАЗНЫЕ ПЕРИОДЫ ПРОМЫСЛА

Кириллова А.А.

ФГБОУ ВО «КГТУ», г. Калининград, Россия.

Знание особенностей роста рыб является одним из условий при изучении их

биологических характеристик, оценке их численности и состояния запасов. Размерно-весовые характеристики окуня одной возрастной группы в разные периоды времени могут значительно отличаться. Особое влияние на рост окуня могут оказывать обеспеченность пищей, промысел и многие другие факторы. Численность окуня в озере большая, однако промысловая значимость данного вида не столь высока. При этом он является излюбленным объектом ловли рыболовов-любителей [1]. В связи с этим изучение популяции окуня оз. Виштынецкого представляет значительный интерес.

В период промысла 1962-1990 гг. промысловые уловы окуня колебались от 0,1 (в 1963 г.) до 3,8 т (в 1964 г.), 1991-2015 гг. - промысловые уловы колебались от 0,03 (1998 г.) до 1,3 т (2012г.). На рис. 1 представлена динамика промысловых уловов окуня, с целью выявления характера изменения уловов также приводятся сглаженные кривые уловов, полученные методом взвешенной скользящей средней. Рассматривая тенденцию уловов в период промысла 1962-1990 гг. можно отметить, что она заметно убывает. Следует заметить, что в период 1988-1993 гг. на оз. Виштынецком окунь в принципе не ловился. В 1991 -2015 гг. несмотря на низкие величины уловов, наблюдается общая тенденция к слабому их увеличению. За этот период промысла уловы составили в среднем 0,6 т, что в два раза меньше, чем в 1991-2015 гг. - 1,3 т. В оба периода наблюдаются колебания уловов по годам, но в низкоинтенсивный период и видна меньшая изменчивость в уловах. После 90 - х годов наблюдалось резкое снижение промысловых уловах, которое обусловлено далеко не эколого-биологическими, а социально – экономическими причинами [3]. В период промысла 1962-1990 гг. на долю окуня приходилось 4 % от числа всех рыб в уловах, а 1991-2015гг. в абсолютных значениях уловы снизились чуть более чем в 2 раза, но доля окуня в улове возросла почти в два раза и составила 11%.

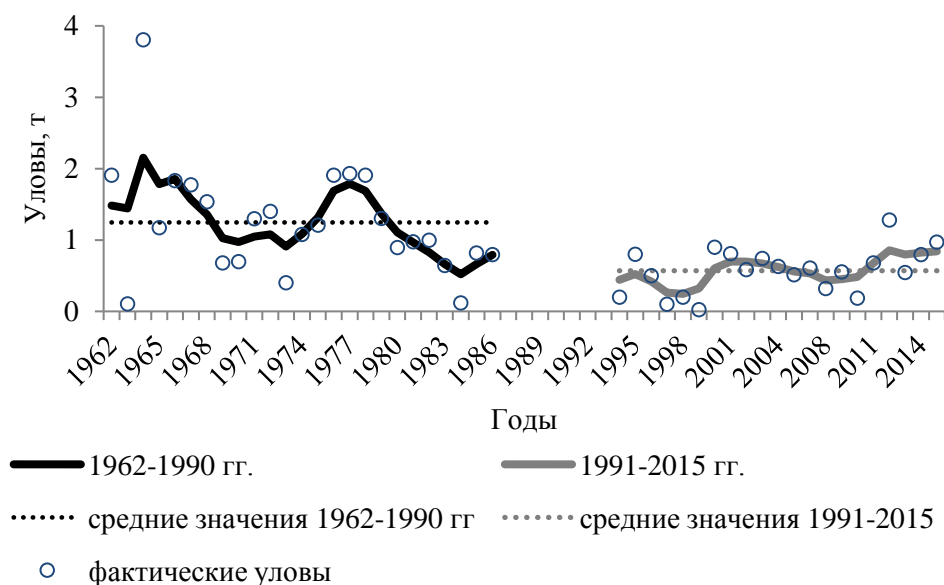


Рисунок 1 - Динамика вылова окуня оз. Виштынецкого в разные периоды промысла

Изучение размерно-весовых структур как комплексной характеристики состояния популяции представляет значительный интерес. Изменчивость окуня в период промысла 1962-1990 гг. по длине в пределах возрастных классов в целом оценивается как средняя (коэффициент вариации не превышает 17 %). В младших возрастах наблюдаются наименьшие показатели вариации, с возрастом изменчивость размеров тела увеличивается, достигая максимума к трем годам. Далее отмечено снижение изменчивости линейных размеров. Вероятно, это происходит из-за того, что часть популяции переходит на хищный тип питания, а другая часть еще питается бентосом. Именно с увеличением возраста большая часть популяции переходит к хищному образу жизни. Если говорить об изменчивости по длине в период промысла 1991-2015 гг., то в

целом она оценивается как низкая (коэффициент вариации не превышает 10%) (рис. 2). Что касается изменчивости весовых показателей в периоды с различной интенсивностью промысла, то ее возрастная динамика аналогична таковой для размерных показателей. Но в целом изменчивость оценивается как средняя и высокая. Длина окуня обладает меньшей изменчивостью, чем весовые характеристики, также был проведен анализ различий роста окуня в разные периоды промысла (рис. 3).

По наблюдаемым кривым роста обоих периодов нельзя сделать однозначный вывод о их различиях. В связи с этим было проведено сравнение средних длин по каждой возрастной группе. Достоверность различий оценивалась по критерию Стьюдента при уровне вероятности безошибочных прогнозов 0,95 [2]. Анализ средних длин показал отсутствие достоверных различий между ними, кроме четвертого года жизни. Аналогичные результаты были получены и для весового роста.

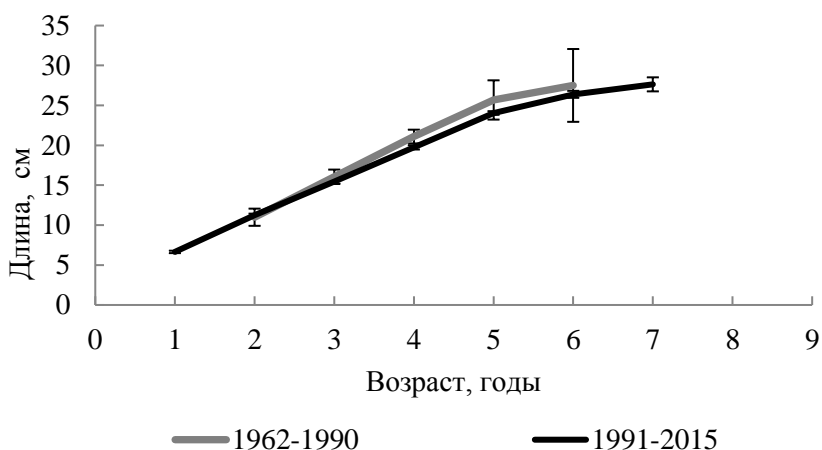


Рисунок 2 – Линейный рост окуня оз. Виштынецкого в разные периоды промысла

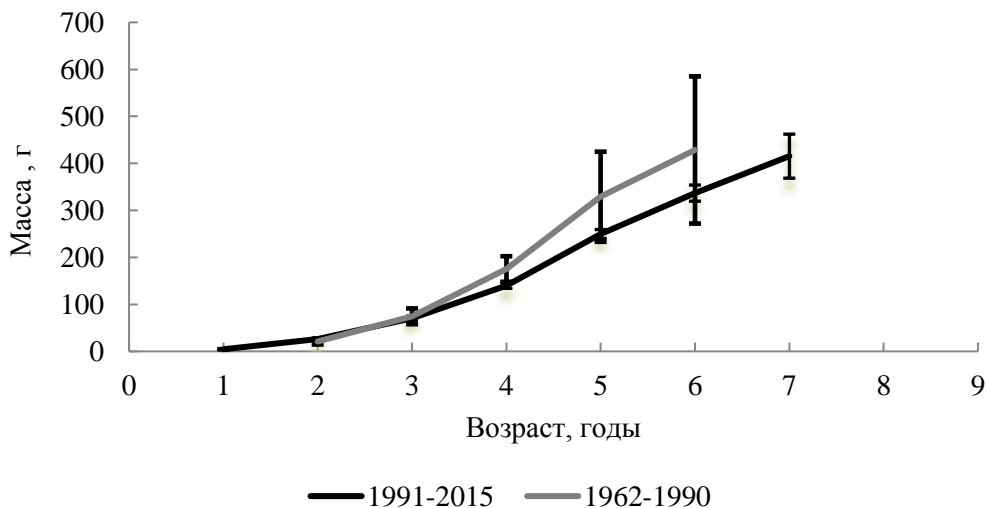


Рисунок 3 – Весовой рост окуня оз. Виштынецкого в разные периоды промысла

Проведённый анализ линейно-весовых характеристик свидетельствует об определённой зависимости между длиной тела и массой. Она описывается степенным уравнением, близки к кубическому, коэффициент корреляции составляет в обоих годах 0,99 (рис. 4). Если говорить о современном периоде, то можно отметить, что зависимость длина-масса за два года почти не отличается. Она также описывается степенным уравнением, а коэффициент корреляции в 2013 г.

составляет – 0,99, в 2014 г. - 0,98 (рис. 5).

В период промысла 1991-2015 гг. коэффициент аллометричности ниже (3,04), чем в 1962-1990 гг. (3,2). Эти различия нельзя объяснить только влиянием промысла на обеспеченность пищей, так как различия в коэффициентах уравнения зависимости масса – длина могут быть связаны с различиями в морфометрических характеристиках окуня в эти периоды. Для объяснения данного явления требуются дополнительные исследования.

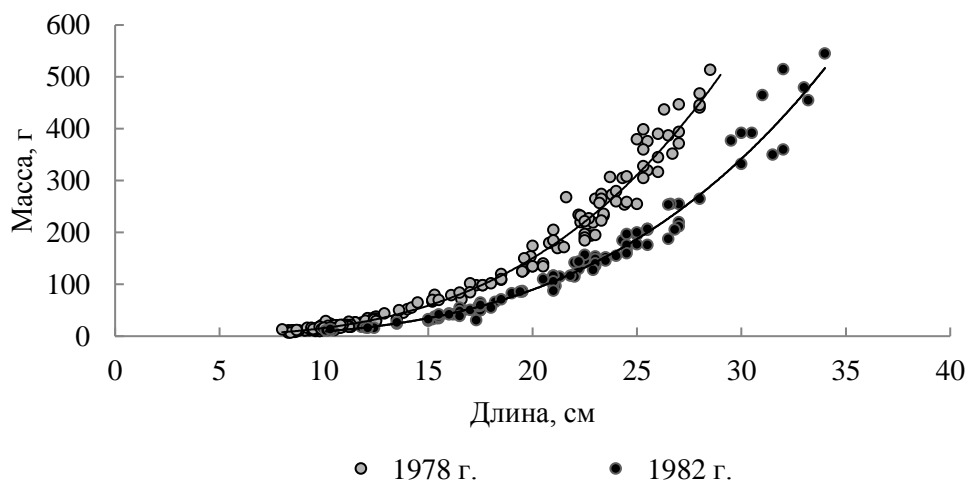


Рисунок 4 – Зависимость длина – масса окуня оз. Виштынецкого в период промысла 1962-1990 гг.

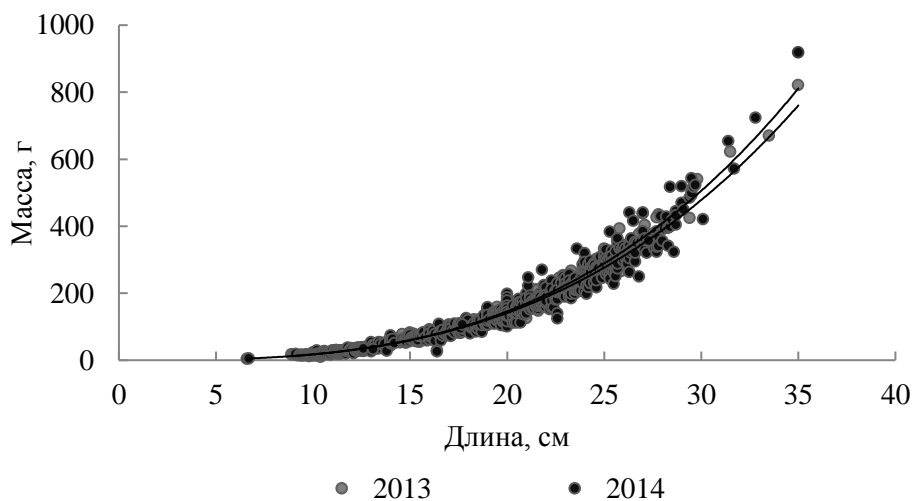


Рисунок 5 – Зависимость длина – масса окуня оз. Виштынецкого в современный период промысла

Выводы

1. Для промысла окуня оз. Виштынецкого в целом характерна значительная изменчивость уловов по годам, в период интенсивного рыболовства наблюдалась большая изменчивость уловов, чем в низкоинтенсивный, также в этот период отмечена общая тенденция к снижению уловов, в то время как в интенсивный период, наоборот, отмечается тенденция к их слабому увеличению.

2. В период промысла 1962-1990 гг. средние уловы окуня составили 1,25 т в год, на долю окуня приходилось 4 %, а в период промысла 1991-2015 гг. - 0,57 т в год, а доля окуня составила 11% .

3. Размерные показатели окуня оз. Виштынецкого в целом обладают средней изменчивостью, а весовые - высокой изменчивостью в обоих периодах.

4. В период низкоинтенсивного промысла коэффициент аллометричности ниже (3,04), чем в период интенсивного (3,2).

Список литературы

1. Озеро Виштынецкое: Природа, история, экология / под ред. В.В. Орлёнок. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2001. – 212 с.
2. Плохинский, Н.А. Биометрия.- Москва: МГУ, 1970. - 367 с.
3. Шибаев, С.В. Рыбохозяйственный кадастр трансграничных водоемов России (Калининградская область) и Литвы. Калининград/ С.В. Шибаев, М.М. Хлопников, А.В. Соколов: Изд-во «ИП Мишуткина И.В.», 2008. - 200 с.
4. Шибаев, С.В. Количественный анализ ихтиоценозов малых озер / С.В. Шибаев, А.В. Соколов // Инновации в науке и образовании – 2011: тр. IX Междунар. науч. конф.- Калининград, 2011. - Ч.1. - С. 40-41.

COMPARATIVE EVALUATION OF THE DIMENSIONAL WEIGHT INDICATORS OF THE PERCH OF THE LAKE VIŠTYTIS IN DIFFERENT PERIODS OF FISHING

Kirillova A.A.

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

The article is devoted to studying the biology of the perch of Lake Vištytis. The author reveals the goals, objectives, forms and types of study of this species. Particular attention is paid to the size and weight structure of the perch. The fishing value in the reservoir is estimated. The age, size, structure, length-mass ratio of perch of Lake Vištytis. in the Kaliningrad Region are analyzed.

УДК 597.54(261.24)(06)

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЯПУШКИ (COREGONUS ALBULA) ВОДОЕМОВ СЕВЕРО-ЗАПАДА ЕВРОПЫ И ОЗЕРА ВИШТЫНЕЦКОГО

Кривоpuskova E. B., Соколов А.В.

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
г. Калининград, Российская Федерация, e-mail: ¹katekrivopuskova@gmail.com, ²sokolov@klgtu.ru

Европейская ряпушка - уникальный представитель арктического фаунистического комплекса рыб на территории Калининградской области, обитает только в озере Виштынецком, где является одним из основных промысловых видов рыб. Вылов ее в 70-е годы достигал 29 т, однако в последнее десятилетие составляет менее 1 т [4]. Данная ситуация не является исключительной и для других популяций этого вида в водоемах европейской части. Причем в ряде озер отмечено депрессивное состояние вида. Это обусловлено воздействием на озера факторов, связанных с хозяйственной деятельностью человека: загрязнение сточными водами, антропогенное эвтрофирование, нерациональное ведение рыболовства.

В настоящее время проведены исследования большинства популяций ряпушки на всем ее ареале, вплоть до генетического сравнения популяций некоторых групп озер. Также осуществлялось сравнение различных параметров некоторых популяций в отдельных регионах (популяции ряпушки озер северо-востока Польши, популяции ряпушки западной части Литвы). В этих сравнениях использовались данные о стандартных размерно-весовых характеристиках, а также оценивались различные параметры роста. Однако комплексного сравнения популяций на всем ареале не проводилось.

Несмотря на имеющуюся информацию о состоянии популяций европейской ряпушки большинства озер северо-запада Европы, сведения о популяции данного вида в оз. Виштынецком немногочисленны, а информация о взаимосвязи трофического состояния и структурно-биологических показателях популяции полностью отсутствует.

Представленная работа является первым этапом в предварительной оценке возможных последствий увеличения трофического статуса оз. Виштынецкого на популяцию европейской ряпушки и возможности ее использования как биоиндикатора экологического состояния водоема.

Озеро Виштынецкое – это единственный пресноводный проточный олиготрофный водоем, расположенный на территории Калининградской области. Кроме того, в пределах акватории озера и его прибрежной части действует особый правовой статус. Это связано с тем, что по акватории озера проходит российско-литовская граница, а в границах прибрежной территории проходит еще и российско-польская граница. Данный водоем отличается от других озер региона не только своим трофическим уровнем, но и морфологическими особенностями. Это самый большой (площадь озера 18,3 км²) и самый глубокий (максимальная глубина 51 м) водоем области [1].

В последние несколько лет прибрежная территория озера Виштынецкого стала активно развиваться в сторону увеличения ее рекреационной привлекательности, что, в свою очередь, уже привело к увеличению потока отдыхающих [2]. Дальнейшее развитие этой территории без предварительной оценки приемных возможностей оз. Виштынецкого и разработки природоохранных мероприятий может привести к увеличению трофического статуса водоема и изменению различных параметров популяции гидробионтов.

Материал для данной работы был собран в период полевых исследований на оз. Виштынецком в 2007-2016 гг. Вылов осуществлялся ставными сетями с шагом ячеи от 10 до 20 мм. Для оценки положения популяции европейской ряпушки оз. Виштынецкого в системе популяций других озер северо-запада Европы использовались результаты исследований, полученные как российскими, так и зарубежными учеными (в основном данные польских, литовских и английских исследователей).

В настоящее время можно выделить следующие характерные структурно-биологические параметры популяции европейской ряпушки оз. Виштынецкого:

размерная структура популяции ряпушки в контрольных уловах в 2007-2016 гг. представлена длинами от 9 до 18 см, средняя длина ряпушки в контрольных уловах составляет 14,4 см [3];

возрастная структура популяции ряпушки состоит из шести возрастных групп, минимальный возраст, отмеченный в контрольных уловах – 1 год, максимальный возраст – 6 лет, средний возраст – 3,5 года;

средняя масса ряпушки в контрольных уловах составляет 20 г.

Для сравнения исследуемой популяции европейской ряпушки использовались материалы о состоянии популяций ряпушки в других районах ее обитания. Для некоторых сравниваемых водоемов имеется не полный список биологических показателей, поэтому в сравнении использовались только структурно-биологические параметры популяций.

В данной работе сравниваются биологические показатели популяций ряпушки следующих озер: Виштынецкого, Pelcz Wielki (Польша), Bytuń Wielki (Польша), Weltyń (Польша), Loch Skene (Великобритания), Bassenthwaite lake (Великобритания), Derwent water (Великобритания) и др. В общей сложности были проанализированы данные о состоянии популяций европейской ряпушки в 42 озерах.

Независимо от морфометрических и экологических показателей все озера имеют общие черты. Для всех озер характерно наличие хорошо выраженной пелагической части озер, низкие температуры воды в летнее время, наличие песчано-галечных грунтов в прибрежной части, высокое содержание растворенного кислорода.

В то же время состояние популяций в некоторых озерах можно оценить как критическое. Так, популяции Bassenthwaite lake (Великобритания) и Derwent water (Великобритания) [9] отличаются достаточно низким уровнем численности и в настоящее время их промысловая

эксплуатация полностью законодательно запрещена.

Среди большого количества факторов, влияющих на состояние популяции ряпушки в озере, можно выделить несколько главных (увеличение рекреационной нагрузки, сброс неочищенных сточных вод, перелов, изменение водного режима водоема), которые (на примере Великобритании) привели к исчезновению и деградации существующих там популяций. Исторически в Великобритании существовало 4 популяции ряпушки в озерах Mill Loch, Castle Loch (Scotland), Bassenthwaite lake и Derwent Water. Все эти популяции исторически были промысловыми, однако нерациональное использование запасов (озера Шотландии) и хозяйственная деятельность человека на побережьях (реконструкция канализационных систем) привели к подрыву запасов ряпушки в данных водоемах. В настоящее время в Великобритании осталось лишь две исконные популяции в Bassenthwaite lake и Derwent Water [9].

Большинство исследуемых водоемов являются мезотрофными, также встречаются и эвтрофные водоемы, к примеру, озеро Loch Skene, где популяция ряпушки появилась в результате ее интродукции в 1999 году из двух других водоемов Великобритании - Bassenthwaite lake и Derwent water. В настоящее время эта популяция занесена в реестр популяций ряпушки на территории Великобритании.

Данные о размерно-весовых показателях популяций европейской ряпушки в этих озерах были сгруппированы согласно трофическому статусу водоемов (табл. 1). Анализируя данные можно сделать вывод, что с увеличением трофического статуса водоема закономерно возрастает средняя длина и средняя масса особей европейской ряпушки в промысловых уловах. В то же время с переходом озер в эвтрофное состояние, несмотря на увеличение весовых показателей, темпы роста средних размеров особей замедляются, а состояние популяции в целом можно оценить как критическое.

Таблица 1 – Размерно-весовые показатели популяций европейской ряпушки в зависимости от трофического статуса водоема [5-9]

Трофический статус водоема	Средняя длина, см	Средняя масса, г	Кол-во озер
Олиготрофный	13,7±0,04	21,0±0,1	3
Мезотрофный	20,0±0,06	37,0±0,3	29
Эвтрофный	19,7±0,03	70,6±0,2	10

Олиготрофный статус водоема предполагает достаточно низкие размерно-весовые показатели, но, в свою очередь, ввиду формирования благоприятных условий среды, состояние популяций европейской ряпушки таких водоемов оценивается как благополучное.

Размерно-весовые показатели популяции европейской ряпушки оз. Виштынецкого близки к показателям популяций озер с олиготрофным статусом. По имеющимся данным о средней длине этого вида рыб в сравниваемых озерах можно сделать вывод, что из трех олиготрофных озер самая мелкая обитает в оз. Stechlin (Германия), а наиболее крупной ряпушку можно обнаружить в оз. Вутуй Wielki (Польша), несмотря на его мезотрофный статус.

Проведенный анализ данных о средней массе ряпушки в исследуемых водоемах показал, что наиболее крупные экземпляры встречаются в оз. Вутуй Wielki, наиболее мелкие в оз. Виштынецком. Необходимо также отметить, что ряпушка оз. Loch Skene по сравнению с оз. Витынецким имеет большую среднюю массу в уловах, что связано с различным трофическим уровнем этих водоемов.

Независимо от размерно-весовых показателей возрастной состав популяций остается постоянным. Для всех исследуемых популяций возраст созревания одинаков и составляет 2 года, средний возраст в уловах неодинаков (для большинства озер средний возраст составляет 3 года). В отличие от других озер, средний возраст ряпушки оз. Виштынецкого - 3,5 года. Исходя из этого можно сделать вывод, что популяция ряпушки оз. Виштынецкого отстает по показателям роста от других сравниваемых популяций.

Максимальный наблюдаемый возраст в контрольных уловах различный: наибольшее

количество возрастных групп для уловов характерно для озер Bassenthwaite lake и Derwent water – 8 возрастных групп, что связано с полным отсутствием коммерческого промысла в этих водоемах.

В ходе данного исследования был проведен сравнительный анализ уравнения зависимости «длина-масса» для рассматриваемых популяций (табл. 2).

Таблица 2 - Зависимость «длина-масса» [5-8]

Озеро	Страна	Зависимость между линейным и весовым ростом
Виштынецкое	Россия	$y=0.0000127x^{2.90}$
Pelcz Wielki	Польша	$y=0.00006x^{2.61}$
Bytyń Wielki		$y=0.00001x^{2.97}$
Weltyń		$y=0.0000004x^{3.57}$
Pluszne		$y=0.0119x^{2.634}$
Morzyczko		$y=0.0013x^{2.063}$
Siecino		$y=0.00004x^{3.5676}$
Miedwie		$y=0.00006x^{2.6576}$

По полученным графикам (рисунок) видно, что теоретически рассчитанные параметры роста ряпушки Виштынецкого озера при длинах от 11 см до 14 см почти не уступают параметрам роста в польских озерах, в дальнейшем рост замедляется и становится намного ниже после 15 см. Среди польских озер выделяется оз. Weltyń. Для которого характерен замедленный темп роста до длины 15 см, затем темп роста ускоряется и к 20 см он начинает превышать рост во всех других водоемах.

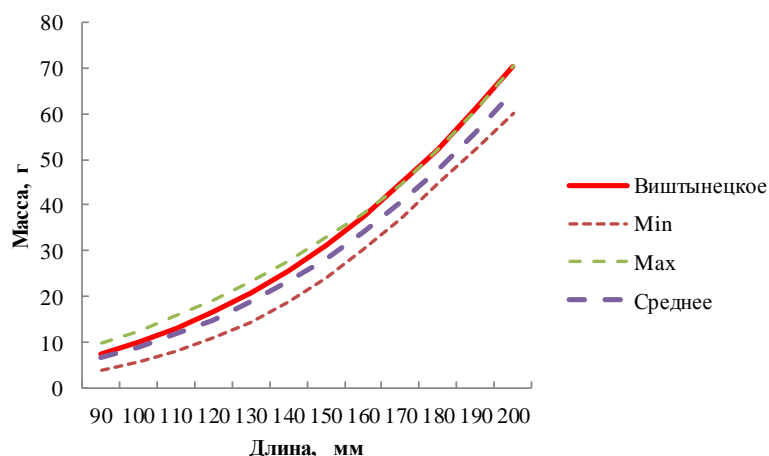


Рисунок - Зависимость «длина-масса»

Согласно проведённому анализу данных сравнения структурно-биологических показателей популяций европейской ряпушки озер северо-запада Европы и оз. Виштынецкого можно сделать следующие выводы:

- для популяций европейской ряпушки водоемов северо-запада Европы характерны высокие уровни эксплуатации запасов (среднегодовой улов в этих озерах превышает 10 т) [6], за исключением популяций, находящихся в критическом состоянии. Среднегодовые уловы ряпушки в оз. Виштынецком в период наибольшей интенсивности промысла (период с 1970 по 1980 гг.) были сопоставимы с среднеевропейским. В настоящее время в этом водоеме наблюдается снижение промысловой значимости данной популяции (среднегодовой улов не 1,5 т) из-за уменьшения средней длины и средней массы особей в уловах;

- для всех водоемов северо-запада Европы наблюдается тенденция увеличения значений биологических показателей различных популяций ряпушки с повышением уровня трофности водоема, за исключением эвтрофных, в которых отмечено замедление темпов роста средних

размеров особей популяции, несмотря на возрастание темпов увеличения средней массы;

- отсутствие эффекта увеличения средней длины и средней массы особей с возрастанием темпов антропогенного эвтрофирования, наблюдаемого в других водоемах северо-запада Европы, у популяции ряпушки оз. Виштынецкого свидетельствует о наличии в водоеме стабильных условий для существования данного вида;

- главными характеристиками водоемов, которые обеспечивают стабильное существование ряпушки, являются: наличие обширной профундальной зоны, относительно большие глубины (более 20 м), низкие температуры воды в пелагиали и высокие концентрации кислорода (более 6 мг/дм³) на протяжении всего года. Вместе с тем трофический уровень водоема оказывает влияние на реализацию биопродукционного потенциала европейской ряпушки в водоеме.

Согласно проведенному анализу, условия обитания ряпушки в оз. Виштынецком не позволяют ей в настоящее время полностью реализовать её биопродукционные параметры. Однако в целом состояние популяции в этом водоеме в настоящий момент соответствует его олиготрофному статусу. Проведенные исследования позволяют использовать полученные результаты в качестве биоиндикации экологического состояния оз. Виштынецкого, в том числе темпов его эвтрофирования, а также оценки возможности перехода водоема в мезотрофное состояние.

Список литературы

1. Берникова, Т.А. Многолетние изменения содержания органических веществ в воде как показатель трофического уровня озера Виштынецкого / Т. А. Берникова, Н. Н. Нагорнова, Н. А. Цупикова // Известия КГТУ. - Калининград, 2013, № 28.-С.70-78.

2. Кривоускова, Е.В. Источники антропогенной нагрузки на озеро Виштынецкое в пределах его водосборного бассейна / Е.В. Кривоускова, А.В. Соколов // IV Балтийский форум. Международная научная конференция «Водные биоресурсы, аквакультура и экология». – Калининград, ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2016. – С. 43-46

3. Кривоускова, Е.В. Многолетняя динамика возрастной структуры европейской ряпушки в оз. Виштынецком / Е.В. Кривоускова, А.В. Соколов // III Балтийский морской форум. Международная научная конференция "Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов" - Калининград, (26-27 мая 2015 г.) - Калининград: КГТУ, 2015.- С. 35-38

4. Шибяев, С.В. Первые результаты оценки численности рыб методом гидроакустики в оз. Виштынецком Калининградской области / С.В. Шибяев, А.И. Дегтев, А.В. Алдушин, А.В. Соколов //Труды V научной конференции «Инновации в науке и образовании – 2007» (23-25 октября). – 2007. – Калининград: КГТУ, 2007. – С. 97-98.

5. Czerniejewski, P., Raczyński M., Wawrzyniak W. Age, growth rate, and condition of vendace, *Coregonus albula* (L.), from some Pomeranian Lakes (NW Poland) // Acta Ichthyol. Piscat. – 2006. – № 36(1). – С. 65-72.

6. Czerniejewski, P., Wawrzyniak W. Management of vendace (*Coregonus albula*) in the lakes of north-west Poland in the late twentieth and early twenty-first centuries // Arch. Pol. Fish. – 2006. – Vol. 14. - С. 105-121.

7. Czerniejewski, P., Czerniawski R. Age, growth and condition of vendace (*Coregonus albula*) from Lakes Morzycko and Peicz (N-W Poland) // Zool. Pol. – 2004. –Vol. 49. – С.159-170.

8. Kozłowski, K., Kozłowski J., Poczuczynski P., Martyniak A. Age and growth of vendace, *Coregonus albula* (L.), from Lake Wigry (northeast Poland) // Arch. Pol. Fish. – 2010. - Vol. 18. – С. 239-245.

9. Winfield, I.J., Fletcher, J.M. and James, J.B. Conservation ecology of the vendace (*Coregonus albula*) in Bassenthwaite Lake and Derwent Water, U.K. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.sekj.org>.

**COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF BIOLOGICAL PARAMETERS OF
VENDACE (*COREGONUS ALBULA*) IN THE LAKES OF THE NORTH-WEST EUROPE
AND VISHTYNETSKOE LAKE**

Krivopuskova E.V., Sokolov A.V.

Based on available data, have been done the comparative characteristic of biological parameters of vendace populations of Vistynetskoe lake and the lakes of the north-west Europe. The relation between the total length and weight of vendace of this populations was compared. Analysis of biological parameters showed some rather low biological parameters of the population of vendace Vistynetskoe, it's impossibility now to realize their full action potential of growth.

УДК 597.585.1

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БУРОГО МОРСКОГО ПЕТУШКА
ALECTRIAS ALECTROLOPHUS (STICHAEIDAE) АВАЧИНСКОЙ ГУБЫ (ВОСТОЧНАЯ
КАМЧАТКА)**

¹Мурашева М. Ю., ²Токранов А. М.

¹Камчатский государственный университет им. Витуса Беринга, Петропавловск-Камчатский, Россия, rossiavaslubit@gmail.com, ²Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, Россия, tok_50@mail.ru

Бурый морской петушок *Alectrias alectrolophus* – широко распространенный в северо-западной части Тихого океана представитель сем. Stichaeidae, который встречается от зал. Де-Кастри Японского моря почти до Берингова пролива (включая Охотское море, тихоокеанские воды Японии, Курильских, Командорских о-ов и Камчатки) и далее на восток до западного побережья Аляски [1, 2, 6, 11, 14, 16]. Это типично литоральный вид (хотя известны его находки на глубине до 100 м), постоянно обитающий в период открытой воды в приливно-отливной зоне, оставаясь здесь в укрытиях под камнями и в лужах во время отливов. В галечно-валунных биотопах Авачинской губы бурый морской петушок считается массовым видом [3, 9, 10, 17], который, в связи с более чем двукратным сокращением видового состава ихтиофауны приливно-отливной зоны данного водоёма в результате антропогенного воздействия, с конца 1980-х годов составляет основу его литорального ихтиоценоза [7]. Массовость и обитание в приливно-отливной зоне позволяют рассматривать бурого морского петушка как возможный биологический индикатор экологического состояния литорали Авачинской губы при различных антропогенных воздействиях, прежде всего – загрязнении. Поскольку сведения о его биологии в данном водоёме на сегодняшний день крайне ограничены [3, 9, 10], в 2014-2016 гг. нами были проведены исследования, результаты которых дают возможность получить представление о размерно-возрастной и размерно-половой структуре, а также составе пищи этого представителя стихеевых рыб в Авачинской губе.

Материалом для настоящего сообщения послужили сборы авторов, выполненные в мае-сентябре 2014-2016 гг. на двух подверженных значительному антропогенному воздействию участках приливно-отливной зоны северо-восточной части Авачинской губы, один из которых расположен вблизи пос. Сероглазка рядом с местом базирования рыболовецких судов (его обследование проводили регулярно в течение трёх лет), второй (здесь наблюдения осуществляли лишь в 2016 г.) – у сопки Никольской в самом центре Петропавловска-Камчатского. Бурого морского петушка ловили руками под камнями в приливно-отливных лужах во время максимальных отливов. Выловленных рыб фиксировали в 6% - ом формалине, затем в лабораторных условиях измеряли с точностью до 1 мм и взвешивали с точностью до 0,1 г. Всего за период наблюдений около 3,2 тыс. особей бурого морского петушка подвергнуто массовому

промеру и свыше 1,3 тыс. - биологическому анализу. Возраст 131 экз. петушка определяли по чешуе. В дальнейшем результаты всех массовых промеров с помощью размерно-возрастного ключа были переведены на возраст. Обработку содержимого желудков 928 экз. бурого морского петушка вели количественно-весовым методом в соответствии с «Методическим пособием...» [8], все организмы определяли по возможности до вида. Статистическую обработку проводили по общепринятой методике [5].

Результаты выполненных в 2014-2016 гг. исследований позволяют сделать вывод, что в период с мая по сентябрь во время отливов бурый морской петушок - практически единственный массовый представитель ихтиофауны на обследованных участках литорали северо-восточной части Авачинской бухты, доля которого по численности вблизи пос. Сероглазка в 2014-2016 гг. составляла 99,8%, а у сопки Никольской в 2016 г. - 99,9%. Кроме него здесь единично зарегистрированы два вида маслюков (Pholidae) - длиннобрюхий *Rhodymenichthys dolichogaster* и полосатый *Pholis fasciata*, а также малёк дальневосточного керчака *Myoxocephalus stelleri* (Cottidae) [10]. В период наблюдений наибольшее количество особей бурого морского петушка (до 12-15 рыбок, укрывшихся под камнями в одной лужице) обнаружено на расстоянии от 30 до 80 см от уреза воды, хотя его отдельные экземпляры попадались на удалении до 1,5-2 м от уровня максимального отлива.

Бурый морской петушок является мелким, короткоцикловым видом сем. Stichaeidae, максимальная длина которого, согласно имеющейся в литературе информации, не превышает 15 см [14], а продолжительность жизни 6 лет [4, 13]. По нашим данным, наибольший его зарегистрированный размер в Авачинской губе составляет 143 мм, масса тела - 15,9 г, а предельный возраст - 7 лет. В целом в мае-сентябре 2014-2016 гг. на двух обследованных участках её литорали бурый морской петушок был представлен особями размером 30-143 (в среднем $87,2 \pm 0,3$) мм с массой тела 0,3-15,9 (в среднем $4,7 \pm 0,1$) г в возрасте от сеголеток до 7 лет. Однако более половины из них (51,6%) составляли четырёхлетки (3+) длиной 81-100 мм и массой 3-6 г.

Сравнение размерно-возрастного состава бурого морского петушка, пойманного на участках литорали вблизи пос. Сероглазка и у сопки Никольской, свидетельствует, что в летние месяцы 2016 г. он различался незначительно. На обоих участках в июне-июле основу уловов составляли четырёхлетки (52,7 и 57,7% соответственно) длиной 81-100 мм (53,9 и 58,9%). Правда, на литорали у сопки Никольской в эти месяцы было выше относительное количество крупных особей размером более 100 мм.

Имеющиеся в нашем распоряжении материалы позволяют проанализировать межгодовую и сезонную динамику размерно-возрастной структуры бурого морского петушка в Авачинской губе. Несмотря на некоторые колебания, в июне-июле 2014-2016 гг. кривые его размерного состава на участке вблизи пос. Сероглазка ежегодно имели сходный, двухвершинный характер с модальными значениями в 2014 г. 61-65 и 91-95 мм (соответственно, 6,2 и 23,1%), в 2015 г. - 61-65 и 86-90 мм (20,5 и 11,6%), а в 2016 г. - 56-60 и 86-90 мм (5,8 и 18,6%). Первые из них, по нашей оценке, соответствовали двухлеткам (1+), тогда как вторые - в основном четырёхлеткам (3+). Поскольку обловы бурого морского петушка постоянно проводили на одном и том же участке литорали в сходные календарные сроки, значительное увеличение здесь доли его двухлеток в июне-июле 2015 г. по сравнению с предыдущим и последующим годами, скорее всего, обусловлено появлением более многочисленного поколения этого вида.

В период с мая до начала августа, в связи с ростом двухлеток, минимальная длина рыб, выловленных в 2016 г. на обследованных участках литорали вблизи пос. Сероглазка и у сопки Никольской, постепенно возрастала с 46 до 55 мм. Одновременно происходило увеличение средних размеров и возраста бурого морского петушка с 84,9 мм и 2,71 года в июне до почти 95 мм и 3,35 лет в августе. Однако с середины этого месяца среди пойманных рыб начали единично появляться его сеголетки длиной 30-36 мм, относительное количество которых в сентябре увеличилось до 4,2%, и они стали формировать одну из ранее отмеченных модальных групп размерного состава, представители которой на следующий год будут двухлетками.

Зависимость между длиной и массой тела бурого морского петушка в Авачинской губе

довольно точно описывается уравнением $W = 0.0004 TL^{3.139}$, где W - масса рыбы, г; TL – общая длина рыбы, мм. Вычисленный по этой формуле теоретический ряд регрессии хорошо совпадает с эмпирическими данными, в связи с чем в дальнейшем она может быть использована при определении средней массы данного представителя сем. Stichaeidae по длине в рассматриваемом районе в полевых условиях.

Анализ имеющихся в нашем распоряжении данных за 2014-2016 гг. свидетельствует, что, хотя размерно-весовые показатели одновозрастных особей разного пола бурого морского петушка в целом довольно сходны, максимальная длина его самок достигает 143 мм, а масса тела – 14,9 г, тогда как самцов – соответственно, 135 мм и 15,9 г. Продолжительность жизни последних, по нашим данным, не превышает 6 лет. В целом же в мае-сентябре наиболее многочисленными на обследованных участках литорали Авачинской губы были четырёхлетки бурого морского петушка обоих полов, представленные самцами размером 81-100 мм (67,1%), а самками – 91-110 мм (52,5%) с массой тела от 2 до 8 г (соответственно, 87,9 и 72,9%). Относительное количество первых в Авачинской губе, как и в Тауйской Охотского моря [13], выше, чем вторых (соответственно, 59,2 и 40,8%). Заметно доминируют они (до 67,2%) и среди рыб длиной от 60 до 100 мм. Однако среди более крупных особей доля самок постепенно увеличивается, достигая 100% при длине бурого морского петушка свыше 140 мм.

Согласно имеющимся в литературе данным, по типу питания бурый морской петушок - бентофаг, использующий в пищу различных мелких донных беспозвоночных, в первую очередь ракообразных, моллюсков и червей [1, 4, 12, 13]. По материалам К.А. Виноградова [3], главными кормовыми организмами этому виду в Авачинской губе в 1930-е годы служили многощетинковые черви (преимущественно *Eteone longa*) и брюхоногие моллюски рода *Littorina*. Результаты наших исследований свидетельствуют, что в настоящее время в летние месяцы основной пищей бурого морского петушка в приливно-отливной зоне Авачинской губы, как и в других районах его обитания [12, 13], являются бокоплавы Amphipoda (от 56 до 87% по массе). Заметную роль (от 17 до 35% по массе) на участке у сопки Никольской играют также брюхоногие моллюски Gastropoda. Значение же представителей всех остальных групп беспозвоночных сравнительно невелико. Своеобразная особенность питания этого петушка в Авачинской губе - потребление им в первой половине июня личинок, по-видимому, собственного вида (в 2014 г. 8 их экз. длиной 14-19 мм обнаружены в желудках пяти более крупных особей размером 61-96 мм, в 2015 г. 1 экз. длиной 15 мм зарегистрирован у петушка размером 64 мм), что ранее никто никогда не отмечал. Возможно, это обусловлено достаточно высокой концентрацией личинок бурого морского петушка в приливно-отливной зоне в рассматриваемый период, так как, судя по данным К.А. Виноградова [3] о сроках его нереста (апрель), к началу июня они уже завершают пелагическую стадию своего развития и переходят к донному образу жизни на литорали. В дальнейшем, по мере роста, мальки становятся недоступными как кормовые объекты для своих более крупных собратьев, поэтому не встречаются в их желудках. Хотя бокоплавы являются главной пищей (в июне-июле - от 80 до 87,9% по массе) всех особей бурого морского петушка, с увеличением размеров рыб потребление ими брюхоногих моллюсков Gastropoda возрастает с 7,6% у наиболее мелких экземпляров (менее 80 мм) до 13,2% по массе у самых крупных (свыше 110 мм). Наряду с этим, по мере роста увеличиваются также размеры бокоплавов, используемых бурым петушком в пищу: если у молоди длиной 41-60 мм их величина составляет в среднем 3,8 мм, то у взрослых рыб (свыше 100 мм) – 12,2 мм [9]. Подобные различия в величине потребляемых бокоплавов, очевидно, снижают пищевую конкуренцию у особей бурого морского петушка разных размеров, обитающих в одном биотопе.

Результаты выполненных нами исследований позволяют сделать вывод, что бурый морской петушок - мелкий, короткоцикловый вид сем. Stichaeidae, который в период с мая по сентябрь в литоральной зоне Авачинской губы представлен особями размером от 30 до 143 мм с массой тела 0,3-15,9 г в возрасте от сеголеток до 7 лет, более половины из которых составляют четырёхлетки длиной 81-100 мм и массой 3-6 г. Хотя размерно-весовые показатели одновозрастных самцов и самок бурого морского петушка довольно сходны, продолжительность жизни вторых достигает 7 лет, тогда как у первых не превышает 6 лет. В мае-сентябре на

галечно-валунных участках литорали Авачинской губы наиболее многочисленны четырёхлетки бурого морского петушка обоих полов, представленные самцами размером 81-100 мм, а самками – 91-110 мм с массой тела от 2 до 8 г. Относительное количество первых из них в Авачинской губе как в целом, так и среди рыб длиной 61-100 мм, выше, чем вторых. Однако среди более крупных особей доля самок постепенно увеличивается, достигая 100% при длине бурого морского петушка свыше 140 мм.

Несмотря на некоторые межгодовые колебания, кривые размерного состава бурого морского петушка в Авачинской губе ежегодно в летние месяцы имеют сходный, двухвершинный характер с модальными значениями от 56 до 65 и от 86 до 95 мм, соответствующими двухлеткам (1+) и четырёхлеткам (3+). В период с мая до начала августа, в связи с ростом двухлеток, минимальная длина бурого морского петушка в приливно-отливной зоне Авачинской губы постепенно возрастает и одновременно происходит увеличение средних размеров и возраста этого вида в уловах. С середины августа на литорали начинают единично появляться его сеголетки длиной 30-36 мм, относительное количество которых в сентябре увеличивается, и они формируют новую модальную группу особей.

По типу питания бурый морской петушок - бентофаг, использующий в пищу различных мелких донных беспозвоночных. Однако кормовыми объектами ему в приливно-отливной зоне Авачинской губы в летние месяцы в настоящее время служат в основном бокоплавы (от 56 до 87%) и брюхоногие моллюски (до 22-35% по массе).

Список литературы

1. Андрияшев, А.П. Рыбы северных морей СССР / А.П. Андрияшев. – Москва: Изд-во АН СССР, 1954. - 566 с.
2. Борец, Л.А. Аннотированный список рыб дальневосточных морей / Л.А. Борец. - Владивосток: ТИНРО-Центр, 2000. - 192 с.
3. Виноградов, К.А. Фауна прикамчатских вод Тихого океана: дис. ... докт. биол. наук / К.А. Виноградов. - Ленинград: ЗИН АН СССР, 1946. - 783 с.
4. Колпаков, Е.В. Размерно-возрастной состав, рост и питание бурого морского петушка *Alectrias alectrolophus* (Pisces: Stichaeidae) из залива Ольга Японского моря / Е.В. Колпаков, П.Г. Милованкин // Вопр. ихтиологии. – 2014. - Т.54. - Вып.3. - С.372-376.
5. Лакин, Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. - Москва: Высшая школа, 1980. - 292 с.
6. Линдберг, Г.У. Рыбы Японского моря и сопредельных частей Охотского и Желтого морей. Ч. 4. Teleostomi. XXIX. Perciformes. Blennioidei. Gobioidi / Г.У. Линдберг, З.В. Красюкова. - Ленинград: Наука, 1975. - 463 с.
7. Матюшин, В.М. Изменения литоральной ихтиофауны Авачинской губы как показатель степени антропогенного воздействия / В.М. Матюшин // Матер. V регион. науч.-практич. конф. «Рац. исполъз. ресурсов Камчатки, прилег. морей и развит. производит. сил до 2010 г.». - Петропавловск-Камчатский: ДВО АН СССР, 1989. - Т.1. Сост. природн. комплексов. Природн. ресурсы. Охрана природы. - С.58-59.
8. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. - Москва: Наука, 1974. - 254 с.
9. Токранов, А.М. Некоторые черты биологии бурого морского петушка *Alectrias alectrolophus* (Stichaeidae) Авачинской бухты (Восточная Камчатка) / А.М. Токранов // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Тез. докл. XV межд. науч. конф., посвящ. 80-летию со дня основания Кроноцкого гос. природн. биосферного заповедника (18-19 ноября 2014 г.). – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2014. – С. 209-213.
10. Токранов, А.М. Размерный состав бурого морского петушка *Alectrias alectrolophus* (Stichaeidae) Авачинской бухты (Восточная Камчатка) / А.М. Токранов, М.Ю. Мурашева // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Матер. XVII межд. науч. конф., посвящ. 25-летию организации Камчатского института экологии и природопользования ДВО РАН (16-17 ноября 2016 г.). - Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2016. – С.252-256.

11. Каталог морских и пресноводных рыб северной части Охотского моря / В.В. Федоров [и др]. - Владивосток: Дальнаука, 2003. - 204 с.
12. Цурпало, А.П. Трофические характеристики литоральных рыб *Alectrias alectrolophus alectrolophus* и *Stichaeopsis nana* (Stichaeidae) о-ва Шикотан (Курильские острова) / А.П. Цурпало // Вопр. ихтиологии. – 1993. - Т.33. - Вып.2. - С.309-312.
13. Чегодаева, Е.А. Новые данные по морфологии и биологии морского петушка *Alectrias alectrolophus* (Stichaeidae) Тауйской губы Охотского моря / Е.А. Чегодаева // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Матер. VI науч. конф. (Петропавловск-Камчатский, 29-30 ноября 2005 г.). - Петропавловск-Камчатский: Изд-во «Камчатпресс», 2005. - С.164-168.
14. Прибрежные рыбы северной части Охотского моря / И.А. Черешнев [и др]. - Владивосток: Дальнаука, 2001. - 197 с.
15. Шейко, Б.А. Класс Cephalaspidomorphi – Миноги. Класс Chondrichthyes – Хрящевые рыбы. Класс Holosephali – Цельноголовые. Класс Osteichthyes – Костные рыбы // Каталог позвоночных животных Камчатки и сопредельных морских акваторий / Б.А. Шейко, В.В. Федоров. - Петропавловск-Камчатский: Камч. печатный двор, 2000. - С. 7-69.
16. Mecklenburg, C.W. Fishes of Alaska / C.W. Mecklenburg, T.A. Mecklenburg, L.K. Thorsteinson. - Bethesda, Maryland: American Fisheries Society, 2002. - XXXVII+1037 p.+40 Pl.
17. Popov, A.M. 1933. Fishes of Avatcha Bay on the Southern Coast of Kamtchatka / A.M. Popov. // Copeia. – 1933. - №2. - P.59-67.

**BIOLOGICAL CHARACTER OF STONE COCKSCOMB ALECTRIAS
ALECTROLOPHUS (STICHAEIDAE) OF THE AVACHA BAY (EASTERN KAMCHATKA)**

¹Murasheva M., ²Tokranov A.

¹Kamchatka State University by V. Bering, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, rossiavaslubit@gmail.com, ²Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute FEB RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, tok_50@mail.ru

The size-age, size-sexual structure and feeding of stone cockscomb Alectrias alectrolophus in the Avacha Bay was investigated. It was shown that the species of the stone cockscomb at the age interval from 0+ to 7 years with of 30-143 mm body length and 0,3-15,9 g mass were found during May through September in the tide zone. Major part of fish, however, were at the age 3+ with of 81-100 mm body length and 3-6 g mass. The amphipods are found to be the basic diet (56-87% of the total foodmass) of stone cockscomb now.

УДК 593.96:664.951.014 (268)

**ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И БИОХИМИЧЕСКИХ
СВОЙСТВ МАЛОИЗУЧЕННЫХ ГОЛОТУРИЙ (*MOLPADIA ARCTICA*, *MOLPADIA
BOREALIS*) БАРЕНЦЕВА И КАРСКОГО МОРЕЙ**

Мухортова А.М., Лыжов И.И., Узбекова О.Р., Новиков В.Ю., Мухин В.А.

ФГБНУ «Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н. М. Книповича», Мурманск, Россия, e-mail: mukhort@pinro.ru

*В сравнительном аспекте изучены показатели размерно-массового, химического состава и некоторые биохимические показатели частей тела представителей иглокожих *Molpadia arctica* и *Molpadia borealis*. Технохимические исследования по данным объектам проведены впервые, что позволяет начать формирование банка данных по химическому составу и*

Расширение сырьевой базы Северного рыбопромыслового бассейна за счет освоения новых объектов - актуальная задача для развития рыбохозяйственного комплекса страны. Иголокожие представляют большой интерес в качестве сырья для производства лекарственных препаратов и биологически активных добавок. Информация по биологии таких представителей класса голотурий (Holothuroidea) как *Molpadia arctica* и *Molpadia borealis* весьма ограничена, а по химическому составу и биохимическим показателям полностью отсутствует. Поэтому поиск беспозвоночных, которые могут служить дополнительной сырьевой базой в Баренцевом и Карском морях, с одной стороны, и достаточно высокая экспертная оценка запасов этих иголокожих, с другой, делают актуальным детальное изучение биохимических показателей органов и тканей *Molpadia arctica* и *Molpadia borealis* на различных этапах их жизненного цикла.

В настоящей работе изучены размерно-массовые показатели, химический состав и некоторые биохимические свойства разных частей тела голотурий с учетом размерной группы, сезона и района вылова.

Исследовались голотурии отряда *Molpadonia*, двух видов: *Molpadia arctica*, выловленная в Карском море, Северо-Харасавэйский лицензионный участок (ЛУ), в октябре и *Molpadia borealis*, выловленная в районе Центрального желоба Баренцева моря в мае и в районе Земли Франца-Иосифа Баренцева моря в сентябре, заготовленные в период научных экспедиций ФГБНУ «ПИНРО», на судне «Фритьоф Нансен». Голотурий замораживали в неразделанном виде до температуры не выше минус 18 °С и направляли на исследование в лабораторию.

Размерно-массовый состав изучали согласно методическим рекомендациям ВНИРО [4].

Содержание воды, белков, липидов и золы рассчитывали по стандартным методикам [2]. Концентрацию азота определяли по Кьелдалю с использованием системы автоматического определения азота/белка методом Кьелдаля на анализаторе Kjeltac™ 8400 фирмы «Foss Tecator».

Фракционный состав липидов изучали методом тонкослойной хроматографии на сканере CS-9000 фирмы «Shimadzu» (Япония) [3].

Фракционный состав белков в образцах оценивали методом гель-хроматографии низкого давления с использованием аппаратуры «Pharmacia LKB Biotechnology» (Швеция) [5].

Molpadia borealis - распространен в Норвежско-Гренландском бассейне, Баренцевом море, море Баффина и в Северной Атлантике. *Molpadia borealis* обитает на глубинах от 40 до 2000 м. По типу питания – типичный грунтоед. Обитает на богатых органикой илистых грунтах, зарывшись в них. Достигает длины 200 мм [6].

Голотурия *Molpadia arctica* широко распространена на акватории Карского моря практически повсеместно на мягких грунтах. *Molpadia arctica* отличается от широко распространенного в Баренцевом море близкого вида *Molpadia borealis* полным отсутствием в кожных покровах кроваво-красных телец. Обитает на глубинах от 90 до 550 м. Ведет закапывающийся образ жизни. Развитие не изучено [1].

Голотурии *Molpadia arctica* и *Molpadia borealis* - наиболее массовые виды иголокожих в прилове донных тралов.

Технохимическая характеристика иголокожих *Molpadia arctica* и *Molpadia borealis* представлена впервые. В справочной литературе данные по биохимическим показателям органов и тканей этих видов отсутствуют.

Данные по размерно-массовому составу *Molpadia arctica* и *Molpadia borealis* представлены в табл. 1.

Исследования показали, что такие параметры, как длина и ширина, не всегда согласуются с массой особей голотурий и зависят от состояния животного перед заморозкой, что обусловлено сильной изменчивостью формы тела. Некоторые исследуемые экземпляры, имея большую длину тела, не обладали пропорциональной массой.

Так как по характеру питания морской огурец *Molpadia arctica* – детритофаг, его кишечник заполнен песком, илом, детритом и составляет с полостной жидкостью в среднем почти 80,0 % от всей массы тела. На кожно-мышечный мешок (мускул) в среднем приходится

около 15,0 %, на гонады и легкие всего - 5,0 %, щупальца - 0,65 % от массы тела.

Таблица 1 – Размерно-массовый состав *Molpadia arctica* и *Molpadia borealis*

№	Длина, см	Ширина, см	Масса, г	Соотношение частей тела, %			
				мускул + кольцевые мышцы	гонады + легкие	кишечник + полостная жидкость	щупальца
<i>Molpadia arctica</i> (Карское море, Северо-Харасавэйский ЛУ, октябрь)							
1	14,8	4,70	65,0	13,5	3,95	81,7	0,72
2	15,0	4,50	68,0	14,2	5,91	78,0	0,60
3	16,0	4,60	69,0	18,2	3,19	77,5	0,46
4	16,3	4,70	74,0	13,6	4,15	80,0	0,554
5	16,3	4,80	74,0	15,4	8,82	74,6	0,84
6	16,6	4,70	68,0	14,7	6,49	77,2	0,78
7	17,0	4,80	70,0	14,5	2,61	81,1	0,61
				15,0*	5,02*	78,6*	0,65*
<i>Molpadia borealis</i> (Центральный желоб Баренцева моря, май)							
1	7,50	3,50	10,1	34,1	4,44	58,7	1,68
2	9,0	4,20	21,4	36,8	6,48	53,2	1,77
3	11,0	4,0	29,1	28,3	4,74	64,5	1,03
				33,1*	5,22*	59,0*	1,50*
<i>Molpadia borealis</i> (район Земли Франца-Иосифа Баренцева моря, сентябрь)							
1	10,5	4,0	54,9	12,7	8,81	77,3	1,09
2	11,4	3,50	54,8	18,2	8,31	72,3	0,98
3	11,5	3,50	63,1	14,3	14,8	69,5	1,00
4	12,5	3,80	70,3	10,9	5,21	82,5	0,77
5	12,5	4,0	63,7	13,1	2,21	83,4	0,94
6	13,5	4,0	78,6	10,9	15,7	72,4	0,83
7	14,4	3,50	74,4	13,4	11,1	74,1	0,90
				13,4*	9,45*	76,0*	0,93*
Примечание: * средние значения							

Голотурия *Molpadia borealis* также является детритофагом, поэтому ее массовый состав практически не отличается от такового *Molpadia arctica*. На кишечник с полостной жидкостью также приходится большая величина - 59,0-76,0 % в зависимости от размерной группы. Выход мускула зависит от размера. У мелких особей выход кожно-мышечного мешка больше – 33,1 %, у крупных особей выход уменьшается до 13,4 %. На гонады и легкие приходится 5,22-9,45 % от массы тела.

Результаты исследований химического состава частей тела голотурий (*Molpadia arctica*, *Molpadia borealis*) показаны в табл. 2.

Химический состав различных частей тела *Molpadia arctica* и *Molpadia borealis* характеризуется высокой обводненностью тканей (71,6-91,0 %) и низким содержанием белков 1,40-5,01 %, за исключением мускула, очищенного от песка и детрита, где содержание белков несколько выше (5,62-8,26 %). Все части тела богаты минеральными веществами, содержание золы составило 3,14-17,4 %. Органы и ткани голотурий имеют низкое жиросодержание, которое не превышает 1,0 %.

Выполненные исследования состава и свойств липидов позволяют утверждать об индивидуальности фракционного состава каждого из представленных беспозвоночных.

Следует отметить высокое содержание фосфолипидов 41,8-47,3 % во всех частях тела голотурии *Molpadia arctica* и у голотурии *Molpadia borealis* целиком мелкой размерной группы – 41,0 %. У *Molpadia borealis* крупной размерной группы содержание фосфолипидов во всех частях тела почти в два раза меньше – 17,0-18,9 %, на долю свободных жирных кислот приходится 5,81 %; стеринов - 8,86 %; эфиров стеринов - 7,21 %.

Таблица 2 – Химический состав *Molpadia arctica* и *Molpadia borealis*.

Характеристика		Части тела	Содержание, %			
масса, г	длина, см		вода	липиды	белки	зола
<i>Molpadia arctica</i> (Карское море, Северо-Харасавэйский ЛУ, октябрь)						
65,0-74,0	14,8-17,0	Целиком, с полостной жидкостью	91,0	0,22	3,0	3,14
		Мускул, очищенный от песка и ила	85,5	Следы	5,92	3,32
		Внутренности целиком (гонады + легкие + кишечник) с песком и илом	75,5	0,76	2,92	15,7
<i>Molpadia borealis</i> (Центральный желоб Баренцева моря, май)						
10,1-29,1	7,50-11,0	Мускул, очищенный от песка и ила	79,7	0,10	8,26	5,75
		Целиком, с полостной жидкостью	71,6	Следы	5,01	17,4
<i>Molpadia borealis</i> (район Земли Франца-Иосифа Баренцева моря, сентябрь)						
54,8-78,6	10,5-14,4	Целиком, с полостной жидкостью	83,4	0,09	2,28	11,0
		Мускул, очищенный от песка и ила	86,2	0,31	5,62	3,81
		Внутренности целиком (гонады + легкие + кишечник) с полостной жидкостью, песком и илом	86,1	0,06	1,40	8,83

Определен фракционный состав веществ белковой природы исследуемых объектов (пробы двух размерных групп).

Установлено, что большей частью вещества белковой природы представлены фракцией со средней молекулярной массой (ММ). На долю этой фракции приходится половина всех протеинов (50-52 %) (рис. 1-3).

У *Molpadia arctica* доля веществ с высокой ММ (261,6 кДа и выше) составляет 20 %, доля низкомолекулярного пула (0,7 кДа и менее) несколько выше – 28 % (рис. 1).

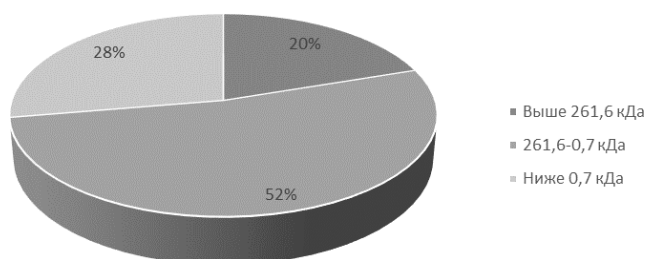


Рисунок 1 – Соотношение фракций веществ белковой природы с различной молекулярной массой в тканях *Molpadia arctica*

Соотношение долей низко- и высокомолекулярных веществ в разных размерных группах отличается: если у крупных особей преобладает фракция с низкой ММ (34 %), то у мелких выше содержание высокомолекулярных веществ (30 %) (рис. 2 и 3).

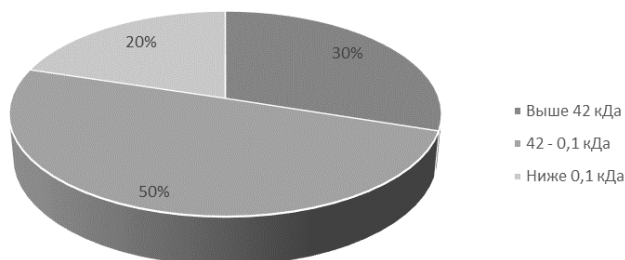


Рисунок 2 – Соотношение фракций веществ белковой природы с различной молекулярной массой в тканях особей *Molpadia borealis* мелкой размерной группы

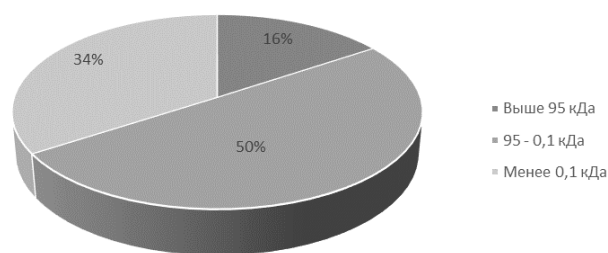


Рисунок 3 – Соотношение фракций веществ белковой природы с различной молекулярной массой в тканях особей *Molpadia borealis* крупной размерной группы

Обращает на себя внимание значение, соответствующее пику элюции вещества с низкой ММ. Оно составляет 0,7 кДа для *Molpadia arctica* и всего лишь 0,1 кДа для *Molpadia borealis*. Можно сделать предположение, что поскольку проба измельчалась целиком, то в ней преобладала большая доля содержимого кишечника, и эта фракция может быть представлена подвергшимися гидролизу органическими веществами. Это было подтверждено определением ММ фракций веществ белковой природы промытого мускула *Molpadia borealis*.

Проведенные теххимические исследования позволили начать формирование банка данных по химическому составу и биохимическим особенностям представителей иглокожих *Molpadia arctica* и *Molpadia borealis* на различных этапах их жизненного цикла с учетом размерной группы, сезона и района вылова, необходимых для обоснования рациональных направлений использования бентосных животных.

Список литературы

1. Анисимова, Н. А. Бентос / Н. А. Анисимова, П. А. Любин, Д. Т. Менис // Экосистема Карского моря. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2008. – С. 43-105.
2. ГОСТ 7636-85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. Введ. 01.01.1986. – Москва: Изд-во стандартов, 1985. – 141 с.
3. Руководство по современной тонкослойной хроматографии / под ред. О. Г. Ларионова. – Москва, 1994. – 312 с.
4. Теххимическое исследование рыбы и беспозвоночных. Методические рекомендации. – Москва: ВНИРО, 1981. – 92 с.
5. Laurent, T. S. Theory of gel filtration and its experimental verification / T. S. Laurent, J. A. Killander // J. Chromat. – 1964. – Vol.14. – P. 317.
6. Madsen, F. Echinodermata Holothurioidea / F. Madsen, B. Hansen. - Oslo: Scandinavian University Press, 1994. – P. 1-143.

TECHNICAL AND CHEMICAL STRUCTURE AND BIOCHEMICAL PROPERTIES OF POORLY STUDIED GOLOTURIES (MOLPADIA ARCTICA, MOLPADIA BOREALIS) OF THE BARENTS AND THE KARSKY SEAS

Mukhortova A.M.

Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography, Murmansk, Russia, e-mail: mukhort@pinro.ru

*The paper studies the parameters of the length-weight relationship and chemical composition and some biochemical parameters of the different body parts of echinoderms *Molpadia arctica* and *Molpadia borealis*. The technochemical studies were carried out for the first time for these objects. It's allows to formate of the database on the chemical composition and biochemical features of holothurians.*

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БИОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЛОТВЫ РАЗНОТИПНЫХ ВОДОЕМОВ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Насонова Н. А., Соколов А.В.

ФГБОУ ВО «КГТУ», Калининград, Россия, Natalia-naz@rambler.ru, Sokolov@klgtu.ru.

В статье приведен сравнительный анализ биологических параметров плотвы. Проанализированы размерная, возрастная и половая структуры. Выявлена зависимость между длиной и массой плотвы. Рассчитаны размерно-весовые показатели данного вида в современный период.

Плотва в Российской Федерации и Калининградской области, в частности, является объектом промышленного рыболовства [1]. Промысловый вылов плотвы в 2011 г. по российской акватории Куршского залива составил 478 т. В российской части Вислинского (Калининградского) залива в 2011 г. было выловлено 81 т плотвы [2]. Во внутренних водоемах Калининградской области плотва не имеет промыслового значения в настоящее время, но является одним из основных объектов любительского рыболовства. Для оценки возможности ведения коммерческого рыболовства данного вида во внутренних водоемах Калининградской области, а также определения механизмов регулирования любительского рыболовства необходимо знать структурно-биологические характеристики популяций плотвы.

Данные водоемы вызвали интерес для анализа, так как два из них являются наиболее крупными в Калининградской области, в частности оз. Виштынецкое имеет площадь 17,8 км² га, Правдинское водохранилище – 2,8 км² [3]. Карьер Лесной принадлежит бассейну наиболее крупной реки Калининградской области (р. Неман) и, кроме того, представляет интерес в связи с возможным влиянием Балтийской АЭС.

Материал собран при проведении контрольных обловов ставными сетями с ячейей от 14 до 50 мм, проводимых кафедрой ихтиологии и экологии ФГБОУ ВО «КГТУ» в 2010-2015 гг.

Максимальные размеры плотвы в уловах составили 30 см в оз. Виштынецком, 29 см в карьере Лесном и 27 см в Правдинском водохранилище.

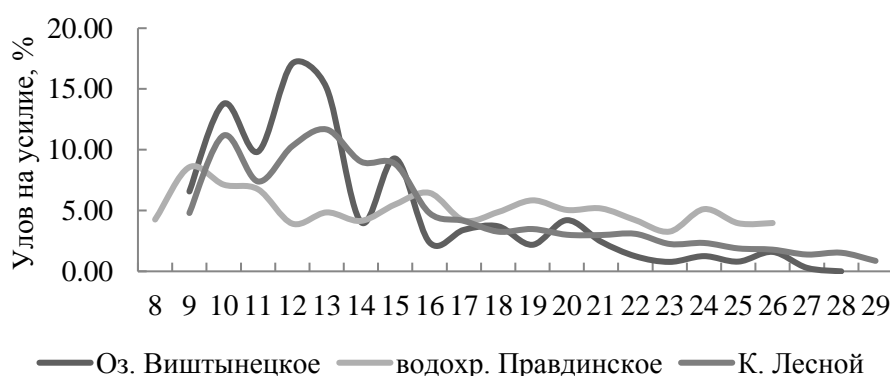


Рисунок 1 – Размерная структура плотвы

Максимальные размеры плотвы в исследуемых водоемах близки, но в то же время распределение размерных классов в каждом водоеме индивидуально и отличается от такового в других водоемах. В оз. Виштынецком доминирующим размерным классом является длина 12-13 см (32%). В карьере Лесном доминирующими размерными классами являются длины 10 и 13 см (23%). В Правдинском водохранилище явного доминирования размерных классов не наблюдалось, но несколько больший удельный вес имели группы 9-11 см (23%).

Аналогично размерной структуре наблюдались изменения возрастной структуры (рисунок 2). Наиболее часто в контрольных уловах в оз. Виштынецком встречались особи возрастом 3-4 (40%) года. В карьере Лесном особи 3-4 лет также доминировали, но это было ярче выражено, чем в оз. Виштынецком, и их сумма составила 56% в улове. В Правдинском водохранилище все возрастные группы находятся примерно на одинаковом уровне, но доминирует возраст 4 года (18%).

Вариабельность плотвы по длине средняя, коэффициент вариации не заходит за пределы 20. Только в карьере Лесном в возрасте двух лет наблюдается сильное варьирование признака. Коэффициент вариации массы оказался выше, чем длины. Наблюдается высокая изменчивость признака, в отдельных случаях коэффициент составил более 40. Представленные параметры в целом соответствуют литературным данным по биологической характеристике плотвы [4,5]. Размерно-весовые показатели плотвы исследуемых водоемов представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Размерно-весовые показатели плотвы

Возраст	Длина, см		Масса, г		n
	$\frac{M \pm m}{X_{min} - X_{max}}$	$\frac{\sigma}{V}$	$\frac{M \pm m}{X_{min} - X_{max}}$	$\frac{\sigma}{V}$	
Оз. Виштынецкое					
2	$\frac{9,9 \pm 0,1}{9,8 - 10,0}$	$\frac{0,1}{1,0}$	$\frac{16,5 \pm 1,8}{14,0 - 19,0}$	$\frac{2,5}{15,2}$	2
3	$\frac{11,7 \pm 1,3}{9,2 - 14,9}$	$\frac{1,3}{11,1}$	$\frac{30,2 \pm 1,4}{12,0 - 76,0}$	$\frac{12,5}{41,4}$	83
4	$\frac{14,5 \pm 0,2}{10,5 - 22,8}$	$\frac{2,0}{13,6}$	$\frac{60,3 \pm 3,2}{21,0 - 253,0}$	$\frac{30,7}{50,9}$	92
5	$\frac{18,4 \pm 0,2}{13,1 - 30,1}$	$\frac{2,6}{13,9}$	$\frac{126,8 \pm 6,4}{36,0 - 568,0}$	$\frac{65,3}{51,5}$	105
6	$\frac{20,5 \pm 0,3}{15,0 - 26,5}$	$\frac{2,8}{13,6}$	$\frac{186,5 \pm 8,9}{66,0 - 410,0}$	$\frac{80,4}{43,1}$	82
7	$\frac{22,8 \pm 0,3}{16,0 - 27,3}$	$\frac{2,6}{11,5}$	$\frac{255,9 \pm 10,7}{87,0 - 426,0}$	$\frac{82,5}{32,2}$	59
8	$\frac{24,2 \pm 0,4}{18,6 - 29,1}$	$\frac{2,4}{9,9}$	$\frac{308,9 \pm 18,8}{120,0 - 543,0}$	$\frac{111}{35,9}$	35
9	$\frac{25,2 \pm 0,5}{15,2 - 28,1}$	$\frac{2,7}{10,6}$	$\frac{345,9 \pm 18,3}{62,0 - 491,0}$	$\frac{96,8}{28,0}$	28
10	$\frac{27,5 \pm 0,7}{23,3 - 31,1}$	$\frac{2,5}{9,2}$	$\frac{458,8 \pm 38,9}{247,0 - 704,0}$	$\frac{140,3}{30,6}$	13
11	$\frac{30,2 \pm 0,0}{30,2 - 30,2}$	-	$\frac{544,0 \pm 0,0}{544,0 - 544,0}$	-	1
Карьер Лесной					
2	$\frac{9,1 \pm 1,5}{8,9 - 11,4}$	$\frac{2,6}{28,3}$	$\frac{23,5 \pm 2,0}{20,0 - 27,0}$	$\frac{3,5}{14,9}$	3
3	$\frac{11,5 \pm 14,6}{9,0 - 14,6}$	$\frac{1,4}{12,5}$	$\frac{29,4 \pm 1,9}{12,0 - 58,0}$	$\frac{11,5}{39,2}$	37
4	$\frac{12,1 \pm 0,2}{10,1 - 15,5}$	$\frac{1,5}{12,5}$	$\frac{34,9 \pm 2,5}{10,0 - 80,0}$	$\frac{16,9}{48,4}$	45
5	$\frac{14,7 \pm 1,3}{12,3 - 17,1}$	$\frac{1,3}{8,7}$	$\frac{63,5 \pm 4,7}{30,0 - 120,0}$	$\frac{24,3}{38,2}$	27
6	$\frac{20,5 \pm 0,3}{15,0 - 26,5}$	$\frac{1,0}{6,4}$	$\frac{186,5 \pm 5,7}{66,0 - 410,0}$	$\frac{20,6}{21,7}$	13

Возраст	Длина, см		Масса, г		n
	$\frac{M \pm m}{X_{min} - X_{max}}$	$\frac{\sigma}{\bar{V}}$	$\frac{M \pm m}{X_{min} - X_{max}}$	$\frac{\sigma}{\bar{V}}$	
7	$19,7 \pm 0,5$	$1,0$	$180,5 \pm 10,9$	$21,8$	4
	$18,0 - 20,6$	$5,0$	$154,0 - 203,0$	$12,1$	
8	$22,8 \pm 0,8$	$2,1$	$290,0 \pm 31,5$	$83,4$	7
	$20,3 - 25,6$	$9,3$	$200,0 - 430,0$	$28,8$	
10	$27,5 \pm 0,0$	—	$545,0 \pm 0$	-	1
	$27,5 - 27,5$		$545,0 - 545,0$		
Правдинское водохранилище					
2	$9,8 \pm 0,8$	$0,8$	$15,1 \pm 2,9$	$4,2$	2
	$8,5 - 11,0$	$8,1$	$10,0 - 22,0$	$27,4$	
3	$11,9 \pm 1,0$	$1,0$	$29,0 \pm 1,0$	$8,8$	83
	$10,2 - 13,4$	$8,2$	$18,0 - 43,0$	$30,4$	
4	$15,5 \pm 0,8$	$1,3$	$76,1 \pm 2,3$	$22,0$	92
	$10,3 - 18,3$	$8,5$	$21,0 - 151,0$	$28,8$	
5	$18,5 \pm 0,2$	$1,8$	$142,4 \pm 4,5$	$46,3$	105
	$13,1 - 21,7$	$9,6$	$40,0 - 245,0$	$32,5$	
6	$20,9 \pm 0,2$	$1,7$	$218,7 \pm 6,6$	$59,4$	82
	$17,5 - 24,5$	$8,3$	$117,1 - 330,0$	$27,1$	
7	$23,4 \pm 0,2$	$1,2$	$307,7 \pm 7,0$	$53,5$	59
	$20,5 - 25,7$	$5,3$	$180,0 - 457,0$	$17,4$	
8	$27,0 \pm 0,1$	$0,9$	$437,7 \pm 26,7$	$157,9$	35
	$26,0 - 28,9$	$3,2$	$320,0 - 616,0$	$36,1$	

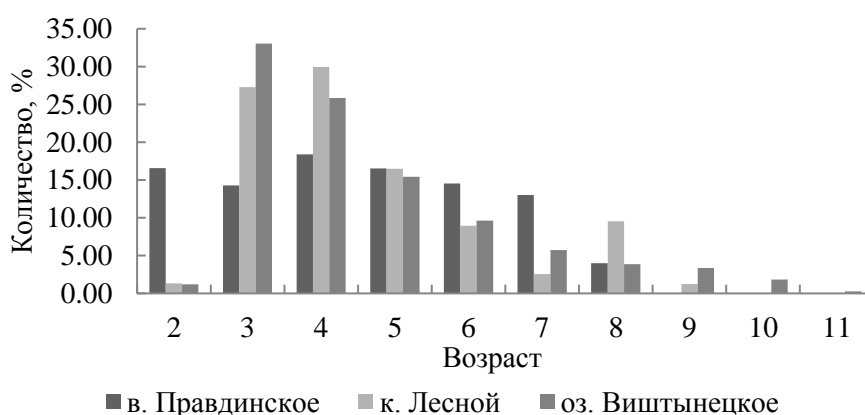


Рисунок 2 – Возрастная структура плотвы

При исследовании линейного роста замечено, что плотва карьера Лесного отстает в росте от плотвы остальных водоемов (рис. 3).

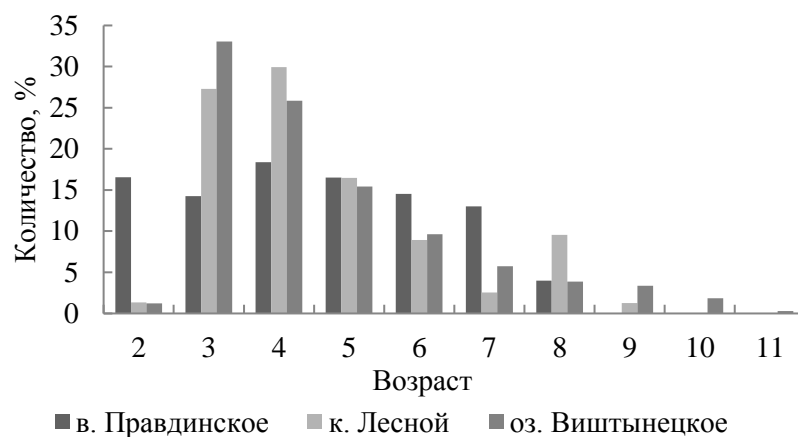


Рисунок 3 - Линейный рост плотвы в исследуемых водоемах

Линейный рост плотвы в оз. Виштынецком и Правдинском водохранилище близок, за исключением возраста 8 лет, где видно отставание в линейных размерах плотвы в оз. Виштынецкого.

Так же проведен анализ весового роста плотвы в данных водоемах (рис. 4).

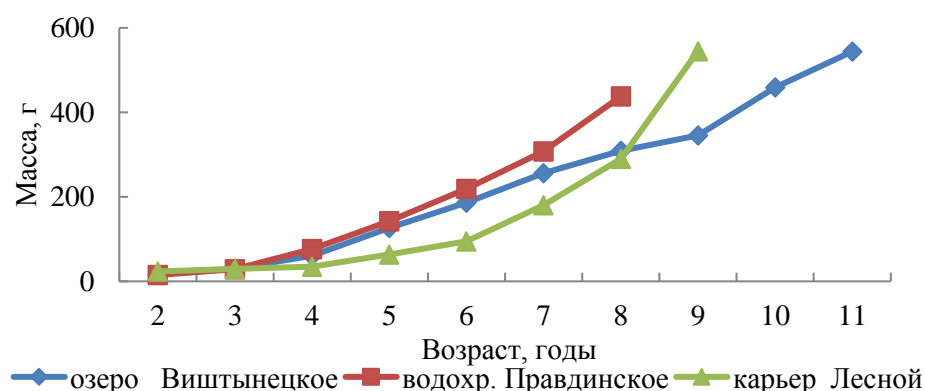


Рисунок 4 – Весовой рост плотвы

Зафиксированы различия в весовом росте плотвы. Быстрее остальных вес набирает плотва Правдинского водохранилища. Плотва карьера Лесного отстает от плотвы остальных водоемов в линейном росте. При этом в возрасте 8 лет виден резкий скачок набора массы рыбы, возможно, в уловы попали особи другой популяции плотвы, зашедшие с ближайшего водотока в карьер.

Для выявления зависимости между длиной и массой плотвы в исследуемых водоемах проведен регрессионный анализ (рис. 5).

Согласно проведенному математическому анализу соотношение длины и массы плотвы не имеет единого характера для всех изученных водоемов. Достоверность различий определялась по критерию Стьюдента при уровне значимости $p < 0.05$. Достоверность различий между карьером Лесным и оз. Виштынецким наблюдается при достижении рыбой длины 16 см. Достоверность различий между Правдинским водохранилищем и оз. Виштынецким присутствует с минимальных до максимальных размеров. Следовательно, различия между массой у плотвы этих водоемов носят неслучайный характер.

Поэтому невозможно объединить три кривых в одну для обобщения материала. Степенная зависимость между этими параметрами высока, с коэффициентом корреляции равными 0,99, в каждом водоеме, что означает, что связь между параметрами «длина-масса» сильная. В соответствии с коэффициентом b весовой рост опережает линейный. Соотношение половых групп по возрастам представлено в табл. 2.

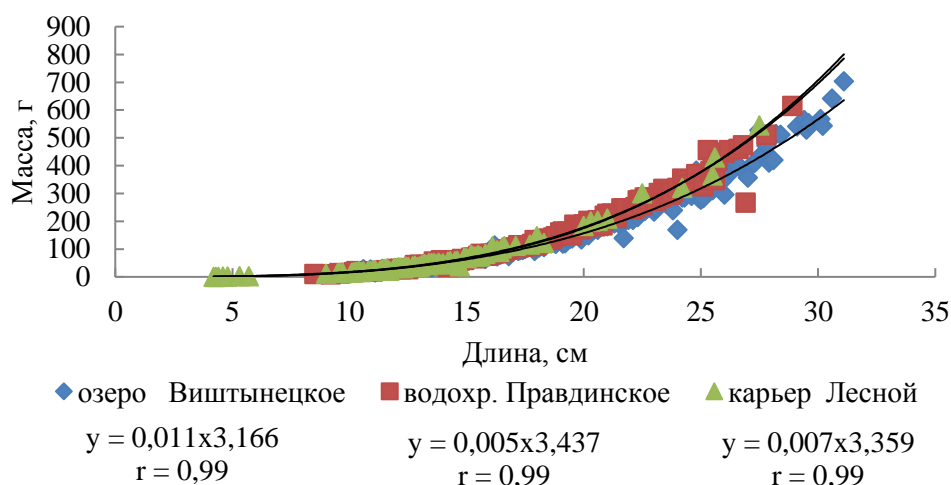


Рисунок 5 - Зависимость длины от массы рыбы

Таблица 2 – Соотношение половых групп по возрастам

Возраст	оз. Виштынецкое				карьер Лесной				водохранилище Правдинское			
	Самки		Самцы		Самки		Самцы		Самки		Самцы	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
2	1	50%	1	50%	-	-	-	-	1	17%	5	83%
3	50	60%	33	40%	15	41%	22	59%	10	63%	6	38%
4	53	58%	38	41%	25	56%	20	44%	42	60%	28	40%
5	73	70%	32	30%	18	67%	9	33%	56	71%	23	29%
6	53	64%	30	36%	8	62%	5	38%	63	85%	11	15%
7	37	63%	22	37%	4	100%	-	0%	45	92%	4	8%
8	24	69%	11	31%	6	86%	1	14%	8	100%	-	-
9	17	61%	11	39%	1	-	-	-	-	-	-	-
10	9	69%	4	31%	-	100%	-	-	-	-	-	-
11	1	100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

В уловах плотвы в оз. Виштынецком количество самок преобладало над количеством самцов, начиная с трехлетнего возраста. Особи двухлетнего возраста встретились в улове в единичном экземпляре, поэтому соотношение их по полам составило 50 %.

На втором году жизни у плотвы Правдинского водохранилища преобладают самцы 83,3%, самки составили всего 16,67% (единичный экземпляр в этом возрасте). Начиная с трехлетнего возраста, количество самок преобладает над количеством самцов. И к возрасту 8 лет самцов в улове не обнаружено, самки составляют 100%. Количество самцов в улове уменьшается с возрастом с 83,33% в 2 года до 8,16% на седьмом году жизни. У самок же, наоборот, количество увеличивается с 16,67% в возрасте 2 года до 100% в возрасте 8 лет.

В половой структуре карьера Лесного в некоторых возрастных группах отсутствуют те или иные половые группы. Например, у самок не хватает особей возрастом 2 года, а у самцов – возраста 7 и 10 лет. Так же, как и в других исследуемых водоемах, в Правдинском водохранилище процент самок увеличивается с возрастом, самцов – уменьшается.

В общем виде половая структура представлена на рис. 6.

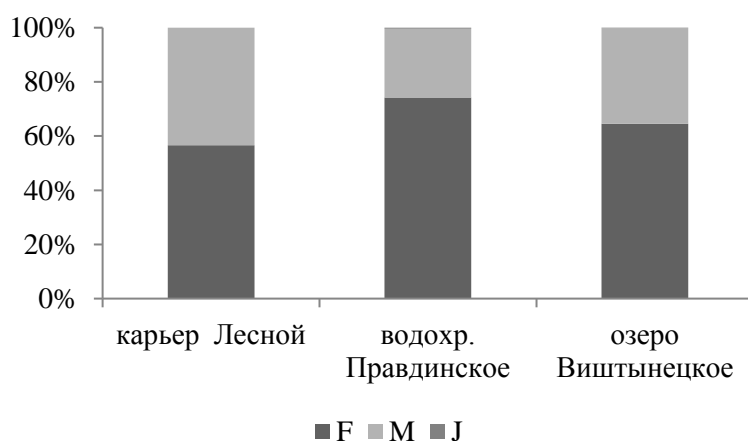


Рисунок 6 – Половая структура

Количество самок преобладает над количеством самцов в каждом водоеме в большей или меньшей степени. В Правдинском водохранилище количество самок достигает 70%, в то время как в карьере Лесном соотношение самок и самцов близко к 1:1, но все же число самок выше, чем самцов. В оз. Виштынецком соотношение самок и самцов близко к 2:1. Следует отметить, что процент половозрелых особей минимален в связи с селективностью используемого орудия лова.

На основании полученных данных можно сделать следующие выводы.

1. Из рассматриваемых водоемов размерная структура карьера Лесного и озера Виштынецкого были сопоставимы и соответствовали классическим представлениям о динамике изменения численности рыб с увеличением их размера. А Правдинское водохранилище отличалось в значительной степени от предыдущих водоемов, что обусловлено особенностями гидрологического режима данного водоема.

2. Показатели линейного роста сопоставимы во всех водоемах в младших возрастах (2-3 года). В последующем линейный рост был достаточно близок для озера Виштынецкого и Правдинского водохранилища. Значительные отличия от предыдущих водоемов наблюдалось в карьере Лесном и заключалось в низких линейных показателях рыб в возрастах 5-7 лет и существенном повышении роста в последующие годы. И в еще большей степени отличия плотности карьера Лесного отмечено для весового роста. После семилетнего возраста весовые показатели плотности этого водоема резко возрастают.

3. Существенных отличий в соотношении длина-масса рыбы для всех водоемов не выявлено.

Список литературы

1. Горкин, А. П. Биология: Современная иллюстрированная энциклопедия. Москва: РОСМЭН, 2006. - 561 с.
2. Западно-Балтийское территориальное управление Росрыболовства [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://zbtu39.ru>.
3. Беренбейм, Д.Я. Калининградская область: Очерки природы. Калининград: Янтар.сказ, 1999 - 229 с.
4. Решетников, Ю.С. Атлас пресноводных рыб России. Москва: Наука, 2002 - 379 с.
5. Тылик, К.В. Рыбы трансграничных водоемов России и Литвы. Калининград, 2007.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS BIOLOGICAL PARAMETERS OF THE ROACH OF DIFFERENT WATERS OF THE KALININGRAD REGION

Nasonova N.A., Sokolov A.V.

The article gives a comparative analysis of the roach's biological parameters. The size, age and gender structures are analyzed. The relationship between the length and mass of roach is revealed. The size and weight indices of this species have been calculated.

УДК 639.2/3 (470.26) (06)

ИСТОРИЯ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Осадчий В. М., Саускан В. И., Сазонова Д. Ю.

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Российская федерация, e-mail: osadvm@rambler.ru, e-mail: sauskan@klgtu.ru e-mail: darya.sazonova@klgtu.ru

Рыбохозяйственный комплекс Калининградской области после Второй мировой войны (с 50-х годов XX века до распада СССР) являлся основой не только региональной экономики, но и играл весьма заметную роль в рыбном хозяйстве СССР – ведущей мировой рыболовной державы.

До 1991 г. рыбная промышленность Калининградской области являлась важнейшей составляющей экономики региона, обеспечивая около 40% валового регионального продукта (ВРП) при занятости населения в отрасли более 100 тыс. чел.

Годовой объём производства продукции из водных биоресурсов (ВБР) достигал в те годы 800 тыс. т, и это составляло 90% от ее объёма по Западному бассейну и 10% – от национального объёма.

Его становление началось в 1945 г. с создания Балтгосрыбтреста. В октябре 1949 г. было создано Управление экспедиционного лова, суда которого начали промысел сельди в Северном и Норвежском морях.

С этого периода рыбная отрасль области динамично развивалась и к 1970 г. представляла уникальный вертикально и горизонтально интегрированный рыбохозяйственный комплекс, включающий в себя рыбодобывающие и рыбоперерабатывающие предприятия, транспортный флот, современную обслуживающую инфраструктуру (судоремонтные предприятия, предприятия по производству промысловой и рыбоперерабатывающей техники, тары, орудий лова, портовое хозяйство), отраслевую науку и систему подготовки и переподготовки кадров рыбной промышленности.

С учетом географического положения Калининградской области, наличия незамерзающего порта, ограниченности ресурсной базы Балтийского моря, рыбодобывающие предприятия были ориентированы на добычу рыбы в зонах иностранных государств, открытых частях Мирового океана, где добывалось более 90% от общего улова рыбы. Рыбодобывающие организации области в 1990 г. добыли 755,1 тыс. т рыбы [1].

Социально-экономическое развитие Калининградской области в 50-70-е годы практически по большей части было связано с рыбной отраслью. Ускоренная приватизация, акционирование государственной собственности и либерализация цен в начале 90-х годов привели к тому, что в рыбной промышленности России рост цен на потребляемые материально-технические ресурсы опережал их рост на рыбные товары. Уровень же последних в большей степени, чем в других отраслях материального производства, зависит от уровня инфляции в потребительской сфере и платежеспособности населения. Отсюда темпы роста затрат на производство и реализацию рыбной продукции, как правило, опережали темпы роста цен на неё.

Данное обстоятельство вместе с несовершенной налоговой, таможенной, кредитной, правительственной политикой и прекращением государственной поддержки рыбного хозяйства в виде дотаций и поставок рыбопромыслового флота за счет бюджета привели к снижению объемов и эффективности производства.

Уже в 1994 году по сравнению с 1990 г. улов рыбы и морепродуктов в целом по России

снизились на 4277 тыс. т (на 54,7%), производство пищевой рыбной продукции, включая консервы, сократилось на 1786 тыс. т (42,3%), в том числе пищевой продукции – на 1197 тыс. т (34,9%), консервов – на 1682 муб. (74,3%). С прекращением государственной поддержки промысловые суда были выведены из ранее освоенных традиционных удаленных районов промысла ЦВА, ЮВА, АчА, ЮЗА, ЮВТО, Индийского океана [3].

В результате они переводились в близлежащие районы Северо-Восточной Атлантики, где производственные мощности промыслового флота были обеспечены квотами на вылов биоресурсов менее чем на 15%.

С учетом сложившейся ситуации судовладельцы вынуждены были продавать промысловые суда. Количество рыбопромысловых судов за 18 лет (1994-2012 гг.) в Калининградской области сократилось с 300 до 24 единиц.

В РФ с 1995 по 2014 г. общее количество рыбопромысловых судов (по материалам Госсовета по рыбохозяйственному комплексу РФ в 2015 г.) снизилось на одну треть (с 3292 до 2106 ед.).

В настоящее время в области в океаническом рыболовстве принимают участие только 22 судна, а в прибрежном – 57. Численность работающих на предприятиях РХК составляет, по различным оценкам, от 6 до 11 тыс. чел., т.е. сократилась по сравнению с 1991 г. более, чем в 10 раз.

В 3,5 раза (по сравнению с 1991 г.) снизился объём производства рыбопродукции, составивший в 2013 году лишь 230 тыс. т, причем почти половина ее (около 100 тыс. т) произведена из импортируемого сырья.

Суда рыбопромыслового флота, достигнув небывалого физического и морального износа (90% и более), утратили свою конкурентоспособность, значительно уступая иностранным по промысловым возможностям, техническим и технологическим характеристикам и экономическим показателям. Ускорился процесс их выбывания из эксплуатации – только в течение 2001-2010 гг. 11 рыбодобывающих компаний, имевших по одному судну, практически прекратили производственную деятельность.

Сегодня рыбохозяйственный комплекс Калининградской области можно условно разделить на несколько основных составляющих:

- океанический промысел – добыча и обработка рыбы в зонах иностранных государств и открытой части Мирового океана, на который приходится до 70% от общего объема выпускаемой РПК региона пищевой продукции;
- промысел рыбы в Балтийском море, в заливах и внутренних водоемах области, на долю которого приходится 7-10% общего улова калининградских рыбаков (прибрежный промысел);
- рыбоперерабатывающий комплекс, ориентированный на переработку как океанической рыбы, так и выловленной в Балтийском море, заливах и внутренних водоемах области;
- предприятия аквакультуры;
- научные и образовательные учреждения и организации;
- инфраструктурные объекты (порты, холодильники, логистика и т. п.).

Причины кризисного состояния рыбохозяйственного комплекса Калининградской области, на наш взгляд, состоят в следующем:

1) Отсутствует реальная стратегия и программа развития рыбохозяйственного комплекса Калининградской области на ближайшие 10-15 лет.

2) Не создаются условия для привлечения крупных инвестиций в рыбное хозяйство области и, прежде всего, в промысловый и транспортный флот. Фактически весь промысловый флот устарел и нуждается в замене.

3) Не уделяется должное внимание федеральными и областными органами исполнительной власти к стратегии социально-экономического развития Калининградской области, как приморского региона с учётом наличия здесь хороших условий для развития российского океанического и прибрежного рыболовства.

4) Практически отсутствует аквакультура [2].

Предпосылки для развития рыбохозяйственного комплекса Калининградской области

имеются.

В области сохраняется значимый научный, образовательный и производственный кадровый потенциал. В регионе сосредоточены крупные отраслевые НИИ, высшие и средние отраслевые учебные заведения, крупнейшие в стране предприятия по переработке водных биоресурсов, судостроительные и судоремонтные предприятия, фабрики орудий лова, морской рыбный порт.

Учитывая приморское расположение региона и сохранившийся потенциал для развития как прибрежного, так и океанического рыболовства, а также аквакультуры, предлагается разработать региональную программу по восстановлению и развитию рыбохозяйственного комплекса Калининградской области, что обеспечило бы продовольственную безопасность и независимость региона и имело бы важное геополитическое значение для как для Калининградской области, так и для России в целом [4].

При этом важно опираться на системный подход, который позволит, в частности:

а) идентифицировать Калининградскую область как важный в геополитическом и экономическом отношениях регион Российской Федерации с развитой рыбной промышленностью (при этом станет возможным значительно расширить международные связи региона и страны в целом, как это имело место в 60-80-е годы прошлого столетия);

б) обеспечить рост присутствия российского флага в открытых районах Мирового океана и исключительных экономических зонах иностранных государств и, таким образом, реализовать основные принципы Морской доктрины России.

Сырьевая база для обеспечения развития Калининградского РХК включает:

- Балтийское море (ИЭЗ РФ): балтийская сельдь (салака), балтийские килька (шпрот) и треска, камбаловые и др.;

- Северо-Восточная Атлантика (ИЭЗ РФ, ИЭЗ иностраннх государств, конвенционные районы, открытая часть океана): атлантическая сельдь, путассу, атлантические треска, скумбрия и ставрида, макрурус, мойва, пикша, песчанка, берикс, морские окуни и др.;

- Центрально-Восточная Атлантика (ИЭЗ иностранных государств, конвенционные районы): европейские сардина и анчоус, сардинеллы, восточная скумбрия, ставридовые, тунцы и др.;

- Антарктическая часть Атлантического океана (конвенционные районы, открытая часть океана): антарктический криль;

- Юго-Восточная Атлантика (ИЭЗ иностранных государств, конвенционные районы, открытая часть океана): тунцы и др.;

- Юго-Восточная часть Тихого океана (чилийско-перуанская ставрида и др.) при условии восстановления её запасов [3].

Для восстановления инфраструктуры РХК Калининградской области (модернизации, строительства или закупки, аренды или лизинга флота, перерабатывающих предприятий и т.д.) будут необходимы серьезные инвестиции, реальнее всего, на основе государственно-частного партнёрства.

В этих целях необходимо подготовить обоснованные предложения по участию компаний региона в федеральной программе строительства рыбодобывающих судов и в распределении инвестиционных квот.

Этот наиболее перспективный подход к восстановлению и развитию РХК Калининградской области (и в целом для РФ), на наш взгляд, заключается в следующем: государство создаёт систему преференций для частных инвесторов и частично инвестирует строительство, ремонт, модернизацию, аренду, лизинг флота рыбной промышленности. Параллельно с осуществлением экономически эффективного промысла традиционных объектов лова должна инвестироваться также разработка и реализация программ промысла массовых перспективных океанических объектов.

В условиях рыночной экономики данный подход позволит решать долгосрочные государственные социально-экономические задачи, в т. ч., обострившуюся в настоящее время проблему продовольственной безопасности страны.

Необходимо также увеличить объемы научных рыбохозяйственных исследований, модернизировать научно-исследовательский флот. Перспективным предложением является создание в Калининграде федерального научного Центра по изучению Мирового океана.

Выводы

1. Для восстановления потенциала рыбного хозяйства Калининградской области имеются все необходимые условия.

2. Считаем необходимым подготовить предложения по развитию рыбного хозяйства Калининградской области для включения в государственную программу развития рыбного хозяйства РФ до 2030 г.

3. Следует подготовить и направить в Росрыболовство заявку на строительство рыбодобывающих судов для юридических лиц, зарегистрированных в регионе.

4. Необходимо принять участие в распределении инвестиционных квот для модернизации береговых предприятий и флота рыбной промышленности Калининградской области.

Список литературы

1. Лукьянова, Л. М. Пути реализации концепции устойчивого развития в рыбохозяйственном комплексе Калининградской области / Л.М. Лукьянова, В.М. Осадчий, В.И. Саускан // Балтийский экономический журнал, № 2(12) декабрь 2014 г.

2. Осадчий, В.М. Проблемы развития рыбного хозяйства России в 21 веке и возможные пути их решения / В.М. Осадчий, В.И. Саускан // IV Балтийский морской форум. Международная научная конференция «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов»: сб. науч. тр./ ФГБОУ ВО «КГТУ».- Калининград: Изд-во КГТУ, 2016 г.- С 46-48.

3. Саускан, В.И. Современное состояние сырьевой базы и рыбного промысла в России. Труды 9-й международной научной конференции КГТУ «Инновации в науке и образовании» / В.И. Саускан, Калининград, 2011 г.

4. Саускан, В.И. Пути развития отечественного рыболовства / В.И. Саускан, В.М. Осадчий Л.М. Лукьянова // Журнал Рыбное хозяйство, 2015. -№ 1/ - С.3.

Для восстановления потенциала рыбного хозяйства Калининградской области имеются все необходимые условия. Считаем необходимым подготовить предложения по развитию рыбного хозяйства Калининградской области и принять участие в распределении инвестиционных квот для модернизации береговых предприятий и флота рыбной промышленности Калининградской области.

HISTORY, MODERN STATUS AND PROSPECTS OF THE DEVELOPMENT OF THE FISHERY COMPLEX OF THE KALININGRAD REGION

Osadchii V.M., Sauskan V.I., Sazonova D.Y.

To restore the potential of the fishing industry in the Kaliningrad region, there are all the necessary conditions. We consider it necessary to prepare proposals for the development of the fishing industry of the Kaliningrad region and to participate in the distribution of investment quotas for the modernization of the coastal enterprises and fleet of the fishing industry in the Kaliningrad region.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИХТИОПЛАНКТОНА СЕВЕРНОЙ И ЮЖНОЙ ЧАСТЕЙ МАРОККО В ПОЛЕ СЕСТОНА

¹Пак Р. А., ²Архипов А. Г.

¹ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», Калининград, Россия, e-mail: pak.regina@bk.ru, ²ФГБНУ «Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», Калининград, Россия, e-mail: arhipov@atlantniro.ru

Личинки рыб и сестон относятся к планктону, и их распределение зависит от преобладающих течений. Движение прибрежных поверхностных вод вдоль атлантического побережья Марокко происходит в системе антициклонического субтропического круговорота. Поверхностные течения возникают под действием в основном двух воздушных потоков: преобладающих северо-восточных пассатов и периодически возникающих ветров западного и юго-западного направления, продолжительность и сила которых определяется проходящими с запада циклонами. На поверхности преобладает юго-юго-западное вдольбереговое течение, дающее начало Канарскому течению. Комплексные гидрофизические и гидробиологические исследования Канарского течения (а соответственно – и Канарского апвеллинга) показали значительную мезомасштабную изменчивость полей температуры, солености, гидрохимических и биологических элементов. Многообразие мезомасштабных структур в районе Канарского апвеллинга, несомненно, влияет на локальную изменчивость фито-, зоо-, ихтиопланктона и рыбных скоплений [1, 2].

Цель предлагаемой работы – рассмотреть и проанализировать особенности распределения личинок массовых рыб (ихтиопланктон) северной и южной частей Марокко в поле сестона в одни и те же периоды времени.

Нами проанализированы результаты двух планктонных съёмок в сентябре-ноябре 2015 г. в водах северной (32–28°с.ш.) и южной (28–21°с.ш.) частей Марокко. Для сбора материалов использовали планктоносборщики «Бонго-20» с газом № 19 (ихтиопланктон) и № 38 (сестон). Ступенчато-косой лов выполняли на горизонтах 100, 50, 35, 25, 10 и 0 м по 1,5–3,0 мин. на каждом горизонте при скорости судна 2–3 уз. Планктонные станции на акваториях съёмок располагались над глубинами от 20 до 1000 м. Видовой и количественный состав личинок рыб определяли на берегу в лабораторных условиях под бинокулярными микроскопами МБС-10 (увеличение 8 × 2, 8 × 4). Массу сестона рассчитывали непосредственно в море после фильтрации улова сети «Бонго-20» с газом № 38 [3]. В первой съёмке было выполнено 40 станций, во второй – 17.

Сестон – обитающие в толще воды мелкие организмы (в основном фито- и зоопланктон), а также взвешенные в воде неорганические и органические частицы (детрит), кроме крупных желетелых организмов (гребневиков и медуз), являющиеся кормом для взрослых рыб и их молоди.

Результаты сопоставления распределения личинок массовых видов рыб (в основном из сем. Clupeidae, Carangidae, Sparidae, Scombridae и др.) и полей сестона представлены на рис. 1-2.

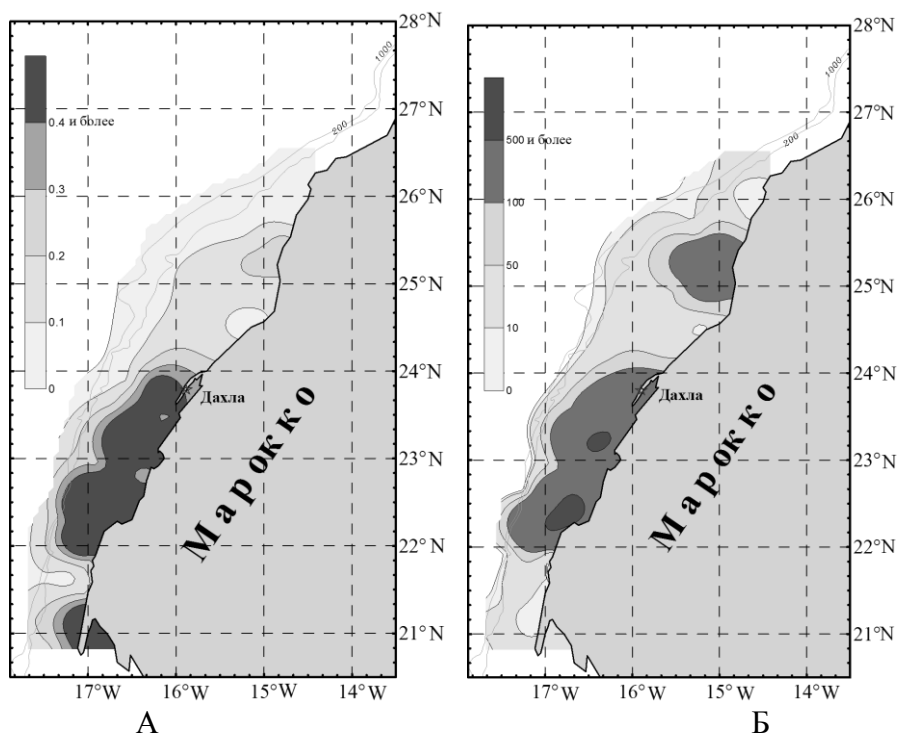


Рисунок 1 – Распределение сестона (А) ($\text{г}/\text{м}^3$) и личинок (Б) (экз) в южной части Марокко

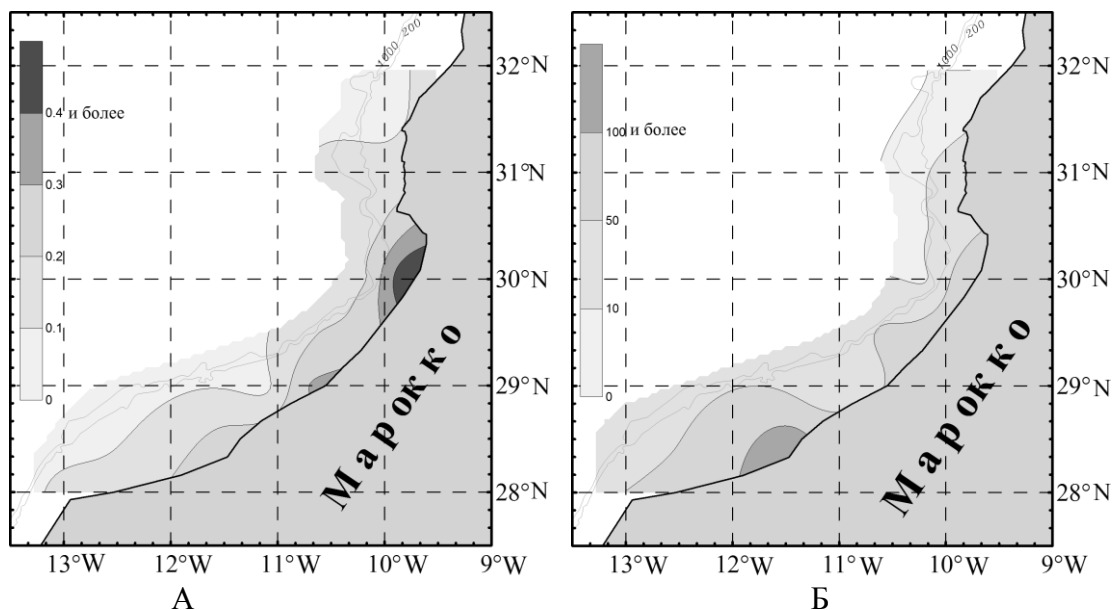


Рисунок 2 - Распределение сестона (А) ($\text{г}/\text{м}^3$) и личинок (Б) (экз) в северной части Марокко

Как видно из этих рисунков, распределение личинок массовых видов рыб и полей сестона было близким. Коэффициенты корреляции между количественными значениями численности личинок и массы сестона по станциям соответственно составили: для первой съёмки $r = 0,72$ (уровень значимости $P = 0,01$), для второй съёмки – $r = 0,66$ (уровень значимости $P = 0,01$).

Следовательно, наши исследования подтвердили мнение, что распределение ранних стадий развития рыб (в нашем случае – личинок) зависит от наличия значительных концентраций корма для молоди и взрослых рыб. Интенсивность Канарского течения и Канарского апвеллинга в значительной мере определяет вспышки нерестовой активности массовых рыб (наличие в большом количестве насыщенных биогенами глубинных вод, поднятых на поверхность, ведет к вспышке численности фито-, а затем и зоопланктона, что, в свою очередь, обуславливает

присутствие там рыб-планктофагов и нагуливающейся молоди рыб).

Список литературы

1. Архипов, А.Г. Динамика численности и особенности распределения иктиопланктонных сообществ северной части Центрально-Восточной Атлантики и морей Средиземноморского бассейна // Калининград: Изд-во АтлантНИРО.- 2006. - 232 с.

2. Берников, Р.Г. Центрально-Восточная Атлантика / Р.Г. Берников, Л.Н. Доманевский, С.К. Кудерский, В.Н. Яковлев // Промыслово-океанологические исследования в Атлантическом океане и южной части Тихого океана (под ред. В.Н. Яковлева, д.г.н., проф.) -Калининград: Изд-во: АтлантНИРО. 2002. Т. 1. С. 146-195.

3. Методические указания по сбору проб зоо- и иктиопланктона планкто- носборщиком «Бонго» и их обработке. – Калининград: Изд-во: АтлантНИРО, 1983. – 36 с.

FEATURES OF DISTRIBUTION OF ICHTHYOPLANKTON OF NORTHERN AND SOUTHERN PARTS OF MOROCCO IN THE FIELD OF SESTON

Pak R. A., Arkhipov A. G.

Distribution peculiarities of the mass fish (ichthyoplankton) larvae of Northern and Southern Morocco in the seston concentrations at the same time periods are considered and analyzed.

УДК 597.4/.5:639.3 (470.620)

НЕКОТОРЫЕ РЕПРОДУКТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ САМОК ХОЛЬБРУКСКОЙ ГАМБУЗИИ (*GAMBUSIA HOLBROOKI* GIRARD, 1859) В БАССЕЙНЕ РЕКИ КУБАНЬ

¹Пашков А. Н., ^{1,2}Полин А.А.

¹Краснодарское отделение ФГБНУ «АзНИИРХ», г. Краснодар, Россия, apashkov@mail.ru,

²ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», г. Краснодар, Россия, pollverfall@mail.ru

Хольбрукская гамбузия (*Gambusia holbrooki* Girard, 1859) – мелкий яйцеживородящий вид рыб отряда карпозубообразных (Cyprinodontiformes), нативным ареалом которого являются континентальные водоёмы штатов атлантического побережья США от Нью-Джерси до Флориды и Алабамы [10, 15]. Хольбрукская гамбузия, как и ряд других видов рода *Gambusia*, широко расселялась в качестве биомелиоратора для снижения численности амфибиотических видов кровососущих насекомых.

В бассейн р. Кубани она была завезена во второй половине 1920-х годов из Абхазии, куда, в свою очередь, была доставлена из Италии [5]. В регионе гамбузий содержали и разводили в питомнике в окрестностях г. Армавира, откуда выпускали в различные естественные водные объекты, в том числе в саму р. Кубань [9].

Биология хольбрукской гамбузии как вида-интродуцента достаточно хорошо изучена в странах бывшего СССР [2, 7, 13], в то время как она практически не исследовалась в водоёмах России. В литературе приводятся лишь фрагментарные данные по её ареалу в нашей стране [1, 4, 10] и некоторым биологическим характеристикам [8, 16].

Целью данной работы, являющейся одним из этапов изучения биологии хольбрукской гамбузии в бассейне р. Кубани, являлось описание некоторых репродуктивных характеристик самок вида в указанном регионе.

Сбор материала был осуществлён в двух водоёмах бассейна р. Кубани: расположенном в

г. Краснодаре оз. Старая Кубань и находящемся в окрестностях г. Майкопа (у х. Гавердовского) пойменном озере р. Белой (приток р. Кубани).

Отлов рыб проводили в прибрежной зоне указанных водоёмов с помощью сака из хамсероса. Рыб обрабатывали по общепринятой схеме биологического анализа. У них измеряли абсолютную длину (TL) и длину тела (SL), определяли массу тела и массу порки, просчитывали число икринок и мальков в гонадах. Математическая обработка данных проведена с использованием стандартных методов вариационной статистики. Всего изучено 63 самки, в том числе 36 – из озера у х. Гавердовский и 27 – из оз. Старая Кубань.

Установлено, что средняя длина (SL) самок хольбрукской гамбузии из озера у х. Гавердовский составила $37\pm 0,6$ мм при колебаниях длины от 31 до 46 мм. Средняя длина (SL) самок из оз. Старая Кубань была меньше – $30\pm 0,7$ мм при варьировании от 23 до 37 мм. Средняя масса тела самок гамбузии из пойменного водоёма у х. Гавердовского составила 1340 ± 53 мг при колебаниях от 870 до 2400 мг, в то время как самки из Старой Кубани характеризовались средней массой тела всего 650 ± 48 мг при минимальном значении 200 и максимальном – 1200 мг.

Для подтверждения достоверности выявленных отличий использовали парное сравнение средних значений длины и массы тела самок из двух водоёмов с помощью критерия Стьюдента. Анализ показал, что имеющиеся отличия в средних значениях указанных показателей в двух озёрах достоверны: $t_{\text{ф}} - 7,31$, $p < 0,001$ для длины и $t_{\text{ф}} - 9,30$, $p < 0,001$ для массы.

Таким образом, самки из озера у х. Гавердовского отличались от самок из оз. Старая Кубань большими средними, максимальными и минимальными величинами длины и массы тела.

Как известно, у рыб существует три типа онтогенеза: не прямой, переходный и прямой [14]. Для хольбрукской гамбузии характерен прямой тип онтогенеза, когда из яйцевой оболочки выходят особи с признаками ювениса, но имеющие желточный мешок. После вымета они практически сразу переходят на экзогенное питание. За счёт длительного развития в теле матери у них элиминируется личиночная стадия развития [6].

Анализ некоторых репродуктивных характеристик самок хольбрукской гамбузии из бассейна р. Кубани выявил следующие их особенности. Яичники у хольбрукской гамбузии непарные. Все изученные самки этого вида из двух водоёмов были беременными. В их гонадах находились либо одновременно оплодотворённая икра и мальки (41,7%), либо – только оплодотворённая икра (20,8%) или мальки (37,5%). При этом у особей первой группы в гонадах по численности значительно (на порядок) преобладали или икра, или мальки, что позволяет предположить их принадлежность к одному помёту.

Общее количество потомства (икра и мальки, либо только икра или мальки) в одном помёте колебалось от 6 до 89 экз. при среднем их количестве $47\pm 2,7$. Преобладающей группой (20,6%) были самки с суммарным количеством потомства в помёте от 31 до 40 экз. (рисунок).

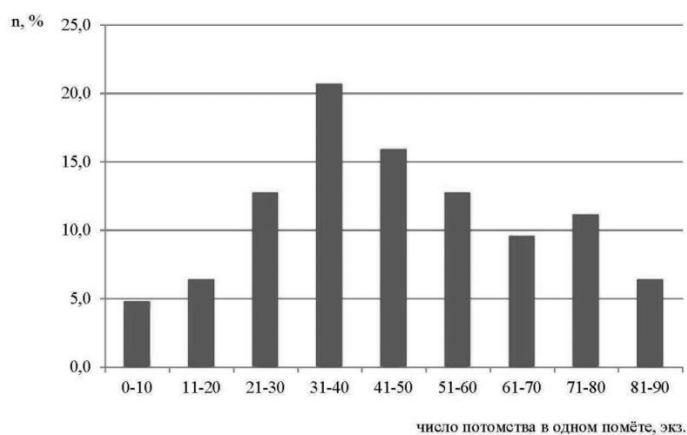


Рисунок – Гистограмма распределения числа потомства в одном помёте у самок хольбрукской гамбузии бассейна р. Кубани

Максимальная численность потомства в одном помёте у самок хольбрукской гамбузии из оз. Старая Кубань и озера у х. Гавердовского составила соответственно, 83 и 89 экз., что было значительно ниже, чем в водоёмах других регионов-реципиентов: Абхазия – 239 [12], Узбекистан – 135 [11], Азербайджан – 247 [3].

Также было установлено, что существует чёткая положительная зависимость между длиной и массой тела самок и величиной помёта (табл. 1, 2).

Таблица 1 – Связь между длиной тела самок хольбрукской гамбузии и численностью потомства в одном помёте

Размерный интервал по длине тела, мм	N, экз.	Величина помёта, экз.	
		$\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$	min – max
20 – 25	3	11 ± 1,5	9 – 14
25 – 30	9	26 ± 2,8	18 – 35
30 – 35	21	37 ± 3,5	6 – 83
35 – 40	23	61 ± 2,6	36 – 84
40 – 45	5	65 ± 8,0	43 – 89
45 – 50	2	77 ± 4,2	70 – 85

Таблица 2 – Связь между массой тела самок хольбрукской гамбузии и численностью потомства в одном помёте

Размерный интервал по массе тела, мг	N, экз.	Величина помёта, экз.	
		$\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$	min – max
0 – 500	8	18 ± 2,2	9 – 27
500 – 1000	21	35 ± 2,7	6 – 54
1000 – 1500	18	53 ± 3,7	29 – 84
1500 – 2000	13	67 ± 2,6	43 – 77
2000 – 2500	3	87 ± 2,0	70 – 89

Коэффициент корреляции между длиной тела и величиной одного помёта составил 0,803, массой тела и величиной одного помёта – 0,846. Оба коэффициента были статистически достоверны.

Самки из озера у х. Гавердовского характеризовались средней величиной помёта 58±2,7 экз., из оз. Старая Кубань – 31±3,2 экз. Отличия в средних значениях показателя были статистически достоверны ($t_{ф.} = 6,44, p < 0,001$). Необходимо отметить, что эти отличия проявлялись даже в группах сходного размера (табл. 3).

Таблица 3 – Численность потомства в одном помёте у самок хольбрукской гамбузии из разных водоёмов

Размерный интервал по длине тела, мм	Величина помёта, экз., $\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$	
	Оз. Старая Кубань	оз. у х. Гавердовского
30 – 35	34 ± 5,7	41 ± 2,7
35 – 40	51 ± 2,2	62 ± 2,9

Данный факт может быть связан с химическим загрязнением оз. Старая Кубань, которое расположено в городской черте и является водоёмом-охладителем Краснодарской ТЭЦ. Ранее [8] нами было обнаружено, что 12,8% половозрелых особей гамбузий, обитающих в озере, имеют видимые патологии, которые заключаются в искривлении позвоночника, новообразованиях в различных частях тела, а также разрывах кровеносных сосудов головы в области ноздрей.

Список литературы

1. Аннотированный каталог круглоротых и рыб континентальных вод России. – М.:

Наука, 1998. – 220 с.

2. Берг, Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран: в 3-х ч. / Л.С. Берг. – Москва; Ленинград: Изд-во АН СССР, 1949. – Ч. 2. – 458 с.

3. Деньгина, Р.С. Гамбузия и её роль в рыбном хозяйстве / Р.С. Деньгина // Тр. Института зоологии АН Азербайджанской ССР. – 1946. – Т. 11. – С. 41–73.

4. Емтыль, М.Х. Рыбы Краснодарского края и Республики Адыгея / М.Х. Емтыль. – Краснодар: Изд-во КубГУ, 1997. – 157 с.

5. Иванов, И.К. Рыбы-гамбузии и их роль в борьбе с малярией в Казахстане / И.К. Иванов. – Алма-Ата: Изд-во АН Казахской ССР, 1950. – 41 с.

6. Макеева, А.П. Атлас молоди пресноводных рыб России / А.П. Макеева, Д.С. Павлов, Д.А. Павлов. – Москва: КМК, 2011. – 383 с.

7. Мовчан, Ю.В. Фауна Украины: в 40-ка т. – Т.8. – Рыбы. – Вып. 3. Вьюновые, сомовые, икталуровые, пресноводные угри, конгеровые, саргановые, тресковые, колюшковые, игловые, гамбузиевые, зеусовые, сфиреновые, кефалевые, атериновые, ошибневые / Ю.В. Мовчан. – Киев: Наукова думка, 1988. – 367 с.

8. Пашков, А.Н. (*Gambusia affinis*, Cyprinodontiformes, Pisces) в водоёмах Краснодара / А.Н. Пашков, Е.В. Мотрук // Животные в городе: матер. II научно-практич. конф. – Москва: ИПЭЭ РАН, 2003. – С. 86–86.

9. Резник, П.А. Об акклиматизации гамбузии на Северном Кавказе (г. Ворошиловск) / П.А. Резник // Природа. – 1938. – № 5. – С. 97–99.

10. Решетников, Ю.С., Соколов Л.И. *Gambusia holbrooki* (Girard, 1859) – хольбрукская гамбузия / Ю.С. Решетников, Л.И. Соколов // Атлас пресноводных рыб России: в 2-х т. – Т. 2. – Москва: Наука. 2003. – С. 34–37.

11. Соколов, Н.П. Акклиматизация гамбузии / Н.П. Соколов // Природа. – 1954. – №10. – С. 112–114.

12. Устинов, А.А. Роль гамбузии в борьбе с личинками комаров в Абхазии // Медицинская паразитология и паразитарные болезни / А.А. Устинов. – 1944. – Т. 13. – №1. – С. 58–67.

13. Эланидзе, Р.Ф. Ихтиофауна рек и озёр Грузии / Р.Ф. Эланидзе. – Тбилиси: Мецниереба, 1983. – 318 с.

14. Balon, E.K. Epigenesis of an epigeneticist: the development of some alternative concepts on the early ontogeny and evolution of fishes / E.K. Balon // Guelph Ichthyol. Rev. – 1990. – V. 1. – P. 1–48.

15. Page, L.M., Burr B.M. A field guide to freshwater fishes of North America north of Mexico / L.M. Page, B.M. Burr. – Boston: Houghton Mifflin Company, 1991. – 432 p.

16. Pashkov, A.N., Moiseeva E.V. New data on geographical distribution and biological specifications of eastern mosquitofish (*Gambusia holbrooki*, (Girard, 1859) in North-Western Caucasus / A.N. Pashkov, E.V. Moiseeva // Alien species in Holarctic (Borok - 2): Book of Abstracts Second International Symposium. – Borok, 2005. – P. 197–198.

***SOME REPRODUCTIVE INDICATORS OF THE EASTERN MOSQUITOFISH
(GAMBUSIA HOLBROOKI GIRARD, 1859) FEMALES
FROM THE KUBAN RIVER BASIN***

¹Pashkov A. ^{1,2} Polin A.

¹ Krasnodar department of FSBSI «Azov Sea Research Fisheries Institute», Krasnodar, Russia, apashkov@mail.ru, ² FSBEI of HE «Kuban State University», Krasnodar, Russia, pollverfall@mail.ru

*The information of eastern mosquitofish (*Gambusia holbrooki*) mature females' from basin of the Kuban River length and weight was given in this article. The relationship between the*

biological parameters of females and the quantity of their offspring was described. The causes of differences in the reproductive characteristics of eastern mosquitofish females from two water areas are analyzed.

УДК 597.2/5

ОЦЕНКА ПЛОДОВИТОСТИ ГУСТЕРЫ НА ОСНОВЕ УРАВНЕНИЯ РЕГРЕССИИ В УСЛОВИЯХ ОЗЕРА ГАЛИЧСКОГО И ЧЕБОКСАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

^{1,2} Предвижкин М.А., ¹ Станковская Т.П., ² Логинов В.В., Минин А.Е., Катаев Р.К.

¹ «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», г. Нижний Новгород, Россия, E-mail: predvizhkin2015@yandex., ² Нижегородское отделение ФГБНУ «Государственного научно –исследовательского института озерного и рыбного хозяйства им. Л.С. Берга», г. Нижний Новгород, Россия, e-mail: gosniorh@list.ru

Впервые анализируется индивидуальная абсолютная плодовитость густеры и ее зависимость от веса в оз. Галичское, Чебоксарском водохранилище. Предложено уравнение регрессии, облегчающее учет плодовитости густеры.

Введение. Плодовитость рыб представляет собой одно из приспособительных свойств вида и является важной характеристикой состояния популяции рыб в водоемах [1]. Известное разнообразие методов определения плодовитости рыб связано с трудностью ее оценки плодовитости в полевых условиях. В связи с этим нами предпринята попытка сопоставления одного из известных методов оценки величины индивидуальной абсолютной плодовитости рыб по методу [1] и методу регрессионного анализа [5]. Целью настоящей работы является выявление различий между методами оценки плодовитости и эффективности их использования в полевых условиях.

Материалы и методы. Материалом работы послужили данные Нижегородского отделения ФГБНУ «ГосНИОРХ» по плодовитости густеры левобережья Чебоксарского водохранилища (2013-2016 гг.) и оз. Галичского (2016 г.). С целью оценки плодовитости густеры обследовано 86 самок Чебоксарского водохранилища, 23 самки оз. Галичского. Определение индивидуальной абсолютной плодовитости (ИАП) проводилось весовым методом [1]. Общий вес рыбы, вес ее гонад определяли на лабораторных весах (CAS MW-300 T 300 g x 0,01 g). Оценка количества икры в навеске осуществлялась под биноклем МБС-10. Густера измерялась на доске Г.Н. Монастырского [3]. Полученные данные обрабатывались в ППП STATISTICA 6.1., Excel 2003 [5].

Результаты и обсуждение. В ходе обработки материала мы обратили внимание на особенности плавниковой формулы самок густеры исследуемых водоемов. Оказалось, что количество жестких и мягких лучей в составе плавников варьирует в сторону уменьшения. Плавниковая формула самок густеры оз. Галичского имеет вид: $D \text{ III } 9, A \text{ III } 16-24$ (в 43% случаев - 22 мягких луча), $P \text{ I } 15, V \text{ I-II } 8$. (в 57% случаев отмечался I жесткий луч). Тенденция уменьшения также прослеживается в количестве позвонков и жаберных тычинок. Количество позвонков (*vert*) густеры находится в пределах 38-40, в 96% отмечается 40 позвонков. Число жаберных тычинок на первой жаберной дуге (*sb.br*) составляет 17-20 (в 65% случаев наблюдается 19 тычинок).

Аналогичная картина уменьшения лучей плавников, количество позвонков и жаберных тычинок отмечается у густеры Чебоксарского водохранилища. Плавниковая формула самок густеры Чебоксарского водохранилища представлена следующим образом: $D \text{ II-III } 9, A \text{ II-III } 20-24$ (в 42% соответственно, 22 в 91% случаев III), $P \text{ I } 15-16$ (в 76% случаев 16), $V \text{ II-III } 6-9$ в 97% II, в 94% 8. При этом в анальном плавнике в 91% случаев отмечалось III жестких луча, в 42% случаев - 22 ветвистых луча. Пектаральные плавники (*P*) имеют 16 мягких лучей в 76% случаев, в вентральных плавниках (*V*) отмечается II жестких луча в 97% случаев и 8 мягких луча в 94%.

Количество позвонков (*vert*) густеры находится в пределах 36-39, в 67% отмечается 36 позвонков. Число жаберных тычинок на первой жаберной дуге (*sb.br*) составляет 12-18, в 27% случаях наблюдается 17 тычинок. Надо заметить, что проводимые ранее исследования в Киевском, Кременчугском, Чебоксарском водохранилищах, низовье р. Днепр, Вислинском заливе не выявили различий по формометрическим признакам густеры. [4].

За период исследований длина самок густеры оз. Галичского колебалась от 9.2 см (возраст 3+) до 24.6 ± 0.6 см, возраст 10+ (в среднем 16.5 ± 0.4 см; возраст 6+), весовой размер варьировал от 25.0 г до 535 ± 70.0 г (в среднем 138.9 ± 11.4 г). Длина самок густеры Чебоксарского водохранилища колебалась от 16.0 ± 0.1 см (возраст 6+) до 27.4 ± 0.3 см (возраст 11+) (в среднем 20.2 ± 0.3 см; возраст 8+), весовой размер варьировал от 95.0 ± 7.6 г до 510.0 ± 24.3 г (в среднем $227,4 \pm 10.3$ г). Длина и вес густеры оз. Галичского находится в тесной корреляции $r_s=0.96$, длина и вес (таблица) густеры Чебоксарского водохранилища также имеет сильную корреляцию $r_s=0.93$. Половое созревание самок густеры оз. Галичского наступает в возрасте 4 + при длине 11.3 см, а половое созревание самок густеры Чебоксарского водохранилища в 5 летнем возрасте при длине 13.7 см. Надо заметить, что между весом и длиной густеры выявлена сильная прямая связь (r_s), величина которой в оз. Галичском составляет 0,89, в Чебоксарском водохранилище - 0,93.

Нами получены зависимости между фактической ИАП и весом самок густеры, что позволило найти уравнение регрессии. Уравнение регрессии для оз. Галичского имеет вид:

$$Y_1 = 0.350 * X_1 - 3.063, \quad (1)$$

где Y_1 – ИАП, тыс.шт., X_1 - вес рыбы, г. При этом $R^2 = 0.73$, $r_s=0.86$ при $p=0.00000002$.

Уравнение регрессии для зависимости ИАП от веса самок густеры Чебоксарского водохранилища имеет вид:

$$Y_2 = 0.107 * X_2 - 0.995, \quad (2)$$

где обозначения те же. При этом $R^2 = 0.50$, $r_s=0.71$ при $p=0,00000001$.

Фактическое различие количества икры густеры оз. Галичского и Чебоксарского водохранилища, оцениваемое по методу [1], составляет 14,397 тыс.шт. Разность количества икры густеры исследуемых водоемов, рассчитанного по уравнениям (1), (2), близко к фактическому - 13,918 тыс.шт. При этом отмечается низкая потеря икринок равная, 0,479 тыс.шт.

В таблице представлены фактическая (по Котляру) и расчетная ИАП (по предложенному уравнению регрессии) самок густеры исследуемых водоемов.

Таблица - Средняя плодовитость густеры оз. Галичского и Чебоксарского водохранилища за период исследований

Исследуемые водные объекты				
оз. Галичское				
t, лет	Фактическая L, см (AD)	Фактическая P1, г	Фактическая (ИАП) тыс.шт.	Расчетная (ИАП)* тыс.шт.
5+	$\frac{13.4 \pm 0.2}{13.0-13.8}$	$\frac{51.3 \pm 1.6}{48.2-54.4}$	$\frac{15.810 \pm 2.9}{10.542-21.924}$	$\frac{15.118 \pm 0.5}{13.855-16.031}$
6+	$\frac{15.0 \pm 0.2}{14.2-15.9}$	$\frac{82.5 \pm 4.0}{62.1-103.0}$	$\frac{26.110 \pm 2.0}{13.301-38.404}$	$\frac{26.315 \pm 1.4}{18.734-33.089}$
7+	$\frac{16.8 \pm 0.3}{16.1-17.5}$	$\frac{140.3 \pm 10.5}{105.7-174.9}$	$\frac{40.587 \pm 5.5}{24.426-59.808}$	$\frac{42.461 \pm 3.7}{34.037-58.325}$
8+	19.3	200.9	78.246	67.451
-	$\frac{16.0 \pm 0.2}{15.6-16.6}$	$\frac{116.5 \pm 4.0}{104.2-133.3}$	$\frac{40.612 \pm 2.6}{31.629-49.596}$	$\frac{38.621 \pm 1.4}{33.519-43.724}$
X	15.6-16.6	104.2-133.3	31.629-49.596	33.519-43.724

Исследуемые водные объекты				
t, лет	Фактическая L, см (AD)	Фактическая P1, г	Фактическая (ИАП) тыс.шт.	Расчетная (ИАП)* тыс.шт.
Чебоксарское водохранилище				
t, лет	Фактическая L, см (AD)	Фактическая P1, г	Фактическая (ИАП) тыс.шт.	Расчетная (ИАП)* тыс.шт.
6+	$\frac{16.7 \pm 0.1}{16.0-17.5}$	$\frac{135.0 \pm 7.6}{95.0-175.0}$	$\frac{10.508 \pm 0.7}{6.466-14.550}$	$\frac{13.887 \pm 0.8}{9.161-17.715}$
7+	$\frac{17.7 \pm 0.1}{17.5-18.0}$	$\frac{155.7 \pm 7.3}{111.4-200.0}$	$\frac{14.155 \pm 0.9}{7.644-20.667}$	$\frac{14.721 \pm 0.8}{10.916-20.388}$
8+	$\frac{19.0 \pm 0.2}{18.0-20.0}$	$\frac{188.0 \pm 7.7}{121.1-255.0}$	$\frac{16.483 \pm 0.8}{9.866-23.100}$	$\frac{17.501 \pm 0.8}{11.952-26.268}$
9+	$\frac{21.1 \pm 0.2}{20.1-22.2}$	$\frac{267.5 \pm 7.2}{210.0-325.0}$	$\frac{30.618 \pm 2.4}{11.236-50.000}$	$\frac{26.878 \pm 0.8}{21.457-33.752}$
10+	$\frac{23.2 \pm 0.2}{22.4-24.1}$	$\frac{308.7 \pm 6.7}{267.5-350.0}$	$\frac{48.775 \pm 3.9}{30.000-67.550}$	$\frac{32.929 \pm 0.7}{27.604-36.425}$
11+	$\frac{26.0 \pm 0.3}{25.0-27.4}$	$\frac{392.5 \pm 24.3}{275.0-510.0}$	$\frac{36.750 \pm 2.7}{24.000-49.500}$	$\frac{44.102 \pm 2.6}{28.407-53.532}$
- X	$\frac{20.6 \pm 0.1}{19.8-21.5}$	$\frac{241.2 \pm 10.1}{180.0-302.5}$	$\frac{26.215 \pm 1.9}{14.869-37.561}$	$\frac{24.703 \pm 1.1}{18.116-31.289}$
Примечание: Над чертой показаны средний показатель и стандартная ошибка, под чертой - минимальные и максимальные значения; * - данные, рассчитанные с помощью уравнения регрессии; « - » нет данных				

Привлекает внимание тот факт, что величины фактической и расчетной индивидуальной абсолютной плодовитости самок густеры оз. Галичского и Чебоксарского водохранилища не подчиняются нормальному распределению. По этой причине фактическая и расчетная ИАП оценивались на базе непараметрического рангового критерия Манна – Уитни [5], который показал недостоверность различий между этими показателями ($p > 0,05$). Сопоставление только расчетных ИАП самок густеры 6+ и 8+ возраста исследуемых водоемов по критерию Манна – Уитни демонстрирует статистически значимые различия ($p < 0,05$). Но длина густеры 6+ - 8+ летнего возраста, обитающей в исследуемых водных объектах, оцениваемые по непараметрическому ранговому критерию Манна – Уитни не дают статистически значимых различий ($p > 0,05$). При этом величина расчетной ИАП самок густеры оз. Галичского выше в 1,6 раза (табл.1), а показатель фактической ИАП - в 1,5 раза по сравнению с Чебоксарским водохранилищем. Полученные данные на наш взгляд обусловлены гидрологическими особенностями и качественным составом кормовой базы [2] исследуемых водоемов, а также отмеченным нами ранним половым созреванием густеры в условиях оз. Галичское.

Выводы. Таким образом, оценка величины индивидуальной абсолютной плодовитости густеры исследуемых водоемов методом И.О. Котляр и методом регрессионного анализа, проведенного нами, показали отсутствие достоверных различий между фактической и расчетной индивидуальной абсолютной плодовитостью. Последнее говорит о возможности использования предложенного метода в полевых условиях. При этом для оценки индивидуальной абсолютной плодовитости можно использовать любой из морфологических показателей: вес или длину.

Список литературы

1. Котляр, О.А. Методы рыбохозяйственных исследований (ихтиология) / О.А. Котляр. 2004.- 180 с.
2. Катаев, Р.К. Биологические особенности популяции густеры Чебоксарского

водохранилища / Р.К. Катаев, М.А. Предвижкин // Экологический сборник 5: Тр. молодых ученых Поволжья Междунар. науч. конф. / Под ред. С.А. Сенатора, О.В. Мухортовой, С.В. Саксонова. 2015. – С.147-151.

3. Привезенцев, Ю.А. Практикум по прудовому рыбоводству / Ю.А. Привезенцев. – Москва: Высшая школа. 1982.- 208 с.

4. Предвижкин, М.А. Материалы Всероссийской молодежной гидробиологической конференции «Перспективы и проблемы современной гидробиологии». / Предвижкин М.А. [и др.] / Под ред. И.С. Турбанова, Я.С. Климовой (10-13 ноября 2016 г.). – Ярославль: Филигрань, 2016. – 125-126 с.

5. Трухачева Н.В. Математическая статистика в медико-биологических исследованиях с применением пакета Statistica / Н.В. Трухачева. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 384 с.

ESTIMATION OF FECUNDITY OF THE SILVER BREAM BASED ON THE REGRESSION EQUATION IN CONDITIONS LAKE GALICHSKOE AND CHEBOKSARY RESERVOIR

Predvizhkin M.A., Stankovskaya T.P., Loginov V.V., Minin A.E., Kataev R.K..

For the first time the individual absolute fecundity of the silver bream and its dependence on the weight in the lake are analyzed. Galich, Cheboksary reservoir. A regression equation is proposed that facilitates the consideration of the fecundity of the baster.

УДК 582.5-155(262.5)

СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ *ZOSTERA MARINA L.* И *ZOSTERA NOLTII HORNEM* В КЕРЧЕНСКОМ ПРОЛИВЕ И СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

Саенко Е.М., Марушко Е. А.

Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, г. Ростов-на-Дону, Россия, e-mail: saenko_e_m@azniirkh.ru

В настоящее время растительные ресурсы морей и океанов привлекают все больше внимания. Это связано как с экологическими проблемами, так и с расширяющимися областями применения в промышленности. К перспективным и ценным видам морских трав относятся представители рода *Zostera*, произрастающие в Азово-Черноморском бассейне.

Морские травы являются основным продуцентом органического вещества в прибрежной зоне. Произрастая на подвижных рыхлых грунтах, заросли zostеры стабилизируют их и, таким образом, укрепляют прибрежную зону от размывания. Популяции морской травы отличаются богатством эпифауны и инфауны. Обилие населения зарослей zostеры привлекает массу рыб [2]. Они служат излюбленным местом нереста и нагула молоди некоторых промысловых рыб и местообитанием многих видов креветок [5, 4]. Таким образом, морские травы являются важным трофическим звеном в экосистемах прибрежных зон.

В листьях zostеры отмечено высокое содержание общего органического вещества и микроэлементов [6]. В составе zostеры обнаружено присутствие органического вещества zostерина, который содержит до 96 гексауриновых кислот, минеральные и белковые соединения. Все это делает ее ценным сырьем для фармакологической промышленности.

В работе оценивалось современное состояние запаса двух видов zostеры - *Zostera marina L.* и *Z. noltii Hornem*. Исследования проводились в Азовском море (Керченский пролив, Таманский залив) в 2015 г. Карта-схема работ представлена на рис. 1.

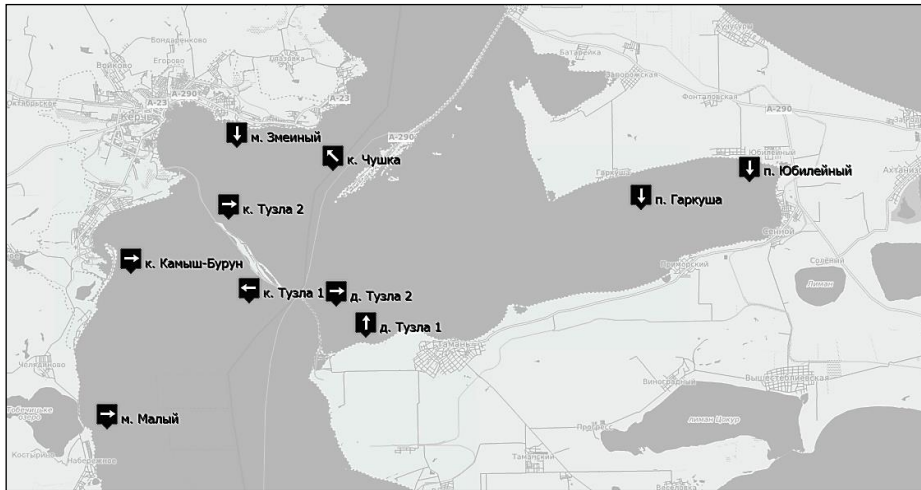


Рисунок 1 – Карта-схема гидробиотических разрезов в Азовском море

При отборе проб был использован метод подводных исследований на разрезах и станциях с применением легководлазного снаряжения [3] в модификации по методу учетных площадок площадью 1 м^2 [1].

На каждом разрезе от уреза воды закладывали по 5 площадок в зависимости от глубины водоема и протяженности разреза. В местах отбора проб (станции) определялись состав грунта, проективное покрытие (ПП) дна растительностью (в %), видовой состав, доминирующий вид в фитоценозе. Морфометрический анализ включал определение биомассы растений во влажном состоянии, численности (экз./ м^2) и высоты растений.

В 2015 г. род *Zostera* на обследованной акватории был представлен двумя видами – *Z. marina* L. и *Z. noltii* Hornem, которые на илисто-песчаных грунтах с примесью ракушки образовывали сообщества наиболее распространенного типа подводной растительности в Керченском проливе.

Морские травы произрастали начиная с глубины 0,5-0,7 м. Максимальная глубина произрастания zostеры была отмечена в районе косы Тузла (5 м), минимальная – в районе мыса Малого (2,5 м). Проективное покрытие (ПП) дна в фитоценозах варьировало от 3 до 100 % и существенным образом зависело от глубины произрастания. На глубинах 4-5 м zostера встречалась только на разрезе с южной стороны косы Тузла. ПП на этой акватории не превышало 10 % и носило мозаичный характер. Следует отметить, что сообщества *Z. marina* и *Z. noltii* с южной стороны косы Тузла и о-ва Тузла не стабильны, так как при преобладании южных ветров повышается подвижность грунтов, что приводит к деградации этих сообществ.

Виды zostеры (*Z. marina* L. и *Z. noltii*) на большей площади водоема являлись доминирующими. Субдоминантными видами в зависимости от глубины и места отбора проб, выступали рдесты, рупия и кладофоры. Плотность распределения zostеры была максимальной на разрезе пос. Юбилейного – 200 экз./м^2 , минимальной на разрезе пос. Гаркуши – 59 экз./м^2 (рис. 2). Среднее значение этого показателя составляло 122 экз./м^2 .

На разрезах в акватории косы Тузла (о-в Тузла) по численности доминировала *Z. noltii*, *Z. marina* значительно уступала ей по этому показателю. У дамбы Тузлы, со стороны Таманского залива, в условиях низкой гидродинамики, преобладала *Z. marina*. У косы Чушки доминирующим видом являлась *Z. marina*, *Z. noltii* встречалась здесь в незначительном количестве до глубины 2 м.

На разрезе пос. Гаркуши на глубине до 2 м произрастает *Z. noltii*. Ее численность здесь невысока - 14 экз./м^2 . На глубине 2,5 м в образовании сообщества принимали участие оба вида zostеры с численностью по 100 экз./м^2 , а на глубинах более 2,5 м встречалась только *Z. marina* – 100 экз./м^2 . У пос. Юбилейного в образовании сообщества оба вида zostеры принимали участие в равной степени.

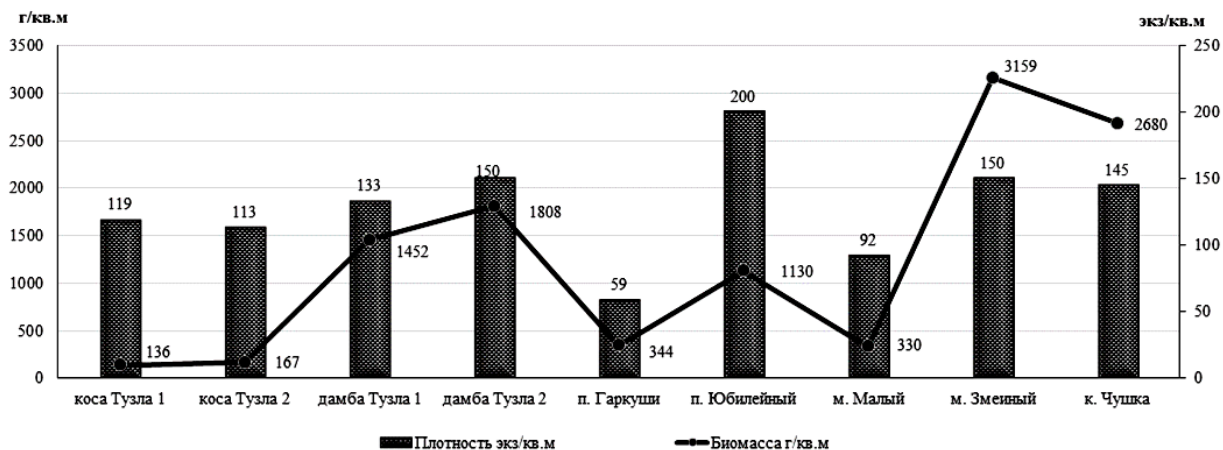


Рисунок 2 – Плотность и биомасса зостеры в Керченском проливе (средние значения по разрезу)

У м. Змеиного *Z. noltii* встречалась только на глубинах от 1 до 2 м. Ее численность здесь составляла – 100-84 экз./м². С 2-х до 4-х м доминирующим видом в сообществе макрофитов являлась *Z. marina* – 33-160 экз./м².

В акватории у м. Малого произрастают оба вида зостеры. Их численность здесь варьировала от 4 до 80 экз./м². Распределение зостеры носило ярко выраженный мозаичный характер. В акватории косы Камыш-Бурун зостера не обнаруживалась.

Биомасса зостеры варьировала от 136 до 3159 г/м² и составляла в среднем по Керченскому проливу 1065,7 г/м². Максимальным этот показатель был у м. Змеиного, минимальным – на разрезе косы Тузлы 1. Низкая биомасса (менее 1000 г/м²) наблюдалась на разрезах с ярко выраженным доминированием *Z. noltii* (коса Тузла 1, коса Тузла 2, пос. Гаркуши), а также на участках с повышенным гидродинамическим режимом и нестабильными грунтами (коса Тузла 1, м. Малый). На разрезах, где в формировании сообщества принимали участие оба вида зостер, в равной степени (дамба Тузла 2, пос. Юбилейный), или там, где по численности значительно преобладала *Z. marina* (дамба Тузла 1, м. Змеиный, коса Чушка), биомасса превышала 1000 г/м².

Длина растений *Z. marina* варьировала на обследованной акватории от 7 см до 170 см. Средняя длина растений по разрезам представлена на рис. 3. Как видно из рисунка, этот показатель самый высокий у м. Змеиного – 99,9 см. На остальных разрезах средняя длина растений варьировала незначительно и составляла 38,2 – 48,7 см. Средняя длина растений по Керченскому проливу - 50 см.

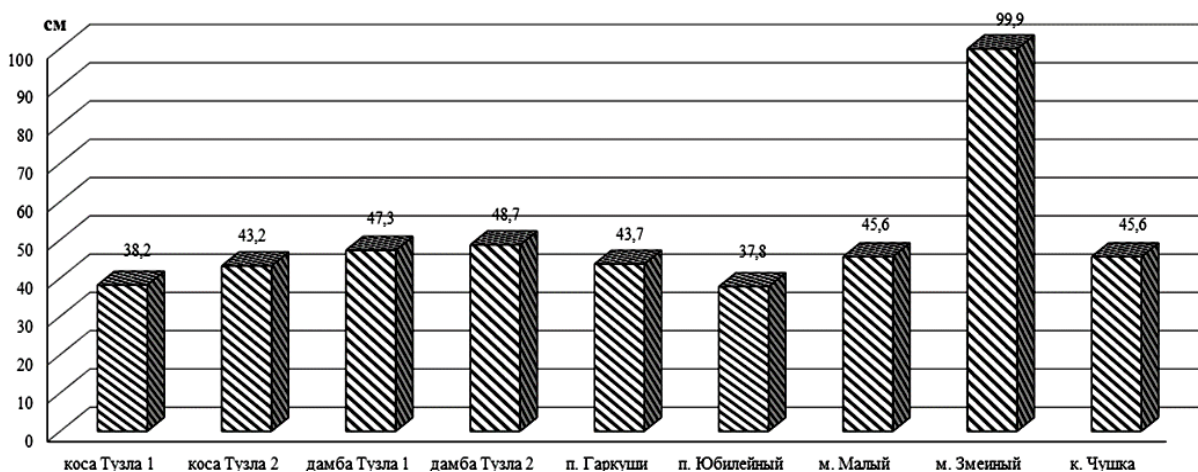


Рисунок 3 – Средняя длина растений *Z. marina* на разрезах в Керченском проливе

Длина растений *Z. noltii* изменялась от 7,8 до 44,5 см. Максимальная длина была отмечена у м. Змеиногo – 29,4 см, минимальная (17,1 см) – на разрезе косы Тузла. Средняя длина растений *Z. noltii* по Керченскому проливу составила 22,6 см (рис.4).

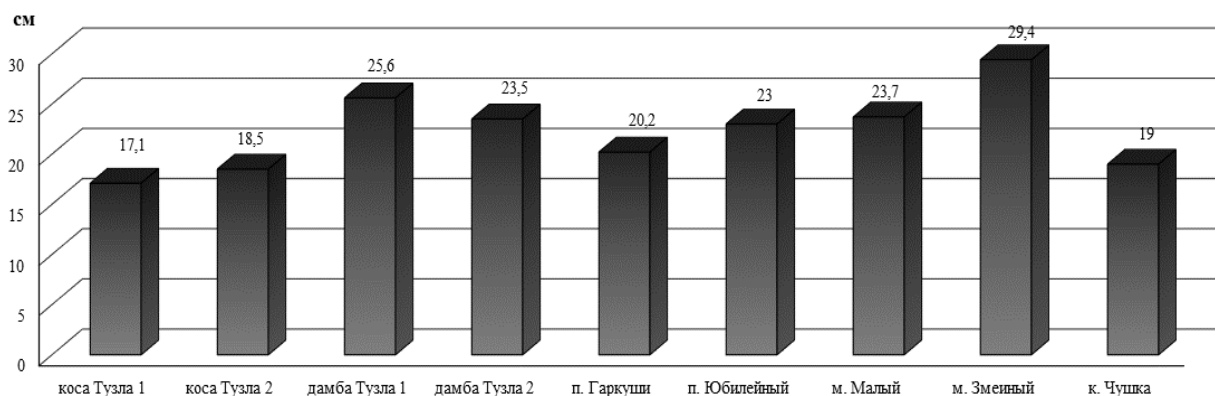


Рисунок 4 – Средняя длина растений *Z. noltii* на разрезах в Керченском проливе

Фитоценозы zostеры в северо-восточной части Черного моря имеют локальное распределение и произрастают на песчаных грунтах в Керченско-Таманском промысловом районе, в Геленджикской бухте и Кизилташских лиманах. Наибольшие по площади фитоценозы располагаются в Керченско-Таманском промысловом районе, в районе Анапской банки и Кизилташских лиманах.

В акватории Бугазской косы и ст-цы Благовещенской на песчаных грунтах до глубины 5-6 м растительность отсутствует. От 5 до 15 м доминирующим видом в фитоценозах является *Zostera noltii*, проективное покрытие которой достигает 50 %. Биомасса в среднем составила 1,4 кг/м². Фитоценозы в районе Анапской банки представлены в основном *Z. marina*, с численностью 56-124 экз./м², биомассой 0,25-5,10 кг/м² (среднее значение 92,3 экз./м² и 2,67 кг/м²). В Кизилташских лиманах в фитоценозах произрастают оба вида zostеры. Их численность здесь варьировала от 15 до 142 экз./м², биомасса от 0,15 до 3,89 г/м² (среднее значение 78,1 экз./м² и 2,06 г/м²). Фитоценозы в Геленджикской бухте не имеют промыслового значения.

Таким образом, состояние фитоценозов zostеры в Керченском проливе можно назвать удовлетворительным. Но в настоящее время значительно возросло влияние антропогенного фактора на всю экосистему Азовского моря и Керченского пролива в частности. Так, проводимые в 2012 г. строительные работы в Таманском заливе по отсыпке пляжной зоны в районе пос. Тамань протяженностью более 6 км вызвали значительное повышение мутности воды в заливе. Снижение прозрачности воды негативно сказалось на росте zostеры в Таманском заливе, особенно в южной его части, замедлило начало вегетационного периода и рост вегетативных и генеративных побегов у морских трав в районе ст. Тамани, Маркитанской косы, пос. Гаркуша и пос. Сенной. Отсыпка дамбы, перекрывающей пролив к востоку от о-ва Тузла, привела к изменению циркуляции вод в Керченском проливе и, как следствие, вызвало изменения экосистемы Таманского залива – заиливание мелководной зоны восточной части Керченского пролива и прилегающего к ней Таманского залива в районе пос. Сенного и Динском заливе. Перечисленные негативные факторы способствовали сокращению площадей произрастания zostеры и снижению ее биомассы в Таманском заливе.

На остальной акватории Керченского пролива основные запасы zostеры сосредоточены в акватории к. Чушки, м. Змеиногo и д. Тузла. В акватории дамбы Тузла, в результате антропогенного воздействия (строительство моста через Керченский пролив) в настоящее время наблюдается сокращение площадей произрастания zostеры.

В северо-восточной части Черного моря запасы zostеры невелики и не имеют промыслового значения.

Список литературы

1. Громов В.В. Методика подводных фитоценологических исследований // Гидробиологические исследования северо-восточной части Черного моря. Ростов-на-Дону: Изд-во РГУ. - С. 69–72.
2. Дерюгин К.М. Зоны и биоценозы зал.Петра Великого (Японское море)// Сборник, посвященный научной деятельности Н.М.Книповича. М.-Л., АН СССР, 1939. - С. 45-86.
3. Изучение экосистем рыбохозяйственных водоемов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки. Выпуск 3. Методы ландшафтных исследований и оценки запасов донных беспозвоночных и водорослей морской прибрежной зоны. – М.: Изд-во ВНИРО, 2005. – 135 с.
4. Посадова В.П., Иванкова З.Г., Феденко И.М. Рыбные ресурсы залива Петра Великого и меры по их восстановлению и охране// Всесоюз. конф. по морской биологии. Тез. докл. Владивосток, 1982, Ч.3, - С.36-37.
5. Лысенко В.Н. Экология креветок сообщества *Zostera* бухты Мелководная (Японское море).-В кн.:П Всесоюз.конф. по морской биологии. Тез.докл. Владивосток, 1982, Ч.1, - С. 45-46.
6. Harrison P.Q., Mann K.H. Chemical changes during the seasonal cycle of growth and decay in eelgrass (*Zostera marina*) on the Atlantic Coast of Canada.-J.Fish.Res.Bd,Can., 1975, 32, N3, p.6-15-62-1.

THE STATUS OF *ZOSTERA MARINA* L. AND *Z. NOLTII* HORNEM STOCKS IN THE KERCH STRAIT AND THE NORTHEASTERN BLACK SEA

Sayenko E.M., Marushko E.A.

*We have assessed the current status of stocks of such zoster species as *Zostera marina* L. and *Z. noltii* Hornem. The studies were conducted in the Sea of Azov (Kerch Strait, Taman Bay) in 2015. The genus *Zostera* in the surveyed water area was represented by two species, namely, *Z. marina* L. and *Z. noltii* Hornem, on muddy sandy soils with shelly ground inclusions they formed communities of underwater vegetation occurring most often in the Kerch Strait. The maximum distribution density of zoster was near village Yubilejnyi (200 specimens/m², the minimum one was observed near village Garkushi (59 specimens/m²). The average value constituted 122 specimens/m². The biomass of zoster varied from 136 to 3159 g/m² and averaged 1065.7 g/m² in the Kerch Strait. The greatest biomass was at the Zmeinnyy cape, while at the Tuzla Spit it was minimal. The length of *Z. marina* varied from 7 cm to 170 cm, and that of *Z. noltii* Hornem was from 8 cm to 45 cm. The status of the zoster phytocoenosis in the Kerch Strait is estimated as satisfactory.*

УДК 639.22/.23 (06)

НАИБОЛЕЕ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ДЛЯ РОССИЙСКОГО ПРОМЫСЛА ВОДНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ОТКРЫТОЙ ЧАСТИ И КОНВЕНЦИОННЫХ РАЙОНОВ АТЛАНТИЧЕСКОГО И ЮЖНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА

Саускан В. И., Сазонова Д.Ю.

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Российская Федерация, e-mail: sauskan@klgtu.ru, e-mail darya.sazonova@klgtu.ru

Введение

В период с 1950 по 1990 г. ежегодные общие уловы СССР водных биологических ресурсов возросли примерно с 2 до 10 млн. т, причём наиболее интенсивно уловы росли до

введения в 1977 г. исключительных экономических зон прибрежными государствами. Определяющую роль в таком приросте играло рыболовство в открытых районах океана и в шельфовых водах прибрежных. В 1960-1990 гг. СССР были проведены весьма интенсивные научно-поисково-промысловые исследования с целью дальнейшего расширения отечественного промысла ВБР в открытом океане, в результате которых в сферу отечественного рыболовства были вовлечены массовые виды водных биологических ресурсов открытых и конвенционных районов, например: тунцовые рыбы открытых и конвенционных районов океана, антарктический криль, чилийско-перуанская ставрида юго-восточной части Тихого океана, кальмары ЮЗА (аргентинский кальмар-иллекс), рыбы подводных гор и возвышенностей (макрурус, берикс и др.), некоторые светящиеся анчоусы мезопелагиали антарктических вод Атлантики (антарктический электрон) и др.

В советские годы значительный вклад в научные исследования рыб открытой части океана внесли советские и российские учёные-ихтиологи: д.б.н. проф. Н.В. Парин (1988, Институт океанологии АН СССР и, позднее - России.), в 1969-1971 гг. СЭКБ и АтлантНИРО (Калининград) были даже организованы несколько экспедиций для исследования возможностей промысла некоторых массовых видов рыб эпипелагиали океана, в частности летучих рыб, а также рыб подводных гор и возвышенностей Срединно-Атлантического хребта, в некоторых из их которых автор доклада принимал личное участие в качестве начальника экспедиции. Рассмотрим коротко наиболее важные результаты научных исследований и промысла некоторых ВБР, на наш взгляд, наиболее перспективных для отечественного промысла ВБР в открытых и конвенционных районах океана .

Результаты исследования

Тунцы (полосатый, желтопёрый, большеглазый и др.). Что касается развития тунцового промысла, то следует иметь в виду, что за период с 2008 по 2014 гг. общие уловы тунцов в Мировом океане всеми странами выросли с 6,6 до 7,7 млн. т и в целом ресурсы тунцов, видимо недоиспользуются. Наша страна освоила промысел тунцов в 80-е годы

XX века и этот промысел успешно вёлся во всех океанах вплоть до середины 90-х. Последующие события привели к сокращению числа тунцеловных судов России с 30 до 7 единиц. Все российские крупнотоннажные тунцеловные сейнера были проданы иностранным компаниям, за исключением 7 ССТ, принадлежащих ОАО «Атланттралфлот» (п. Калининград), которые продолжали вести промысел под российским флагом в Атлантическом океане.

В настоящее время последние российские тунцеловные сейнеры, ввиду технического и морального износа, не могут вести эффективный промысел, а для сохранения российской квоты (промыслового усилия) на добычу тропических тунцов в Атлантике необходима срочная замена существующего флота.

Для реализации «Морской доктрины» России и сохранения продовольственной безопасности нашей страны необходимо за кратчайшее время разработать долгосрочную госпрограмму развития российского тунцеловного промысла в рамках стратегии развития рыбохозяйственного комплекса РФ на основе государственно-частного партнёрства, в частности инвестиционных квот.

*Чилийско-перуанская ставрида - *Trachurus symmetricus murphyi** . В июне 1978 г. Управление «Запрыбпромразведка» Западного бассейна Минрыбхоза СССР организовало первую поисково-промысловую экспедицию в открытые воды восточной части Тихого океана в составе пяти крупнотоннажных судов. Были выявлены значительные скопления чилийско-перуанской ставриды, скумбрии и сардинопса в океанической пелагиали за пределами экономической зоны Перу. В дальнейшем еще более массовые скопления чилийско-перуанской ставриды были разведаны за пределами экономической зоны Чили. По результатам работ поисково-промысловой экспедиции был оперативно развернут крупномасштабный отечественный промысел. В ходе освоения промысла в ЮВТО было выполнено около 200 научно-поисковых и научно-исследовательских экспедиций, собран колоссальный объем океанологических и биологических данных, создана система научного обеспечения рационального промысла [6].

За организацию работ по выявлению и освоению новых ресурсов рыболовства в Южной части Тихого океана в 1982 г. постановлением Совета Министров СССР группе специалистов Управления «Запрыбпромразведка» и ВРПО «Запрыба» была присуждена Государственная премия СССР. Промысел и исследования СССР и России. С 1979 по 1991 г. на обширной акватории вне экономических зон стран Южной Америки и Новой Зеландии круглогодичный промысел ставриды и других рыб вели одновременно до 88 крупнотоннажных судов СССР. Среднегодовая добыча составляла около 1 млн. т, максимальная – 1,38 млн.т. За 13 лет было выловлено 2,8 млн.т рыбы, в основном ставриды. В конце 1991 г. отечественный промысел был прекращён ввиду экономической неэффективности работы в таком удаленном районе [3], и в настоящее время нашего флота там нет [5]. Российские исследования в этом районе возобновились после более чем десятилетнего перерыва. На СТМ «Атлантида» в октябре 2002 г. - январе 2003 г. были выполнены научно-поисковые работы на большой акватории ЮВТО и тралово-акустическая съемка в южном подрайоне. Биомасса ставриды на акватории, охваченной съемкой, составила около 7 млн. т. Эта величина сопоставима с величинами биомассы, полученными в 80-е годы. По расчетам «АтлантНИРО» общий допустимый улов (ОДУ) ставриды только на обследованной акватории был оценен величиной около 1,6-1,7 млн. т в год. В первые годы XXI в. в этом районе начали быстро наращивать активность рыболовные флотилии ряда стран. В открытые воды в поисках скоплений рыбы стали выходить чилийские сейнеры океанического лова, ранее промышлявшие ставриду в своей экономической зоне. Примерно в это же время (в 2000 г.) в Юго-Восточной части Тихого океана начали работать китайские траулеры (до 10-15 ед.) и несколько бывших советских супертраулеров испанской постройки, которые работали под флагами Вануату и Фарерских островов. В конце 2005 г. промысел ставриды в Юго-Восточной части Тихого океана впервые начали крупные суда Европейского Союза, в 2007 г. их количество достигло восьми единиц [5].

В связи с ростом интенсивности промысла правительственные и рыбохозяйственные структуры Чили, Австралии, Новой Зеландии и других стран инициировали переговоры по созданию международной региональной организации по рыболовству в Южной части Тихого океана (SPRFMO). 14 ноября 2009 г. была принята Конвенция «О сохранении промысловых ресурсов в открытом море южной части Тихого океана» вместе с Временными мерами для содействия в работе Комиссии СПРФМО, основанной Конвенцией. В принятии Конвенции участвовали представители стран-участников Конвенции и стран-наблюдателей: Австралии, Белиза, Чили, Китая, Острова Кука, Республики Кореи, Новой Зеландии, Перу, Российской Федерации, США, Республики Тайвань. Конвенция вступила в силу 24 Августа 2012г., а первая встреча Комиссии произошла в Окленде, Новая Зеландия, с 28 января по 1 февраля 2013 г.

По расчетам научной Рабочей группы SPRFMO, основанным на методах тематического моделирования, общий запас ставриды ЮВТО в последнее десятилетие неуклонно снижался и достиг в 2010 г. 2,1 млн.т [7]. Общие годовые уловы чилийско-перуанской ставриды (суммарно в прибрежных водах и открытой части Тихого океана) в 2010-2013 гг. постоянно снижались (от 727 тыс.т. в 2010 до 355 тыс. т., т.е. вдвое, в 2013 г.), но затем вновь начали расти – улов 2014 г. уже составил 414,5 тыс. т. Специалисты полагают, что сокращение запасов ставриды объясняется воздействием как природных факторов, так и промыслового пресса. По оценкам рабочей научной группы SPRFMO для восстановления запасов ставриды потребуется около 10 лет. Однако, по мнению российских ученых, при рациональном ведении рыболовства и с учётом того, что в 2014 г. общий годовой улов чилийско-перуанской ставриды начал расти, это может произойти гораздо быстрее [1]. Всё вышеизложенное позволяет полагать, что в ближайшие годы ресурсы чилийско-перуанской ставриды южной части Тихого океана вновь могут послужить важной составляющей российского рыбного промысла, имея в виду, что в «тучные годы» XX в. уловы нашей страны здесь достигли 2, 8 млн.т за 13 лет отечественного промысла (1979-1991 гг.), в котором основу составляла чилийско-перуанская ставрида [3].

Чтобы решить эту задачу, необходимо разработать стратегию российского рыбного промысла в удалённых районах открытого океана, имея в виду реализацию «Морской доктрины» России и обеспечение продовольственной безопасности нашей страны на основе

государственно-частного партнёрства.

Антарктический криль - Euphausia superba. По суммарному вылову антарктического криля наша страна (СССР/Россия) в целом за период 1970-2012 гг была абсолютным лидером: за этот период в водах АЧА было выловлено 6 млн. 887,3 тыс. т криля, из них 3 млн. 313,1 тыс. т было добыто советским/российским рыболовным флотом. Однако после 1991 г. российский промысел криля сократился в 4,5 раза, а затем прекратился. В дальнейшем российский промысел антарктического криля может осложниться ужесточением мер регулирования со стороны АНТКОМа (возможно вытеснение флота в океанические районы, где промысловые скопления имеют кратковременный характер и пространственную нестабильность, что делает промысел криля менее эффективным) [2]. Перспективы российского промысла криля в этом случае будут зависеть от усилий по освоению восточной части АЧА – подрайона Южных Сандвичевых о-ов, а также акватории у о-ва Буве, подводной возвышенности Мод и южной части мыса Лазарева (подрайон 48.6). Освоение дополнительной сырьевой базы возможно в случае организации поисково- промысловых исследований в подрайоне 48.6 и направленного промысла в подрайоне 48.4. Для реализации этого необходима специальная госпрограмма по развитию промысла антарктического криля на базе государственно-частного сотрудничества.

Кальмар аргентинский короткопёрый - *Illex argentinus*. Исследования, связанные с определением запасов аргентинского кальмара, проводились крайне редко и недостаточно репрезентативно, их величина интерпретировалась разными специалистами в больших пределах - от 0,6 до 5 млн. т [5], причём наиболее полные данные были получены в 1978-1979 гг. при проведении совместных исследований Японией и ФРГ с участием Аргентины. За основу был взят район южнее 46°ю.ш. Максимальный уровень запаса в летний период был оценен учеными Японии величиной 2,6 млн. т. Диапазон межгодовых колебаний запаса, по-видимому, можно оценивать величиной 0,5-2 млн. т. Учитывая жизненный цикл кальмара в один год, его изъятие может составлять до 50% общего запаса.

В 1982-1983 гг. на промысле аргентинского кальмара флотилия СССР насчитывала от 12 до 15 судов. В 1992-1994 гг., в связи с новыми экономическими условиями, количество промысловых судов бывшего СССР значительно сократилось. Российский вылов также неуклонно снижался с 43,0-66,9 тыс. т в 1992-1993 гг. до 1,0-3,2 тыс. т в 1997-2000 гг. С 2001 г. лов кальмара нашими судами здесь почти полностью прекратился.

В последние 20 лет в промысле аргентинского кальмара участвуют 250-350 судов-светоловов и около 60-80 траулерам различных стран. Значительный рост пресса промысла, видимо, привёл к снижению воспроизводительной способности и росту диапазона флуктуаций численности поколений аргентинского кальмара [4,5], что увеличивает риск для стабильности такого промысла. По нашему мнению для организации в будущем промысла кальмара в этом районе необходимо решить в первую очередь международно-правовые вопросы, проблемы приобретения или аренды модернизированного и специализированного флота, снабжения, ремонта судов и реализации продукции. Мы полагаем, что в настоящее время это весьма затруднено по ряду причин. Тем не менее запасы океанических и шельфо-океанических кальмаров в Мировом океане очень велики, поэтому в более дальней перспективе появится возможность организовать их эффективный промысел.

Рыбы подводных гор и возвышенностей Атлантического океана. Хотя наша страна (СССР) принимала активное участие и сама организовывала научно-поисково-промысловые экспедиции в открытую часть океана, в частности СВА и ЮВА, сегодня, по нашему мнению, использование ресурсов глубоководных придонных рыб подводных гор и возвышенностей океана, в частности макруруса и берикса, не может быть экономически эффективным из-за сложностей с необходимой модернизацией флота для тралового лова в сложных условиях подводных гор и возвышенностей на больших глубинах, необходимости применения новых орудий и методов лова и в связи с отсутствием средств на проведение специальных исследований в морских условиях и др.

Некоторые массовые рыбы эти- и мезопелагиали открытого океана - светящиеся анчоусы, летучие рыбы и др. Несмотря на высокую биомассу светящихся анчоусов в отдельных

районах Мирового океана, на наш взгляд, промысел их для России в настоящее время нерентабелен по ряду причин (отсутствие научно-поисковых экспедиций для изучения особенностей образования промысловых скоплений светящихся анчоусов, международные ограничения промысла некоторых видов, отсутствие и дороговизна специализированного флота, удалённость районов промысла от портов базирования судов, отсутствие технологий выпуска конкурентоспособной продукции из сырья довольно низкого качества, трудности с рынком сбыта и др.). Однако и этот ресурс остаётся в резерве для будущего развития российской рыбной промышленности.

Хотя именно в СССР в конце 60-х годов прошлого века были начаты первые в мире специальные исследования возможностей промысла летучих рыб в открытом океане (АтлантНИРО, СЭКб промрыболовства, Калининград), для России сегодня развитие промысла этих групп ВБР не является актуальным, но в более дальней перспективе и эти довольно многочисленные водные биологические ресурсы для нашей страны смогут стать объектом спортивного или промышленного лова.

Заключение

Дальнейшие перспективы устойчивого развития российского рыбохозяйственного комплекса в значительной степени зависят от того, как скоро будут приняты стратегические решения по вовлечению в сферу приоритетов развития отрасли, вовлечению в промысел недоиспользуемых водных биологических ресурсов в относительно более удалённых открытых и конвенционных районах Мирового океана, где до 1991 г. Советский Союз вёл активную рыбопромысловую деятельность и был лидером мирового рыболовства.

Мы полагаем, что наиболее перспективными водными биологическими ресурсами для российского рыболовства в открытых и конвенционных районах океана в ближайшей перспективе могут быть тунцы, чилийско-перуанская ставрида юго-восточной части Тихого океана и антарктический криль, постепенное включение недостаточно освоенных запасов которых в российский океанический промысел ВБР сможет позволить России наращивать свой годовой вылов в океане и решить тем самым многие социально-экономические проблемы нашей страны. Для этого нужна специальная стратегия и госпрограмма устойчивого использования этих ресурсов нашей страной, основные принципы такой стратегии и программы – новые формы взаимодействия государства, бизнеса и общества, а также реализация «Морской доктрины» и концепции продовольственной безопасности нашей страны.

Список литературы

1. Глубоков, А.И. Ставрида южной части Тихого океана – современное состояние запаса, регулирование и перспективы промысла / А.И. Глубоков, М.К. Глубоковский, М.А. Рабчун // Рыбное хозяйство. 2013. - №1. - С. 3-6.
2. Касаткина, С.М. Особенности распределения криля по данным научных наблюдений и промысла в подрайоне Южных Оркнейских островов в зависимости от океанологических факторов / С.М. Касаткина, В.Н. Шнар // Вопр. пром. океанологии. 2008. Вып. 5, №2. - С. 173-184.
3. Каширин, К.В. Сырьевые ресурсы пелагиали южной части Тихого океана и перспективы возобновления российского рыболовства / К.В. Каширин, В.И. Саускан, В.С. Чиклиненков // Тезисы докладов VI Юбилейной международной научной конференции, посвященной 50-летию пребывания КГТУ на Калининградской земле (21 – 23 октября 2008 г. Калининград), часть 1. – Калининград, 2008.
4. Нигматуллин, Ч.М. Экология и промысел аргентинского кальмара: обзор // Материалы VI Всерос. конф. по пром. беспозвоночным (3-6 сентября 2002 г., Калининград - пос. Лесной) / Науч. ред. Б.Г. Иванов, Ч.М. Нигматуллин. Москва: ВНИРО, 2002. - С. 158-161.
5. Промысловое описание продуктивных районов Атлантического океана (к югу от параллели 50 гр. с.ш.) и юго-восточной части Тихого океана. Гербер Е.М. (орг.), К.Г. Кухоренко (мет. рук.), другие авторы: И.К. Сигаев, В.Б. Лукацкий, Ю.П. Чередниченко, А.А. Нестеров,

В.А. Чадаев, Ч.М. Нигматуллин, С.М. Касаткина, Ж.А. Фролкина, В.Г. Анисеев. Калининград, АтлантНИРО, 2013.

6. Чернышков, П.П., Дерябин Н.Н. 30 лет со времени открытия и освоения ресурсов пелагических рыб в южной части Тихого океана / П.П. Чернышков, Н.Н. Дерябин // Рыб. хоз-во. 2008. - №5. - С. 30-33.

7. FAO UN. THE STATE OF WORLD FISHERIES AND AQUACULTURE, 2012, 2014, 2016

Наиболее перспективными водными биологическими ресурсами для российского рыболовства в открытых и конвенционных районах океана в ближайшей перспективе могут быть тунцы, чилийско-перуанская ставрида юго-восточной части Тихого океана и антарктический криль, постепенное включение недостаточно освоенных запасов которых в российский океанический промысел ВБР сможет позволить России наращивать свой годовой вылов в океане и решить тем самым многие социально-экономические проблемы нашей страны.

MOST PERSPECTIVE FOR RUSSIAN FISHING WATER BIOLOGICAL RESOURCES OF THE OPEN PART AND THE CONVENTIONAL AREAS OF THE ATLANTIC AND SOUTH PART OF THE PACIFIC OCEAN

Sauskan V.I., Sazonova D.Y.

The most promising water biological resources for Russian fisheries in the open and conventional ocean areas in the short term may be tuna, Chilean-Peruvian horse mackerel of the southeastern Pacific and Antarctic krill, the gradual inclusion of insufficiently developed reserves of which in the Russian oceanic fishery, To increase its annual catch in the ocean and thereby solve many of the socio-economic problems of our country.

УДК 597.585.1

РОГАТКОВЫЕ РЫБЫ РОДА *MYOXOCEPHALUS* (COTTIDAE) ПРИКАМЧАТСКИХ ВОД И ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИХ РЕСУРСОВ

Токранов А. М.

Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, Россия, tok_50@mail.ru

Рогатковые рыбы рода *Myoxocephalus*, или керчаки, широко распространены в северной части Тихого океана вдоль азиатского побережья от берегов Кореи и Японии до Берингова пролива, а вдоль американского – на юг до Британской Колумбии [5, 27, 30, 34]. В отдельных районах своего обширного ареала керчаки обладают относительно высокой численностью и биомассой [4, 13, 17, 29], в связи с чем играют заметную роль в донных ихтиоценозах как хищники и потенциальные пищевые конкуренты промысловых рыб [13, 21, 25], а также могут быть объектами прибрежного рыболовства [14, 21-23, 29]. Из восьми представителей рода *Myoxocephalus*, зарегистрированных в настоящее время в прикамчатских водах [33], три - многоиглый *M. polyacanthocephalus*, бородавчатый *M. verrucosus* керчаки и керчак-яок *M. jaok*, относятся к сравнительно многочисленным видам рыб. Обобщение имеющейся на сегодняшний день информации [3, 6, 8, 9, 11-28, 31, 32, 35] позволяет получить представление о пространственно-батиметрическом распределении, особенностях биологии и величине биомассы этих трёх представителей рода *Myoxocephalus* в прикамчатских водах.

Многоиглый керчак и керчак-яок встречаются от северных районов Японского моря и тихоокеанского побережья о-ва Хонсю до западной части залива Аляска и Британской Колумбии,

включая акватории Охотского и Берингова морей (второй из них зарегистрирован в южных районах Чукотского моря), а также прикурильские, прикамчатские и приалеутские воды [4, 27, 30, 34]. В отличие от них, являющийся арктическо-бореальным видом бородавчатый керчак в Арктике у берегов Азии проникает на запад до моря Лаптевых, а в водах Тихого океана по азиатскому побережью отмечен на юг до Камчатского залива (известен также в Охотском море в Тауйской губе и у юго-западной Камчатки), а по американскому - до Британской Колумбии [1, 30, 34]. Однако если два первых вида керчаков наибольшей численности достигают в прикамчатских водах Охотского и в западной части Берингова моря, то бородавчатый керчак довольно многочислен лишь во втором районе [3, 6, 17].

По современным представлениям, все три рассматриваемых вида керчаков входят в состав элиторального ихтиоценоза [27, 30, 33], представители которого обитают преимущественно в водах шельфа и верхней зоны материкового склона на глубинах до 300 м, хотя для каждого из них характерен вполне определённый интервал предпочитаемых глубин, где постоянно отмечаются максимальные концентрации этих рыб (табл. 1). Для исследуемых видов керчаков свойственны сезонные миграции: весной в зону прибрежного мелководья (глубины 20-80 м), где в пределах сравнительно хорошо прогретой поверхностной водной массы сезонной модификации происходит их нагул; осенью – на зимовку к нижней границе шельфа и в верхнюю зону материкового склона, где сказывается влияние теплой промежуточной водной массы [6, 11, 13, 21, 23, 26].

Многоиглый керчак – один из самых крупных представителей рогатковых в северной части Тихого океана, максимальная длина которого достигает свыше 90 см, а масса тела 10 кг, хотя повсеместно в прикамчатских водах наиболее многочисленны его особи размером 25-55 см и 0,5-2,5 кг. По сравнению с ним двух остальных рассматриваемых вида керчаков имеют заметно меньшие предельные размеры – яок 70 см и 4,9 кг, а бородавчатый – 54 см и 2,2 кг (таблица). Все три эти представителя сем. Cottidae относятся к рыбам со средней продолжительностью жизни (до 15-20 лет), основу популяции которых (свыше 70-80%) формируют особи не менее четырех-пяти возрастных групп [2, 19, 22, 23].

Для исследованных видов керчаков характерен половой диморфизм в экстерьерных признаках (окраска, дополнительные кожные образования, величина плавников) и размерах половозрелых самцов и самок [20, 24]. Первые окрашены ярче, чем вторые; у них крупнее и контрастнее проявляются пятна и полосы на теле и плавниках. Помимо существующих различий в окраске, у самцов этих представителей рогатковых в задней части тела имеются дополнительные образования в виде погружённых в кожу мелких шипиков и бляшек, а также костные гребни на внутренней стороне лучей грудных плавников, которые полностью отсутствуют у самок. Наряду с разницей в окраске и наличием у самцов дополнительных кожных образований, у исследуемых видов керчаков существуют достоверные различия в размерах некоторых плавников (в первую очередь в высоте первого спинного *hDI* и длине брюшного *IV*) у особей разного пола (у самцов они больше, чем у самок) [20].

Таблица - Размерно-весовые показатели и глубина обитания исследуемых видов керчаков в прикамчатских водах

Показатель	Многоиглый керчак	Керчак-яок	Бородавчатый керчак
Длина, см*	<u>91,5</u> 25-55	<u>70</u> 25-45	<u>54</u> 23-43
Масса тела, кг*	<u>10,0</u> 0,5-2,5	<u>4,9</u> 0,5-1,5	<u>2,2</u> 0,3-1,0
Глубина обитания, м**	<u>0-775</u> 40-250	<u>0-680</u> 10-180	<u>0-550</u> 10-100
Примечание: *над чертой – максимальное значение показателя, под чертой – его модальные значения; **над чертой – наблюдаемая, под чертой – предпочитаемая.			

Кроме полового диморфизма в экстерьерных признаках, у всех исследованных видов керчаков он также проявляется в различных размерах половозрелых самцов и самок. Первые значительно мельче вторых, созревают в более раннем возрасте (что ведёт к существенному увеличению их доли в нерестовой части популяции) и отличаются меньшей продолжительностью жизни. Особенно велика разница предельных размеров особей различных полов у многоиглого керчака, в связи с чем первоначально его самок даже считали отдельным видом *Myoxocephalus batrachoides* [12]. Поэтому среди крупных особей этих рогатковых доля самок резко увеличивается, достигая 100% в размерных группах рыб максимальных размеров: у бородавчатого керчака – более 26, у керчака-яока – 52, а у многоиглого керчака – свыше 53 см [1, 6, 18, 22, 24]. Комплекс перечисленных экстерьерных признаков и разница в размерах половозрелых особей позволяют практически безошибочно визуальным образом различать самцов и самок исследуемых видов керчаков.

Нерест у всех трёх видов керчаков - единовременный, о чём свидетельствует наличие в яичниках одной порции ооцитов старшей генерации и ооцитов резервного фонда. Однако сроки и условия их размножения различаются. Бородавчатый керчак нерестится поздней осенью на мелководных участках шельфа при придонной температуре около 1°C [1]. Нерест многоиглого керчака и керчака-яока происходит в зимний период (декабрь-февраль) в нижней части шельфа на глубинах 80-200 м при невысокой положительной придонной температуре (0,5-2,0°C), в основном на песчаных и илисто-песчаных грунтах с примесью мелких камней [12, 18]. Оба они обладают сравнительно высокой индивидуальной плодовитостью, которая у многоиглого керчака варьирует от 48 до 423 (в среднем - 225), а у керчака-яока – от 41 до 268 (в среднем - 116) тыс. икринок.

По способу питания многоиглый, бородавчатый керчаки и керчак-яок являются типичными хищниками-засадчиками [6, 9, 16, 19, 21, 32, 35], которые ведут сравнительно малоподвижный образ жизни, при добывании пищи маскируются на грунте и хватают добычу на расстоянии, не требующем значительного перемещения. Спектры питания керчаков очень разнообразны и включают около 100 представителей из 18-22 крупных таксонов. Однако основа биомассы (свыше 80-90%) каждого из них формируется за счет лишь двух групп организмов – рыб (преимущественно минтая *Theragra chalcogramma*, песчанки *Ammodytes hexapterus*, сахалинской *Limanda sakhalinensis* и желтопёрой *L. aspera* камбал) и десятиногих ракообразных (главным образом, крабов-стригунов рода *Chionoecetes* сем. Majidae). Правда, у многоиглого керчака заметную роль в рационе играют также рыбные отходы (13,1%) и развивающаяся икра рыб (3,4% массы пищи) [35]. У всех трёх керчаков ярко выражены возрастные изменения состава пищи, в связи с чем, по мере роста, беспозвоночные в их рационах постепенно замещаются рыбами, т.е. происходит переход от факультативной к облигатной ихтиофагии. Этим хищникам-засадчикам свойственна высокая пластичность питания, дающая возможность использовать значительный набор потенциальных кормовых организмов, а также рыбные, пищевые отходы и развивающуюся икру рыб.

По данным учётных траловых съёмок, выполненных в прикамчатских водах в 1980-х годах, биомасса многоиглого керчака и керчака-яока в восточной части Охотского моря у берегов Камчатки составляла более 70 тыс. т [17], из которых 73,1% приходилось на многоиглого керчака. К началу 2000-х годов она оставалась примерно на том же уровне – 64,9 тыс. т [31], хотя преобладал керчак-яок. Согласно результатам учётных съёмок 2012-2015 гг. суммарная биомасса этих двух видов рогатковых на западнокамчатском шельфе в последние годы возросла более чем в два раза и в настоящее время оценивается в среднем в 160 тыс. тонн [8]. Однако доминирующую роль (около 76%), как и в 1980-е годы, играет многоиглый керчак. Величина биомассы многоиглого керчака и керчака-яока в тихоокеанских водах северных Курильских о-ов (на юг до 4-го Курильского пролива) в 1980-х годах достигала всего около 1,0, а у побережья Восточной Камчатки – 6,5 тыс. т. В западной части Берингова моря суммарная биомасса трёх рассматриваемых керчаков в 1980-1990-е годы составляла свыше 111 тыс. т [3, 6], большая часть из которых (60,3%), как и в восточной части Охотского моря, приходилась на крупного многоиглого керчака. При условии, что в настоящее время общая биомасса этих

рогатковых в тихоокеанских водах северных Курильских островов, Восточной Камчатки и западной части Берингова моря остаётся на том же уровне, её можно оценить в 118 тыс. т. То есть, в целом биомасса многоиглого, бородавчатого керчаков и керчака-яока в прикамчатских водах сегодня составляет не менее 278 тыс. т, а величина возможного вылова (исходя из коэффициента изъятия в 30%) – 80-85 тыс. т.

Однако несмотря на то, что все три исследованных вида керчаков постоянно вылавливаются в заметных количествах в качестве прилова при траловом, ярусном и снюрреводном промысле трески, камбал и других донных рыб, их ресурсы у берегов Камчатки сегодня существенно недоиспользуются [14, 21-23, 29], а фактическая величина вылова статистикой в большинстве случаев достоверно не отражается. Поэтому в настоящее время этих рогатковых в прикамчатских водах можно рассматривать в качестве потенциальных объектов рыболовства, тем более что, как показали технологические исследования [7], значительное содержание в мясе данных рыб полноценных белков и липидов позволяет использовать их для производства мороженой продукции и закусочных консервов. Богатая витамином А печень керчаков может служить в качестве витаминного сырья. Но при организации промысла необходимо учитывать, что, хотя в летние месяцы керчаки формируют основу прилова при добыче камбал, трески и наваги, составляя до 10-15% (в отдельных случаях до 25-30%) улова, их «чистые» скопления встречаются довольно редко. Поэтому вылов возможен лишь совместно с традиционными объектами промысла. Вовлечение керчаков в полном объёме в сферу хозяйственной деятельности, наряду с получением дополнительной пищевой рыбной продукции, с одной стороны, позволило бы более комплексно и рационально использовать водные биологические ресурсы прикамчатских вод, с другой - снизить воздействие керчаков как хищников на популяции камбал (в первую очередь, желтопёрой и сахалинской), являющихся традиционными объектами прибрежного рыболовства [21, 22]. По оценке Л.А. Николотовой [10], объёмы потребления камбал на западнокамчатском шельфе многоиглым керчаком и керчаком-яоком в течение года соизмеримы с величиной их изъятия маломерным флотом.

Список литературы

1. Андрияшев, А.П. Рыбы северных морей СССР / А.П. Андрияшев. – Москва; Ленинград: Изд-во АН СССР, 1954. - 566 с.
2. Морские рыбы // Современное состояние экосистемы западной части Берингова моря / П.А. Балыкин [и др]. - Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2010. - С. 160-241.
3. Борец, Л.А. Состав и современное состояние сообщества донных рыб Карагинского залива / Л.А. Борец // Изд-во ТИНРО. – 1985. - Т.110. - С.20-28.
4. Борец, Л.А. Донные ихтиоцены российского шельфа дальневосточных морей: состав, структура, элементы функционирования и промысловое значение / Л.А. Борец. - Владивосток: ТИНРО-Центр, 1997. - 217 с.
5. Борец, Л.А. Аннотированный список рыб дальневосточных морей / Л.А. Борец. - Владивосток: ТИНРО-Центр, 2000. - 192 с.
6. Датский, А.В. Ихтиоцен верхнего шельфа северо-западной части Берингова моря / А.В. Датский, П.Ю. Андронов. - Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2007. - 261 с.
7. Технологическая характеристика и рекомендации по рациональному использованию бычков / А.П. Диденко [и др]. // Изд-во ТИНРО. - 1983. - Т.108. - С. 13-19.
8. Матвеев, А.А. Промысел, многолетняя динамика биомассы, распределение и размерный состав массовых видов рогатковых Cottidae у западного побережья Камчатки / А.А.Матвеев, Д.А. Терентьев // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2016. - Вып. 41. - С.17-42.
9. Напазаков, В.В. Трофический статус и пищевые отношения массовых хищных рыб западнокамчатского шельфа / В.В. Напазаков. // Вопр. ихтиол. – 2015. - Т.55. - №1. - С.63-73.
10. Николотова, Л.А. Питание и пищевые взаимоотношения донных рыб западнокамчатского шельфа: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Л.А. Николотова. – Владивосток:

ДВНЦ АН СССР, 1977. – 21 с.

11. Токранов, А.М. Распределение керчаковых (Cottidae, Pisces) на западнокамчатском шельфе в летний период / А.М. Токранов. // Зоол. журн. – 1981. - Т.60, - Вып.2. - С.229-237.

12. Токранов, А.М. О размножении многоиглого бычка *Myoxocephalus polyacanthocephalus* (Pallas) (Cottidae) прикамчатских вод / А.М. Токранов. // Вопр. ихтиол. – 1984. - Т.24. - Вып.4. - С.601-608.

13. Токранов, А.М. Биология массовых видов рогатковых (семейство Cottidae) прикамчатских вод: автореф. дис. ... канд. биол. наук / А.М. Токранов. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1985. - 22 с.

14. Токранов, А.М. Бычки - перспективный объект прибрежного лова / А.М. Токранов. // Рыбн. хоз-во. – 1985. - №5. - С.28-31.

15. Токранов, А.М. Керчаки и получешуйные бычки // Биол. ресурсы Тихого океана / А.М. Токранов. - Москва: Наука, 1986. - С.319-328.

16. Токранов, А.М. Питание многоиглого керчака *Myoxocephalus polyacanthocephalus* Pallas и керчака-яока *M. jaok* (Cuvier) (Cottidae) в прибрежных водах Камчатки / А.М. Токранов. // Вопр. ихтиол. – 1986. - Т.26. - Вып.6. - С.980-989.

17. Токранов, А.М. Видовой состав и биомасса рогатковых (Pisces: Cottidae) в прибрежных водах Камчатки / А.М. Токранов. // Бюл. МОИП. - Отд. биол. – 1988. - Т. 93. - Вып. 4. - С. 61-69.

18. Токранов, А.М. Размножение массовых видов керчаковых рыб прикамчатских вод / А.М. Токранов. // Биол. моря. – 1988. - №4. - С.28-32.

19. Токранов, А.М. Особенности питания донных хищных рыб на западно-камчатском шельфе / А.М. Токранов. // Вопр. ихтиол. – 1992. - Т.32. - Вып.2. - С.119-128.

20. Токранов, А.М. О половом диморфизме массовых видов рогатковых (Cottidae) прикамчатских вод / А.М. Токранов. // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 1993. - Т.98. - Вып.6. - С.19-26.

21. Токранов, А.М. Особенности биологии донных и придонных рыб различных семейств в прикамчатских водах: дис. в виде науч. докл. ... докт. биол. наук / А.М. Токранов. – Владивосток: ИБМ им. А.В. Жирмунского ДВО РАН, 2009. - 83 с.

22. Токранов, А.М. Рогатковые рыбы (Cottidae) прикамчатских вод и проблемы использования их ресурсов // Всерос. конф. «Водные и экологические проблемы, преобразование экосистем в условиях глобального изменения климата»: сб. докл. (Хабаровск, 29.09-03.10.2014 г.) / А.М. Токранов. - Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2014. – С. 162-165.

23. Токранов, А.М. Рогатковые рыбы (Cottidae) северо-западной части Берингова моря // Природные ресурсы и комплексное освоение прибрежных районов Арктической зоны: сб. науч. тр. / А.М. Токранов. - Архангельск: Архангельский НЦ УрО РАН, 2015. – С.89-94.

24. Токранов, А.М. О половом диморфизме у рогатковых рыб (Cottidae, Pisces) прикамчатских вод // XXX Любичевские чтения - 2016. Современные проблемы эволюции и экологии: сб. матер. междунар. конф. (Ульяновск, 5-7 апреля 2016 г.) / А.М. Токранов. - Ульяновск: УлГПУ, 2016. – С.124-131.

25. Токранов, А.М. Трофические группировки рогатковых рыб (Cottidae) в прикамчатских водах // Морские биологические исследования: достижения и перспективы: в 3-х т.: сб. матер. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, приуроченной к 145-летию Севастопольской биол. станции (Севастополь, 19-24 сентября 2016 г.) / А.М. Токранов. - Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2016. – Т.2. - С.182-185.

26. Токранов, А.М. Распределение рыб в Кроноцком заливе и факторы, его определяющие / А.М. Токранов, В.И. Полутов. // Зоол. журн. – 1984. - Т.63. - Вып.9. - С.1363-1373.

27. Тупоногов, В.Н. Полевой определитель промысловых и массовых видов рыб дальневосточных морей России / В.Н. Тупоногов, Л.С. Кодолов. - Владивосток: Русский Остров, 2014. – 336 с.: ил.

28. Тупоногов, В.Н. Атлас рыб дальневосточных морей России (окуни, терпуги, бычки, лисички) / В.Н. Тупоногов, С.В. Явнов. – Владивосток: Русский Остров, 2015. – 264 с.: ил.

29. Фадеев, Н.С. Справочник по биологии и промыслу рыб северной части Тихого океана / Н.С. Фадеев. - Владивосток: ТИНРО-Центр, 2005. - 366 с.

30. Каталог морских и пресноводных рыб северной части Охотского моря / В.В. Федоров [и др]. - Владивосток: Дальнаука, 2003. - 204 с.
31. Четвергов, А.В. Состав, распределение и состояние запасов донных рыб у Западной Камчатки в 2000 г. / А.В. Четвергов, М.В. Архандеев, Е.Н. Ильинский. // Тр. КФ ТИГ ДВО РАН. - Петропавловск-Камчатский: Камч. печатный двор. Книжн. изд-во, 2003. - Вып. IV. - С.227-256.
32. Чучукало, В.И. Питание и пищевые отношения nekтона и nekтобентоса в дальневосточных морях / В.И. Чучукало. - Владивосток: ТИНРО-Центр, 2006. - 484 с.
33. Шейко, Б.А. Класс Cephalaspidomorphi – Миноги. Класс Chondrichthyes – Хрящевые рыбы. Класс Holosephali – Цельноголовые. Класс Osteichthyes – Костные рыбы // Каталог позвоночных животных Камчатки и сопредельных морских акваторий / Б.А. Шейко, В.В. Федоров. - Петропавловск-Камчатский: Камч. печатный двор, 2000. - С. 7-69.
34. Mecklenburg, C.W. Fishes of Alaska / C.W. Mecklenburg, T.A. Mecklenburg, L.K. Thorsteinson. - Bethesda, Maryland: American Fisheries Society, 2002. - XXXVII+1037 p.+40 Pl.
35. Tokranov, A.M. Feeding Pattern of the Great Sculpin *Myoxocephalus polyacanthocephalus* (Cottidae) and Its Position in the Trophic System of Near-Kamchatka Waters / A.M. Tokranov, A.M. Orlov // Journal of Ichthyology. - 2013. - Vol.53. - №11. - P.969-981.

SCULPINS OF THE GENUS MYOXOCEPHALUS (COTTIDAE) IN THE WATERS OFF KAMCHATKA AND PROBLEMS OF ITS RESOURCES EXPLOITATION

Tokranov A.M.

Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute FEB RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, tok_50@mail.ru

Data on the spatial-bathymetric distribution, size-weight and sexual structure, biomass of three species of sculpins of genus Myoxocephalus and its role in the bottom and near-bottom ichthyocenoses in the waters off Kamchatka are provided. The problems of exploitation of this fishes resources today are analyzed.

УДК 574.3:595.384.2

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РЕСУРСОВ ШЕЛЬФОВЫХ ВИДОВ КРАБОВ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ

Федотов П.А.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «ТИНРО-Центр», г. Владивосток, 690950, E-mail: fedotovbash57@mail.ru

Основанием для сообщения послужили данные траловых съемок, выполненных в летний период времени (2005, 2008, 2010, 2012, 2014, 2015 и 2016 гг.). При проведении донной съемки использовался донный трал № 27,1/24,4 м. Сбор и обработка биологических материалов осуществлялись по стандартным гидробиологическим методикам, принятым в ТИНРО-Центре. Расчет численности крабов и их запасов выполнялся с помощью компьютерной программы «КартМастер 4.1».

Синий краб. По-прежнему является наиболее ценным объектом среди промысловых беспозвоночных Западно-Берингоморской зоны. Расположение скоплений промысловых самцов по сравнению с прошлыми годами изменилось незначительно. Однако, по сравнению с 2015 г., в 2016 г. произошло перераспределение промыслового запаса между основными районами промысла – коряжским и наваринским. В 2014-2015 гг. большая часть промысловых самцов находилась в коряжском районе – 70-62%, в 2016 г. их доля снизилась до 42%. Это связано

с промыслом данного вида, поскольку рыбаки предпочитают ловить крупноразмерных крабов. Распределение промысловых самцов показано на рис. 1. У них было отмечены два скопления.

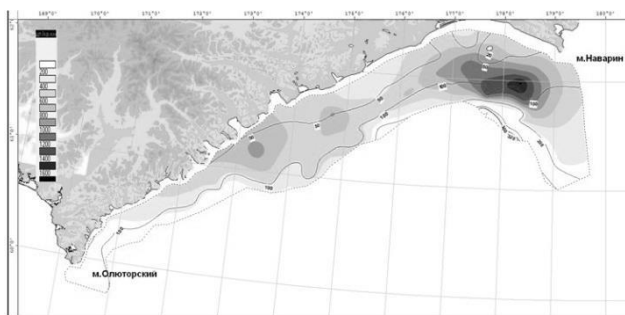


Рисунок 1 - Распределение промысловых самцов синего краба в 2016 г. в Западно-Беринговоморской зоне. Шкала – экз./ км²

В корякском п/районе промысловые самцы встречались на участке с координатами 170°15'-175°55' в.д. на глубинах от 35 до 215 м. Средняя плотность поселений составляла 680 экз./ км² (максимальная достигала 3915 экз./ км²).

В наваринском п/районе промысловые самцы были встречены на участке с координатами 176°10'-179°30' в.д. на глубинах 45-180 м. Средняя плотность поселений была оценена в 1063 экз./ км² (максимальная достигала 6125 экз./ км²).

В целом в Западно-Беринговоморской зоне, по результатам траловой съемки 2016 г. в ИЭЗ и террводах, численность запаса промысловых самцов составляла 16,795 млн. экз., непромысловых самцов 3,547 млн. экз. (из них пререкрутов I порядка – 1,900 млн. экз.), самок – 16,648 млн. экз.

В территориальных водах численность запаса промысловых самцов была оценена в 0,800 млн. экз., непромысловых с-в в 0,877 млн. экз. (из них пререкрутов I порядка – 0,397 млн. экз.), самок в 2,955 млн. экз.

В 2016 г. размеры пойманных самцов варьировали от 47 до 192 мм, средний размер промысловых самцов был равен 156,5±0,3 мм, непромысловых 108,8±0,6 мм. В период проведения исследований доля самцов промыслового размера достигала 82%. Размерный состав в 2008-2016 гг. представлен на рисунке 2. В 2015 г. средний размер промысловых самцов был равен 154 мм, непромысловых 118 мм, в 2014 г. – 146 мм, непромысловых – 111 мм, доли самцов промыслового размера составляли соответственно 85 и 66% (рис.2).

Анализ межгодовой динамики размерного состава самцов показал, что в последние годы произошли заметные изменения. Доля промысловых самцов в 2008 г. была равна 82%, затем она начала постепенно снижаться и в 2012 г. составила всего 29% (самый низкий показатель за последние годы). В 2014 г. она увеличилась до 66%, а в 2016 г. возросла до 82%.

Полученные данные свидетельствуют о том, что состояние популяции в настоящее время хорошее, наблюдается увеличение промыслового запаса, и в ближайшие 2 года эта тенденция может сохраниться.

Краб-стригун берди. Расположение промысловых скоплений не изменилось по сравнению с прошлыми годами, но в 2016 г. произошло заметное перераспределение промыслового запаса. Большая часть (67%) промысловых самцов обитала в Корякском п/районе, в 2015 г. их доля составляла только 32%, а в 2012 г. была минимальна – 16%.

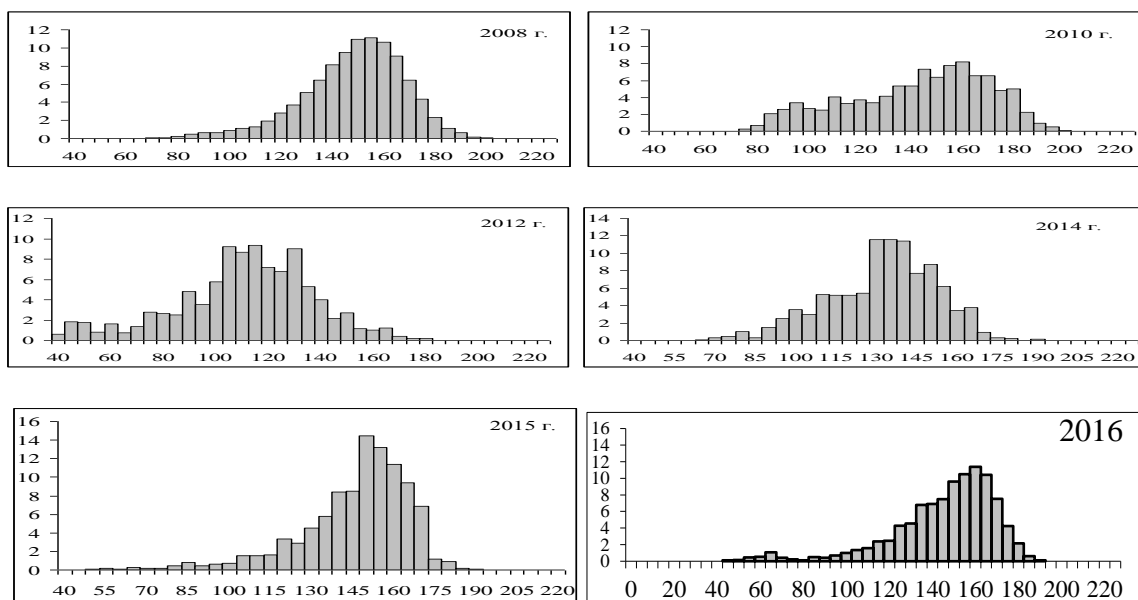


Рисунок 2 - Размерный состав самцов синего краба в Западно-Беринговоморской зоне в 2008, 2010, 2012, 2014, 2015 и 2016 гг. (по данным траловых съемок). По шкале абсцисс – ширина карапакса, мм; по оси ординат – частота встречаемости, %

Распределение промысловых самцов показано на рис. 3.

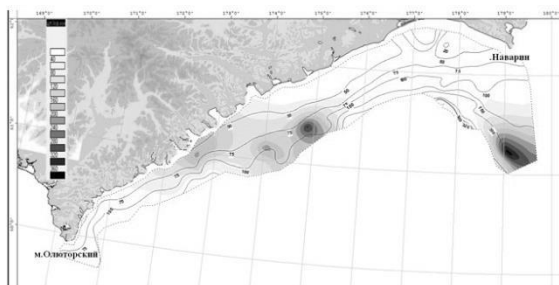


Рисунок 3 - Распределение промысловых самцов краба-стригуна берди в 2016 г. в Западно-Беринговоморской зоне. Шкала – экз./ км²

В 2016 г. в корякском п/районе промысловые самцы встречались в уловах на участке с координатами 170°45'-175°50' в.д. в диапазоне глубин 60-120 м, предпочтение отдавалось глубинам 65-105 м. Было отмечено одно скопление на участке с координатами 174°30'-175°20' в.д. в диапазоне глубин 80-110 м, средняя плотность поселений была равна 211 экз./ км², максимальная достигала 1800 экз./ км².

В наваринском п/районе промысловые самцы встречались в районе с координатами 178°00'-179°35' в.д. в диапазоне глубин 80-265 м, предпочтение отдавалось глубинам 160-265 м. Было обнаружено только одно скопление на глубинах 165-260 м, средняя плотность поселений составляла 242 экз./ км², максимальная достигала 1328 экз./ км².

В целом в Западно-Беринговоморской зоне, по результатам исследований 2016 г., численность запаса промысловых самцов составляла 2,190 млн. экз., непромысловых самцов – 13,693 млн. экз. (из них пререкрутов I порядка – 2,489 млн. экз.), самок – 4,857 млн. экз.

Размеры пойманных в 2016 г. самцов составляли от 8 до 150 мм, средний промысловый размер был равен 129 мм, непромысловых – 88,5 мм, общий средний размер – 93,3 мм.

Размерный состав самцов и соотношение размерных групп стригуна берди в Западно-Беринговоморской зоне в 2005-2016 гг. представлен на рис. 4.

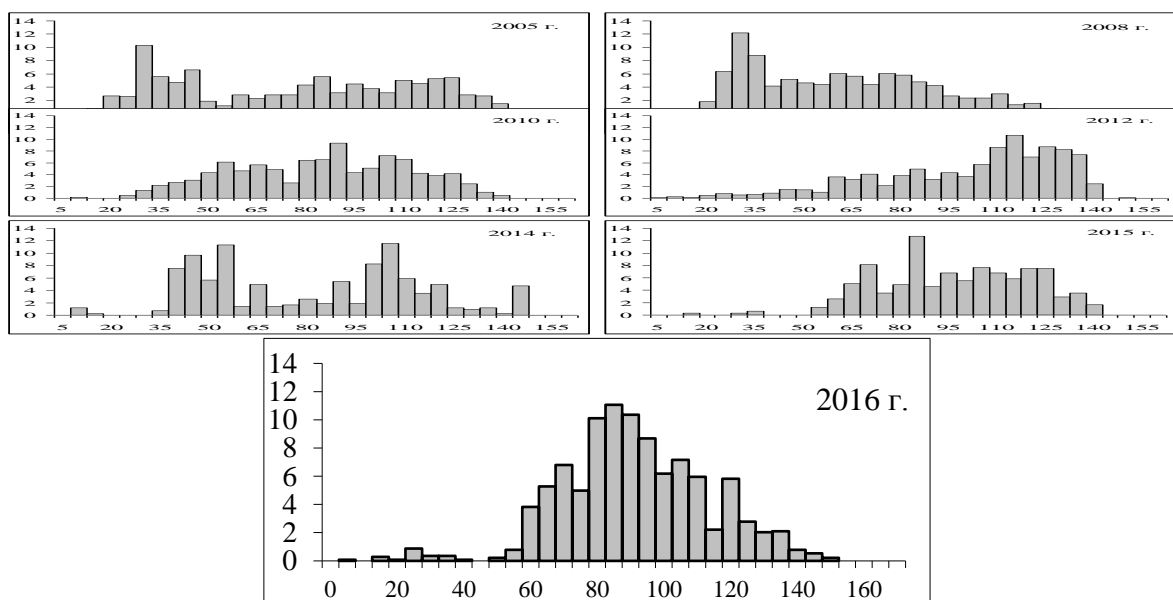


Рисунок 4 - Размерный состав самцов стригуна берди в Западно-Беринговоморской зоне в 2005, 2008, 2010, 2012, 2014, 2015 и 2016 гг. (по данным траловых съемок). По шкале абсцисс - ширина карапакса, мм; по оси ординат - частота встречаемости, %

Размерный состав самцов в период 2005-2016 гг. резко менялся. Рассматривая межгодовую динамику размерного состава самцов стригуна берди, можно отметить следующее. Максимальная доля молодых самцов была отмечена в 2008 г. – 81%, к 2012 г. она снизилась до 29%, а в 2014 г. снова увеличилась до 47%.

Средний размер промысловых самцов в последние годы практически не менялся: в 2008 г. – 129,5 мм, в 2010 г. – 127,7 мм, в 2012 г. – 129,5 мм, в 2014 г. – 130 мм, в 2015 г. – 128,5 мм, в 2016 г. – 129 мм.

Причины, по которым в 2016 г. произошло снижение промыслового запаса краба-стригуна берди, могут быть следующими:

1. Естественные колебания численности промысловых самцов. В указанный период времени просматривается цикличность в численности промысловых самцов (5-6 лет). Соответственно в настоящий момент времени происходит естественное снижение промыслового запаса, которое сменится в дальнейшем его увеличением в 2017-2018 гг. В пользу этого предположения свидетельствует и рост численности пререкрутов I и II порядков и молодых самцов в 2016 г., по сравнению с 2014-2015 гг.

2. Чрезмерный промысловый пресс в 2014-2015 гг.

Состояние популяции, несмотря на изменения в численности и пространственном распределении, можно считать стабильно низким и удовлетворительным.

Краб-стригун опилио. Наиболее многочисленный среди промысловых видов крабов Берингова моря.

Распределение промысловых самцов в 2016 г. показано на рис. 5. В охваченном исследованиями районе скопления не обнаружены, отмечены лишь участки повышенной концентрации. По объективным причинам в 2016 г. съемка восточнее $179^{\circ}35'$ в.д. не выполнялась.

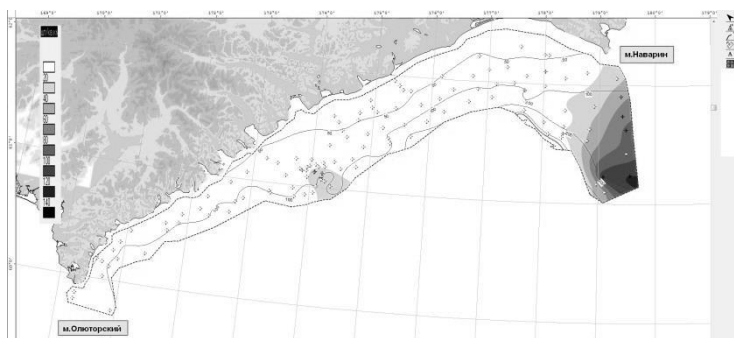


Рисунок 5 - Распределение промысловых самцов краба-стригуна опилио в 2016 г. в Западно-Беринговоморской зоне. Шкала – экз./ км²

В Корякском п/районе промысловые самцы обитали в диапазоне глубин 103-106 м со средней плотностью поселений равной 270 экз./ км². В корякском п/районе численность промысловых самцов была минимальна – 0,090 млн. экз., при средней плотности всего 4 экз./ км².

В наваринском п/районе было обнаружено только одно место повышенной концентрации промысловых самцов на глубинах 130-195 м, средняя плотность поселений составляла 87 экз./ км², максимальная была равна 253 экз./ км². В наваринском п/районе численность самцов промыслового размера была оценена в 0,411 млн. экз. при средней плотности в 24 экз./ км².

Таким образом, в обследованном районе Западно-Беринговоморской зоны 2016 г. численность запаса промысловых самцов составляла 0,501 млн. экз. пререкрутов I порядка – 2,460, молодых самцов – 15,306, самок – 7,731 млн. экз.

По данным съемки 2015 г. численность промысловых самцов в корякском и наваринском п/районах и Анадырском районе Западно-Беринговоморской зоны была оценена в 22,364 млн. экз., численность непромысловых самцов в 2350,860. (из них пререкрутов I порядка – 68,281), самок – в 1738,526 млн. экз.

Таким образом, по данным съемок 2015 и 2016 гг. численность промысловых самцов в ИЭЗ и территориальных водах Западно-Беринговоморской зоны была оценена в 22,373 млн. экз., численность непромысловых самцов в 2360,899 (из них пререкрутов I порядка– 68,316), самок – в 1746,030 млн. экз.

В территориальных водах численность промысловых самцов и пререкрутов I порядка составляла менее 1% от их общего количества в районе.

В 2016 г. размеры самцов составляли от 15 до 127 мм, средний промысловый размер был равен 109 мм, непромысловых – 57, общий средний размер – 59. Доля самцов промыслового размера не превышала 1,6%. Преобладали молодые самцы – 98%.

Анализ межгодовой динамики размерного состава самцов в 2005-2016 гг. показан на рис. 6.

Наибольшая доля промысловых самцов отмечена в 2005 г. – 5,6%, в 2008-2015 гг. их доли были минимальны – менее 1%. Резкое измельчание промысловой части популяции произошло по ряду причин – это и естественная смертность старших возрастных групп, и в какой-то степени влияние промысла, а также возможная миграция промысловых самцов за границу разделительной линии РФ и США, но в основном это связано с чрезвычайно высокой численностью молодых самцов в Анадырском заливе.

Данные съемок, выполненных в последние годы, показали, что средние размеры промысловых самцов менялись незначительно и варьировали от 107 до 109 мм.

Состояние популяции стригуна опилио можно считать удовлетворительным с тенденцией к небольшому увеличению промыслового запаса.

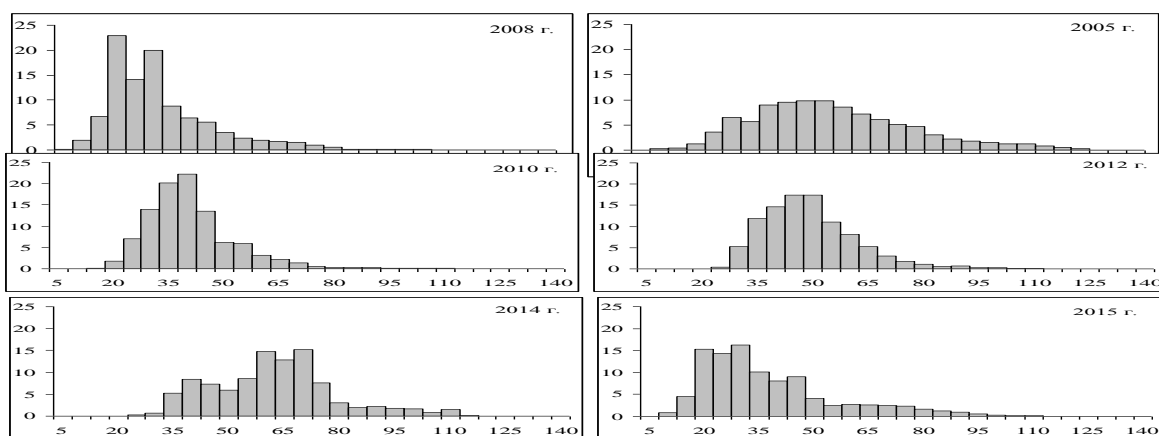


Рисунок 6 - Размерный состав самцов стригуна опилюю в Западно-Беринговоморской зоне в 2005, 2008, 2010, 2012, 2014 и 2015 гг., %. По шкале абсцисс - ширина карапакса, мм; по оси ординат – частота встречаемости, %

Расположение промысловых скоплений наиболее ценных в промысловом отношении видов по сравнению с прошлыми годами изменилось незначительно. У синего краба и краба-стригуна берди произошло значительное перераспределение промыслового запаса между промысловыми районами. У самцов синего краба за последние 3 года заметно изменился размерный состав. Средний промысловый размер самцов синего краба увеличился с 147 до 157 мм. Средние размеры промысловых самцов крабов-стригунов практически не изменились. У стригуна берди он снизился с 130 мм в 2014 г. до 129 мм, у стригуна опилюю остался неизменным – 107 мм. У синего краба доля промысловых самцов раза увеличилась с 66 до 87%, у стригуна берди с 13 до 26,7%. У стригуна опилюю доля промысловых самцов снизилась с 4 до 1%.

У синего краба в настоящее время состояние популяции хорошее и стабильное, с тенденцией к увеличению промысловых запасов. У краба-стригуна опилюю состояние популяции удовлетворительное с возможным увеличением промыслового запаса. У краба-стригуна берди состояние популяции можно считать удовлетворительным и стабильно низким.

MODERN CONDITION OF RESOURCES OF OFFSHORE SPECIES OF CRABS IN THE NORTH-WESTERN PART OF THE BERING SEA

Fedotov P.A.

Federal State Budgetary Scientific Institution «TINRO-Center» Vladivostok, 690950, e-mail: fedotovbash57@mail.ru

The arrangement of trade congestions of the most valuable types in the trade relation in comparison with last years changed slightly. The blue crab and Birdie's crab-striguna had the considerable redistribution of a trade stock between trade areas. Males of a blue crab for the last 3 years had a noticeable change of dimensional structure. The average trade size of males of a blue crab increased from 147 to 157 mm. The average sizes of trade males of crabs-strigunov practically did not change. At Birdie's strigun it decreased from 130 mm in 2014 to 129 mm, onuluo remained invariable with a strigun – 107 mm. At a blue crab the share of trade males of time increased from 66 to 87%, at Birdie's strigun from 13 to 26,7%. At a strigun onuluo the share of trade males decreased from 4 to 1%.

At a blue crab now a condition of population good and stable, with a tendency to increase in trade stocks. At a crab-striguna onuluo a condition of population satisfactory with possible increase in a trade stock. At Birdie's crab-striguna the condition of population can be considered satisfactory and steadily low.

К ВОПРОСУ ПЛОДОВИТОСТИ САМОК КРАБА-СТРИГУНА БЭРДИ КАМЧАТСКО-КУРИЛЬСКОЙ ПОДЗОНЫ ОХОТСКОГО МОРЯ

Шагинян Э.Р.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «КамчатНИРО»,
г. Петропавловск-Камчатский, Россия, Shaginyan.e.r@kamniro.ru

Настоящая работа посвящена определению индивидуальной абсолютной и относительной плодовитости самок краба-стригуна бэрди юго-западного побережья Камчатки, выявлению зависимости количества икринок в кладке от размеров самок. Важность данного вопроса заключается в том, что плодовитость, как одна из важнейших биологических характеристик, определяет темпы воспроизводства популяции.

Зависимость процессов воспроизводства от условий среды (биотических и абиотических) является причиной как снижения, так и повышения плодовитости, что является косвенным показателем условий существования вида. В настоящее время эта проблема освещена неполно, о чем свидетельствуют немногочисленные исследования [4,5].

Сбор и обработка первичных материалов проводилась по стандартным гидробиологическим методикам в период учетных работ в апреле–мае 2001 г. в центральной части Камчатско-Курильской подзоны (52°00'–52°40' с. ш.).

Икра самок фиксировалась 4% - процентным раствором формалина. Для определения плодовитости отбор проб производили от особей с различными размерными показателями. Для получения наиболее достоверных данных взятие икры осуществляли у самок, неоднократно принимающих участие в процессах воспроизводства. Такие самки легко различимы по состоянию внешних покровов от впервые нерестующих, у которых внешние покровы чистые и без обрастателей. Как известно, линька половозрелости у самок является последний в их жизненном цикле [6]. Поэтому по степени загрязнения и покрытия экзоскелета обрастателями можно судить о принадлежности самок к той или иной репродуктивной части популяции.

С целью определения плодовитости самок краба-стригуна бэрди Камчатско-Курильской подзоны было исследовано 25 экз. самок, имеющих под абдоменом полноценную оплодотворенную кладку, находящуюся в одинаковом репродуктивном состоянии с икрой оранжевого цвета.

На первом этапе исследования с помощью штангенциркуля осуществляли измерение ширины карапакса самок по максимальной ширине с точностью до 1,0 мм, а затем их взвешивание на электронных весах FY-3000с точностью до 0,1 г.

На втором этапе выполнялся комплекс мероприятий, связанных непосредственно с икрой. Количество икринок в кладке определяли весовым методом, суть которого заключается в подсчитывании икринок в небольшой навеске, с последующим пересчетом на всю кладку [3,2,7]. Объем навески был принят равным 0,3 г. Результаты проведенных работ представлены в табл. 1.

Полученные данные были использованы для расчета индивидуальной абсолютной (ИАП) и индивидуальной относительной (ИОП) плодовитости самок стригуна бэрди. ИАП самок определялась по формуле:

$$N_{\text{абс.}} = N_1 \times P_1/P_2 \quad (1)$$

Где $N_{\text{абс.}}$ — общее количество икринок, продуцируемых одной самкой;

N_1 — количество икринок в навеске, шт.;

P_1 — масса всей кладки, г;

P_2 — масса навески, г.

ИОП самок определяли как отношение ИАП к массе самки [1].

$$N_{\text{отн.}} = N_{\text{абс.}} / P, \quad (2)$$

где $N_{\text{отн.}}$ — относительная плодовитость самок;
 $N_{\text{абс.}}$ — индивидуальная абсолютная плодовитость;
 P — масса самки, г;
 P_1 — масса кладки, г.

Таблица 1 — Размерно-весовые показатели самок краба-стригуна бэрди Камчатско-Курильской подзоны в апреле–мае 2001 г. и данные по количеству икры в навеске

Ширина карапакса, мм	Масса самки, г	Масса всей кладки, г	Масса навески, г	Кол-во икринок в навеске, шт.
83	148	9,42	0,3	2321
83	151	8,24	0,3	2642
84	157	9,68	0,3	2770
84	165	10,85	0,3	2780
86	161	11,70	0,3	2770
86	169	11,31	0,3	2852
87	175	11,91	0,3	2905
88	178	10,97	0,3	3162
88	196	18,01	0,3	2909
88	189	18,20	0,3	3102
89	185	15,09	0,3	3110
89	173	14,82	0,3	3090
89	175	18,21	0,3	3163
89	190	18,72	0,3	3205
90	183	19,43	0,3	3250
90	207	20,95	0,3	3200
92	213	19,53	0,3	3294
93	191	20,31	0,3	3190
93	209	18,93	0,3	3250
93	213	20,27	0,3	3277
94	208	18,63	0,3	3372
95	240	23,78	0,3	3428
95	229	21,10	0,3	3502
99	261	27,05	0,3	3741
102	283	27,87	0,3	3701

В табл. 2 представлены расчетные данные по индивидуальной и относительной плодовитости самок стригуна бэрди юго-западного побережья Камчатки.

Среднее значение индивидуальной абсолютной плодовитости самок составило 179780 тыс. икринок.

Исследования показали, что размеры самок варьировали в пределах 83–102 мм при среднем значении 90 мм. Соответствующим образом изменялась и масса тела — от 148,0 до 283,0 г, составив в среднем 194,0 г.

Связь между шириной карапакса и массой самок с икрой и без учета массы икры имела прямую зависимость, коэффициент корреляции составлял $r = 0.96$ и $r = 0.95$ соответственно (рис. 1).

Масса наружной икры варьировала от 9,42 до 27,87 г и в среднем была 16,99 г. Значительной была и вариабельность ИАП самок — от 72,8 до 343,8 тыс. икринок, составив в среднем 179,8 тыс. икринок.

Таблица 2 — ИАП и ИОП самок краба-стригуна бэрди Камчатско-Курильской подзоны в апреле–мае 2001 г.

Кол-во икринок в навеске, шт.	Навеска, г	Масса всей кладки икры, г	Масса самки, г	ИПА, шт.	ИОП
2321	0,3	9,42	148	72879,4	492
2642	0,3	8,24	151	72566,9	481
2770	0,3	9,68	157	86378,7	550
2780	0,3	10,85	160	100543,3	628
2770	0,3	11,70	161	108030,0	671
2852	0,3	11,31	169	107520,4	636
2905	0,3	11,91	169	115328,5	682
3162	0,3	10,97	178	115623,8	650
2909	0,3	18,01	196	174637,0	891
3102	0,3	18,20	189	188188,0	996
3110	0,3	15,09	185	156433,0	846
3090	0,3	14,82	173	103246,0	597
3163	0,3	18,21	175	191994,1	1097
3205	0,3	18,72	190	199992,0	1053
3250	0,3	19,43	183	210491,7	1150
3200	0,3	20,95	207	223466,7	1080
3294	0,3	19,53	213	214439,4	1007
3190	0,3	20,31	191	215963,0	1131
3250	0,3	18,93	209	206778,9	989
3277	0,3	20,27	213	221416,0	1040
3372	0,3	18,63	208	209401,2	1007
3428	0,3	23,78	240	271726,0	1132
3502	0,3	21,10	229	246307,3	1076
3741	0,3	27,05	261	337313,5	1292
3701	0,3	27,87	283	343822,9	1215

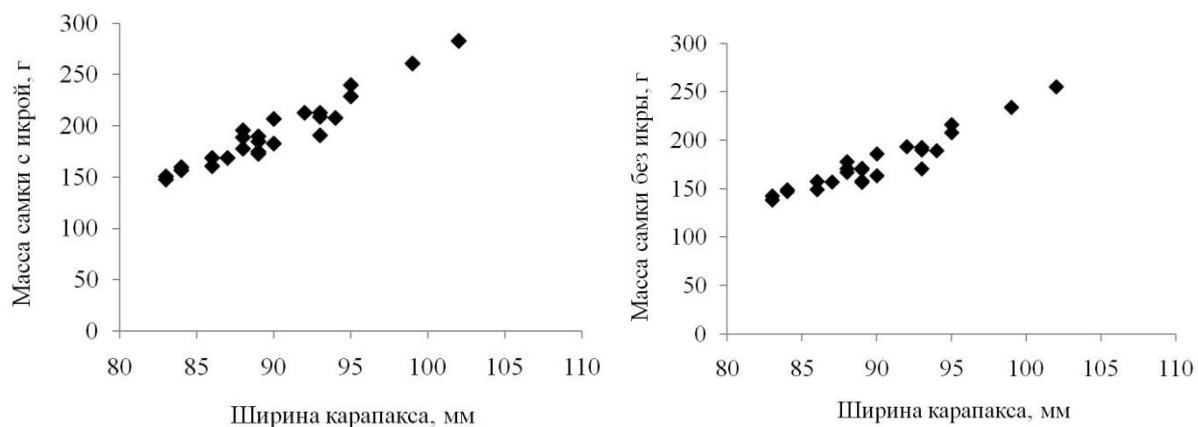


Рисунок 1 — Зависимость массы тела самок краба-стригуна бэрди в Камчатско-Курильской подзоне от размера

В ходе исследований выявлена четкая количественная связь между размерами самок и количеством продуцируемой ими икры, а коэффициент корреляции между этими параметрами составил $r = 0,96$ (рис. 2).

Показатели ИОП имели широкий спектр значений — от 492 до 1215 шт./г, составив в среднем 896 шт./г. Корреляционная связь между размером самок и ИОП оказалась менее тесной, чем с ИАП и составила $r = 0.84$.

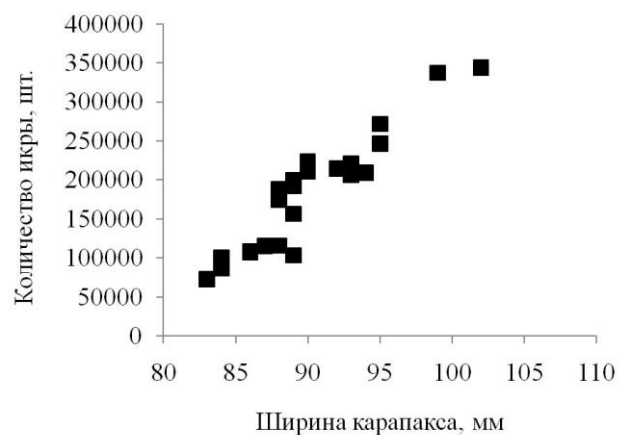


Рисунок 2 — Зависимость количества продуцируемых самкой краба-стригуна бэрди икринок от ее размера в Камчатско-Курильской подзоне

Сравнительный анализ полученных данных с таковыми, полученными в предыдущие годы, выявил как черты сходства, так и различия. Однако каких-либо значительных противоречий по исследуемому вопросу не установлено. Наиболее вероятная причина заключается в том, что нами использованы данные значительно большего массива первичной информации, а также более тщательным подходом к отбору материала от «однородных» самок, что, безусловно, могло отразиться на конечном результате (табл. 3).

Таблица 3 — Сравнение результатов исследования плодовитости самок краба-стригуна бэрди юго-западного побережья Камчатки

Клинушкин С.В. (2007)		Огородников В.С. (2001)		Наши данные	
ИАП	ИОП	ИАП	ИОП	ИАП	ИОП
186882	1061	54903	456	72879,4	492
191827	945	9281	580	72566,9	481
190313	961	51552	293	86378,7	550
78193	309	95595	398	100543,3	628
207894	819	137643	510	108030	671
132989	466	11678	417	107520,4	636
68503	251	166862	1854	115328,5	682
200379	718	245668	1472	115623,8	650
265352	902	198119	1100	174637	891
102625	302	259515	1180	188188	996
145131	534	220469	773	156433	846
237755	833	177326	522	103246	597
164761	742	—	—	191994,1	1097
216347	704	—	—	199992	1053
217861	685	—	—	210491,7	1150
328092	1181	—	—	223466,7	1080
267331	848	—	—	214439,4	1007
232438	682	—	—	215963	1131
241684	688	—	—	206778,9	989
333970	1080	—	—	221416	1040
—	—	—	—	209401,2	1007
—	—	—	—	271726	1132
—	—	—	—	246307,3	1076
—	—	—	—	337313,5	1292
—	—	—	—	343822,9	1215
Ср. 200516		Ср. 135717		Ср. 179780	

Показатели средних значений ИАП демонстрируют весьма устойчивый тренд повышения плодовитости самок, что может быть свидетельством удовлетворительных условий существования стригуна бэрди на юго-западном побережье Камчатки и стабильного состояния запаса этого промыслового объекта.

Список литературы

1. Агафонкин, С.И. К плодовитости коллового краба *Paralithodes brevipes* (A. MilneEdwards et Lucas) северной части Охотского моря / С.И. Агафонкин // Изд-во ТИНРО. - 1982. Т. 106. - С. 16–18.
2. Анохина, Л.Е. Закономерности изменения плодовитости рыб /Л.Е. Анохина. - Москва: Наука, - 1969. - 295 С.
3. Иоганзен, Б.Г. Плодовитость рыб и определяющие ее факторы/ Б.Г. Иоганзен // Вопросы ихтиологии. - 1955. Вып. 3. - С. 57–68.
4. Клинушкин, С.В. К изучению плодовитости краба-стригуна *Chionoecetes bairdi* // Чтения памяти академика К.В. Симакова: тез. докл. Всерос. науч. конф. Магадан: СВНЦ ДВО РАН. - 2007. - С. 259–263.
5. Огородников, В.С. К плодовитости *Chionoecetes bairdi* у Юго-Западной Камчатки/ В.С. Огородников // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Материалы II научной конференции. - Петропавловск-Камчатский: Камшат. - 2001. - С. 183–184.
6. Первеева, Е.Р. К плодовитости глубоководных крабов-стригунов в водах Сахалина и Северных Курильских островов / Е.Р. Первеева. - Южно-Сахалинск: СахНИРО. - 2002. - С. 295–298.
7. Спановская, В.Д. К методике определения плодовитости одновременно и порционно икротечущих рыб / В.Д. Спановская, В.А. Григораш // Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. - Вильнюс: Мокслас, - 1976. Ч. 2. - С. 54–62.

TO THE ISSUE ABOUT FECUNDITY OF BAIRDI TANNER CRAB IN KAMCHATKA-KURIL SUBZONE, THE OKHOTSK SEA

Shaginyan E.R.

Federal State Budgetary Scientific Institution «KamchatNIRO», Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, Shaginyan.e.r@kamniro.ru

Individual absolute and relative fecundity of bairdi tanner crab in the central part of Kamchatka-Kuril subzone was analyzed. Correlation between female body weight and size and between absolute fecundity and carapace width was demonstrated.

It was found, that individual absolute fecundity (IAF) is 179,8 thousand eggs, what is not contradictable to the other research data. Relative stability of the IAF can be an indirect indicatot of satisfactory habitat conditions for bairdi tanner crab on the south-west coast of Kamchatka and sustainable condition of mentioned commercial fishery stock.

ПЛАНКТОН АМУРСКОГО ЛИМАНА ЛЕТОМ 2016 Г.

¹Шебанова М.А., ²Кузнецова Н. А.

¹ФГБНУ Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр «ТИНРО-Центр», Владивосток, Россия, e-mail: Marina.shebanova@tinro-center.ru, ²ФГБНУ Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр «ТИНРО-Центр», Владивосток, Россия, e-mail: Natalya.kuznetsova@tinro-center.ru

Амурский лиман - северная часть Татарского пролива между материковой Азией и о. Сахалин, соединяет Сахалинский залив Охотского моря с Татарским проливом через пролив Невельского. Длина его составляет около 185 км, наибольшая ширина - около 40 км, средние глубины в пределах 3-4,5 м. В Амурский лиман впадает р. Амур, поэтому вода в нем солоноватая 5-15 ‰.

Учитывая, что в последние годы в бассейне р. Амур наблюдается сложная экологическая обстановка, актуальным является исследование влияния амурских вод на формирование и функционирование сообществ морских организмов для оценки степени опасности в случае загрязнения среды обитания.

Материалом для данного сообщения послужили планктонные сборы, проведенные ФГБНУ «ТИНРО-Центр» в акватории Амурского лимана на НИС «Бухоро» в июне 2016 г., всего выполнено 22 планктонные станции. Все материалы обработаны по методике, принятой в «ТИНРО-Центре» [1].

Зоопланктон Амурского лимана в летний период характеризуется значительным таксономическим богатством: в его составе было обнаружено 52 вида голопланктона из 9 основных гидробиологических групп, бентопелагические организмы, ихтиопланктон и личинки донных беспозвоночных. Голопланктон представлен типично бореальными охотоморскими и солоноватоводными видами неритического и надшельфового комплексов. Основу биомассы планктона в июне 2016 г. в водах Амурского лимана составлял мелкий зоопланктон - 52,9 %, крупная фракция - 34,3 %, средняя - 12,8 %.

Фитопланктон Амурского лимана представлен диатомовыми (*Coscinodiscus* и *Planktoniella*) и динофитовыми (*Pyrrophacus*) водорослями, биомасса которых в летний период была невелика - менее 1 г/м³.

Биомасса мелкой фракции планктона в летний период меняется в широком диапазоне значений от 0,5 до 1163 мг/м³, в среднем 221,6 мг/м³. Максимальные концентрации отмечены в южной трети Амурского лимана у сахалинского и азиатского берегов (рис. 1).

Биомасса средней фракции в два раза ниже и меняется в пределах от 0 до 329 мг/м³, в среднем 53,7 мг/м³. Распределение ее по акватории лимана довольно равномерное. Максимальные скопления отмечены в северо-восточной и юго-западной частях Амурского лимана 200 мг/м³ (рис. 1).

Биомасса крупной фракции меняется в пределах от 0 до 3000 мг/м³, в среднем 142,9 мг/м³. Крупная фракция сконцентрирована на нескольких станциях на границе с Сахалинским заливом - 3000 мг/м³ (рис. 1).

Доминирующим видом в планктоне Амурского лимана в летний период 2016 г. по биомассе была мизида *Neomysis cherniavskii*, составляющая основу крупной фракции. Молодь взрослых особей веслоногих ракообразных р. *Eurytemora* (*Eurytemora asymmetrica* и *Eurytemora herdmanni*) формируют мелкую и среднюю фракции (табл. 1).

В период исследований в планктоне отмечается большое количество самок с яйцевыми мешками и молоди солоноватоводных неритических видов копепод (*Eurytemora*, *Acartia*, *Paracalanus*, *Harpacticoida*, *Eucyclops* и др.), что свидетельствует о разгаре нерестового периода.

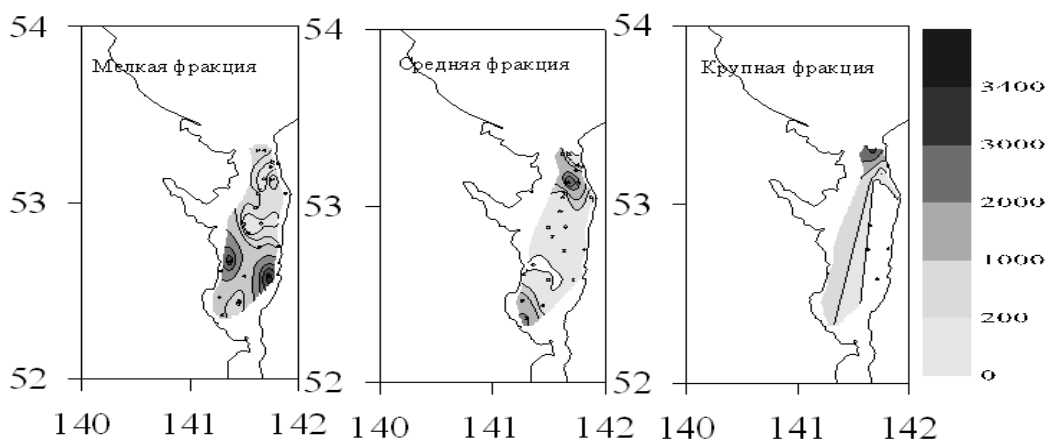


Рисунок 1 - Распределение планктона в Амурском лимане в июне 2016 г.

Таблица 1 - Состав первых десяти доминирующих видов планктона в водах Амурского лимана в июне 2016 г.

№ п/п	Вид	Биомасса, мг/м ³	% по биомассе
1	<i>Neomysis cherniavskii</i>	140.2	33.52
2	<i>Eurytemora asymmetrica</i>	77.01	18.41
3	<i>Eurytemora juv.</i>	66.58	16.6
4	<i>Eurytemora herdmani</i>	22.35	5.34
5	<i>Harpacticoida sp.</i>	12.38	2.96
6	<i>Paracalanus parvus</i>	11.3	2.7
7	<i>Acartia pacifica</i>	7.99	1.91
8	<i>Eucyclops serrulatus</i>	5.08	1.21
9	<i>Acartia juv.</i>	4.71	1.13
10	<i>Podon sp.</i>	3.65	0.87

В составе зоопланктона Амурского лимана летом 2016 г. отмечались те же виды, что и в водах прилегающего Сахалинского залива. Основу зоопланктона как по видовому составу, так и по плотности формировали веслоногие раки, что типично для морских прибрежных вод [2-5]. Среди основных массовых видов копепод следует отметить прибрежные солонатоводные морские неритические виды *Eurytemora asymmetrica*, *Eurytemora herdmani*, *Paracalanus parvus* и *Acartia pacifica*.

Список литературы

1. Волков А.Ф. Методика сбора и обработки планктона и проб по питанию нектона (пошаговые инструкции) / А.Ф. Волков // Изв-во ТИНРО. 2008. – Т. 154. – С. 405-416.
2. Лабай, В.С. Водоемы острова Сахалин от лагун к озерам / В.С. Лабай, И.А. Атаманова, Д.С. Заварзин, И.В. Мотылькова, О.Н. Мухаметова, В.Д. Никитин Ю. Сахалинск: Государственное бюджетное учреждение культуры «Сахалинский областной краеведческий музей». 2014. – 208 с.
3. Немчинова, И. А. Видовой состав и структура летнего зоопланктона лагунного озера Изменчивое / И. А. Немчинова // Тр. СахНИРО. 2006. – Т. 8. – С. 89–106.
4. Немчинова, И.А. Изменение состава и структуры зоопланктонного сообщества в связи со сменой гидрологического статуса озера Изменчивое (о. Сахалин) / И.А. Немчинова / Чтения памяти В.Я. Леванидова, вып. 4. Владивосток: Дальнаука. 2008. – С. 196-208.
5. Школдина, Л.С. Влияние стока реки Амур на структуру зоопланктона Сахалинского залива (Охотское море) / Л.С. Школдина, А.Г. Погодин, Д.А. Некрасов // IX Съезд ВГБО Тольятти. 2006. – С. 240.

PLANKTON OF AMUR LEMAN IN SUMMER 2016 YAER

Shebanova M., Kuznetsova N.

FGBNU Pacific Research Fisheries Center «TINRO-Center» Vladivostok, Russia, e-mail: Marina.shebanova@tinro-center.ru, FGBNU Pacific Research Fisheries Center «TINRO-Center» Vladivostok, Russia, e-mail Natalya.kuznetsova@tinro-center.ru

*The dominant species in the plankton of the Amur leman in summer 2016 in biomass was mysid *Neomysis cherniavskii*, form the basis of the big fraction. The young and adults copepods g. *Eurytemora* composed small and average fractions.*

УДК 639.2.53

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАПАСА БАЛТИЙСКОЙ СЕЛЬДИ *CLUPEA HARENGUS MEMBRAS* (LINNAEUS, 1758) В РОССИЙСКОЙ АКВАТОРИИ ФИНСКОГО ЗАЛИВА

Шурухин А.С., Боркин И.В., Богданов Д.В.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства им. Л.С. Берга». г. Санкт-Петербург, Российская Федерация. E-mail: prognozfish@rambler.ru

Балтийская сельдь – салака (*Clupea harengus membras* L.) распространена по всей восточной части Финского залива, за исключением участков с соленостью ниже 3 ‰. Являясь основным объектом промысла в Балтийском бассейне, занимает ведущее место в ихтиоценозе Финского залива. Удельный вес ее в общих уловах Ленинградской области составляет 50-65 % и более [5, 7, 9].

Главным условием, обеспечивающим высокую численность данного вида, является возможность использования в качестве нерестилищ многочисленных банок и отмелей, составляющих основу рельефа дна в восточной части Финского залива. Вместе с тем из-за высокой антропогенной нагрузки на водоем в последние 15-20 лет (гидростроительство, загрязнение, перелов и т.д.) значительная часть нерестовых площадей существенно сократилась [8, 10]

В период нереста в мае-июне салака концентрируется в прибрежных районах. После нереста она уходит в открытую часть и в течение лета равномерно распространяется по всей акватории залива [7, 9].

Пелагические скопления салаки образуются в пределах верхней границы термоклина, а наиболее плотные концентрации - над выходом термоклина на склонах островов, рифов и многочисленных банок. По мере снижения температуры воды плотность промысловых скоплений салаки стабильно увеличивается, достигая максимума в декабре-марте (рис. 1).

Данный факт прослеживается практически ежегодно. Так, по результатам анализа тралового промысла в начале 2016 г. наиболее плотные и устойчивые скопления салаки в пределах акватории Российской Федерации, имеющие промысловое значение, наблюдались в глубоководных участках залива, прилегающих к островам Мощный и Большой Тютерс (рис. 2).

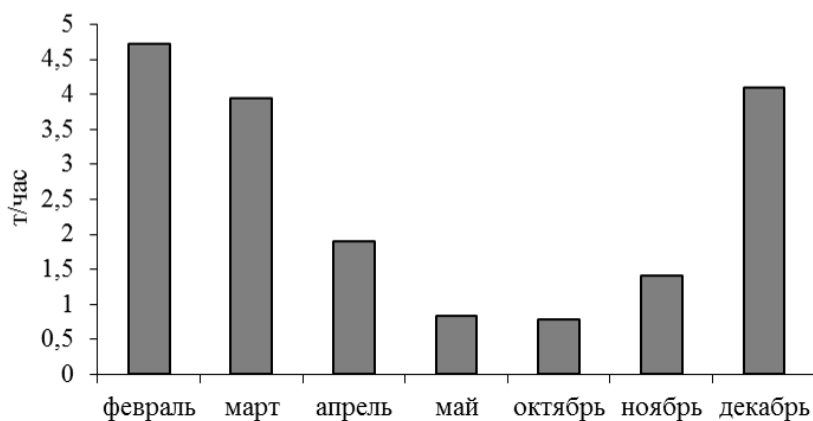


Рисунок 1 – Сезонная динамика плотности промысловых скоплений салаки в российской акватории Финского залива в 2016 г.

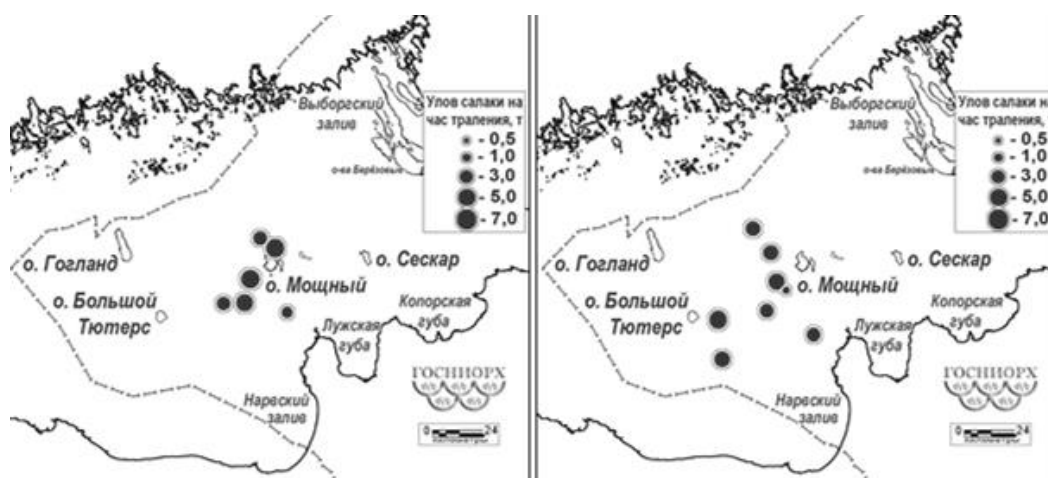


Рисунок 2 – Распределение плотности скоплений салаки в российской акватории Финского залива в феврале (слева) и в марте (справа) 2016 г. по результатам промысловых тралений, т/ч

С повышением температуры воды салака мигрирует в прибрежное мелководье, плотность ее скоплений в глубоководной части залива снижается и остается низкой до ноября, однако районы скоплений остаются прежними (рис. 3).

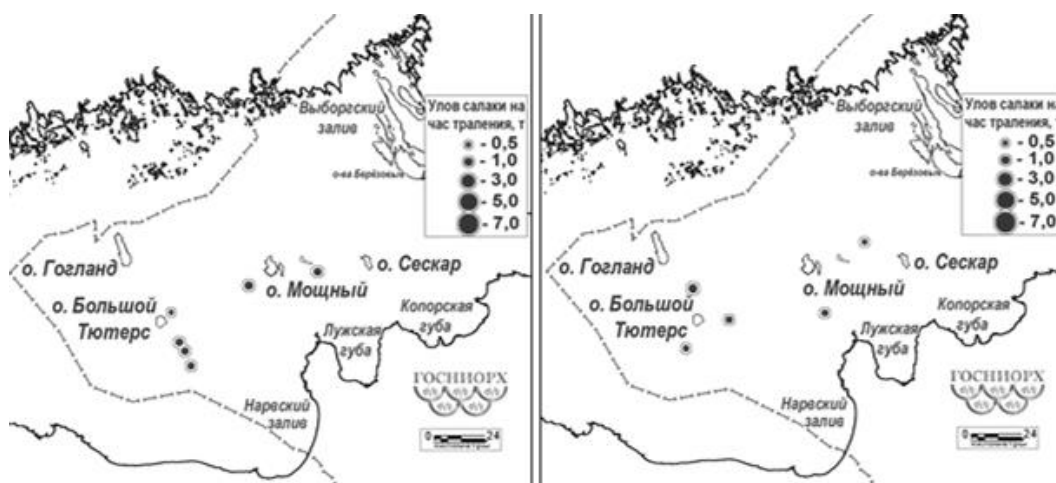


Рисунок 3 – Распределение плотности скоплений салаки в российской акватории Финского залива в мае (слева) и в октябре (справа) 2016 г. по результатам промысловых тралений, т/ч

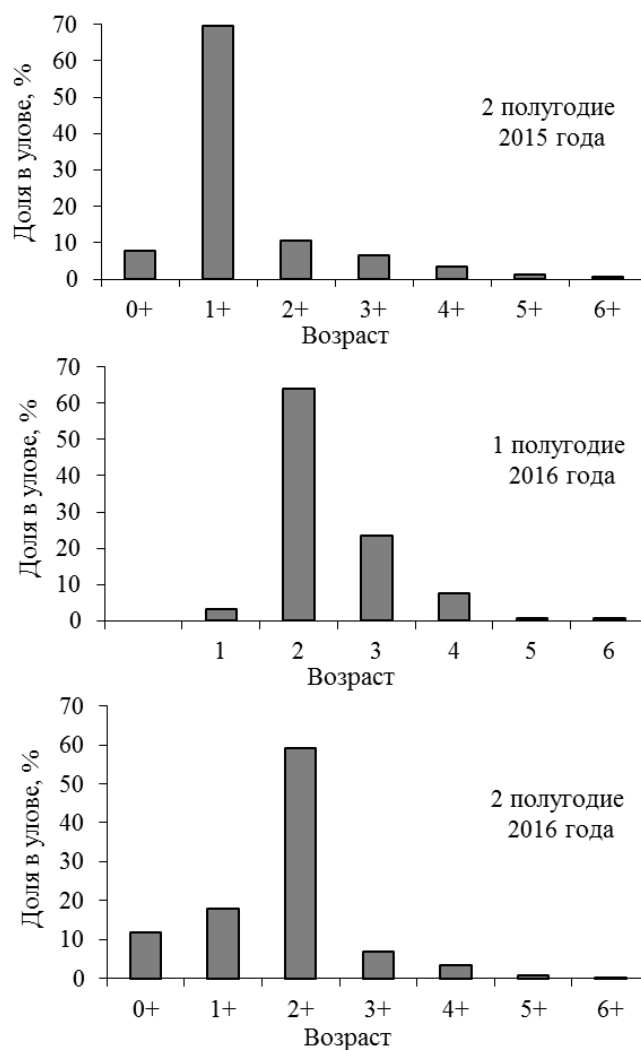


Рисунок 4 – Возрастной состав траловых уловов балтийской сельди в российской акватории Финского залива

Успех промысла, как известно, всегда определяется численностью наиболее продуктивной части запаса. Возрастной состав популяции салаки определяется относительной величиной отдельных поколений. Однако в последние 20 лет и более пополнение запаса шло за счет преимущественно низко- и среднеурожайных поколений, что обусловило депрессивное состояние популяции в течение длительного периода в целом [4]. Основу же промысловой части в 2015-2016 гг. составляли рыбы высокоурожайного поколения 2014 г. и среднеурожайного поколения 2015 г. (рис. 4).

Данный факт способствовал тому, что вылов рыбы в последние два года оказался в 2-4 раза больше уловов в предшествующее десятилетие. Это указывает на возросшую численность и общую тенденцию восстановления популяции сельди Финского залива.

Формирование запасов салаки происходит главным образом под влиянием абиотических факторов среды, определяющих условия размножения и нагула [6].

Гидрометеорологические условия Балтийского моря развиваются под воздействием зональной циркуляции на фоне нисходящей ветви векового цикла солнечной активности. Возрастание роли западного переноса в общей атмосферной циркуляции в последние годы привело к увеличению облачности, увлажненности и сокращению продолжительности солнечного сияния, что способствовало усилению процессов перевода Балтики в очередную стадию опреснения [1,2] и вызвало ухудшение условий воспроизводства морских гидробионтов.

Запасы салаки в последние 20 лет находились на самом низком уровне, что было обусловлено формированием, как правило, малочисленных поколений.

Кроме того, в результате экстремальной гидрологической обстановки 2003 года, приведшей к гибели производителей в посленерестовый период, запас салаки в восточной части Финского залива резко сократился (рис. 5). Основная причина такого снижения численности связана с высокой естественной смертностью салаки из-за низкой обеспеченности ее кормом в посленерестовый период. В результате суммарный вылов салаки в Финском заливе в 2003 г. Россией, Финляндией и Эстонией сократился в 4 раза [11].

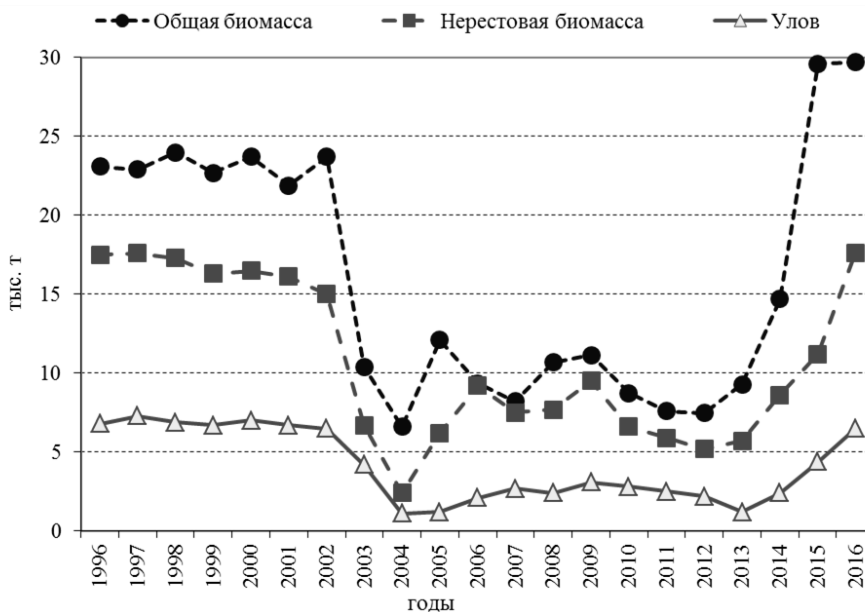


Рисунок 5 - Динамика запасов и уловов салаки в российской акватории Финского залива

Прирост ихтиомассы и формирование промыслового запаса салаки определяются также не только количественными, но и качественными параметрами кормовой базы. Так, в настоящее время наблюдается изменение спектра питания салаки за счет значительного сокращения потребления мизид и амфипод в результате снижения численности этих ракообразных в Финском заливе.

В целом за последние годы основу пищи сельди составляет мелкий рачковый зоопланктон, численность которого напрямую зависит от метеорологических и гидрологических условий в водоеме и поэтому носит неустойчивый характер [3]. В период 2004-2014 гг. общая биомасса запаса салаки составляла 6,6-14,7 тыс. т, а уловы не превышали 3,7 тыс. т (см. рис. 5).

Появление в 2014 г. поколения сельди, которое по урожайности оценивается на уровне выше средних показателей, и среднеурожайного поколения 2015 г. обусловило увеличение запаса сельди до 29,6 тыс. т, улова – до 6,5.

Данный факт указывает на возросшую численность популяции салаки и общую тенденцию восстановления ее запаса в Финском заливе.

Вместе с тем условия нагула салаки остаются нестабильными, что приводит к межгодовым колебаниям ее навесок в возрастных классах.

Список литературы

1. Антонов, А.Е. Крупномасштабная изменчивость гидрометеорологического режима Балтийского моря и ее влияние на промысел / А.Е. Антонов.- Л.: Гидрометеоиздат, - 248 с.
2. Антонов, А.Е. Природная циклоэнергетика / А.Е. Антонов // Гидрометеорологическое и рыбопромысловое прогнозирование. – Санкт-Петербург: Гидрометеоиздат, 2007. - 216 с.
3. Баранова, Л.П. Питание салаки и балтийского шпрота Восточной части Финского залива как двух конкурирующих видов / Л.П. Баранова, А.Н. Попов, А.С. Яковлев // Тезисы докладов X съезда Гидробиологического общества при РАН (28 сентября - 2 октября 2009 г.). -

Владивосток, 2009.

4. Боркин, С.И. Промысел и некоторые черты биологии балтийской сельди (салаки) Финского залива / С.И. Боркин, А.Ф. Кузнецов, И.В. Боркин // Материалы VI Всеросс. научно-практ. конф. «Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование» (24–26 марта 2015 г.) – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2015. – С. 33-36.

5. Боркин, И.В. Состояние запасов салаки Финского залива и особенности её распределения осенью 2011 года / И.В. Боркин, А.С. Шурухин // Материалы III Всеросс. научно-практ. конф. «Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование» (20–22 марта 2012 г.) – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2012. – С. 166-169.

6. Ильенкова, С.А. Колебания численности основных промысловых рыб восточной части Финского залива / С.А. Ильенкова, А.Н. Попов, П.И. Широков // Изв-во ГосНИОРХ, 1978. - Т. 129. - С.28-51.

7. Попов, А.Н. Многолетняя динамика состояния запасов салаки (*Clupea harengus membras* L.) восточной части Финского залива и определяющие ее факторы: сб. науч. тр. ФГНУ ГосНИОРХ, 2006. – Вып. 331. - Т. 2. – С. 119-139.

8. Попов, А.Н. Воздействие экологических факторов на динамику популяции салаки (*Clupea harengus membras* L.) и корюшки (*Osmerus eperlanus* L.) восточной части Финского залива // В кн. Водные экосистемы: трофические уровни и проблемы поддержания биоразнообразия. «Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Водные и наземные экосистемы: проблемы и перспективы исследований» (Вологда, Россия, 24-28 ноября 2008 г.). – Вологда, 2008. – С. 343-347.

9. Телегин, К.Ф. Распределение салаки в восточной части Финского залива //Изв. ГосНИОРХ, 1971. - Т. 76. – С. 91-99.

10. Терешенков, И.И. Экологические последствия широкомасштабных гидростроительных преобразований в Финском заливе // Вопросы рыболовства, 2011. - Т. 12. - № 4(48). - С. 715-729.

11. State of the Gulf of Finland. // Meri – Report Series of the Finnish Institute of Marine Research № 51, 2004.

THE CURRENT STATE OF THE STOCK OF BALTIC HERRING (CLUPEA HARENGUS MEMBRAS (LINNAEUS, 1758) IN THE RUSSIAN WATERS OF THE GULF OF FINLAND

Shurukhin A.S., Borkin I.V., Bogdanov D.V.

State Research Institute of Lake and River Fisheries, St. Petersburg

Abstract. Discusses the current stock of Baltic herring in the eastern part of the Gulf of Finland. Shows the distribution of the Baltic herring in the Russian waters of the Gulf of Finland depending on season, age structure of the stock and its long-term dynamics. There is a tendency to increase the stock of Baltic herring.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РОЛИ ЛЕЩА (ABRAMIS BRAMA L.) В МАЛЫХ ПРЭСНОВОДНЫХ ВОДОЕМАХ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Яблонская К.А.

ФГБОУ ВО «КГТУ», г. Калининград, Россия, kristina.yablonskaya@klgtu.ru

Лещ является ценным промысловым видом в водоемах России. В Калининградской области в заливах лещ также является основным объектом промысла. В Куршском заливе средние уловы леща достигали 1,3 тыс. т [1], тогда как в Вислинском (Калининградском) заливе промысловые уловы гораздо ниже, и в среднем вылов составлял 250 - 300 т [2]. В пресноводных водоемах специализированный промысел леща не ведётся, однако данный вид является излюбленным объектом любительского и спортивного рыболовства.

Во многих пресноводных водоемах и водотоках Калининградской области лещ широко распространен, однако его роль до настоящего момента остается слабо изученной. Ранее не давалась оценка его присутствию в малых пресноводных водоемах и его промысловой значимости.

Материалом для данной работы послужили данные, собранные в ходе ихтиологических исследований, проводимых кафедрой ихтиологии и экологии ФГБОУ ВО «КГТУ» на внутренних водоемах в период 2005 – 2015 гг. При проведении контрольных обловов использовались ставные и плавные сети с шагом ячеи от 14 до 100 мм. Материалы по контрольным уловам стандартизировались путем использования не фактических величин уловов, а улова на единицу промыслового усилия (улов сети длиной 25 м за одни сутки). Данные обловов и биологического анализа обрабатывались при помощи информационно-аналитической системы «Рыбвод» [3]. Объем использованного для анализа материала (массовые промеры и биологический анализ) составил 1759 экземпляров. Из 44 внутренних водоемов Калининградской области, имеющих в базе данных «Рыбвод», лещ был отмечен в 26 водоемах, что составляло 59%.

Основу контрольных уловов малых пресноводных водоемов Калининградской области в 2005-2015 гг. составляли особи от трех до семи лет. Средняя длина леща в уловах была в пределах 11,1 - 34,1 см, масса - 36,7 - 1000 г. Соотношение самцов и самок в уловах находилось близко 1:1, однако в возрастных группах 2-9 лет наблюдалось преобладание самцов (52-55%), исключение составляли возрастные группы 4 и 8 лет, где наблюдалось незначительное преобладание самок (53-54%) соответственно.

В Калининградской области отсутствуют водоемы с доминированием леща в составе ихтиоценоза. По встречаемости лещ является обычным видом в семи водоемах (встречаемость 30-70%), в восьми водоемах его роль незначительная (встречаемость 10-30%), а в одиннадцати водоемах (встречаемость меньше 10%) его можно отнести к случайным видам (рис. 1).

Величина показателя улова на усилие в малых пресноводных водоемах Калининградской области в среднем находилась на невысоком уровне. Как по численности, так и по биомассе улов на усилие колебался от 0,5 (р. Дейма) до 26,0 (р. Шешупе) экз./сетесутки и от 0,01 (р. Инструч) до 8,7 (р. Неман) кг/сетесутки соответственно (рис. 2). Средняя биомасса находилась в пределах 0,06 - 1,2 кг/сетесутки.

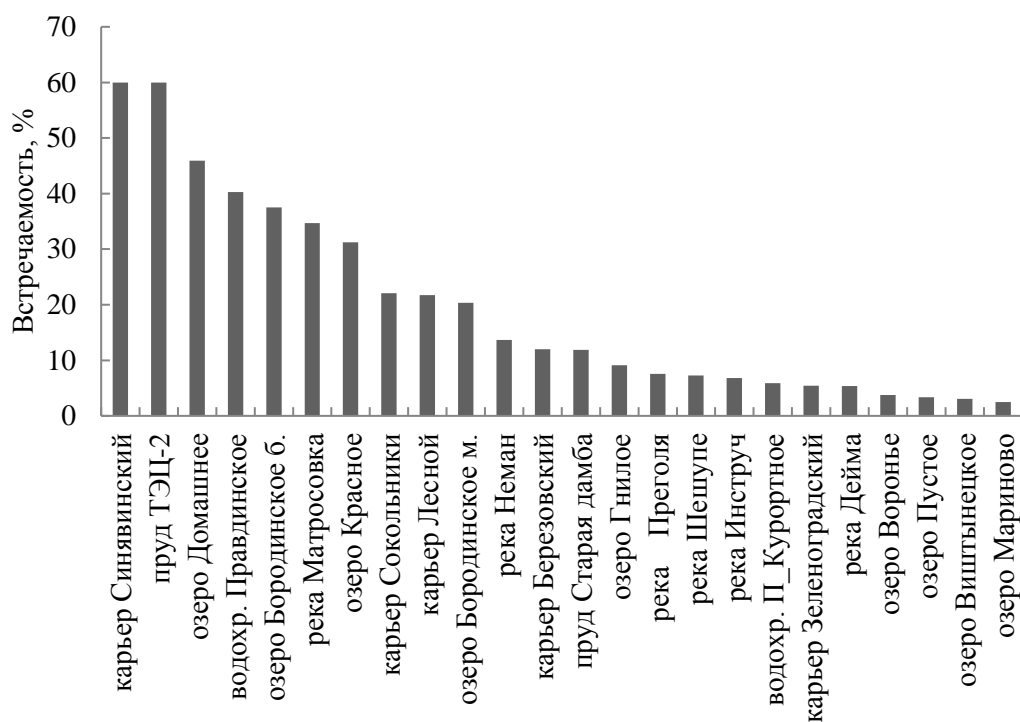


Рисунок 1 – Частота встречаемости леща в пресноводных водоемах Калининградской области

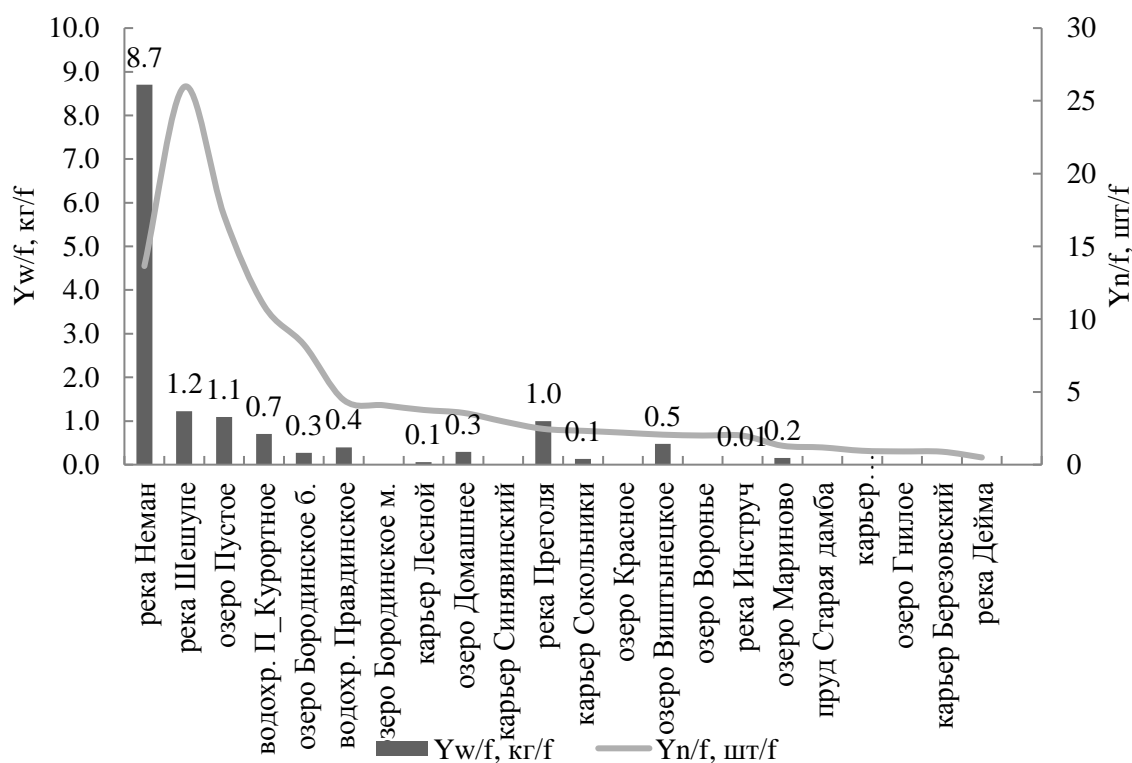


Рисунок 2 – Значение леща в контрольных уловах по численности и биомассе, улов на усилие

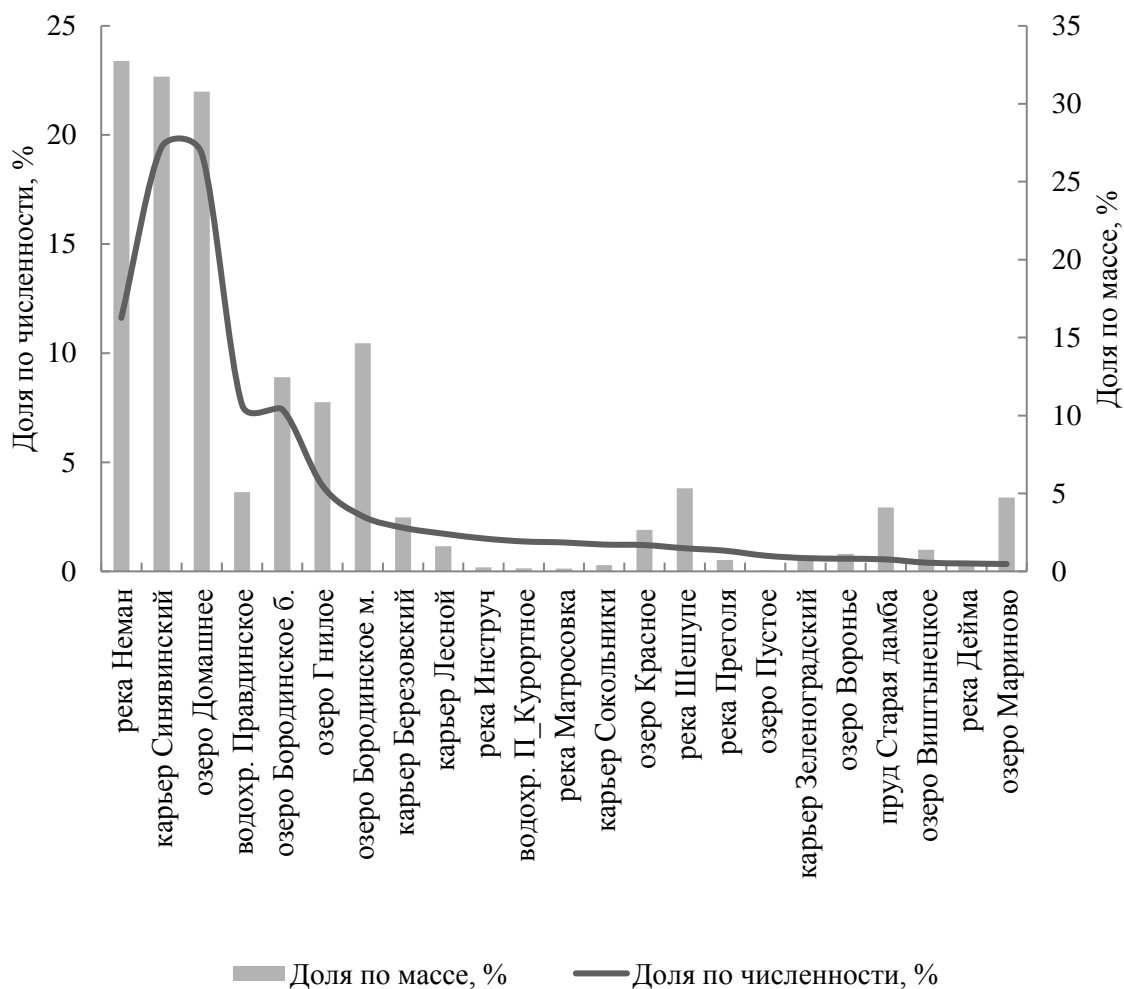


Рисунок 3 – Значение леща в контрольных уловах по численности и биомассе, доля в уловах, %

В пресноводных водоемах Калининградской области лещ является обычным видом, его доля в ихтиоценозах достигала 19 % (карьер Синявинский) по численности и 31 % (река Неман) по массе, однако чаще данные показатели находились на уровне 3,4 и 7,3 % соответственно (рис. 3).

Таким образом, лещ является достаточно значимым видом для некоторых пресноводных водоемов Калининградской области. В оз. Виштынецком, Правдинском водохранилище и в р. Неман лещ может иметь промысловое значение. В ряде других водоемов, при уловах на усилие в пределах 0,5-1 кг/сетесутки, возможно развитие специализированного спортивного и любительского рыболовства.

Список литературы

1. Хлопников, М.М. Промысловая характеристика ихтиофауны / М.М. Хлопников, Т.А. Голубкова, Р. Репечка // Рыбохозяйственный кадастр трансграничных водоемов России (Калининградская область) и Литвы. - Калининград: Изд-во «ИП Мишуткина», 2008. - С. 77 - 88.
2. Тылик, К.В. Рыбы / К.В. Тылик // Водоемы Калининградской области. Оценка экологического состояния. Проект TACIS ENVRUS 9803. - 2002. - С. 42 - 49.
3. Шibaев, С.В. Системный анализ в рыбохозяйственных исследованиях / С.В. Шibaев. – Калининград: КГТУ, 2004. – 315 с.

***PRELIMINARY ASSESSMENT OF THE ROLE OF BREAM (ABRAMIS BRAMA L.)
IN SMALL FRESHWATER RESERVOIRS OF THE KALININGRAD REGION***

Yablonskaya K. A.

In Kaliningrad region, bream (Abramis brama L.) is found in many freshwater lakes and rivers, but in general, its role to date has not been studied.

Bream in some reservoirs in Kaliningrad regions has the greatest value. Vishtytis lake, Pravdinskoye reservoir and the Neman river can be considered as fishing ponds, catch per unit effort were in the range of 1 kg / set-hours. In other reservoirs may develop specialized sports and recreational fishing.

СЕКЦИЯ «АКВАКУЛЬТУРА»

УДК 639.37: 338.43

ПЕРСПЕКТИВЫ И РИСКИ РАЗВИТИЯ МОРСКОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ В БАЛТИЙСКОМ РЕГИОНЕ В СВЯЗИ С ИЗМЕНЕНИЯМИ КЛИМАТА

Бугров Л.Ю.¹ Еремина Т.Р.² Молчанов М.А.³ Рябченко В.А.³, Бугров И.Л.¹ Коханюк Е.В.¹

¹ - ФГБНУ «ГосНИОРХ»; ² - РГГМУ; ³ - Санкт-Петербургский филиал ИО РАН, Санкт-Петербург, Россия. niorh@mail.ru

Балтийское море стоит в ряду тех бассейнов, где уже сейчас рыболовная нагрузка считается близкой к чрезмерной [10]. Поэтому рекордная планка суммарных уловов в 1 млн. т, достигнутая на Балтике в конце 90-х годов, уже вряд ли будет когда-нибудь превышена. Учитывая, что при потеплении климата площади гипоксических и аноксических зон в Балтийском море сильно вырастут к концу текущего столетия по сравнению с их современными значениями, соленость понизится, а показатели общей эвтрофикации возрастут, эффективность рыболовного сектора будет снижаться. Это будет происходить как за счет общего падения уловов, так и за счет замещения ценных промысловых видов рыб на менее ценные с уменьшением стоимости валовой рыболовной продукции [6, 9].

Прогнозируемое на основе сценарных расчетов на эко-гидродинамической модели [7, 11] повышение средней годовой горизонтально-осредненной температуры поверхностных слоев воды (ТПМ) Балтийского моря к концу XXI столетия на 3.5°C требует активизации согласованных международных мероприятий для адаптации рыбохозяйственной деятельности к изменениям климата [8, 12].

В отличие от рыболовства, продукция аквакультуры всех стран на Балтике может быть увеличена в 16 раз по сравнению с ее современным состоянием (с 25 до 400 тыс. т). Развитие аквакультуры как направления рыбохозяйственной деятельности на Балтийском море позволит адаптировать эту деятельность к прогнозируемым изменениям климата. Потенциальные возможности товарного рыбоводства (аквакультуры) отличаются для различных подрайонов Балтийского моря. Экономические зоны РФ включены в подрайон № 26 (Калининградская область) и подрайон № 32, который захватывает восточную часть Финского залива (Ленинградская область), где имеется также более детальное дробление на рыбопромысловые участки (РПУ), выделяемые на цели промышленного рыболовства (прибрежный лов), и рыбоводные участки (РВУ), формируемые для развития товарного, рыбоводства (аквакультуры).

Финский залив. По содержанию растворенного кислорода ситуация в этом районе будет благополучной согласно эко-гидродинамической модели как для сценария REF, так и BSAP [6, 7]. Рассчитанная летняя (средняя по периоду июнь-август) придонная концентрация кислорода в подрайоне 32 остается стабильной или даже немного повышается со временем (соответственно сценариев REF и BSAP биогенных нагрузок). Повышение температуры воды прослеживается для всех сезонов и рассматриваемых глубинных горизонтов, но особенно заметен тренд роста зимних температур в поверхностных слоях, что очень важно для круглогодичного цикла при товарном выращивании рыб в садках. Здесь, однако, могут возникать критические ситуации с экстремальным прогревом верхних слоев воды на некоторых участках в летний период. Достаточно высокое пространственное разрешение эко-гидродинамической модели позволило более детально рассмотреть ситуацию, прогнозируемую для различных индикаторных участков в зонах расположения существующих и потенциальных РВУ (рис. 1).



Рисунок 1 - Расположение рыбоводных участков (1 и 2) в восточной части Финского залива

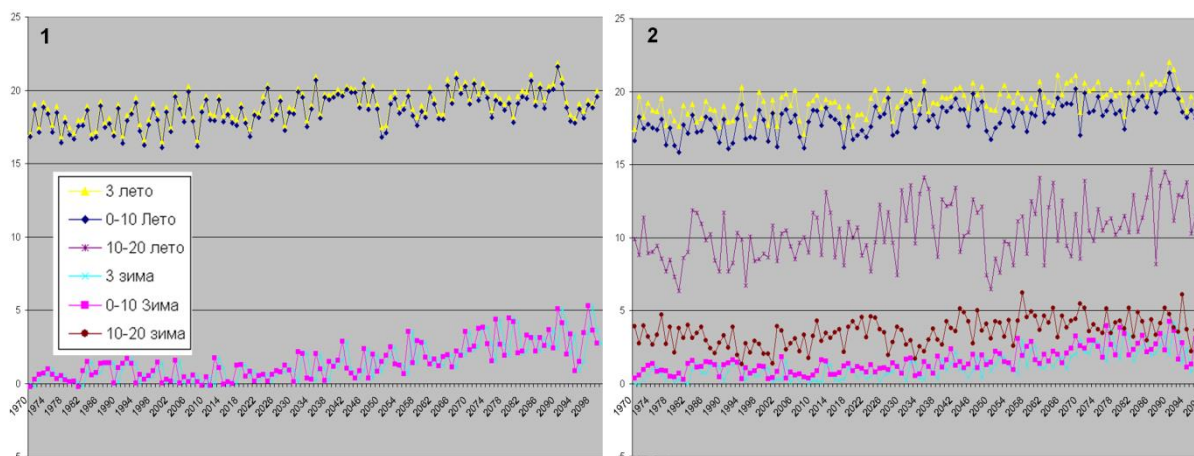


Рисунок 2 – Динамика сезонного (зима-лето) распределения температуры воды на различных горизонтах с 1970 по 2008 гг. на индикаторных рыбоводных участках 1 и 2

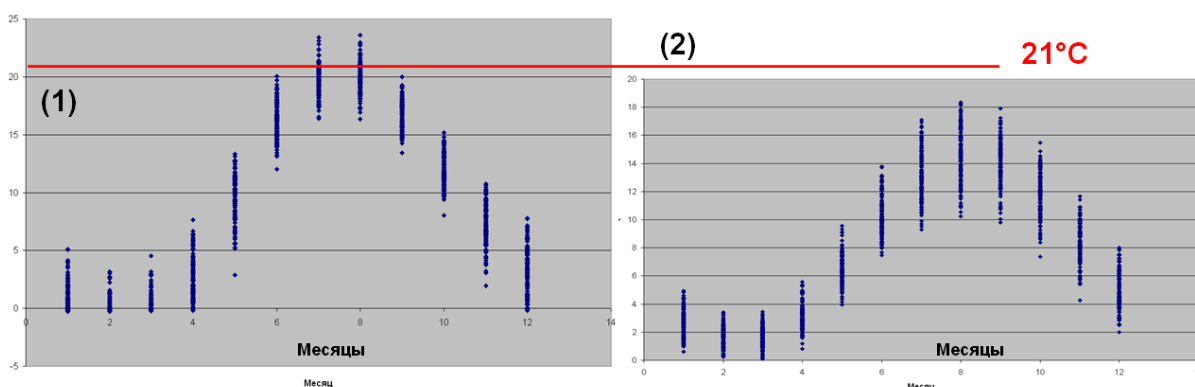


Рисунок 3 - Распределение средних значений температуры воды по месяцам, рассчитанное за период с 1970 по 2008 гг. на индикаторных рыбоводных участках 1 и 2

С позиции оценки перспектив товарного рыбоводства участок 1 представляет больший риск по причине меньшей глубины и прогрева верхних слоев воды в летние месяцы свыше порога комфорта 21°C для лососевых рыб [3]. Глубины на участке 2 позволяют погружать рыбоводные садки в более комфортную температурную зону, расположенную на глубине

10-20 м ниже уровня экстремального летнего прогрева. Поскольку зимние температуры на этой глубине здесь выше, нежели в поверхностных слоях (до 3 м и от 0 до 10 м), погружение садков обеспечит не только сохранность рыбоводных конструкций от воздействия ледовых полей и торосов, но и обеспечит более комфортные условия для зимовки выращиваемых рыб (рис. 2).

Следует отметить, что на Южном берегу Финского залива также имеются достаточно глубокие участки, позволяющие развивать товарное рыбоводство с использованием штормоустойчивых погружных садков. При планировании рыбохозяйственной деятельности в восточной части Финского залива следует учитывать возможность возникновения гипоксических условий в придонных слоях. Несмотря на благоприятный прогноз в целом по кислородным условиям в подрайоне 32, в отдельные годы может повторяться ситуация существенного снижения содержания растворенного кислорода, которая наблюдалась в 2001, 2003, 2006 и 2010 гг. [7]. Причиной возникновения областей дефицита кислорода явилось развитие значительного ледяного покрова в зимний период и устойчивая жаркая, безветренная погода летом. Таким образом, вертикальное позиционирование погружных рыбоводных систем в средней толще водного столба (10-20м) позволит избежать не только рисков, связанных с экстремальными температурными условиями, но и возникновения заморных условий из-за распространения гипоксических зон.

Прогнозируемые моделью условия в Подрайоне 32 позволяют организовать крупномасштабное товарное выращивание радужной форели, кумжи, балтийской разновидности европейского сига и судака. Общий потенциал товарного рыбоводства на Финском заливе можно оценить в 70 тыс. т ежегодной продукции (в том числе в экономической зоне РФ – 30 тыс. т).

Калининградская область обладает уникальными естественными преимуществами для развития морского садкового рыбоводства – это единственное место на Северо-Западе РФ, располагающее незамерзающим морем. По годовому теплосодержанию водных масс (3700 град./дней) эта часть Балтики превосходит не только регион Аландских островов (3270 град./дней), где выращивается половина товарной форели Финляндии, но и лидера лососеводства Норвегию (3580 и 2380 град./дней на юге и севере Норвегии соответственно). Если же сравнивать с Западным Мурманом (1821 град./дней – [1]), то Калининградский регион будет иметь двукратное конкурентное преимущество по темпу роста лососевых рыб и срокам окупаемости инвестиций [4, 5].

В российских границах Подрайона 26 у берегов Калининградской области было выбрано два индикаторных участка для оценки перспектив товарного рыбоводства по данным эко-гидродинамической модели. Один участок находится в открытом море, а второй в заливе у заброшенной морской стационарной платформы Д-4, расположенной на удалении в 12 км от г. Балтийска (рис. 4). Оба рассмотренных участка позволяют рекомендовать организацию крупномасштабных садковых ферм для выращивания товарной рыбы. Здесь нет необходимости погружать рыбоводные садки в более комфортную температурную зону, расположенную ниже уровня экстремального летнего прогрева. На данных участках нет ледовых полей и отсутствуют проявления заморных явлений, однако погружение садков обеспечит сохранность рыбоводных конструкций и самой рыбы от воздействия штормовых волн, а прогнозируемое повышение зимних температур обеспечит более выгодные условия для круглогодичного выращивания товарной рыбы (рис. 5 и 6).

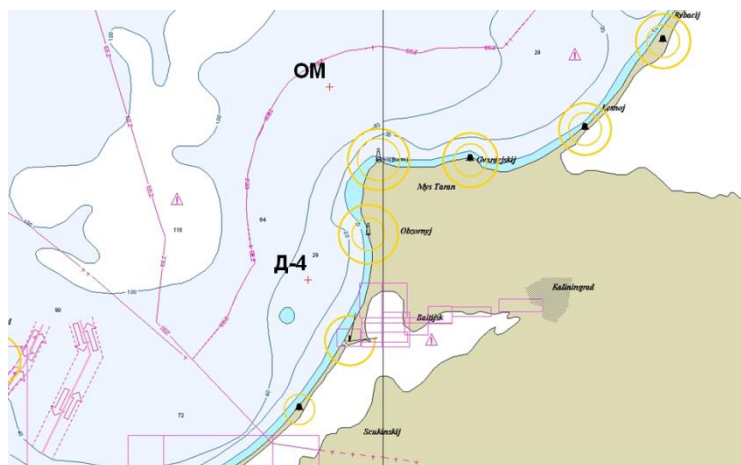


Рисунок 4 - Расположение индикаторных участков в открытом море (ОМ) и у морской стационарной платформы (Д-4) в Калининградской области

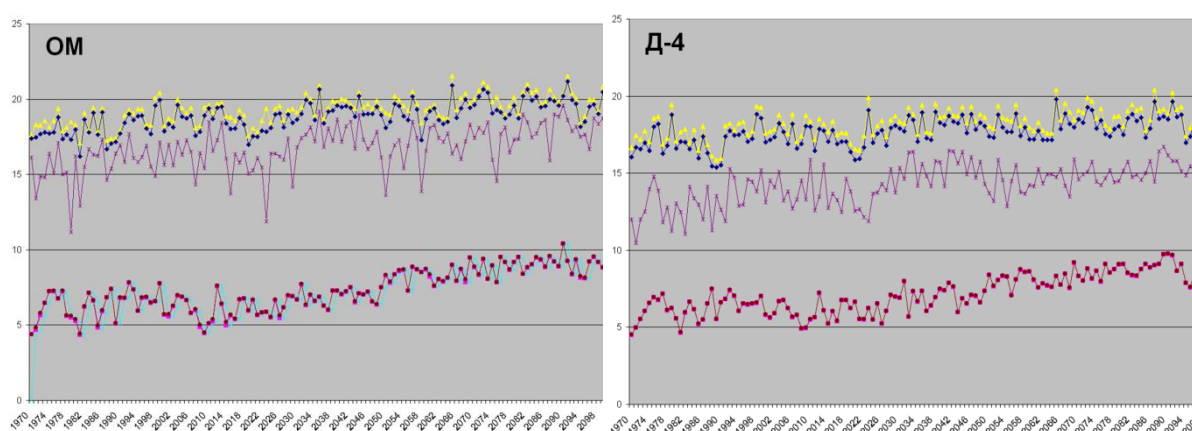


Рисунок 5 – Динамика сезонного (зима-лето) распределения температуры воды на различных горизонтах с 1970 по 2098 гг. на участках ОМ и Д-4 (обозначения как на рис. 2)

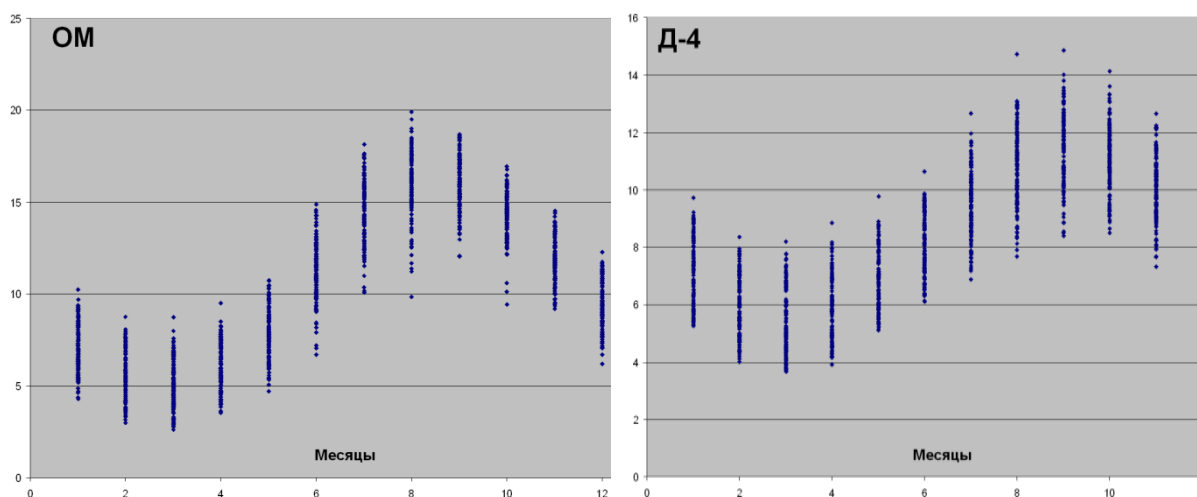


Рисунок 6 - Распределение средних значений температуры воды по месяцам, рассчитанное за период с 1970 по 2098 гг. на индикаторных участках ОМ и Д-4

Повышение температуры относительно холодных балтийских вод приведет к ускорению роста выращиваемых рыб, и сроки окупаемости инвестиций в товарную аквакультуру сократятся, сделав более привлекательными вложения предпринимателей в этот вид деятельности.

Стоимостная и потребительская ценность перспективных для культивирования видов рыб Балтийского моря гораздо выше ценности вылавливаемых сельди и шпрота. Не замечая, а дополняя рыболовную деятельность, экономический эффект от аквакультуры в условиях меняющегося климата может сравняться или даже превысить таковой от рыболовства на Балтике. Кроме товарного рыбоводства (интенсивной формы аквакультуры) необходимо внедрение экстенсивных форм культивирования морских организмов (фильтрующие моллюски и макроводоросли).

Продукция аквакультуры является востребованной, и Северо-Западный регион нуждается в расширенном развитии данного направления. Солонатовое Балтийское море является почти неосвоенным резервом для такого расширения и на фоне прогнозируемого повышения температуры воды позволит преодолеть стагнацию развития аквакультуры в регионе. Следует отметить, что реальное расширение масштабов аквакультуры невозможно без выхода садкового рыбоводства на крупные открытые акватории, где отсутствует жесткая конкуренция между пользователями и имеются лучшие условия водообмена по сравнению с прибрежными участками. Погружные садковые системы идеально подходят для выращивания различных видов рыб в суровых условиях Балтийского моря, открытые акватории которого не защищены от ветров, волнового и ледового воздействия [2].

Необходимо учитывать интересы и потребности аквакультуры при осуществлении международного сотрудничества и морского пространственного планирования в пределах Балтийского моря в целом. Для успешной деятельности садковых рыбоводных ферм, расположенных в открытом море, необходимо развитие соответствующей инфраструктуры. Создание баз для обслуживания таких ферм является самым капиталоемким компонентом, но затраты могут быть значительно снижены при комплексном освоении морских акваторий совместно с отраслями энергетического комплекса – ветроэнергетикой и нефтегазовой промышленностью.

Список литературы

1. Анохина, В.С. Культивирование норвежского лосося в специфических условиях Западного Мурмана / В.С. Анохина, А.С. Винокуров // Рыбное хозяйство. - 2014, №5. - С. 80-85.
2. Бугров, Л.Ю. Перспективы выхода товарного садкового рыбоводства на открытые акватории / Л.Ю. Бугров // Рыбная промышленность. – 2006. - № 2. – С. 32-33.
3. Бугров, Л.Ю. Влияние температурного фактора на воспроизводство Невской популяции атлантического лосося (*Salmo salar*) в условиях возрастания климатических рисков. - Современное состояние биоресурсов внутренних вод / Л.Ю. Бугров // Материалы докладов II Всероссийской конф. с междунар. участием (6–9 ноября 2014 г.), Борок, Россия. – М.: ПОЛИГРАФ-ПЛЮС, 2014. - Т. 1. - С. 99-106.
4. Бугров, Л.Ю. Современное состояние и перспективы товарного выращивания лососевых рыб на Балтийском море / Л.Ю. Бугров, И.Л. Бугров // III Балтийский морской форум. Тр. междунар. науч. конф. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов». (26 – 27 мая 2015г). – Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ», - С. 62-64.
5. Бугров, И.Л. Экономические аспекты сравнительного анализа моделей товарного лососеводства на Северных и Южных морских бассейнах России / Л.Ю. Бугров // Материалы междунар. науч. конф. «Актуальные проблемы аквакультуры в современный период» (28 сентября – 2 октября 2015). - Ростов-на-Дону: ФГБНУ «АзНИИРХ», - С. 14-17
6. Еремина, Т.Р. Воздействие изменения климата на морские природные системы / Т.Р. Еремина, Л. Ю. Бугров, А. А. Максимов, В. А. Рябченко, М. Б. Шилин // Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации – Москва: Росгидромет, 2014. - С. 615-643
7. Рябченко В.А. Модельные оценки изменений экосистемы Балтийского моря при планируемых снижениях биогенной нагрузки с учетом возможных изменений климата / В.А. Рябченко, Л.Н. Карлин, И.А. Неелов, Т.Р. Еремина, О.П. Савчук, Р.Е. Ванкевич, А.В. Исаев, С.А.

Кондратьев, М.С. Молчанов // День Балтийского моря: сб. материалов XII междунар. эколог. форума (21-23 марта 2011), 2011. - С. 116-117.

8. Рябченко, В.А. Модельные оценки эвтрофикации Балтийского моря в современном и будущем климате / Рябченко, Л.Н. Карлин, Т.Р. Еремина, О.П. Савчук, Р.Е. Ванкевич, А.В. Исаев, М.С. Молчанов // Океанология. - 2016. - Т.56.- № 1. - С. 41–50.

9. Bugrov, L. Aquaculture development concerns and prospects in relation with climate change / L. Bugrov, T. Eremina, E. Kohanyuk, V. Ryabchenko // Eastern part of the Gulf of Finland, Gulf of Finland trilateral Forum Helsinki (Nov 30-Dec 1). – 2016. p.34

10. Coll et al., 2010, цит. по Henn Ojaveer, Ecosystem changes in the Central Baltic Sea and their effects on fish community structure, links to Gulf of Finland. - Presentation at “The trilateral cooperation for the Gulf of Finland” / WORKSHOP ON FISH AND FISHERIES. (27-28 February 2012).

11. Ryabchenko, V. Estimating the impact of potential climate change in the 21st century on the Baltic Sea ecosystem / V. Ryabchenko, L. Karlin, I. Neelov, T. Eremina, O. Savchuk, R. Vankevich, A. Isaev // 6th Study Conference on BALTEX, 14-18 June, 2010, Miedzyzdroje, Island of Wolin, Poland. Conference Proceedings, Editors: M.Reckermann and H.-J. Isemer. International BALTEX Secretariat, ISSN 1681-6471, Publ. No.46, (June 2010). - P. 44-45.

12. Ryabchenko, V. Eastern GOF under the climate change. In: The Gulf of Finland assessment / V. Ryabchenko, A. Isaev // Mika Raateoja and Outi Setälä (eds). Reports of the Finnish Environment Institute, 27. Finnish Environment Institute. - 2016. - P.132-133.

OFFSHORE AQUACULTURE DEVELOPMENT CONCERNS AND PROSPECTS IN RELATION WITH CLIMATE CHANGE IN BALTIC REGION

Bugrov L.Yu.¹, Eremina T.E.², Ryabchenko V.A.³, Molchanov M.A.³, Bugrov I.L.¹, Kohanyuk E.V.¹

¹ *Russian Federal Institute of Lake and River Fisheries (GosNIORH)*

² *Russian State Hydrometeorological University*

³ *St. Petersburg Branch, P.P. Shirshov Institute of Oceanology, St.Petersburg, Russia*

Paper describes the dynamics of the seasonal distribution of water temperature at various depths horizons for the potential fish farming sea sites in the Russian part of the Baltic Sea according to the eco-hydrodynamic model SPBM (St. Petersburg Baltic Model).

УДК 639

ТЕХНОЛОГИИ МАРИКУЛЬТУРЫ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Гаврилова Г. С.

ФГБНУ «Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, ТИНРО-Центр», Владивосток, Россия, *galina.gavrilova@tinro-center.ru*

Развитие аквакультуры в России широко обсуждается в последние два десятилетия, существуют экспертные оценки потенциальной продукции, которые к обозначенным срокам и в прогнозируемых объемах пока получены не были. Анализ формирования марикультуры на Дальнем Востоке показал, что среди прочих причин значительное влияние на развитие отрасли оказывает недостаток современных технологий культивирования гидробионтов. Создание эффективных методик разведения, доступность их для потребителей является одним из условий достижений в этой отрасли рыбного хозяйства.

Современное состояние. На российском Дальнем Востоке большинство технологий

марикультуры основаны на применении экстенсивных методов культивирования и были разработаны для мелководных прибрежных акваторий Приморья. В настоящее время в этом регионе производят по индустриальной схеме сахарину (ламинарию) японскую *Saccharina japonica* и двустворчатых моллюсков: приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis*, тихоокеанскую мидию *Mytilus trossulus*, гигантскую устрицу *Crassostrea gigas*. Применяется также пастбищное разведение ламинарии и приморского гребешка. Для дальневосточного трепанга *Apostichopus japonicus* внедрена технология заводского получения молоди и ее пастбищного подращивания до товарной продукции. Созданные технологии пастбищного разведения моллюсков были апробированы и на юге Сахалинско-Курильского района. Однако результаты исследований показали более высокий, чем в Приморье уровень рисков при производстве работ по технологиям получения спата в природных условиях [1, 2].

Большинство действующих хозяйств марикультуры Приморского края – это предприятия, специализирующиеся в основном на производстве продукции одного-двух видов гидробионтов с применением наименее затратных, но и менее эффективных биотехник разведения. Это обусловило медленный рост товарной продукции в регионе в последние годы, лишь в 2014 г. она превысила тысячу тонн. Значительную ее часть (до 73% в 2012 г.) приходилась на производство ламинарии. Продукция беспозвоночных (моллюсков и трепанга) составляла 130-400 т, и превысила 600 т только в 2015 г.

Рост производства в марикультуре сдерживается, прежде всего, из-за недостатка и нестабильности получения посадочного материала. Объемы получаемого спата моллюсков зависят от условий естественного воспроизводства видов и значительно изменяется от года к году: в 2015 г. в Приморье было произведено не многим более 30 млн экз. молоди приморского гребешка, в 2008-2010 гг. ее собирали в 2-3 раза меньше. Увеличение площадей плантаций с субстратами для оседания личинок не всегда приводит к желаемому результату и, кроме того, сдерживается ростом цен на материалы и оборудование. Обустройство 1 га плантации для сбора молоди гребешка в 2015 г. стоило почти 3 млн руб., что на 33% превысило аналогичные затраты в 2011 г. Получение необходимого количества спата тихоокеанской устрицы еще более проблематично, так как количество и площадь районов для эффективного сбора молоди ограничены немногочисленными поселениями этих моллюсков. Среднемноголетние значения интенсивности оседания спата существенно изменяются, и на разных акваториях побережья Приморья. Для гребешка и устрицы эти показатели варьируют от 200 до 2000 экз. на 1 м² коллектора, для тихоокеанской мидии – от 700 до 30 000 экз. на 1 пог. м коллектора. Мощность задействованных в настоящее время предприятий для производства молоди трепанга составляет около 20 млн мальков в год.

Современное производство товарной продукции беспозвоночных в Приморье остается пока на низком уровне и подвержено высоким рискам.

Проблемы и перспективы. Современная дальневосточная марикультура производит ограниченный объем деликатесной продукции, используя преимущественно экстенсивные технологии, имеет слабо развитую научно-техническую базу. Существенно увеличить объемы производства, получив оптимальную продукцию на плантациях, возможно при изменении структуры современных хозяйств и создании устойчивого производства посадочного материала беспозвоночных. Основным направлением марикультуры на Дальнем Востоке в ближайшие годы будет культивирование двустворчатых моллюсков. Практика последних лет обозначила проблемы этого направления: низкая продуктивность плантаций, нехватка и нестабильность получения посадочного материала, ограниченные мощности перерабатывающего производства.

Для ускоренного развития марикультуры на юге Дальнего Востока необходимо создание регионального центра-инкубатора, где будут внедрены заводские технологии получения посадочного материала нескольких видов беспозвоночных, а также организация специализированных хозяйств для производства молоди двустворчатых моллюсков.

В Отраслевой программе [3] для Приморского края запланировано получение в 2020 г. продукции марикультуры в объеме более 16 тыс. т. Однако для достижения намеченных показателей необходимы соответствующие трудовые ресурсы, площади плантаций, объемы

инвестиций. В 2016 г. для достижения индикаторного показателя необходимо было в 5 раз увеличить численность работающих в хозяйствах марикультуры и в 2,2 раза нарастить площади плантаций. Получение товарной продукции в объеме 16 тыс. т предполагает рост численности работников марихозяйств на порядок, в два раза – площадей плантаций и инвестиций. Расчеты показывают, что запланированные показатели не соответствуют современному уровню развития марикультуры в крае.

Список литературы

1. Кучерявенко, А.В. Перспективы культивирования приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в заливе Анива (Охотское море) / А.В. Кучерявенко, Г.С. Гаврилова, С.А. Ляшенко, И.Ю. Сухин, Г.И. Викторовская // Изд-во ТИНРО. – 2006. – Т.147. – С.374-384.

2. Регулев, В.Н. Опыт культивирования приморского гребешка в залива Анива (остров Сахалин) в 2007-2009 гг. / В.Н. Регулев, Н.И. Григорьева // Рыбное хозяйство. – 2009. – № 5. – С. 31-34.

3. Отраслевая программа «Развитие товарной аквакультуры (товарного рыбоводства) в Российской Федерации на 2015-2020 годы», - 2014.

MARICULTURE TECHNOLOGY IN THE RUSSIAN FAR EAST: CURRENT STATE, PROBLEMS AND PROSPECTS

Gavrilova G. S.

Pacific Scientific Research Fisheries Centre, TINRO-Centre, Vladivostok, Russia, galina.gavrilova@tinro-center.ru

One of the conditions for the successful development of mariculture is the creation of effective methods for hydrobionts cultivation in the Russian Far East. Currently growth of mariculture products is constrained due to a lack of the seed. The harvest of the spat depends on the species natural reproduction environmental conditions and varies from year to year.

*The main direction of mariculture in the region in the coming years will be the cultivation of bivalve mollusks (*Mizuhopecten yessoensis*, *Mytilus trossulus*, *Crassostrea gigas*). Problems of this direction were specified in recent years: low productivity of plantations, lack and instability of the seed yield, limited processing capacity.*

To accelerate the development of mariculture in the south of the Far East it is required to set up a regional hatchery center and several specialized marine farms for mollusks seed producing.

УДК 591.524.11.574.47(262.5)

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ И БИОМАССЫ МИДИЙ (*MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAM.) ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ НА КОЛЛЕКТОРАХ В ЧЁРНОМ МОРЕ

Золотницкий А.П., Сытник Н.А., Грищенко А.В., Горбенко В.А.

ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», г. Керчь, Россия, *zarp@mail.ru*

В настоящее время важнейшим направлением морской аквакультуры является разведение и выращивание двустворчатых и брюхоногих моллюсков (конхиокультура) [5, 8, 14]. По данным ФАО [10] объемы выращивания моллюсков составлял 14,88 млн т, что значительно больше, чем

других видов морских животных.

Черное море в силу своего физико-географического положения и климатических условий является весьма перспективным бассейном для крупномасштабного культивирования различных видов моллюсков, в том числе черноморской мидии (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck) [5, 12]. В то же время при культивировании моллюсков показано, что в естественных условиях (хозяйствах полуциклического типа) всегда наблюдаются более или менее значительные колебания численности и биомассы гидробионтов. Необходимость изучения закономерностей изменения этих показателей в водных экосистемах убедительно показана в многочисленных исследованиях на животных самых разных систематических групп [1, 2]. Их динамику связывают с различными физическими факторами среды - резкими градиентами температуры и солености, штормами, и т.д., тогда как другие отмечают важную роль биотических факторов - плотностью расположения морских гидробиотехнических сооружений (МГБТС) на единице водного зеркала, обеспеченностью пищей и другими условиями жизни [3, 5, 8]. Вместе с тем, исходя из особенностей биологии этого вида можно предполагать, что мидии, большую часть жизненного цикла проводящие в прикрепленном состоянии, должны реагировать как на качество (материал) субстрата, так и на его количественные показатели (размер, форму и др.). Следовательно, при разработке биотехнологии выращивания мидий исследователи изучают биокосные системы, где живое население (сообщество обрастания) и косная компонента (искусственный субстрат) представляют собой некое единство, тесно связанное между собой и функционирующее как одно целое [11].

В связи с этим в задачу настоящей работы входило исследование закономерностей динамики численности и биомассы в популяциях мидии на 2-х различных типах коллекторов при их выращивании в Чёрном море.

Материал и методика. Материалом для исследования являлись популяции мидии, выращиваемые на различных типах коллекторов, установленных в Керченском проливе в 2000 - 2010 гг. Для культивирования использовали искусственные субстраты (коллекторы) с разным соотношением площади (S , м²) на 1 пог. м коллектора, отнесённые к стандартной площади на 1 м² (S_0), которое мы назвали относительной поверхностью - $\omega = S/S_0$.

Для 1-го типа коллектора, структурным элементом (модулем) которого являлись пенопластовые пластины, где ω составляла 0,09; коллекторы второго представляли собой круглые шашки диаметром 50 мм и, соответственно, ω была равна 0,21. Таким образом, эти коллекторы отличались между собой количественными значениями относительной площади искусственного субстрата.

Для анализа состояния моллюсков в процессе выращивания, регулярно, с интервалом 0,4 - 1,5 мес, с помощью водолазов отбирали пробы. Для первого типа коллекторов брали целые (1,5- 3 м) коллекторы, обычно в 3-х повторностях. Для второго типа коллекторов (непрерывные носители) брали отдельные фрагменты верхней, средней и нижней частей коллектора (длиной 0,8 - 2 м).

Моллюсков очищали от организмов-обрастателей (которые фиксировали отдельно), взвешивали всю пробу и от каждой выборки брали навеску, обычно 100 - 200 экз. Особей распределяли на размерные группы, с интервалом 5-10 мм и составляли вариационные ряды. Для проведения индивидуальных анализов из каждой группы брали 20-30 экз. моллюсков, у которых определяли общую массу (со створкой) моллюска, отдельно массу мягких тканей, раковины, мантийной жидкости. Плотность и биомассу мидий затем пересчитывали на площадь 1 пог. м коллектора. Всего проведено по пять циклов выращивания на каждом типе субстрата (продолжительность которых в среднем составляла 16 - 17 мес) [6].

Статистическую обработку полевых данных осуществляли по общепринятым методам, изложенным в руководстве Г.Ф. Лакина [7]. Для аппроксимации связи между различными переменными использовали уравнение степенной, экспоненциальной или гиперболической функций. Для статистической обработки полученных материалов использовали компьютерные пакеты «Microcal Origin-8.5» и электронные таблицы «Excel-2007».

Результаты и их обсуждение. Анализ имеющихся материалов показал, что

интенсивность оседания личинок на коллекторы в разные годы подвержена значительным флуктуациям. Как правило, плотность спата на 1 пог. м искусственного субстрата сначала резко возрастала (рис. 1, квадратные точки), после чего начинала устойчиво снижаться (рис. 1, круглые точки).

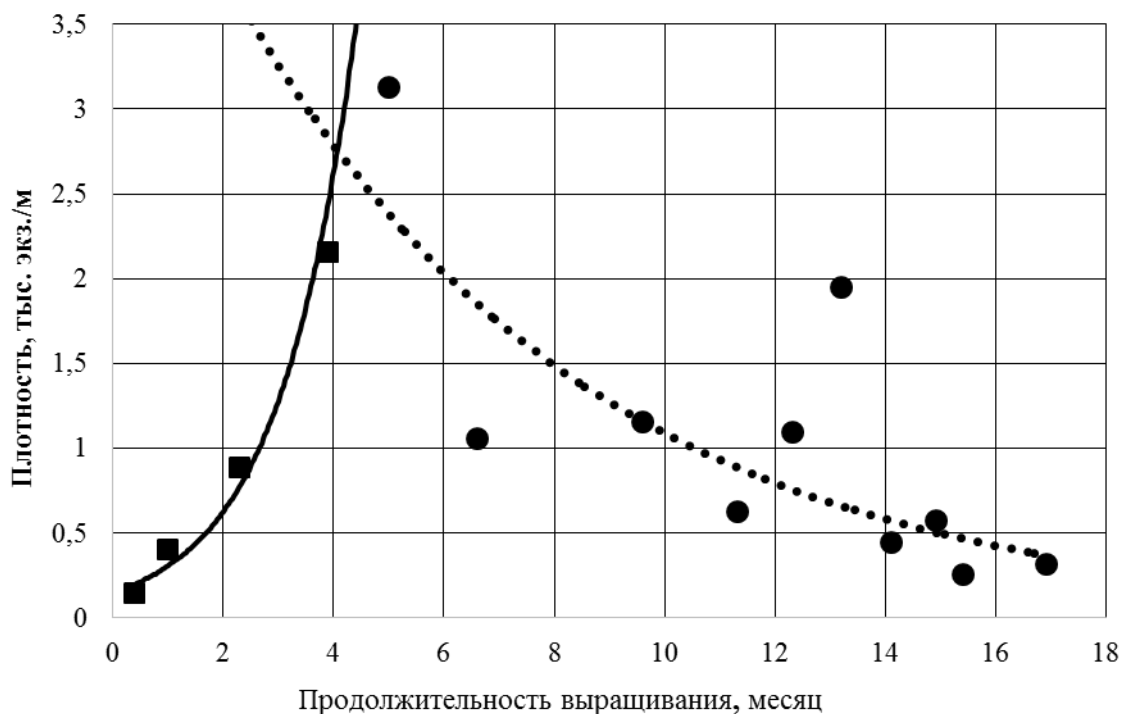


Рисунок 1 - Изменение плотности мидий (N , тыс. экз./м) в процессе культивирования (t , мес) мидий на 1-м типе коллектора ($\omega = 0,09$).

В общем виде снижение плотности моллюсков можно описать экспоненциальной функцией [2, 9]

$$N_t = N_0 \cdot e^{-r \cdot t}, \quad (1)$$

где N_0 и N_t - начальная плотность и численность популяции за время t , r - удельная скорость снижения численности (сут^{-1} или мес^{-1}), e - экспонента, равная 2,718. На рис. 1 видно, что значения N_0 и r составляли, соответственно, 5,21 тыс. экз./м и $0,052 \text{ сут}^{-1}$ ($R^2 = 0,59$). Средняя численность мидий в конце цикла выращивания составляла 256 ± 56 экз./м. На коллекторах с большей относительной поверхностью ($\omega = 0,21$) наблюдалась более высокая начальная плотность (N_0) осевшего спата, которая в отдельных случаях достигала 80 тыс. экз./м. Это объясняется тем, что с увеличением относительной площади коллектора увеличивается возможность «захвата» им большего числа личинок мидий, находящихся в планктоне. Также как и на первом типе коллектора, численность осевшей молоди после достижения максимума начинала устойчиво снижаться и через 13 - 15 мес стабилизировалась на определённом уровне, в среднем составляя 870 ± 62 экз./м, что достоверно выше ($P \leq 0,05$), чем на первом типе коллектора.

Параллельно со снижением численности на коллекторах происходил взаимосвязанный, но противоположно направленный процесс - возрастание биомассы моллюсков. Анализ показал, что в процессе роста моллюсков на искусственных субстратах биомасса через 5 - 6 мес стабилизировалась на определенном уровне и впоследствии колебалась возле него, т.е. находилась в состоянии динамического равновесия. Для первого типа коллектора средняя конечная биомасса мидий (урожай на корню) варьировала в пределах 0,22 - 0,45 тыс. экз./м, в

среднем составляя $2,86 \pm 0,64$ кг/м (рис. 2).

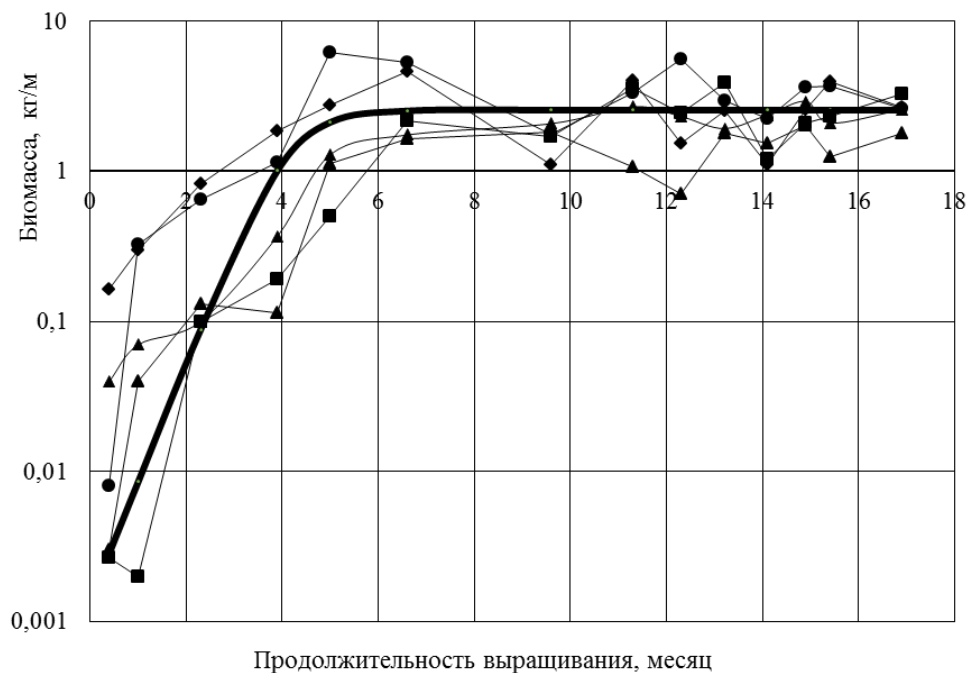


Рисунок 2 - Динамика биомассы мидий на 1 типе коллектора ($\omega = 0,09$) в процессе выращивания; утолщённая линия – теоретическая кривая по уравнению (2)

Сходная картина изменений биомассы наблюдалась и на другом типе коллектора ($\omega = 0,21$). В процессе культивирования моллюсков биомасса возрастала, после чего стабилизировалась, но на более высоком уровне - $6,18 \pm 0,48$ кг/м, что достоверно выше ($P \leq 0,05$), чем на первом типе искусственного субстрата (рис. 3).

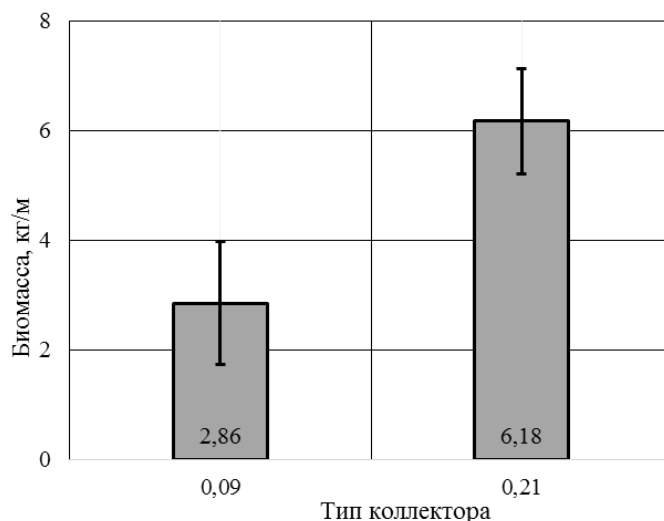


Рисунок 3 - Сравнительная характеристика биомассы мидий (В, кг/м) на первом (0,09) и втором (0,21) типах коллекторов в конце цикла выращивания; вертикальные линии – 95 % доверительный интервал

Очевидно, что бесконечный рост биомассы популяций невозможен из-за ограниченности внешних ресурсов популяции (площади субстрата, источника пищи и др.). Это приводит к внутривидовой конкуренции и, в конечном итоге, к частичному опаданию моллюсков с

субстрата, особенно после того, как биомасса превысит максимальную плотность насыщения.

В связи с этим в качестве модели, описывающей ограниченный рост биомассы мидий на коллекторах, мы использовали широко известную модель Ферхюльста-Пирла, которую можно описать уравнением:

$$B_t = B_m / [1 + ae^{-k \cdot t}] \quad (2)$$

где B_m и B_t – соответственно, максимальная биомасса и биомасса за время t (мес.), k – удельная скорость роста биомассы, a – константа интегрирования, e – экспонента (2,718). Для первого типа коллектора (рис. 2) значения B_m , k и a , соответственно, составляли 2,74, 1,82 и 7,52 ($R^2 = 0,43$). Для искусственного субстрата второго типа биомасса моллюсков по уравнению (2) в численной форме имели несколько иной вид, и указанные коэффициенты, соответственно, были равны: 5,66, 0,59 и 9,82 ($R^2 = 0,50$).

Полученные материалы позволяют прийти к следующему заключению. Если конечную биомассу (урожай) разделить на относительную поверхность (ω) исследованных типов коллекторов (т.е. стандартизировать биомассу на 1 м² коллектора) она будет составлять величину, достаточно близкую к постоянной - 29-30 кг/м² (рис. 3). Следовательно, основным фактором, влияющими на урожай моллюсков, являются величина относительной поверхности коллектора, которая не должна превышать 30 кг/м² – при большей биомассе мидий на коллекторах будет происходить частичная элиминация моллюсков, которая может быть даже меньше максимальной плотности насыщения. Однако за счёт роста оставшихся особей популяция вновь достигнет и превысит предельную плотность, после чего указанный процесс вновь повторится, о чём свидетельствуют данные на рис. 2. Другие факторы, хотя и оказывают заметное влияние, но играют значительно меньшую роль в динамике популяций мидий на коллекторах.

Таким образом, при культивировании мидии наблюдается зависимость от плотности авторегуляция численности и биомассы мидий (самоизреживание популяции), обусловленная внутривидовой конкуренцией и приводящая популяцию моллюсков к определенному стационарному состоянию [2, 4, 13]. В свою очередь, это состояние зависит от «экологической емкости» искусственного субстрата (т.е. относительной поверхностью коллектора - ω) и определяется высокой начальной плотностью мидий в процессе колонизации и ростом моллюсков в процессе культивирования.

Выводы

В процессе выращивания мидии на коллекторах после массового оседания происходит снижение плотности моллюсков (самоизреживание популяции), после чего она приходит в состояние динамического равновесия. Для первого типа коллектора ($\omega = 0,09$) эта величина составляет 256 ± 56 экз./м, для второго типа искусственного субстрата ($\omega = 0,21$) - 870 ± 62 экз./м.

Параллельно со снижением плотности моллюсков в процессе культивирования происходит возрастание биомассы мидий, которая через 5 - 6 месяцев стабилизируется около величины $2,86 \pm 0,64$ кг/м на первом типе коллектора ($\omega = 0,09$) и $6,18 \pm 0,48$ кг/м для коллекторов второго типа ($\omega = 0,21$).

Показано, что плотность и биомасса мидий на коллекторах тесно связаны с относительной поверхностью субстрата.

В процессе выращивания мидии на коллекторах имеет место зависимость от плотности саморегуляция численности и биомассы моллюсков, связанная с внутривидовой конкуренцией, приводящая популяцию к стационарному состоянию, обусловленному относительной поверхностью искусственного субстрата.

Список литературы

1. Алимов, А.Ф. Продукционная гидробиология / А.Ф. Алимов, В.В. Богатов, С.М. Голубков. – Санкт-Петербург: Наука, 2013. - 353 с.

2. Бигон, М. Экология: особи, популяции и сообщества/ М. Бигон, Дж. Харпер, К. Таунсенд. - Москва: Мир, 1989. - Т. 2. - 477 с.
3. Иванов, А.И. Влияние различной плотности установки коллекторов для выращивания мидий на их биологические показатели и величину урожая/ А.И. Иванов // Гидробиол. ж-л.- 1988. - Т. 24. - № 1. - С. 36-38.
4. Кирик, Е.Ф. Взаимосвязь биомассы и плотности популяции в аквакультуре роговой катушки *Planorbarius corneus* (L.) (Gastropoda, Planorbidae) / Е.Ф. Кирик // Актуальные проблемы экологии и природопользования: сб. науч. тр. - вып. 13. - Москва: РУДН, 2011. - Ч. 1. - С. 110-113.
5. Марикультура мидий на Чёрном море / Ред. В.Н. Иванов. Севастополь: «НПЦ ЭКОСИ-Гидрофизика», 2007. - 312 с.
6. Методы изучения двустворчатых моллюсков. - Ленинград: Тр. Зоол. ин-та АН СССР. - 1990. - Т.219. - 208 с.
7. Лакин, Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин.- Москва: Высшая школа, 1986. - 343 с.
8. Митилиды Черного моря /В.Е. Заика, Н.А. Валовая, А.С. Повчун, Н.К. Ревков.- Киев: Наукова думка, 1990. - 205 с.
9. Одум, Ю. Основы экологии / Ю. Одум. - М.: Мир, 1986. - Т. 2. - 376 с.
10. ФАО. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры в 2012 г. Рим, 2013. - 237 с.
11. Хайлов, К.М. О связи геометрических, биологических и трофодинамических характеристик водных биокосных фитосистем / К.М. Хайлов, Ю.Ю. Юрченко, Е.Е. Шошина // Океанология, 2001. - Т.41. - №3. - С. 1 - 8.
12. Холодов, В.И. Выращивание мидий и устриц в Чёрном море/ В.И. Холодов, А.В. Пиркова, Л.В. Ладыгина // Практическое руководство. - Севастополь: Изд-во ИНБЮМ НАНУ, 2010. - 422 с.
13. Currie, D. J. What shape is the relationship between body size and population density/ D. J. Currie. - Oikos, 1993. - V. 66. - № 2. - P. 353-358.
14. Gosling , E. M. Bivalve mollusks: Biology, Ecology and Culture. Fishing News Books / E. M. Gosling. - 2003. - 456 p.

THE REGULARITIES OF POPULATION DYNAMIC AND BIOMASS OF MUSSELS (MYTILUS GALLOPROVINCIALIS LAM.) WHEN THEY WERE GROWN ON DIFFERENT TYPES OF COLLECTORS IN BLACK SEE

Zolotnitsky A.P., Sytnik N.A., Grishchenko A.V., Gorbenko V.A.

FGBOU HE "Kerch State Maritime Technological University"; Kerch, Russian Federation, zap6@mail.ru

The regularities of population dynamic and biomass of mussels (Mytilus galloprovincialis Lam.) on different types of collectors was investigated. There are discovered that the changes of these parameters are due to the relative area of artificial substrate.

УДК 639.405

ОЦЕНКА ОСЕДАНИЯ И РАЗМЕРНО-МАССОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СПАТА ПРИМОРСКОГО ГРЕБЕШКА (*MIZUNORESTEN YESSOENSIS*) И ТИХООКЕАНСКОЙ МИДИИ (*MYTILUS TROSSULUS*) НА ИСКУССТВЕННЫХ СУБСТРАТАХ В БУХТАХ ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО (ЯПОНСКОЕ МОРЕ).

Кондратьева Е. С.

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ФГБНУ «ТИНРО-Центр»), Владивосток, Россия, e-mail: elena.kondratyeva@tinro-center.ru

Сбор спата приморского гребешка (*Mizuhopecten yessoensis* Jay, 1857) и тихоокеанской мидии (*Mytilus trossulus* Gould, 1850) на коллекторные установки в естественных условиях производится для последующего выращивания молоди моллюсков до товарного размера на подвесных ГБТС или донных плантациях. Эффективность оседания молоди моллюсков на искусственные субстраты во многом определяет объемы продукции плантаций марикультуры. Численность оседающей на коллекторы молоди подвержена значительным межгодовым колебаниям, и, кроме того, для акваторий с отличающимся гидрологическим режимом показатели оседания также не одинаковы [1]. Оседание в больших количествах сопутствующих видов засоряет субстраты, предназначенные для сбора спата культивируемых гидробионтов, может способствовать снижению темпов их роста и влиять на выживаемость [2, 3].

Целью настоящей работы является изучение оседания приморского гребешка и тихоокеанской мидии на коллекторы в двух бухтах залива Петра Великого с различным гидрологическим режимом, а также морфометрический анализ осевшей молоди моллюсков.

Исследования проводили в б. Воевода (Амурский залив, западная часть о-ва Русский) и б. Троица (восточная часть залива Посыета).

Оседание мидии на субстраты в 2016 году в исследуемых районах было количественно сопоставимым (682 экз./м в б. Воевода и 536 экз./м в б. Троицы). В то же время, масса моллюсков из б. Троицы была почти на треть больше таковой из б. Воевода (соответственно 1855 г/м и 1284 г/м).

Средняя высота раковины осевшей мидии была сходной на двух акваториях: в б. Воевода она составила $23,92 \pm 0,14$ мм, а в б. Троицы - $22,27 \pm 0,02$ мм. При этом размерный диапазон этой величины на субстратах в б. Троица был заметно шире такового в б. Воевода (8-85 мм и 9-41 мм, соответственно). Средняя масса моллюсков в исследованных бухтах различалась: $3,23 \pm 0,05$ г - для б. Троица и $1,65 \pm 0,02$ г - для б. Воевода.

На **гребешковых** коллекторах в обеих бухтах обнаружена как молодь приморского гребешка, так и в значительных количествах молодь тихоокеанской мидии, единично встречалась молодь морской звезды (*Asterias amurensis*), гребешка Свифта (*Swiftopecten swifti*) и японского гребешока (*Chlamys farreri*).

В б. Троицы наблюдалась несколько большая численность спата гребешка на коллекторах (в среднем - $180,8 \pm 10,53$ экз./колл.), чем в б. Воевода (среднее значение - $144,9 \pm 1,73$ экз./колл.), при этом диапазон показателей оседания также был шире в первой бухте. Плотность мидии, оседающей на гребешковые коллекторы, в среднем составила $362,75 \pm 7,75$ экз./колл. (средняя масса $68,7 \pm 1,24$ г/колл.) для б. Воевода и $1503,2 \pm 82,77$ экз./колл. (ср. масса $269,46 \pm 13,7$ г/колл.) – для б. Троица.

Больших различий выживаемости осевшей молоди гребешка не отмечено, она оказалась достаточно высокой в обеих бухтах ($85,1 \pm 0,58\%$ в б. Воевода и $70,87 \pm 1,51\%$ в б. Троица).

В размерной структуре спата в исследуемых районах следует отметить как некоторые сходства, так и отличия. Так, модальная группа в обоих районах представлена моллюсками размером 10-11 мм (30,7% в б. Троицы и 37,7% в б. Воевода), существенная часть выборок – гребешки размером 8-9 мм (27,4% в б. Троицы и 22,6% в б. Воевода). Доля крупноразмерных особей (с высотой раковины 16-24 мм) в б. Троицы составила 11,3%, в то время как в б. Воевода - только 5,6%. Группа моллюсков с высотой раковины 12-13 мм составила 11,9% в б. Троицы, а в б. Воевода - 21,3%. Полученные данные указывают на более высокую скорость роста осевшей молоди изучаемых видов моллюсков в б. Троицы, чем в б. Воевода, что может быть связано с отличающимися гидродинамикой и температурным режимом в этих районах.

Сравнение данных оседания приморского гребешка в б. Воевода в 2016 г. с данными ранее проводившихся исследований [4] подтверждает значительную межгодовую изменчивость плотности оседания молоди этого вида и сопутствующих гидробионтов (Таблица).

Таблица – Оседание приморского гребешка в б. Воевода в 2002-2016 гг.

Год	Средн. кол-во спата прим. гребешка, экз./колл.	Выживаемость прим. гребешка, экз./колл.	Средн. размер приморского гребешка, мм	Кол-во молоди амурской звезды, экз./колл.	Среднее кол-во спата тихоок. мидии, экз./колл.
2002	41,6±5,3	21,5±4,6	17,2±0,3	5±1	164±121
2003	232,5±34	73,3±4,7	13,8±0,1	1,9±0,3	997,6±154
2004	1540±118	92,4±1,8	11,6±0,2	0,09±0,03	8191±778
2016	144,9±1,73	85,1±0,58	10,9±0,002	4,92±0,22	68,7±1,24

Список литературы

1. Справочник по культивированию беспозвоночных в южном Приморье / Сост. А.В. Кучерявенко, Г.С. Гаврилова, М.Г. Бирюлина. – Владивосток: ТИНРО, 2002. – 83 с.
2. Ляшенко, С.А. Состояние естественного воспроизводства двустворчатых моллюсков в прибрежной зоне южного Приморья и перспективы их культивирования [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук / С. А. Ляшенко; Тихоокеан. науч.-исслед. рыбохоз. центр. - Владивосток, 2008. - 22 с.: ил. - Библиогр.: 8 назв.
3. Габаев, Д.Д. Биологическое обоснование новых методов культивирования некоторых промысловых двустворчатых моллюсков в Приморье [Рукопись] : дис. ... канд. биол. наук / Д. Д. Габаев; Тихоокеан. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва и океанографии. - Владивосток, 1989. - 129 с. : ил. - Библиогр.: с. 111-129
4. Ляшенко, С.А. Перспективы культивирования приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* (Jay, 1857) у северо-западного побережья о-ва Русский, залива Петра Великого (Японское море). // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы II Междунар. науч.-техн. конф.: в 2 ч. - 2012. - Ч. I. - С. 114-119.

SETTLEMENT VOLUME ASSESSMENT AND MORPHOMETRIC CHARACTERISTIC OF JAPANESE SCALLOP (*MIZUHOPECTEN YESSOENSIS*) AND PACIFIC BLUE MUSSEL (*MYTILUS TROSSULUS*) SPAT AT ARTIFICIAL SUBSTRATES IN THE EMBAYMENTS OF PETER THE GREAT BAY (SEA OF JAPAN)

Kondratieva E.

Pacific Research Fisheries Center (TINRO-center), Vladivostok, Russia, e-mail: elean.kondratyeva@tinro-center.ru

*The settling volumes and size/weight characteristics of the spat of Japanese scallop (*Mizuhopecten yessoensis* Jay, 1857) and Pacific blue mussel (*Mytilus trossulus* Gould, 1850) were reviewed in two embayments of Peter the Great Bay with different hydrological regime: Voyevoda Bay at the west side of Russkiy Island and Troitsa bay in the east part of Possiet Bay.*

Pacific mussel showed comparable volumes of settled juveniles at both sites (682 ind./m in Voyevoda bay, and 536 ind./m in Troitsa bay) while their weight was quite different (1855 g/m and 1284 g/m, consequently). Average sizes of young mussels was similar in both bays (23,92±0,14 mm and 22,27±0,02 mm, consequently), although size structure differed – there were more bigger sized mollusks in Troitsa bay.

Japanese scallop spat settlement volume was greater in Troitsa bay (180,8±10,53 individuals per collector) than in Voyevoda Bay (144,9±1,73 individuals per collector). There were both similarity and differences in size structure of the settled juvenile scallops: modal size groups

for both sites were represented by mollusks sized 10-11 mm, while the percentage of bigger sized individuals were greater in Troitsa bay.

УДК: 577 152.34

ВЛИЯНИЕ СОЛЕЙ КАДМИЯ НА АКТИВНОСТЬ ЛИЗОСОМАЛЬНЫХ ПРОТЕИНАЗ В МЫШЦАХ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ *ONCORHYNCHUS MYKISS* (0+).

Крупнова М.Ю., Немова Н.Н.

Институт биологии Карельского научного центра РАН
г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11, e-mail: mukrupnova@rambler.ru

Известно, что жизнь в водоеме, в отличие от наземных условий, характеризуется большей зависимостью от факторов среды, поэтому вопросы взаимоотношений гидробионтов и среды их обитания относятся к числу актуальных проблем фундаментальной биологии. Одним из аспектов этой проблемы, связанной с биоиндикацией природных сред, является загрязнение водной среды тяжелыми металлами. Местами сосредоточения металлом в организме служат многие жизненно важные органы. Патологические изменения, возникающие на уровне макромолекул, передаются до самых "высоких" структур организации живого, и поэтому возникает необходимость понимания механизмов защиты против повреждающих агентов [7]. В лизосомы, как и в другие субклеточные фракции, ионы тяжелых металлов попадают вследствие диффузии или взаимодействуя с транспортными белками, фиксируясь на клеточной мембране. В организме тяжелые металлы взаимодействуют с тиольными, карбоксильными и фосфатными группами биополимеров, блокируя активные центры ферментов и функциональных белков; вытесняют эссенциальные микроэлементы из активных центров ферментов; связываются с нуклеотидами, подавляя синтез и репарацию ДНК [5; 14]. Анализ динамики изменений широкого круга метаболических параметров у гидробионтов в ответ на токсическое воздействие тяжелых металлов и исследование роли лизосом в метаболизме и выведении тяжелых металлов являются важной основой для общего понимания механизмов защиты и повреждения клеток.

Кадмий, также как ртуть и свинец, относится к неэссенциальным металлам с высокой токсичностью. Существенный процент кадмия (90-98%), поступающего в водные бассейны, имеет антропогенное происхождение. Ионы кадмия не подвергаются деструкции и не выводятся естественным путем из водной среды, они легко поглощаются рыбами, аккумулируясь в тканях внутренних органов. В клетке кадмий инактивирует металлоферменты, участвующие во многих метаболических процессах, нарушает проницаемость мембран, ингибирует окислительное фосфорилирование, синтез белков и нуклеиновых кислот [6; 2; 13]. По мере биоаккумуляции потенциально опасных катионов у рыб реализуются сформированные в процессе эволюции механизмы биотрансформации ксенобиотиков, а также другие защитные механизмы, снижающие токсическое действие поллютантов. Реализация защитной функции лизосом при воздействии на организм различных, в том числе антропогенных, факторов осуществляется при участии лизосомальных гидролаз, включающих наряду с другими гидролазами комплекс протеолитических ферментов, активных в кислой области pH (катепсинов) [4].

В настоящей работе изучали изменение активности основных лизосомальных протеиназ животных тканей – катепсинов В (тиолзависимой приетиназы) и D (карбоксилзависимой протеиназы) в мышцах форели при воздействии солей кадмия в эксперименте *in vitro*.

В эксперименте использовали сеголетков радужной форели *Oncorhynchus mykiss* (0+). Моделирование хронического загрязнения водной среды тяжелыми металлами производилось в аквариальных условиях. Перед началом эксперимента в аквариальном комплексе были установлены и стабилизированы гидрохимический и температурный режимы. Токсикологическому исследованию во всех случаях предшествовал этап преадаптации в течение 14 сут. Опытных животных разделили на три группы по 7 особей в каждой. Первая

группа форели служила контролем и содержалась в аквариуме с водопроводной водой, вторая – была помещена в аквариум с добавлением растворимой соли кадмия (CdCl_2) в концентрациях 5 мкг/л (ПДК для рыбохозяйственных целей), третья группа – 25 мкг/мл (концентрация, в 5 раз превышающая ПДК). Все гидробионты содержались при одинаковых условиях освещения, температуры и аэрации, без кормления. Биохимические анализы проводили на 3 и 10 –е сутки экспозиции рыб в токсической среде параллельно с контрольной группой. Необходимо отметить, что в аквариуме с концентрацией кадмия, превышающего ПДК в 5 раз, к концу 3 – х сут погибло 50 % рыбы. Мышцы, как известно, составляют основу массы тела рыб, поэтому изучение метаболических реакций в этой ткани представляет особый интерес.

Активность основных протеиназ лизосом - катепсинов В и D определяли в осветленных гомогенатах мышечной ткани рыб, которые готовили на 0,25М растворе сахарозы (1:10) с добавлением 0,01%-ного раствора тритона X-100 (1200 об/мин x 60 сек). Дифференциальное центрифугирование гомогенатов для получения субклеточных фракций проводили на центрифуге K-24 (Германия) [12]. Активность катепсинов В и D определяли спектрофотометрически. Активность катепсина В оценивали по гидролизу 0,065М раствора этилового эфира бензоиларгинамида в 0,1М ацетатном буфере pH 5,0 [1], катепсина D – бычьего гемоглобина при pH 3,6 [1], соответственно. Активность ферментов выражали в условных единицах: катепсина D –при 280nm на мг белка, катепсина В – при 525nm на мг белка. Концентрацию белка в пробах определяли по методу Брэдфорд [15].

Экспериментальные работы выполнены с использованием оборудования ЦКП НО Института биологии КарНЦ РАН.

Результаты изучения активности катепсинов в мышечной ткани форели свидетельствуют о том, что на начальном этапе интоксикации (экспозиция 3 суток, ПДК) ионы кадмия не оказывают заметного влияния на активность катепсина D, а при повышении концентрации соли кадмия в 5 раз (3 сут) отмечено повышение его активности (примерно на 30%) по сравнению с таковой из контрольной группы, что можно связать с усилением протеолиза дефектных (поврежденных) белковых структур, возникающих в результате воздействия токсикантов [3]. Экспозиция соли кадмия в течении 10 сут в концентрации, соответствующей 5 ПДК, привела к ингибированию активности катепсина D в мышцах исследуемых рыб по сравнению с контрольными образцами.

Несколько иные зависимости обнаружены в изменении активности катепсина В (цистеинзависимая протеиназа лизосом) в мышцах форели в тех же экспериментальных условиях. Так, на 3 – и сутки экспозиции при концентрации хлорида кадмия, соответствующей ПДК (5 мкг/л), отмечена максимальная активность данного фермента. С увеличением концентрации токсиканта (25 мкг/3 сут) и времени экспозиции (ПДК, 10 сут) уровень активности фермента в мышцах рыб снижался, по сравнению с контролем, более чем на 40%. При этом содержание белка в мышцах форели в присутствии хлорида кадмия на протяжении всего периода наблюдений практически не изменялось.

Таким образом, результаты изучения влияния соли кадмия на активность катепсинов В и D в мышцах сеголетков форели, содержащихся в аквариальных условиях, свидетельствуют об их участии в реализации защитной функции лизосом, как это было показано ранее в наших исследованиях по влиянию на лизосомальный протеолиз рыб токсических факторов различного происхождения [8-11].

Работа выполнялась в рамках государственного задания (№ темы 02221-2014-0003).

Список литературы

1. Алексеенко, Л.П. Определение активности протеиназ по расщеплению белковых субстратов/ Л.П. Алексеенко // Современные методы в биохимии. Москва: Медицина. 1968. - Т.2. - С.112.
- 2.Алиновская, Ю.Б. Восстановление некоторых физиологических показателей карпа после отравления ионами кадмия / Ю.Б. Алиновская // Тез. докл. всеросс. конфер. молодых ученых

«Рыбохозяйственная наука на пути в XXI в». Владивосток, ТИНРО-Центр (21-23 мая 2001). – С.4-6.

3. Волошина, Г. Э. Экологическая оценка состояния поверхностных вод реки Понура / Г.Э. Волошина // Эколог. вест. Север. Кавказа, 2006. - Т.2. - № 1. – С.118-122.

4. Дин, Р. Процессы распада в клетке / Р. Дин. - Москва: Мир 1980. - 120с.

5. Есин, Е.В. Обзор токсичности основных элементов-загрязнителей лососевых нерестовых рек Камчатки / Е.В. Есин // Известия ТИНРО 2015. - Т. 180. - С .210-225.

6. Курбанова, С.И. Протеолитическая активность тканей карпа и воблы под влиянием хлорида кадмия / С.И. Курбанова, Н.И. Рабазанов, П.М. Нурмагомедова, З.М. Магомедова, М.М. Магомедова // Экология животных Юг России: экология, развитие. 2013. - № 1. - С.62-66.

7. Мур, Дж. Тяжелые металлы в природных водах: Контроль и оценка влияния / Дж. Мур, С. Рамамурти. - М.: Мир, 1987. - 288с.

8. Немова, Н.Н. Биохимические эффекты накопления ртути у рыб // Н.Н. Немова. - Москва: Наука, 2005. - 163 с.

9. Немова, Н.Н. Влияние токсических факторов на протеолитическую активность в икре и ранних личинках рыб / Н.Н. Немова, М.Ю. Крупнова, Е.И. Кяйвярйнен, И.В. Волков // Известия РАН. Сер. биол. 1994. - № 4. - С. 605-610.

10. Немова, Н.Н. Эколого-биохимическое тестирование водоемов по состоянию рыб / Н.Н. Немова, Р.У. Высоцкая, В.С. Сидоров // Научные аспекты экологических проблем России. - Москва: Наука, 2002.- С. 215-220.

11. Немова, Н.Н. Лизосомальные протеолитические ферменты – один из критериев оценки физиолого-биохимического состояния рыб / Н.Н. Немова, М.Ю. Крупнова. // тр. науч. конф. - Калининград, 2005. – С.116-117.

12. Покровский, А.А. Изменение ферментов лизосом при белковой недостаточности / А.А. Покровский, В.А. Тутельян // Биохимия. 1968. - Т. 33. - № 4. - С. 809-816.

13. Руднева, И.И. Эколого-физиологические особенности антиоксидантной системы рыб и процессов перекисного окисления липидов / И.И. Руднева // Усп. совр. биол, 2003. – Т. 123. – № 4. – С. 391-400.

14. Чекунова, М.П. Роль лизосом в токсикологии металлов / М.П. Чекунова, А.Д. Фролова // Тез. докл. 3-го всесоюз. симпоз. «Структура и функции лизосом». – Тбилиси, 1986. – С. 228-229.

15. Bradford, M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding / M.M. Bradford // Analit. Biochem. 1976. - V.72. - P. 248-254.

INFLUENCE OF CADMIUM SALTS ON THE ACTIVITY OF LYSOSOMAL PROTEINASES IN MUSCLE OF RAINBOW TROUT ONCORHYNCHUS MYKISS (0+).

Krupnova M.Yu., Nemova N.N.

In the present work studied changes in the activity of key lysosomal proteases of animal tissue in vitro (tiltability of prietenosi) and D (carboxylative proteases) in the muscles of trout when exposed to salts of cadmium in experimente in vitro.

The results of studying the effects of cadmium salt on the activity in vitro and D in the muscles of fingerlings of trout contained in aquarium conditions, testify to their participation in the implementation of the protective function of lysosomes, as it was shown in our previous studies on the effect on lysosomal proteolysis of fish of toxic factors of different origin

ВЛИЯНИЕ НАСТОЯ РОМАШКИ АПТЕЧНОЙ НА ПОВЕДЕНИЕ СЕГОЛЕТКОВ КАРПА

¹Курапова Т.М., ²Гончаренок О.Е.

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», г. Калининград, Россия, e-mail: ¹tkurapova@inbox.ru, ²olga111@yandex.ru

Ромашка — одно из ценнейших лекарственных растений, химический состав которой обуславливает широкий диапазон ее терапевтических особенностей. Препараты ромашки увеличивают секреторную деятельность пищеварительных желез, стимулируют желчевыделение и возбуждают аппетит, снимают спазмы, проявляют дермотоническое, болеутоляющее, противовоспалительное и антимикробное действие. Трава и цветы ромашки содержат около 0,8% голубовато окрашенного эфирного масла, главной составной частью которого является специфическое биологически активное вещество хамазулен. Кроме эфирного масла в цветках ромашки присутствуют апигецингликозиды, кумариновые соединения (умбелиферон и его метиловый эфир герниарин), ситостерин, холин, витамин С, органические кислоты, полисахариды, минеральные соли [1].

В литературных источниках упоминается о влиянии ромашки аптечной на иммунитет рыб [2, 3], но работ, отражающих влияние этого растения на поведение рыб, - нет.

На основании вышеизложенного нами в данной работе была поставлена цель - изучить влияние настоя ромашки аптечной на поведение накормленных сеголетков карпа. Объектом исследования служили сеголетки карпа (средняя масса рыб была меньше нормативной и составляла 5,21 г), выращенные на учебно-опытном хозяйстве ФГБОУ ВО «КГТУ».

Для исследования отбирали по шесть экземпляров в каждую группу, подбирая близких по размерам сеголетков. За два часа до эксперимента рыбу пересадили в две емкости, сформировав следующие группы: контроль и опытная группа. В опытные аквариумы вносили свежеприготовленный по стандартной методике 20% -ый настой ромашки аптечной. Доза настоя в опыте была 5 мл/л и длительность экспозиции составила один час.

Для исследования влияния ромашки аптечной на поведение сеголетков карпа применяли тест «открытое поле», который позволяет изучить реакцию центральной нервной системы на определенное вещество или препарат по уровню двигательной активности и реакции на внешние стимулы (зрительные, тактильные или гидродинамические) [4].

В экспериментах использовали сытых сеголетков карпа, которых покормили за два часа до начала исследований.

В адаптационный отсек переносили одну тестируемую рыбу, выдерживали 3-5 мин для снятия стресса. Затем поднимали перегородку, и рыба выплывала в основную часть, где и проводили наблюдения за ее поведением, регистрируя количество пересеченных рыбой квадратов на дне аквариума, а также показатели «движение» и «затаивание».

Длительность наблюдения каждого этапа составляла 5 мин. Через пять минут включали раздражитель. В качестве раздражителя применяли свет постоянный и переменный. Источник света располагали у торцевой стенки на расстоянии 4-5 см от дна. Все результаты обрабатывали статистически по общепринятым методикам [5].

В результате исследований было установлено, что у накормленных сеголетков карпа показатель активности «затаивание» имел близкие значения в контрольной и опытных группах. Так, в контроле среднее значение было $96,67 \pm 0,61$, а в опытной группе $84,74 \pm 1,15\%$ при достоверности при $p \leq 0,001$ (рис. 1).

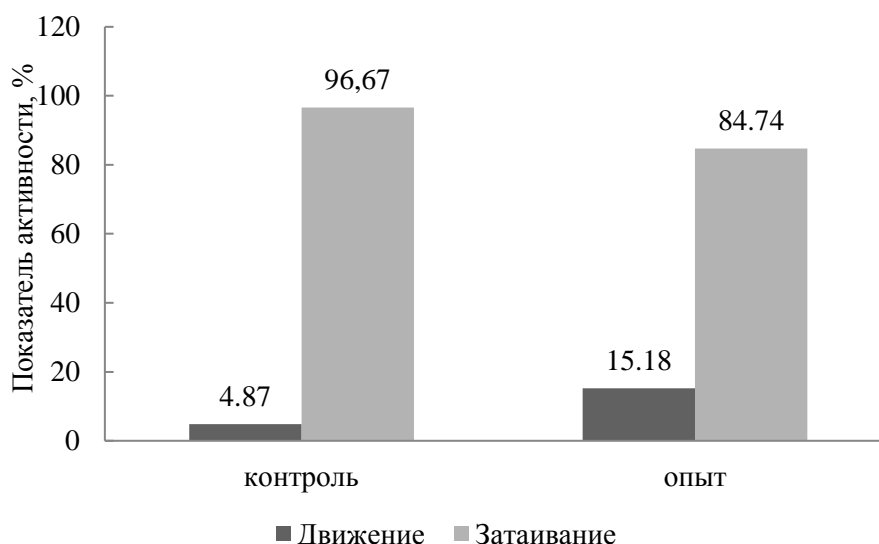


Рисунок 1 – Фоновая активность сеголетков карпа

Показатель «движение» имел отличия в контрольной и опытной группах. Так, в контроле в среднем его значение было $4,87 \pm 0,1$, а в опытной группе значительно выше - $15,18 \pm 0,31\%$ (различия достоверны при $p \leq 0,001$). По полученным результатам видно, что настоей ромашки аптечной вызвал у сытых сеголетков карпа увеличение двигательной активности.

Если сравнивать показатель АМБ, то в среднем за пять минут исследования рыбы в контрольной группе пересекли 0,96 квадратов, а в опытной группе 2,2.

При воздействии постоянного света отмечали увеличение двигательной активности у рыб в контрольной и опытных группах. Так, величина показателя «движение» в контрольной группе увеличилась с 4,87 до $16,6 \pm 0,95\%$, в опытной группе величина данного показателя также увеличилась с 15,15 до $35,26 \pm 1,59\%$ при достоверности $p \leq 0,001$ (рис. 2).

Согласно литературным данным свет - абиотический фактор, не однозначно влияющий на поведение рыб. Его воздействие зависит от интенсивности потока, возраста и вида рыбы. Положительная реакция на свет (привлечение) доказано для пелагический рыб [6].

На основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что применение постоянного света вызывает у накормленных сеголетков карпа увеличение показателя «движение» и снижение показателя «затаивание», как в контроле, так и в опыте.

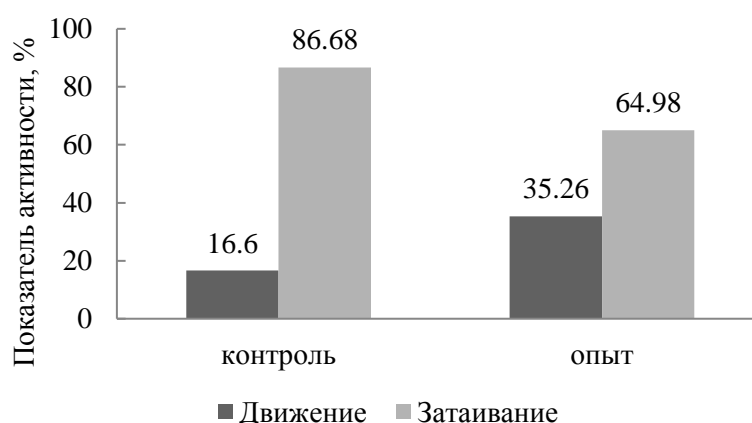


Рисунок 2 - Показатели активности у сеголетков карпа при воздействии постоянного света

При влиянии переменного (мигающего) света отмечали также увеличение двигательной активности рыб. Так, в контроле показатель «движение» был в среднем $39,15 \pm 2,5$, в опыте-

98,8±1,05% (различия достоверны при $p \leq 0,001$) (рис. 3).

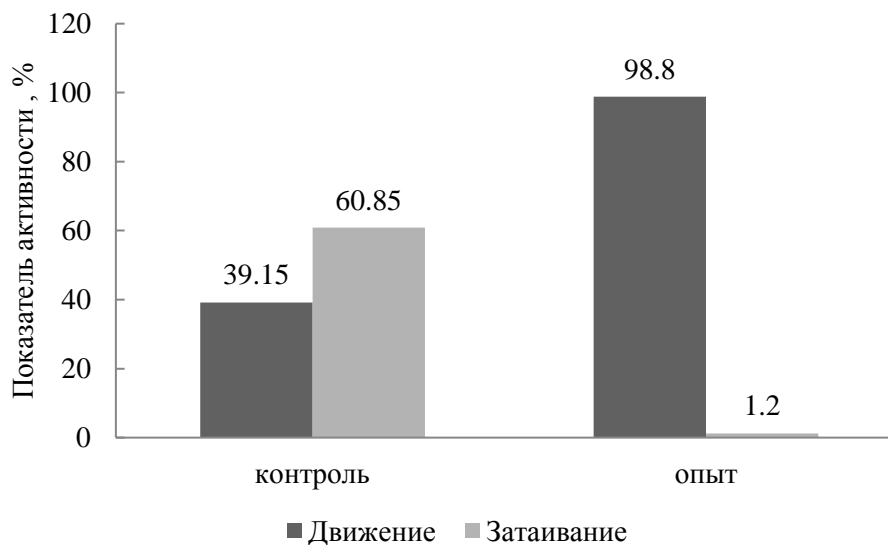


Рисунок 3 - Показатели активности у сеголетков карпа при воздействии переменного света

Если рассматривать показатель «затаивание», то видно, что в контрольной группе величина была $60,85 \pm 5,39\%$, а в опытной группе $1,2 \pm 0,17\%$ (различия достоверны при $p \leq 0,001$).

В среднем за пять минут исследования рыбы в контроле пересекли 4,90 квадратов, а в опытной группе 9,96.

Таким образом, применение раздражителя привело к увеличению двигательной активности и снижению затаивания как в опытной, так и в контрольной группах.

По результатам проведенных исследований следует отметить, что водный настой ромашки аптечной оказывает седативное влияние на сытых сеголетков карпа, что приводит к увеличению показателя «движение» и снижению показателя «затаивание». Причем чем сильнее воздействие раздражителя, тем более выражен седативный эффект, это можно проследить, оценив показатель «затаивание» при воздействии постоянного и переменного света

Список литературы

1. Муравьева, Д.А. Фармокогнозия / Д.А. Муравьева.- Москва: Медицина, 1991. - С. 180-181.
2. Дегтярик, С.М. Фитопрепараты для рыб / С.М. Дегтярик // Рыбное хозяйство, 2001. - С. 54-59.
3. The use of immunostimulating herbs in fish. An overview of research / G. Jeney, G. Yin, L. Ardo, Z. Jeney // Common carp as a model organism for biological studies. Głowno: Polish Academy. Golisz, 2013. – С. 154-160.
4. Аксютин, З.М. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях / З.М. Аксютин. - Москва, Пищ. пром-сть, 1968. - 289 с.
5. Будаев, С. В. Индивидуальные различия поведения рыб: дисс. ... канд. биол. наук.: 03.00.10.- Москва: РАН Ин-т им. А.Н. Северцова, 2000.- 248 с.
6. Аксютин, З.М. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях / З.М. Аксютин. - Москва: Пищ. пром-сть, 1968. - 292 с.

INFLUENCE OF THE PRESENT DEDUCTUM OF PHARMACY ON THE BEHAVIOR OF FEEDED CARP SEEDGES

¹Kurapova T. ²Goncharionok O.

The use of phytopreparations in fish farming is promising for preventing diseases and relieving stress in fish caused by fish-breeding manipulations. Literary sources describe the positive effect of many medicinal herbs on the physiological state and immunity of fish. However, in the literature, there is no material on the effect of medicinal herbs on the behavior of hydrobionts. The aim of the study was to study the effect of chamomile infusion on the behavior of seasoned carp.

УДК 639.03

ВЛИЯНИЕ НАСТОЕВ НЕКОТОРЫХ ТРАВ НА ВРЕМЯ ПОДВИЖНОСТИ СПЕРМАТОЗОИДОВ СТЕРЛЯДИ

¹Курапова Т.М., ²Молчанова К.А.

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», г. Калининград, Россия, e-mail: ¹tkurapova@inbox.ru, ²ksenia.elfimova@gmail.com

В настоящее время существует ряд препаратов, приводящих к увеличению времени подвижности сперматозоидов у рыб. В числе наиболее широко применяемых в рыбоводстве это раствор Хамора, благодаря которому увеличивается как время подвижности сперматозоидов, так и время раскрытия микропиле икринки [4].

Также в литературных источниках упоминается препарат «Эпин» [1], который увеличивает время подвижности сперматозоидов и тем самым улучшает оплодотворяемость икры [3].

Из известных средств растительного происхождения, улучшающих качество спермы у человека и применяемых при нарушениях сперматогенеза, является комплексный растительный препарат «Сперман» индийского производства [5].

Ранее нами были получены положительные результаты при исследовании настоев вахты, шиповника и кукурузных рылец на время подвижности сперматозоидов форели [3].

В качестве объекта исследования использовали сперму самцов стерляди, использованных в нерестовой кампании. Производителей стерляди вырастили в УЗВ ООО «ТПК Балтптицепром». Сбор материала проводили в процессе нерестовой кампании 2016 г. Оценку качества использованных самцов определяли по объему эякулята, времени подвижности и концентрации сперматозоидов. Для этого от каждого самца отбирали сперму в градуированную пробирку и определяли объем эякулята. Всего исследовали сперму от 12 самцов.

Схема изучения влияния лекарственных трав на время подвижности была следующая. Вначале изучали время подвижности сперматозоидов в воде, затем проводили изучение воздействия трав и в конце исследований еще раз повторяли опыты с водой, что позволяло снизить ошибку, вызванную ухудшением качества спермы при проведении исследований.

В качестве лекарственных трав использовали 10%-ый настои, приготовленные по стандартным методикам следующих лекарственных трав: кукурузные рыльца, бессмертник, шиповник, крапива, боровая матка, красная щетка. После приготовления настоя на предметное стекло капали сперму, которую помещали в поле зрения микроскопа, и добавляли каплю настоя или воды. Время активации, начало поступательного и колебательного движения сперматозоидов фиксировали при помощи секундомера.

Опыт проводили в тройной повторности. Всего было обработано 96 проб. Весь собранный материал был обработан статистически при применении стандартных методик в программе «Excel».

В основу работы были положены результаты исследований по влиянию настоев трав на подвижность сперматозоидов у радужной форели в 2014 г. На основании проведенного анализа были выявлены травы, которые увеличивают время подвижности сперматозоидов: кукурузные рыльца, бессмертник, шиповник и вахта трехлистная.

В работах 2016 года использовали настои кукурузных рылец, зверобоя, бессмертника, шиповника, боровой матки, крапивы и красной щетки.

В работе использовали сперму впервые нерестующих самцов стерляди в возрасте пятигодовиков. Средний объем эякулята составил 1,63 мл. В литературных источниках, как правило, не приводятся данные о качестве половых клеток впервые нерестующих производителей, что связано с низким их качеством. Средний объем эякулята у вторично нерестующих самцов стерляди – 17-30 мл [6].

Концентрация сперматозоидов у исследованных самцов стерляди составляла в среднем 5,14 млн/мкл, по литературным данным у рыб вторично нерестующих этот показатель выше - 8,0 – 9,0 млн/мкл.

В ходе исследований было определено, что время подвижности сперматозоидов стерляди в воде в среднем составляло $65,33 \pm 6,21$ с. По нормативным данным оно обычно не превышает 120 с.

Полученные данные по репродуктивным показателям впервые нерестующих самцов стерляди указывают на низкое качество по всем исследованным показателям.

При изучении влияния настоев трав на время подвижности сперматозоидов стерляди можно выделить только две группы:

1. Травы, снижающие время поступательного движения сперматозоидов;
2. Травы, инактивирующие подвижности сперматозоидов.

Настои трав, которых мы отнесли к первой группе (кукурузные рыльца, бессмертник, крапива, шиповник и смесь шиповника и бессмертника), снижали время поступательного движения сперматозоидов. Так, при активации водой среднее время поступательного движения было $65,33$ с, а при активации настоем шиповника время снизилось до $35,08$ с ($p \leq 0,05$) (рисунок).

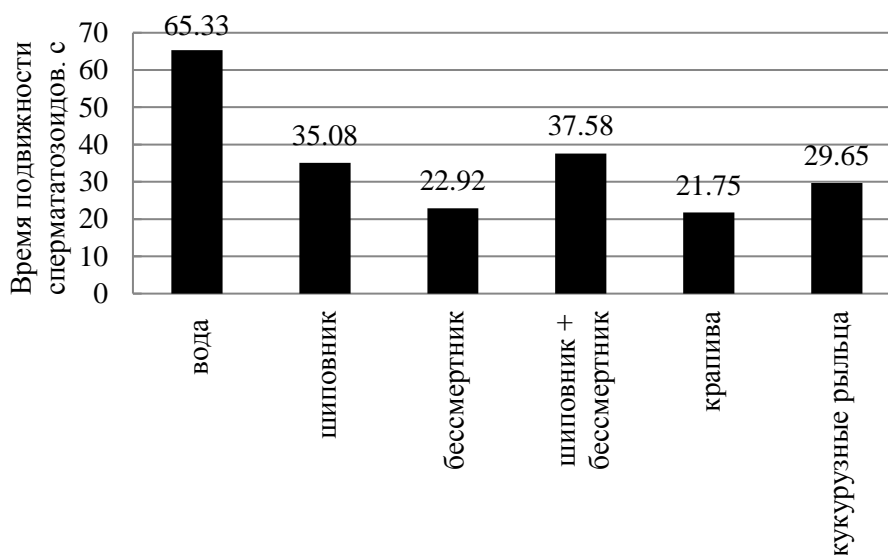


Рисунок – Влияние настоев трав на время поступательного движения сперматозоидов у впервые нерестующих самцов стерляди

При использовании настоя рылец кукурузных время поступательного движения сперматозоидов снизилось до $29,65$ с ($p \leq 0,001$).

При внесении настоев других трав время подвижности снижалось еще больше, так, при использовании настоя бессмертника и крапивы время поступательного движения в среднем составляло $22,92$ ($p \leq 0,001$) и $21,75$ с ($p \leq 0,001$), соответственно (рисунок). Но при совместном

воздействии настоев бессмертника и шиповника было получено наибольшее значение – 37,58 с, однако различия были не достоверны.

К травам второй группы были отнесены настои трав, которые инактивировали сперматозоиды стерляди, – это боровая матка, красная щетка и зверобой. При добавлении настоев трав к сперме отмечали отсутствие активации сперматозоидов.

Таким образом, при проведении исследований было установлено, что настои некоторых трав, а именно: кукурузных рылец, бессмертника, шиповника и крапивы снижают время поступательного движения у впервые нерестующих самцов стерляди, а настои боровой матки, зверобоя и красной щетки вообще инактивируют сперматозоиды стерляди.

Список литературы

1. Егоров, М.А. Морфофизиологические эффекты фитогормона эпибрасинолида на позвоночных животных в раннем онтогенезе / М.А. Егоров // Известия Самарского научного центра РАН, - вып. 5, -№ 2, 2003. – С.355-362.

2. Машковский, М.Д. Лекарственные средства: Пособие по фармакотерапии для врачей / М.Д. Машковский. – Вильнюс: Гамта, 1993. – 443 с.

3. Молчанова, К.А. Оценка влияния трав на время подвижности сперматозоидов радужной форели, выращиваемой в УЗВ / К.А. Молчанова, Т.М. Курапова // III БАЛТИЙСКИЙ МОРСКОЙ ФОРУМ. Тр. Междунар. науч. конф. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов». Калининград: КГТУ, 2015. – С. 92 – 95.

4. Оплодотворяющие растворы и подвижность сперматозоидов форели [Электронный ресурс]: Технология рыбы и рыбных ресурсов. – Режим доступа: <http://fish-industry.ru>

5. Справочник Видаль. Лекарственные препараты в России 2011 / под ред.: Т. А. Ващенко, Е. В. Языниной. - 17-е изд., перераб, испр. и доп. – Москва: АстраФармСервис, 2011. – 1726 с.

6. Танькин, В.В. Рыбоводные качества самцов стерляди, используемых для получения бестера / В.В. Танькин // Материалы Всесоюзной научной конф. по направлению и интенсификации рыбоводства во внутренних водоемах Северного Кавказа. Москва: МРХ, 1979. – С. 215-216.

THE INFLUENCE OF HERBS ON THE TIME OF STERLET SPERM MOTILITY

¹Kurapova T., ²Molchanova K.

The use of phytopreparations in fish farming is promising for preventing diseases and relieving stress in fish caused by fish-breeding manipulations. Literary sources describe the positive effect of many medicinal herbs on the physiological state and immunity of fish. However, there is little coverage of the effect of infusions of herbs on the time of motility of the spermatozoa of fish. In the work, 10% of herbal medicines were used.

When studying the effect of these herbs on the mobility of spermatozoa sterlet, two groups were identified: the first group of grass reducing the time of mobility, and the second group - herbs inactivating spermatozoa.

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОРГАНАХ И ТКАНЯХ РЫБ ООО «ИРДЯГИНСКОЕ РЫБОВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО»

Макарова Т.Н., Валеева Г.Б.

ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет»
Институт ветеринарной медицины, г.Троицк, Россия

В связи с проблемой загрязнения окружающей природной среды продуктами техногенеза объектом пристального внимания экологического мониторинга стали тяжелые металлы, попадающие в водоемы со стоками и смывами с территорий промышленных предприятий, сельхозугодий, городов и мелких населенных пунктов [3]. Тяжелые металлы относятся к консервативным загрязняющим веществам, которые не разлагаются в природных водах, а только изменяют формы своего существования, перераспределяясь между биотическими и абиотическими звеньями [5].

Рыбы, занимая в биоценозах водных экосистем верхний трофический уровень, обладают способностью аккумулировать тяжелые металлы, степень накопления которых зависит от гидрохимических показателей окружающей среды и принадлежности вида к той или иной экологической группе: бентофаг, планктофаг, эврифаг, хищник [2].

ООО «Ирдягинское рыболовное хозяйство» расположено в Челябинской области с. Аргаяш. В своё время данное хозяйство было построено в 1965 г. на заболоченных лугах с целью снабжения рыбной продукцией и рыбопосадочным материалом не только Челябинскую область, но и близлежащие области. Прудовое хозяйство на сегодняшний день состоит из четырех зимовальных прудов, трех нагульных прудов и два выростных прудов. В нагульных прудах выращивается товарная рыба лещ и щука массой от 0,5 до 7,0 кг. В выростных прудах - сеголетки карпа навеской до 0,3 кг. По проекту вода поступает в пруды с озера большие Ирдяги.

Рыба является компонентом пищевого рациона населения, поэтому информация о содержании тяжелых металлов в них имеет важное практическое значение, поскольку избыточное содержание металлов в рыбопродуктах, в конечном итоге, отражается на здоровье человека как потребителя продукции [4].

Цель исследований - выявить общие тенденции содержания и распределения тяжелых металлов (Fe, Cu, Zn, Co, Mn, Cd) в органах и тканях рыб, обитающих в Ирдягинском рыболовном хозяйстве.

Материал и методы исследований. Для аналитических исследований выбраны виды рыб, которые имеют широкое распространение по всему району исследования и являются преобладающими видами ихтиофауны изучаемого водоема. Материалом для изучения послужили образцы тканей и органов (мышцы, печень, жабры, чешуя) рыб. Количественный анализ образцов проводили по содержанию тяжелых металлов (Fe, Cu, Zn, Co, Mn, Cd) на атомно-абсорбционном спектрофотометре.

Концентрацию микроэлементов в тканях и органах сравнивали с допустимыми остаточными концентрациями (ДОК) веществ, для пищевых продуктов [1].

Таблица 1 - Содержание железа в рыбах Ирдягинского рыболовного хозяйства, мг/кг

Вид	Содержание железа в тканях и органах				ДОК мг/кг
	мышцы	печень	жабры	чешуя	
Лещ (n=3)	5,23±0,18	17,53±0,2	6,25±0,01	3,03±0,02	30
Щука (n=3)	4,42±0,06	15,91±1,5	45,7±1,2	1,01±0,03	
Среднее содержание в органе	4,82±0,12	16,72±0,8	25,1±0,6	2,02±0,02	

Результаты исследований. Спектральный анализ содержания тяжелых металлов в органах и тканях изучаемых видов рыб позволил выявить следующее.

Железо. Концентрация железа в органах и тканях рыб отличается высокой вариабельностью, что в ряде случаев превышает ДОК, составляющее 30 мг/кг. В порядке уменьшения интенсивности накопления железа органы и ткани рыб располагаются в следующий ряд: жабры (25,1мг/кг) > печень (16,72мг/кг) > мышцы (4,82кг/кг) > чешуя (2,02мг/кг)

Высокое содержание железа отмечается у щуки в жабрах - 45,7 мг/кг. В незначительных количествах железо у щуки в чешуе - 1,01 мг/кг.

Анализ полученных данных показал, что высокая концентрация железа в органах исследуемых рыб свидетельствуют об его избыточном поступлении в организм гидробионтов, что приводит к отложению этого микроэлемента в тканях.

Таблица 2 - Содержание меди в рыбах Ирдягинского рыбоводного хозяйства, мг/кг

Вид	Содержание меди в тканях и органах				ДОК мг/кг
	мышцы	печень	жабры	чешуя	
Лещ (n=3)	0,13±0,01	0,8±0,03	0,17±0,01	0,01±0,005	10
Щука (n=3)	0,12±0,01	0,4±0,02	0,08±0,04	0,02±0,001	
Среднее содержание в органе	0,12±0,01	0,6±0,02	0,5±0,02	0,1±0,003	

Медь. Среднее содержание меди в органах и тканях изучаемых видов рыб колеблется от 0,01 до 0,8 мг/кг сырой массы, что не превышает значения ДОК, составляющего 10 мг/кг.

По степени убывания содержание меди в органах и тканях рыб нами получен следующий ряд: печень (0,6мг/кг) > жабры (0,5 мг/кг) > чешуя (0,1 мг/кг) > мышцы (0,12 мг/кг)

Повышенный уровень содержания меди в печени объясняется тем, что в этом органе происходят процессы кроветворения, активное участие в протекании которых принимает указанный металл.

Цинк. Содержание цинка в органах и тканях изучаемых видов рыб колеблется от 3,9 до 40,5 мг/кг сырой массы. Органы и ткани рыб по способности концентрировать цинк располагаются в следующий убывающий ряд: жабры (28,5 мг/кг) > печень (9,1 мг/кг) > чешуя (7,5 мг/кг) > мышцы (4 мг/кг).

Таблица 3 - Содержание цинка в рыбах Ирдягинского рыбоводного хозяйства, мг/кг

Вид	Содержание цинка в тканях и органах				ДОК мг/кг
	мышцы	печень	жабры	чешуя	
Лещ (n=3)	3,9±0,06	7,14±0,1	16,5±0,13	9,6±0,08	40
Щука (n=3)	4,1±0,45	11,15±1,14	40,5±0,5	5,5±0,08	
Среднее содержание в органе	4±0,25	9,1±0,12	28,5±0,3	7,5±0,08	

Цинк аккумулируется преимущественно в жабрах рыб, что свидетельствует о высоком уровне процессов метаболизма в этом органе. Достоверной разницы в содержании цинка в печени и чешуе не обнаружено. В мышцах всех видов рыб отмечаются наименьшие концентрации металла по сравнению с другими органами.

Оказывая токсическое воздействие на жабры рыб, цинк снижает потребление кислорода и вызывает дыхательные спазмы, ухудшает респирацию и, как следствие, порождает асфиксию, что особенно опасно для младших возрастных групп.

Кобальт. Общее содержание кобальта в органах и тканях рыб варьирует в диапазоне от 0,002 до 0,03 мг/кг сырой массы, не превышая ДОК. Видовые различия в содержании кобальта отражает представленный ниже ряд: мышцы (0,05 мг/кг) > чешуя (0,04мг/кг) > жабры (0,02мг/кг) > печень (0,01мг/кг)

Таблица 4 - Содержание кобальта в рыбах Ирдягинского рыбоводного хозяйства, мг/кг

Вид	Содержание кобальта в тканях и органах				ДОК мг/кг
	мышцы	печень	жабры	чешуя	
Лещ (n=3)	0,01±0,001	0,02±0,008	0,02±0,003	0,05±0,002	0,5
Щука (n=3)	0,01±0,008	0,002±0,008	0,03±0,001	0,03±0,003	
Среднее содержание в органе	0,05±0,004	0,01±0,008	0,02±0,002	0,04±0,002	

Содержание кобальта было незначительно и достоверных отличий в его накоплении выявить не удалось.

Таблица 5 - Содержание марганца в рыбах Ирдягинского рыбоводного хозяйства, мг/кг

Вид	Содержание марганца в тканях и органах				ДОК мг/кг
	мышцы	печень	жабры	чешуя	
Лещ (n=3)	0,7±0,03	1,05±0,03	21,7±5,22	9,27±0,01	10
Щука (n=3)	0,9±0,2	0,7±0,08	16,2±0,9	6,2±0,8	
Среднее содержание в органе	0,8±0,1	4±0,05	18,9±3,06	7,7±0,4	

Марганец. Среднее содержание марганца в рыбах составляет 0,6 до 21,7 мг/кг сырой массы, что превышает ДОК. Наблюдаются колебания металла по видам рыб. В зависимости от убывания концентрации марганца в органах и тканях рыб нами выделен следующий ряд: жабры (18,9 мг/кг) > чешуя (11,2 мг/кг) > печень (4 мг/кг) > мышцы (0,8 мг/кг)

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что в жабрах обоих видов рыб марганец накапливается в концентрациях, превосходящих его содержание во внутренних органах. Это определяется тем, что обмен марганцем между внешней средой и организмом рыб осуществляется именно через жаберные лепестки.

Кадмий. Концентрация кадмия в органах и тканях рыб составляет от 0,01 до 0,06 мг/кг сырой массы, что не превышает значения ДОК, составляющее 0,2 мг/кг. Органы и ткани рыб располагаются в следующий убывающий ряд: жабры (0,04 мг/кг) > мышцы (0,03 мг/кг) > чешуя (0,02 мг/кг) > печень (0,01 мг/кг).

Таблица 6 - Содержание кадмия в рыбах Ирдягинского рыбоводного хозяйства, мг/кг

Вид	Содержание кадмия в тканях и органах				ДОК мг/кг
	мышцы	печень	жабры	чешуя	
Лещ (n=3)	0,03±0,009	0,02±0,01	0,03±0,005	0,04±0,005	0,2
Щука (n=3)	0,03±0,005	0,01±0,005	0,06±0,008	0,01±0,002	
Среднее содержание в органе	0,03±0,007	0,01±0,007	0,04±0,006	0,02±0,003	

Содержание кадмия было незначительно и достоверных отличий в его накоплении выявить не удалось.

Кадмий может накапливаться в организме и имеет низкую способность к выведению из организма и высокую степень его аккумуляции в органах и тканях рыб в течение всего периода жизни, его продолжительное поступление может вызывать хронические заболевания.

Таким образом, исследовано содержание и распределение тяжелых металлов (Fe, Cu, Zn, Co, Mn, Cd) в тканях и органах промысловых видов рыб Ирдягинского рыбного хозяйства. Содержание железа и марганца в жабрах превышает ДОК у всех исследуемых видов рыб. Остальные тяжелые металлы (Cu, Zn, Co, Cd) находятся в пределах нормы.

Различное содержание тяжелых металлов в организме леща и щуки объясняется их пищевым предпочтением и образом жизни. Оба вида относятся к разным типам питания.

Превышение содержания тяжелых металлов в жаберных эпителиях объясняется тем, что по сравнению с другими покровами рыб жабры имеют значительно больше поверхности и

активно взаимодействуют с внешней средой, поэтому они практически лишены защиты от действия различных веществ, присутствующих в воде, в том числе металлов. Незначительное количество изучаемых элементов наблюдаются, как правило, в мышечной ткани. Однако учитывая, что мышцы составляют большой процент от массы тела, их, как и печень, можно отнести к депонирующим органам.

Список литературы

1. Беспмятнов, Г. П. Предельно-допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде : справочник / Г. П. Беспмятнов, Ю. А. Кротов. – Ленинград: Химия, 1985. – 528 с.
2. Валеева, Г. Б. Содержание тяжелых металлов у промысловых рыб р. Уй / Г. Б. Валеева, Т. Н. Макарова // Материалы междунар. научно-практической студенческой конф., посвященной 85-летию УГАВМ и 80-летию факультета биотехнологии «Актуальные вопросы науки, технологии и производства», 21-22 апреля 2015 г. / Южно-Уральский ГАУ. – Троицк, 2016. – С. 32-36.
3. Выхристюк, Л. А. Донные отложения и их роль в экосистеме Куйбышевского водохранилища / Л. А. Выхристюк, О. Е. Варламова. – Самара, 2003. – 174 с.
4. Воробьев, В. И. Микроэлементы и их применение в рыбоводстве / В. И. Воробьев. – Москва: Пищевая промышленность, 1979. – 183 с.
5. Мур, Д. В. Тяжелые металлы в природных водах: Контроль и оценка влияния / Дж. Мур, С. Рамамурти. – Москва: Мир, 1987. – 288 с.

CONTENT OF HEAVY METALS IN ORGANS AND TISSUES OF FISHES LLC "IRDIAGIN FISHERIES"

Makarova T. N., Valeeva G. B.

The article studies the content and distribution of TM in the organs and tissues of fish that live in Irdyaginsky fish farm. According to the data obtained, it was found that the content of iron and manganese in the gills exceeds the MLC in all species of fish

УДК: 639.21:594.4]:504.5:549.25/.28 (470.55)

СОДЕРЖАНИЯ И ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В РЫБЕ РЕКИ УЙ

Макарова Т.Н., Карсаков А.Е.

ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет»
Институт ветеринарной медицины г.Троицк, Россия

В условиях активной антропогенной деятельности загрязнение природных пресных вод тяжелыми металлами стало особо острой проблемой. Достаточно сказать, что для тяжелых металлов в принципе не существует надежных механизмов самоочищения. Тяжелые металлы лишь перераспределяются из одного природного резервуара в другой, взаимодействуя с различными живыми организмами и повсюду оставляя видимые нежелательные последствия этого взаимодействия. Тяжелые металлы по-прежнему остаются одной из приоритетных групп загрязняющих веществ, имеющих как локальное и региональное, так и глобальное распространение. Их поступление в водную среду связано с природными и антропогенными источниками.

Тяжелые металлы, включаясь в метаболический цикл, могут вызывать различные

физиологические и генетические нарушения. При повышенных концентрациях они проявляют высокую токсичность, оказывая вредное влияние на состояние как отдельных организмов, так и экосистем в целом.

Рыбы занимают в биоценозах водных экосистем верхний трофический уровень и обладают ярко выраженной способностью, наряду с другими гидробионтами, накапливать металлы. Повышенное содержание в организме рыб тяжелых металлов свидетельствует об их значительной концентрации в водной среде, возможном функциональном нарушении во всех звеньях экосистемы [2].

Цель работы: исследование и оценка накопления тяжелых металлов тканями и органами в организме рыб.

Материал и методы исследований. Материалом для изучения послужили образцы тканей и органов (жабры, мышцы, плавники) рыб.

Ткани и органы рыб выполняют различные физиологические функции в их метаболизме, в связи с этим наблюдаются тканевые особенности аккумуляции биоэлементов. Для изучения специфики содержания тяжелых металлов в рыбах их содержание определяли в мышцах, жабрах и плавниках.

Количественный анализ образцов на содержание ионов тяжелых металлов (Cu, Fe, Zn, Co, Mn, Ni, Cd, Pb,) проводили в межкафедральной лаборатории Южно-Уральского аграрного университета, г. Троицка методом атомной абсорбции при атомизации в пламени и контролируемом температурном режиме (атомно-абсорбционный спектрофотометр ААС-30, ГОСТ 26929-94).

Результаты исследований и их обсуждение. Нами были изучены и обобщены результаты исследования содержания тяжелых металлов в организме двух видов (сома и леща) р. Уй.

Анализ полученных данных показал, что содержание элементов в теле изучаемых видов рыб различалось.

Минимальное содержание железа отмечается в мышцах леща (2,54 мг/кг), а максимальное количество - в жабрах сома (52,0 мг/кг).

По способности концентрировать железо органы и ткани рыб располагаются в следующий ряд:

Сом: жабры (52,0 мг/кг) > плавники (18,45 мг/кг) > мышцы (4,69 мг/кг).

Лещ: жабры (47,8 мг/кг) > плавники (12,30 мг/кг) > мышцы (2,54 мг/кг).

Как видим, отмечается повышенное содержание железа в жабрах данных рыб в среднем в 1,6 раза ПДК (30,0 мг/кг). Высокое содержание железа в жабрах объясняется обильным кровоснабжением этих органов и их заметной ролью в обмене железа между организмом и средой. Содержание железа в мышцах сравнительно мало. Можно думать, что относительно высокий уровень железа в жабрах обусловлен и формой существования этого металла в пресных водах в виде коллоидов и взвесей, способных осаждаться на поверхности жабр.

Содержание меди минимальное отмечается у леща в плавниках (0,09 мг/кг), а максимальное в плавниках сома (0,30 мг/кг). По степени убывания содержания меди в органах и тканях рыб нами получен следующий ряд:

Сом: плавники (0,30 мг/кг) > жабры (0,23 мг/кг) > мышцы (0,14 мг/кг).

Лещ: жабры (0,16) > мышцы (0,12 мг/кг) > плавники (0,09 мг/кг).

Анализ полученных данных показал, что распределение меди в организме рыб характеризуется неравномерностью и зависит от видовой принадлежности, функциональных особенностей органов, их кумулятивной активности и химических свойств самого металла. Во всех изучаемых органах рыб содержание меди находится в пределах норматива ПДК (10,0 мг/кг).

Минимальное содержание цинка отмечается в мышцах сома (4,45 мг/кг), а максимальное - в плавниках сома (31,25 мг/кг).

Видовые различия содержания цинка отражает следующий ряд.

Сом: плавники (31,25 мг/кг) > жабры (12,9 мг/кг) > мышцы (4,45 мг/кг)

Лещ: плавники (13,91 мг/кг) > жабры (8,70 мг/кг) > мышцы (4,53 мг/кг)

Как видим, меняется только содержание цинка в органах и тканях, а видовое

распределение между органами и тканями не изменяется. Во всех изучаемых органах рыб содержание цинка находится в пределах норматива ПДК (40,0 мг/кг).

Содержание цинка в жабрах определяется главным образом его концентрацией в воде. Оказывая воздействие токсичное на жабры рыб, снижается потребление кислорода и может привести к дыхательным спазмам и, как следствие развитие асфиксии, что особенно опасно для младших возрастных групп. В результате интоксикации цинком также может происходить нарушение функции почечной ткани и пищеварительных ферментов, снижаются темпы роста, нарушаются репродуктивные и поведенческие функции рыб [1].

Концентрация свинца для леща в плавниках составила (0,10 мг/кг), а для сома в жабрах (0,06 мг/кг). В других органах и тканях свинец не обнаружен. Во всех изучаемых органах и тканях рыб содержание свинца находится в пределах ПДК (1,0 мг/кг).

Минимальная концентрация марганца отмечается в мышцах (0,48 мг/кг), а максимальная - в плавниках сома (9,11 мг/кг). По нашим данным выстраивается следующий ряд распределения марганца по органам.

Сом: плавники (9,11 мг/кг) > жабры (5,75 мг/кг) > мышцах (0,48 мг/кг),

Лещ: плавники (8,75 мг/кг) > жабры (7,58 мг/кг) > мышцах (0,91 мг/кг).

Известно, что в придонных слоях воды наблюдается рост содержания растворенного Mn, что обусловлено поступлением его из илистых осадков вследствие дигенетических процессов или деструкции материала на границе вода дно. Этим, вероятно, и объясняется повышенное содержание марганца в организме данных рыб, обитающих в водоемах с илистым дном. Что касается биологической роли марганца, то он связан с ферментами, гормонами и витаминами. Участвуя в биологическом катализе и стимулируя белковый, углеводный и жировой обмены, он оказывает значительное влияние на рост, размножение и кроветворение теплокровных животных и рыб. Активизируя фосфатазы, Mn регулирует процесс окостенения, в оптимальных дозах влияет на усвоение Си в организме, обеспечивает нормальное функционирование мышечной ткани [3].

Таким образом, повышенное содержание марганца, как и цинка, в плавниках сома объясняется в первую очередь его значительным содержанием в среде.

Содержания кадмия было в пределах ПДК (0,2мг/кг) и по степени накопления нами выделен ряд:

Сом: жабры (0,004 мг/кг) > плавники (0,003 мг/кг) > мышцы (0,001 мг/кг).

Лещ: жабры (0,004 мг/кг) > плавники, мышцы (0,002 мг/кг).

Как мы видим, отклонения были незначительные.

Содержание никеля было в пределах ПДК и по степени накопления распределения тяжелых металлов был определен следующий ряд.

Сом: плавники (0,04 мг/кг) > мышцы (0,03 мг/кг) > жабры (0,015 мг/кг).

Лещ: жабры (0,04 мг/кг) > мышцы (0,03 мг/кг) > плавники (0,02 мг/кг).

В результате исследования содержания и распределения тяжелых металлов в рыбах выявлено превышение ПДК по железу отмечается в жабрах сома и леща в 1,6 раза.

Таким образом, установлено неравномерное распределение тяжелых металлов в организме промысловых видов рыб р. Уй. Это определяется не только морфологической и функциональной дифференциацией клеток органов и тканей, в которых процессы метаболизма протекают неодинаково, но и различной физиологической ролью исследуемых металлов.

Список литературы

1. Валеева, Г.Б. Содержание тяжелых металлов у промысловых рыб р.Уй / Г.Б. Валеева, Т.Н. Макарова // Материалы международной научно – практической студенческой конференции посвященной 85-летию УГАВМ и 80-летию факультета биотехнологии «Актуальные вопросы науки, технологии и производства» (21-22 апреля 2015 г.) – Троицк: Южно-Уральский ГАУ, 2016. - С. 32-36.

2. Манихин, В.И. Растворенные и подвижные формы тяжелых металлов в донных

отложениях пресноводных экосистем / В.И. Манихин, А.М. Никоноров. Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 2001. - 183 с.

3. Марченко, А.Л. Содержание тяжелых металлов в мышцах красноперок южного Приморья/ А.Л. Марченко, Н.К.Христофорова, Е.Н.Чернова // Изд-во ТИПРО. 2006. - Т. 146. - С. 276-282.

CONTENTS AND FEATURES OF DISTRIBUTION OF HEAVY METALS IN THE FISH OF THE RIVER

Makarova T. N., Karsakov A. E.

As a result of the study of the content and distribution of heavy metals in fish, it was revealed that the maximum permissible concentration for iron was noted in the gills of catfish and bream 1.6 times. Thus, the uneven distribution of heavy metals in the fish species of the U.

УДК 639.3.05

К ВОПРОСУ О ПРОБЛЕМАХ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АКВАКУЛЬТУРЫ РОССИИ

¹Ермакова Н. А., ²Михелес Т. П.

¹Санкт-Петербургский государственный экономический университет (СПбГЭУ), Санкт-Петербург, Россия, e-mail: nyermakova@yandex.ru

²ФГБНУ «ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: miheles@rambler.ru

Работа предприятий аквакультуры связана со многими видами риска. Помощь государства помогает снизить вероятность наступления некоторых из них. Иногда действия государственных органов не учитывают особенностей работы и могут усложнить жизнь рыбноводным хозяйствам.

Не вызывает сомнения утверждение, что аквакультура – наиболее перспективное направление развития рыбного хозяйства. В последние годы в нашей стране принят ряд законодательных актов, направленных на поддержку предприятий аквакультуры. Однако проблемы в этой сфере деятельности не исчезают. В тяжелые экономические ситуации попадают как предприятия-новички, так и многие годы стабильно работавшие крупные хозяйства. Всем памятна история о массовой гибели рыбы в «Русской аквакультуре», банкротстве флагмана аквакультуры Ленинградской области - «Рыбстандарта». Не избежали неприятностей форелевые хозяйства республики Карелия. Интересные выводы можно сделать из данных, приведенных в работе [2]. Развитие аквакультуры происходит волнообразно, причем эти волны характерны и для объема выращивания, и для количества функционирующих рыбноводных предприятий. Четко определяются годы экономической нестабильности. Конечно, временной период очень невелик, статистические данные не всегда соответствуют действительности (особенно те, что приводятся в статистических сборниках ФСГС), но один вывод напрашивается: аквакультура – бизнес неустойчивый. Любому специалисту, работающему в этой отрасли, известны риски аквакультуры, которые условно можно разделить на две крупных группы: экологические и социально-экономические. Последние действия Правительства РФ, безусловно, направлены на предотвращение или смягчения последствий наступления событий, имеющих для предприятий тяжелые экономические последствия.

Мы уже писали о мерах поддержки аквакультуры в регионах России [3, 4]. Так, в общей сложности в 2015 г. было предусмотрено 16 видов субсидий, которыми могли воспользоваться

предприятия аквакультуры. Таким образом, на 1 т реализованной рыбы приходилось в среднем чуть более 3 тыс. руб. субсидий. Если рассматривать пример отдельного субъекта РФ, то рыбоводные предприятия Ленинградской области в 2015 г. могли получить помощь из федерального и регионального бюджетов по семи направлениям, включая финансирование научно-исследовательских работ рыбохозяйственного значения и проведение программ обучения и ознакомительных семинаров, организация выставок, помощь в межрегиональном и международном сотрудничестве. В годовом отчете Министерства сельского, рыбного и охотничьего хозяйства Республики Карелия содержатся данные о том, что в 2014 г. рыбохозяйственным предприятиям Республики Карелия были выделены субсидии из федерального и регионального бюджетов в объеме 3,8 тыс. руб. на 1 т товарной рыбы. Субсидировалась аквакультура и в другие годы. К сожалению, нет возможности определить, насколько эффективен данный вид помощи, так как частные хозяйства не предоставляют экономических показателей своей деятельности.

Интересна инициатива Федеральной антимонопольной службы (ФАС России), проанализировавшей состояние конкуренции на рынке рыбопосадочного материала России [1]. ФАС неоднократно обращала внимание на положение дел в рыболовстве, но в отношении рыбоводства, нам кажется, подобные опасения напрасны. Учитывая небольшие для возможностей и потребностей нашей страны объемы выращивания рыбы вообще и рыбопосадочного материала в том числе, результаты исследования были предсказуемы: очень высокая концентрация на рынке РПМ и икры на стадии глазка. Вывод – создание нового производителя РПМ в России – дело дорогое и по силам только государству или крупному частному инвестору. О перспективах появления частных инвесторов пессимистично высказался глава ФАР РФ, а заместитель руководителя ФАС РФ отметил важность привлечения инвестиций в отрасль.

Рассмотрим, как обстоят дела с уровнем концентрации деятельности в сфере товарного рыбоводства в России на примере Республики Карелия, где производится основная доля российских лососевых. По данным годовых отчетов Министерства сельского, рыбного и охотничьего хозяйства Республики Карелия была составлена таблица, характеризующая уровень концентрации производства в республике. Расчеты произведены для четырех лучших предприятий. За рассматриваемый период около 7% предприятий республики выращивали от 28,6 до 53,7% товарной рыбы или от 28,8 до 45,2 разновозрастной рыбоводной продукции (табл. 1).

Таблица 1 - Концентрация производства форели на рыбоводных предприятиях Республики Карелия за период 2012 -2015 гг.*

Показатель	Ед. изм.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Количество работающих рыбоводных предприятий	ед.	53	57	56	53
Объем выращивания рыбы	т	17490,2	23281,7	22464,6	17949,2
в т.ч. товарной рыбы	т	9054,2	16587,1	15814,4	12445,9
Доля предприятий - основных производителей от общего количества рыбоводных предприятий	%	7,5	7,0	7,1	7,5
Объем выращивания рыбы основными предприятиями - производителями	т	6972	10515,9	7511,2	5168,9
в т.ч. товарной рыбы	т	3293	8906,2	5306	3562
Доля от общего объема производства	%	39,9	45,2	33,4	28,8
в т.ч. товарной рыбы	%	36,4	53,7	33,6	28,6

Примечание. * Составлено авторами по данным [6].

Таблица 2 - Некоторые показатели, характеризующие состояние предприятий рыбоводства России.

Показатель	2005г.	2010г.	2011г.	2012г.	2013г.	2014г.	2015г.
Число предприятий и организаций (на конец года)	2172	2171	2176	2190	2197	2234	2399
Среднегодовая численность работников организаций, чел.	15887	13621	16083	14050	13256	12873	13973
Расчетная средняя численность работающих в организации,* чел.	7	6	7	6	6	6	6
Сальдированный финансовый результат, млн. руб.	59	15	-121	91	-389	572	-2962
Удельный вес убыточных организаций в общем числе организаций, процентов	45,8	32,2	28,3	32,2	31,7	43,5	45,1

Примечание. *Расчитано авторами по данным Росстата [7].

С нашей точки зрения, исследования Федеральной антимонопольной службы для России преждевременны. Об этом свидетельствуют статистические данные Росстата. За 10 лет лишь однажды удельный вес убыточных организаций рыбоводства был менее 30% , и только в 2014 г. был отмечен относительно высокий финансовый результат – 572 млн. руб. (табл. 2).

Росстат не считает нужным отдельно собирать данные об объемах выращивания товарной рыбы в России, учитывая их незначительность по сравнению с уловами океанического рыболовства.

Отметим, что, хотя объектами выращивания в Карелии, кроме радужной форели, являются сиг, нельма, осётр, а ранее и карп, почти 99% всего объема производства сконцентрировано именно на радужной форели. Стоит ли рыболовным предприятиям расширять ассортимент выращиваемой продукции? Это – скорее риторический вопрос. Как показало исследование, проведенное сотрудниками лаборатории экономических исследований ФГБНУ «ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга, молодому потребителю известен только один вид рыб – лососевые [4]. Даже «коренные жители» пресноводных водоемов России для нового поколения нашей страны – рыба абсолютно неизвестная. Предприятия общественного питания также вполне устраивает сложившееся положение на отечественном рынке рыбопродукции. На импортной продукции можно больше заработать, и хранить и обрабатывать ее легче, так как она поступает в виде замороженного филе. Из этого следует, что предприятию-пионеру, решившему освоить производство новой рыболовной продукции, предстоят значительные расходы на продвижение нового продукта, т.е. возникает еще один вид экономического риска.

Список литературы

1. Аналитический отчет по результатам анализа состояния конкуренции на рынке оптовой реализации рыболовной продукции лососевых (2016 год).15 с. Федеральная антимонопольная служба: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://fas.gov.ru/documents/documentdetails.html?id=14938>
2. Артамонов, В.О. Развитие форелеводства в Карелии / В.О. Артамонов, А.И. Шишкин // *Norwegian Journal of development of the International Science*. 2017. - №2. - Vol.2. - С. 30-37.
3. Ермакова, Н.А. Поддержка рыболовных предприятий Ленинградской области. // *Россия и Германия: экономика регионов после санкций. Сборник научных статей*. Под ред. Л. П. Совершаевой. / Н.А. Ермакова. Санкт-Петербург: ООО «Скифия-принт», 2015. - С. 185-187.
- 4.Ермакова, Н.А. О роли аквакультуры в современной парадигме развития сельских территорий и мерах государственной поддержки предприятий аквакультуры. / Н.А. Ермакова, Т.П. Михелес // *Рыбное хозяйство*. 2016. - №3. - С.76-79.
- 5.Ермакова, Н.А. Анализ рынка рыбы и рыбопродукции Северо-Запада России с целью оценки перспективы разведения товарного сига. / Н.А. Ермакова, Т.П. Михелес, В.Г. Федоров, О.Е. Франк, А.И. Воронов, М.П. Максименкова // *Рыбоводство и рыбное хозяйство*. 2015. - № 11-

12. - С. 58-69.

6. Отчеты Министерства сельского, рыбного и охотничьего хозяйства Республики Карелия за 2013-2016 гг. Карелия официальная: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gov.karelia.ru/Power/Ministry/Agriculture/>

7. Регионы России. Социально-экономические показатели - 2016 г. Федеральная служба государственной статистики: [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.gks.ru/bgd/regl/b16_14p/Main.htm

TO THE QUESTION ON THE PROBLEMS OF RUSSIAN ENTERPRISES AQUACULTURE

¹*Ermakova N.*, ²*Miheles T.*

¹*The St. Petersburg State University of Economics (UNECON), St. Petersburg, Russian Federation, e-mail: nyermakova@yandex.ru*

²*Berg State Research Institute on Lake and River Fisheries (FSBSI "GosNIORH"), St. Petersburg, Russian Federation, e-mail: miheles@rambler.ru*

The work of the aquaculture enterprises is associated with many types of risk. Aid of state helps to prevent some of them. Sometimes actions of state bodies do not take into account the peculiarities and life of fish farmers may become difficult. Sometimes the actions of public authorities do not consider the peculiarities of the aquaculture and can make life difficult for fish farms.

УДК 628.19:594.124(262.5)

ВОЗДЕЙСТВИЕ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В МОРСКОЙ ВОДЕ НА РАЗВИТИЕ ЛИЧИНОК МИДИИ *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAM. И УСТРИЦЫ *CRASSOSTREA GIGAS* TH

Пиркова А. В., Ладыгина Л. В., Бобко Н. И.

Институт морских биологических исследований РАН, г. Севастополь, Россия,
maricultura@mail.ru

Аварийные выбросы в море хозяйственно-бытовых сточных вод загрязняют прибрежную акваторию. Их многократное повторение в течение многих лет нарушает экологическое равновесие и может привести к необратимым изменениям [1, 2]. Загрязняющие вещества или поллютанты (минеральные или органические) могут находиться в растворённом, либо взвешенном состоянии, а иногда в виде эмульсий. Поллютанты характеризуются токсичностью, стойкостью к разрушению. Вещество считается токсичным, если, попадая в воду, вызывает гибель организмов. Токсическое действие вещества зависит от его концентрации в воде. Но имеется обширный класс загрязняющих отравляющих веществ, которые не являются остро токсичными. К ним относятся соли тяжёлых металлов и синтетические органические вещества (например, поверхностно-активные вещества). Они могут сорбироваться на поверхности микроводорослей, затем концентрироваться в поедающих их моллюсках [4].

Степень воздействия на гидробионтов загрязняющих веществ зависит от их типа, концентрации, физиологического состояния, стадии онтогенеза и многих внешних факторов. Наиболее чувствительные – стадии эмбрионального и личиночного развития. Поэтому было предложено использование личинок двустворчатых моллюсков как индикаторов биологического качества морской воды, загрязнённой сточными водами [5].

Цель настоящей работы: по уровню морфологических аномалий в развитии личинок двух промысловых видов двустворчатых моллюсков (мидий и устриц) оценить пригодность воды для

их выращивания.

Материал и методы. Работу проводили в питомнике ИМБИ РАН в апреле с личинками мидий и в июне-июле – с личинками гигантской устрицы. Мидий отбирали из бух. Ласпи и Севастопольская (внешний рейд), а устриц – на мидийно-устричной ферме (внешний рейд, бух. Севастопольская). Нерест половозрелых особей вызывали методом температурной стимуляции [4]. Личинок мидий получали при индивидуальных скрещиваниях в трёх повторностях. Личинок гигантской устрицы – в результате пяти групповых скрещиваний. Скрещивание № 1 (контроль) выращивали на воде, отобранной в открытой части бух. Севастопольской; личинки четырёх скрещиваний (№ 2 - № 5) – на воде, отобранной на расстоянии 100 м. от городского коллектора. Воду фильтровали через два слоя бумажного фильтра или фильтр с диаметром пор 1 мкм. Содержание в воде нитратов, нитритов и фосфатов определяли согласно методикам [3]. Личинок выращивали при оптимальной температуре для каждого вида (мидий – при 18 и 12°C, устриц – при 20-23°C), ежедневной смене воды и постоянной аэрации, оптимальной плотности посадки, концентрации и составе корма [4]. Корм состоял из пяти видов микроводорослей: *Isochrysis galbana*, *Monochrysis lutheri*, *Tetraselmis suecica*, *Dunaliella viridis*, *Phaeodactylum tricorutum*.

В определении метрических характеристик личинок и концентрации водорослей использовали микроскопы МБС-9 и МБИ-6, камеры Богорова и Горяева.

Результаты и обсуждение. Гаметогенез производителей мидий проходил в бухте Ласпи (№ 1, № 3) и Севастопольская (№ 2, № 4) (таблица). Средние размеры яйцеклеток составили соответственно $68,0 \pm 1,67$ и $64,5 \pm 3,0$ мкм и достоверно не различались. Однако, при сравнении среднесуточного прироста личинок, полученных от производителей из бухт Ласпи и Севастопольская и выращиваемых при разных температурных условиях, были отмечены достоверные различия. Разница среднесуточного прироста составила 6 и 3,8 мкеут⁻¹ соответственно при температуре воды 18 и 12°C. При аналогичных температурных условиях отмечено отставание в росте личинок мидий из бух. Севастопольской, что связано как с отрицательным влиянием загрязняющих веществ на процесс вителлогенеза, так и с торможением деления клеток в период раннего эмбриогенеза.

Таблица - Среднесуточный прирост и доля аномально развитых личинок мидий на третьи сутки выращивания.

Номер опыта	Район отбора мидий и воды	Температура воды, °C	Среднесуточный прирост, мкеут ⁻¹	Доля личинок с морфологическими аномалиями, %
1	б. Ласпи	18	$14,8 \pm 1,26$	$1,77 \pm 0,13$
2	б. Севастопольская	18	$8,8 \pm 0,58$	$7,07 \pm 0,35$
3	б. Ласпи	12	$12,5 \pm 1,08$	$2,02 \pm 0,60$
4	б. Севастопольская	12	$8,7 \pm 0,66$	$11,50 \pm 1,39$

Доля личинок с морфологическими аномалиями и личинок с отставанием в развитии, выращенных на воде, отобранной из бух. Севастопольская, достоверно выше. При температуре 18°C эти величины достигали 7% против 1,8% из бух. Ласпи; при 12°C – соответственно 11,5 и 2%. Личинки встречались с недоразвитой или деформированной раковиной, покрывающей только часть тела или с не смыкающимися створками (рис. 1).

Отмечались изменения в движении личинок с аномально развитым вельюмом, что могло быть причиной нарушения дыхания и питания. Нарушение органогенеза как следствие мутаций в период раннего эмбриогенеза, вероятно, привело в дальнейшем к нарушению синтеза белковых структур и сбою в формировании тканей и органов.

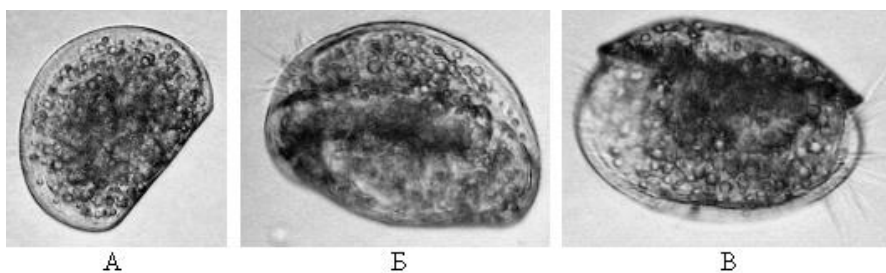


Рисунок 1. Личинки мидии *Mytilus galloprovincialis* на стадии D-велигера: А – норма; Б и В – велигеры мидии с недоразвитой и деформированной раковиной и аномально развитым велюмом

Влияние полиспермии на ранний эмбриогенез гигантской устрицы было исключено, так как яйцеклетки после оплодотворения были перенесены в воду с аэрацией при плотности 50 тыс. лич.л⁻¹. На вторые сутки выращивания процент личинок с аномальным развитием раковины и велюма составил от 1,4% (в контроле) до 8 - 12% (в опытах). Характер аномалий аналогичный описанному для личинок мидий (рис. 2).

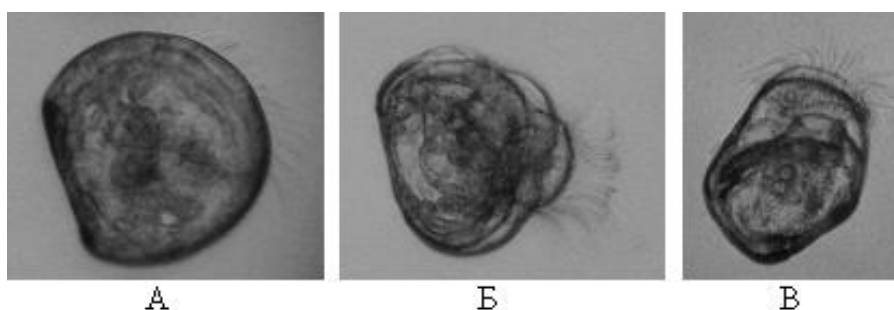


Рисунок 2 - Личинки гигантской устрицы *Crassostrea gigas* на стадии D-велигера: А – норма; Б и В – велигеры устрицы с недоразвитой деформированной раковиной с несмыкающимися створками

Продолжительность выращивания личинок устриц в контроле от момента оплодотворения до оседания составила 22 сут (рис. 3). Среднесуточный прирост личинок на стадии велигера – 5,8 мкмсут⁻¹; на стадии великонхи – 6,6 и на стадии педивелигера – 8,7 при выживаемости за весь период выращивания – 25%.

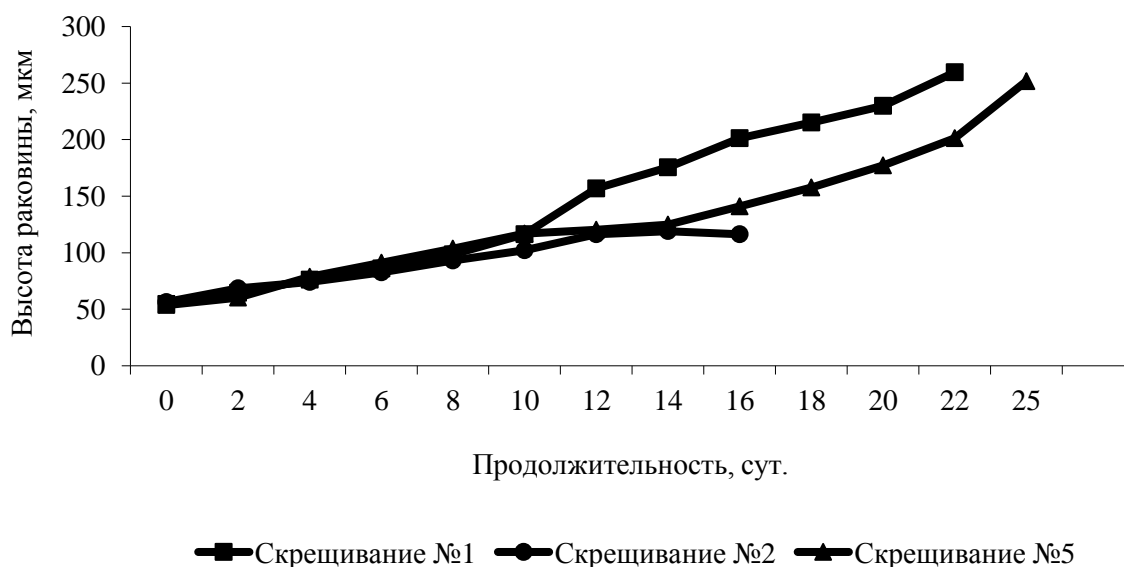


Рисунок 3- Линейный рост личинок гигантской устрицы *Crassostrea gigas*.

Личинки трёх групповых скрещиваний, развитие которых проходило в воде, отобранной вблизи городского коллектора, погибли на 9, 15 и 18 сут. За 5 сут до гибели было отмечено торможение, а затем остановка роста. Варьирование размеров личинок было минимальным по причине гибели и замедлению роста быстрорастущих особей. Личинки собирались у дна, несмотря на постоянную аэрацию. Потребление пищи уменьшалось в два раза по сравнению с личинками возраста 5 сут и составило $2800 \text{ кл.лич}^{-1}\text{сут}^{-1}$. Пищеварительная железа обесцветилась. В опыте № 5 торможение роста личинок было отмечено на 12 – е сутки, прирост составил $1,8 \text{ мкмсут}^{-1}$. Через 3 дня личинок разделили на две группы. Первую перенесли в воду, отобранную на расстоянии 2 мили от берега, вторую – продолжали выращивать на воде из бух. Севастопольской. Через сутки в чистой воде у большинства личинок произошло восстановление роста. На 18 - е сутки выращивания среднесуточный прирост достиг $8,4 \text{ мкмсут}^{-1}$, а на 25 – увеличился до $16,6 \text{ мкмсут}^{-1}$. Личинки из другой партии погибли на 17 - е сутки выращивания, т.е. через 5 дней после торможения роста.

В воде, отобранной вблизи городского коллектора, содержание биогенов превышало средние многолетние гидрохимические показатели вод районов, пригодных для размещения мидийно-устричных ферм [4]. Содержание нитритов было $5,0 \text{ мкгл}^{-1}$; нитратов 100 мкгл^{-1} и фосфатов -126 мкгл^{-1} , что соответственно выше в 10; 9 и 14 раз указанных показателей. Высокое содержание нитритов и фосфатов указывает на свежее загрязнение [1].

Выводы. Биокачество морской воды не соответствует необходимому для выращивания личинок мидий и устриц, если на стадии D-велигера доля морфологических аномалий достигает 7% при оптимальном уровне контролируемых факторов.

Список литературы

1. Алексин, О.А. Основы гидрохимии [Текст]: монография. – Ленинград: Гидромет. Из-во, 1970. – 443 с.
2. Брагинский, Л.П. Биопродукционные аспекты водной токсикологии. [Текст]: / Л.П. Брагинский // Гидробиол. ж-л. – 1988. – 24, №3. – С.74-83.
3. Методы гидрохимических исследований основных биогенных элементов [Текст]: учеб-метод, пособие / В.В. Сапожников [и др.] – М.: ВНИРО, 1988. – 119 с.
4. Холодов, В.И. Выращивание мидий и устриц в Чёрном море [Текст]: практическое руководство / В.И. Холодов, А.В. Пиркова, Л.В. Ладыгина. – Севастополь: “DigitPrint”, 2010. – 422 с.
5. Butler, R. The use of *Mytilus edulis* embryos in monitoring changes in water quality associated with the discharge of sewage sludge at a disperse site [Текст] / R. Butler // Mar. Environ. Res. – 1989. – 28, №1 - 4. – P. 533-534.

INFLUENCE OF SEA WATER POLLUTING SUBSTANCES ON DEVELOPMENT OF MUSSEL MYTILUS GALLOPROVINCIALIS LAM. AND OYSTER CRASSOSTREA GIGAS TH. LARVAE.

Pirkova A.V., Ladygina L.V., Bobko N.I.

*Influence of sea water polluting substances on development of mussel *Mytilus galloprovincialis* Lam. and oyster *Crassostrea gigas* Th. larvae was studied. Water suitability for their cultivation can be assessed by level of anomalies at the stage of D-veliger.*

ОСОБЕННОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Решетникова О. В.

Ленинградский государственный университет имени А. С. Пушкина, Лужский институт (филиал), г. Луга Ленинградской области, Россия, E-mail: olga.resh56@yandex.ru

Показана возможность выращивания радужной форели индустриальным способом в установках замкнутого водоснабжения в условиях Ленинградской области.

Производство аквакультуры -одно из приоритетных направлений развития рыбного хозяйства в России и мире. Производство мировой аквакультуры составляет 56% от объема добываемых водных биоресурсов [2]. Природные условия и водный фонд России позволяет выращивать более 1 млн т товарной рыбной продукции в год. Для достижения этих показателей необходимо повысить уровень производства продукции аквакультуры. Холодноводное рыбоводство относится к индустриальным методам разведения рыб, полностью или частично выращиваемых в искусственных условиях при температуре не более +18°C. В холодноводном рыбоводстве разводят несколько видов лососевых рыб: радужную форель, ручьевую форель, гольца. В производстве форели доминирует разведение радужной форели. Вследствие высокой экологической пластичности к внешним условиям, способности активно потреблять корм, быстро расти и высоких вкусовых качеств мяса радужная форель стала основным объектом холодноводного рыбоводства в мире. Мясо форели содержит полезные для организма человека вещества омега-3, омега-6, витамины (А, D, Е, группы В), микроэлементы (калий, селен, цинк, магний, никель, железо, натрий, фосфор), жирные кислоты, незаменимые аминокислоты, высококачественный белок (20%). В зависимости от вида и условий обитания химический состав мяса форели может несколько видоизменяться, но в среднем энергетическая ценность 100 г мяса составляет – 88 Ккал.

Товарное рыбоводство в Ленинградской области развивается с применением индустриального выращивания рыбы. Объектом товарного рыбоводства в основном является радужная форель (*Oncorhynchus mykiss*). Существует несколько способов индустриального разведения радужной форели: 1) в садках; 2) в прудах; 3) в установках замкнутого водоснабжения. Установка замкнутого водоснабжения (УЗВ) обеспечивает контроль температуры, качества воды, оптимизирует производство рыбы, улучшает здоровье, предотвращает выход рыбы за пределы установки и попадания болезнетворных микробов, регулирует входящий и исходящий потоки воды, что снижает воздействие на окружающую среду и уровень используемой воды. Радужная форель в условиях УЗВ растёт достаточно хорошо. За год рыбу доращивают до веса 900-1400 г. УЗВ обеспечивает оптимальные условия: температура воды 13-17°C, насыщение растворённым кислородом, растворённый CO₂ < 25 мг/л, нитритный азот < 0,3 мг/л, щелочная вода и гидросистема ёмкостей обеспечивают самоочищение и оптимальную скорость движения рыб. В ёмкостях выращивания объём воды меняется каждые 15-30 мин. Поддерживается постоянное освещение в течение суток, используются механические кормушки с таймерами, рыбу кормят равными порциями каждые 1-3 ч. Автоматическое кормление сопровождается ручным кормлением с регулярным наблюдением за поедаемостью корма и насыщением рыб. Такая схема кормления позволяет поддерживать постоянное качество воды в УЗВ, уровень биологического дыхания, потребности в кислороде и уровень загрязнения. Радужная форель питается агрессивно, поэтому используется медленно тонущий корм, распространяющийся посредством вращения дисков, что способствует снижению конкуренции за корм. Кормят рыбу стандартными кормами: содержание протеина 42%, жира -16%; для форели весом менее 100 г коэффициент кормления < 1:1, форели весом 100-1000 г от 1:1 до 1,3:1 и весом более 1000 г от 1,3:1 до 1,5:1 [2].

Технологические процессы в форелеводстве селекционно-генетического центра рыбоводства состоят из следующих этапов: формирование ремонтно-маточного стада; нерест; инкубация икры; выдерживание предличинок; подращивание личинок; выращивание мальков; выращивание рыбопосадочного материала. С целью получить как можно больше самок проводят реверсию пола, т.е. получают однополый посадочный материал. На отдельных стадиях выращивания выживаемость форели составляет 90-95%, приемлемой считается выживаемость от выклева до достижения товарного размера примерно 75%. Спрос на икру радужной форели и ее предложения сбалансированы: на стадии пигментации глаз происходит ежегодный объем реализации икры в товарные хозяйства.

Качественные показатели воды соответствуют требованиям ГОСТ, использованная в УЗВ вода имеет показатели ниже гигиенических нормативов. Контроль качества воды определяют в сертифицированной лаборатории по десяти показателям.

Высокоэффективное воспроизводство радужной форели обеспечивает автоматизация, компьютеризация и механизация производственных процессов; использование установок замкнутого водоснабжения, разработка и производство отечественных кормов; мероприятия по сохранению здоровья рыб; племенное разведение радужной форели для формирования маточных стад.

Таким образом, индустриальное разведение радужной форели с использованием установок замкнутого водоснабжения в федеральном селекционно-генетическом центре рыбоводства позволяет получать посадочный материал радужной форели в течение года, с учётом экономических факторов: период востребованности в икре, личинках и мальках.

Список литературы

1. Рыжков, Л.П. Основы рыбоводства / Л.П. Рыжков, Т.Ю. Кучко, И.М. Дзюбук. – Санкт-Петербург: Лань, 2011.-560 с.
2. Филиппов, И.С. Пути повышения эффективности выращивания товарной форели в ЗАО «Кола-Ранта / И.С. Филиппов, В.С. Беляев // Материалы 66-й Всерос. (с междунар. участием) науч. конф. обучающихся и молодых ученых «Научно-исследовательская работа обучающихся и молодых ученых».- Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2014. - С.41.

PECULIARITIES OF CULTIVATION OF RAINBOW TROUT FROZEN IN Leningrad REGION

Reshetnikova O.V.

Candidate of Biological Sciences (Ph.D), Head of the Department of Biotechnology, the production of technology and the processing of the agricultural production. Luga Institute (branch) of Pushkin Leningrad State University, Luga, Leningrad region, Russia, olga.res56@yandex.ru

Abstract. This article is focused on the possibility of cultivation rainbow trout by an industrial method in closed water supply installations in the conditions of the Leningrad region.

ИНВАЗИВНЫЙ МЕТОД ПРИЖИЗНЕННОГО ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛОВЫХ ПРОДУКТОВ АФРИКАНСКОГО КЛАРИЕВОГО СОМА ДЛЯ ЭКСТРАКОРПОРАЛЬНОГО ОПЛОДОТВОРЕНИЯ

¹Романова Е.М., ²Любомирова В.Н., ³Игнаткин Д.С., ⁴Романов В.В., ⁵Мухитова М.Э.,
⁶Акимов Д.Ю.,

ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА, Ульяновск, Россия, ¹vvr-emr@yandex.ru,
²nvaselina@yandex.ru, ³ignatkin82@yandex.ru, ⁴vvr-emr@yandex.ru, ⁵marina.muhitova.79@mail.ru,
⁶akimov.dmitriy.90@mail.ru

Африканский клариевый сом – это выносливый быстрорастущий вид, который легко адаптируется к условиям аквакультуры бассейнового типа. Узким местом в развитии аквакультуры африканского клариевого сома является его неспособность к естественному нересту в неволе. Получение зрелых половых продуктов, способных к оплодотворению, у самцов клариевого сома, разводимого в неволе, сопряжено со значительными трудностями. Получить потомство этого вида рыб можно только с использованием гормональной стимуляции самцов и самок и последующего экстракорпорального оплодотворения [1, 3]. До настоящего времени неизвестны случаи удачного получения эякулята африканского клария при разведении в неволе. Повсеместно для получения семенников самцов забивают. Процедура эта жестокая, вне норм биоэтики, а в случае неполного созревания половых продуктов - напрасная [2, 4, 5]. Разовое использование самцов резко снижает эффективность племенной работы. Поэтому, проработав более трех лет с рыбой этого вида, мы стали понимать необходимость разработки методики прижизненного получения спермы с хорошей оплодотворяющей способностью от самцов с высоким генетическим потенциалом по показателям роста, веса и объема семенников, чтобы использовать их неоднократно.

Цель работы: разработать инвазивный метод прижизненного получения семенников самцов африканского клария на фоне щадящей гормональной стимуляции.

Задачи исследования:

1. Разработать поэтапную схему операции по частичной резекции семенников у африканского клария, обеспечивающую ему их восстановление через определенный период.
2. Подобрать мягкий, но эффективный метод гормональной стимуляции самцов африканского клария, не наносящий выраженного вреда его здоровью.
3. Апробировать и определить спектр ветеринарных препаратов, которые могут быть использованы при полостных операциях без вреда клариевым сомам.

Материалы и методы:

Исследования проводились на базе лаборатории аквакультуры Ульяновской ГСХА. Объектом исследования являлись самцы африканского клариевого сома трехлетнего возраста весом 3,2-3,7 кг. Перед проведением гормональной стимуляции самцы за сутки отсаживались в отдельные емкости, размеры которых не препятствовали их активности, а температура воды не снижалась ниже 26⁰С и не превышала 30⁰С. Для осуществления инъекций самцов извлекали из бассейна, помещали в небольшую округлую емкость, на дне которой присутствует немного воды, накрывая головной отдел мокрой мягкой махровой тканью, концы которой свисали в воду на дне емкости. Из собственных наблюдений: рыба ведет себя гораздо спокойнее, если размеры таза меньше ее длины, а тело слегка изогнуто вдоль стенок емкости, в которой проводятся процедуры. Гормональные инъекции проводили традиционно, ориентируясь на основание спинного плавника. Использовали разовые шприцы 2 см³ и 5 см³ с длинными тонкими иглами. В случае большого объема инъекций ее делили на порции, вводя в несколько приемов, двигаясь по телу вдоль спинного плавника и массируя каждый раз место прокола, чтобы препарат не вытек с обратным током воды.

Для гормональной стимуляции созревания половых продуктов самцов использовали две схемы, в основе которых лежали инъекции сурфагона. Первая жесткая схема гормональной стимуляции включала сурфагон в дозе 15 мкг/кг тела рыбы с усилителем действия - раунатином 2 мг/кг - однократно. Вторая - мягкая схема гормональной стимуляции самцов, предполагала двукратные инъекции сурфагона с интервалом 12 ч в дозе 5 мкг/кг с усилителем – сульпиридом - атипичным нейролептиком, обладающим выраженным успокаивающим действием на рыбу, в соотношении 1:2000.

Для проведения операции необходимы два участника процесса – ветеринарный врач и ассистент, функции которого - контролировать «поведение пациента» в ходе операции. При проведении манипуляций с рыбой запрещалось пользоваться сухим фиксирующим материалом ввиду тонкой и ранимой кожи сомов, характеризующейся тонким слоем защитной слизи. Пренебрежение этим правилом всегда приводило к травмам экспериментального материала.

Результаты работы. В соответствии с поставленной целью для неоднократного использования ценных в селекционном плане мужских особей африканского клариаса необходимо было разработать двухэтапную технологию, позволяющую на первом этапе с помощью гормональной стимуляции обеспечить созревание половых продуктов в организме самца, а на втором этапе произвести резекции семенников без вреда здоровью донора. Это предполагало перспективу последующей регенерации семенников; а также необходимость сохранения хорошего качества половых продуктов - вплоть до экстракорпорального оплодотворения ооцитов.

При использовании первой - жесткой схемы гормональной стимуляции, распространенной в фермерском рыбоводстве южных регионов России, созревание гонад у самцов наступало через 12 ч. Но в результате использования ударных доз гормонов - самцы испытывают гормональный шок, сопровождающийся широким спектром кожных реакций, проявляющихся в точечных кровоизлияниях в области брюшка, расползающихся некротических изъязвлениях в местах уколов, в размягчении лучей спинного плавника. Однако этот каскад реакций только начинает развиваться к исходу 12 - часового периода, и фермеры сталкивались с ним только тогда, когда созревание семенников через 12 ч не наступало и требовались дополнительные гормональные инъекции. Для случаев использования этой жесткой схемы гормональной стимуляции в нашей лаборатории разработана схема лечения, позволяющая сохранить жизнь таким самцам, она изложена ниже.

При использовании второй щадящей схемы гормональной стимуляции, в которой доза сурфагона была уменьшена в три раза по сравнению с первой, картины гормонального шока не наблюдалось, однако и стремительного созревания гонад через 12 ч после первой инъекции, как в первой схеме, тоже. Но двукратная стимуляция сурфагоном, усиленная сульпиридом, по истечении суток давала, как правило, хороший результат. Самцы, стимулированные по этой схеме, не болели.

Ход операции по резекции семенников африканского клариевого сома. Этапы проведения операции представлены последовательно на рис. 1-6. Ассистент фиксировал рыбу, одной рукой придерживая голову и слегка прижимая к поверхности, а второй рукой фиксировал прихвостовую зону, не придавливая сам хвост.

Место предполагаемого разреза обрабатывалось 0,05%-ным раствором хлоргексидина. Пинцетом, захватывая кожу на брюшке, ее оттягивали так, чтобы не повредить внутренние органы. Стерильными хирургическими ножницами аккуратно производили прокол, а затем осуществляли разрез по белой линии живота, от брюшных плавников (не затрагивая анального отверстия) в сторону головы размером 3-5 см. Рыба, в схеме гормональной стимуляции которой был использован сульпирид, вела себя спокойно (рис. 1, 2).



Рисунок 1 - Разрез по белой линии живота от брюшных плавников в направлении головы



Рисунок 2 - Длина разреза 3-5 см в зависимости от размера рыбы

Зрелые семенники (рис. 3) сильно увеличены в размерах, пролегли не глубоко, найти их не составляло труда. Семенники имели белый или кремово-молочный цвет, ближе к основанию были чуть светлее. Обнаруженные семенники немного оттягивали, оценив их размеры, оставляли 0,8-1,5 см, накладывали лигатуру, ножницами проводили резекцию (рис. 3-4).



Рисунок 3 - Семенники слегка оттягивали и извлекали на поверхность для резекции



Рисунок 4 - Извлеченные семенники африканского клариевого сома

Для зашивания послеоперационной раны использовали стерильный шовный материал - поликон №2 (полиамидная хирургическая нить антимикробная), стерильные инструменты: иглу хирургическую изогнутую, колющую, пинцет и иглодержатель.

Первый из швов накладывали в центре разреза, взяв пинцетом за край брюшную стенку, немного приподняв ее и отступив примерно 0,5 см от края, осуществляли прокол, захватывали второй край также на расстоянии 0,5 см и накладывали далее прерывистые хирургические швы. Края разреза сопоставляли стык в стык или слегка выворачивали наружу. Затем оставшиеся зоны визуально делили пополам и зашивали способом, описанным выше. Расстояние между швами составляло примерно 0,4-0,6 см. Излишки шовного материала отрезали на расстоянии 0,5 см от поверхности брюшка (рис. 5, 6).



Рисунок 5 - Наложение швов



Рисунок 6 - Хирургическая обработка раны

Лечение осложнений гормональной стимуляции самцов и самок. В ряде случаев гормональная стимуляция самцов клариевого сома вызывала изъязвление в месте инъекции, которое могло распространяться по всему телу, точечные кровоизлияния, размягчение лучей плавников, поскольку кожа у сома тонкая, с легким слоем слизи, а защитной чешуи у представителей этого вида - нет.

Для выведения из состояния гормонального шока, а также после резекции семенников, проводили специально подобранное лечение. Для лечения язв использовали актовегин (40 мг/мл) - 0,3 мл, мильгамму - 0,2 мл из расчета на 1 кг веса в течение 10 дней, сопровождая это инъекциями дексаметазона: 0,1 мл, 0,15 мл, 0,1 мл в течение первых трех дней после операции. Все перечисленные препараты вводили раз в сутки в вечерние часы, когда рыба наиболее спокойная.

В случае присоединения инфекции использовали 15 - минутные аппликации ватными дисками, пропитанными 0,05% хлоргексидином на места поражения. Аппликации также осуществляли один раз в сутки. Признаки излечения визуализировались уже на четвертые сутки. Выздоровление, как правило, наступало на 7–10 – е сутки. Самцы спокойно переносили лечебные процедуры, если их предварительно обертывали во влажную махровую ткань, хорошо, закрывавшую всю голову.

Заключение

Для развития аквакультуры клариевого сома в Ульяновском регионе необходимо было разработать недорогую, доступную для фермерских хозяйств технологию воспроизводства. Исследования в этом направлении проводятся в лаборатории экспериментальной биологии и аквакультуры Ульяновской ГСХА [6]. В настоящее время в лаборатории функционируют три автономных рыбоводных модуля. Рыбоводные бассейны оснащены системой фильтрации на основе кварцевого песка, биофильтром, аэраторами, компрессорами, бактерицидными облучателями, введен бассейн для выращивания личинок и молоди, бассейн - отстойник воды. Инкубация икры осуществляется в аппарате Вейса, который также используется и для культивирования живых стартовых кормов – науплий артемии [7]. Все модули и бассейны функционируют в рабочем режиме.

В лаборатории аквакультуры сформировано маточное стадо для воспроизводства клариевого сома. Селекционная работа по совершенствованию генетического потенциала продуктивности этого стада ведется непрерывно на протяжении трех лет и сопровождается отбором и выбраковкой особей, не отвечающих предъявляемым требованиям.

В 2015-2016 г. нами была разработана технология многократного использования спермопродукции ценных в генетическом плане самцов африканского клариаса. Предварительные исследования, проведенные в 2015 г. и продублированные в 2016 г. показали, что за год семенники регенерируют в среднем 80% своей массы по отношению к массе до первой резекцией. К сожалению, в настоящее время еще неизвестны результаты регенерации семенников после двукратных резекций. Есть основания полагать, что внедрение методики хирургического извлечения семенников с сохранением жизни генетически-ценных самцов повысит результативность селекционной работы.

Список литературы

1. Романова, Е.М. Биологический контроль фертильности самок клариевого сома в бассейновой аквакультуре/ Е.М. Романова, В.Н. Любомирова, М.Э. Мухитова// Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2016. - №3. - С. 78-84.
2. Романова, Е.М. Искусственное воспроизводство африканского сома с использованием гормональной стимуляции/ Е.М. Романова, Е.В. Федорова, Э.Р. Камалетдинова// Зоотехния. - 2014. - №10. - С. 31-32.
3. Власов, В.А. Воспроизводство и выращивание клариевого сома (*Clarias gariepinus*) в установках с замкнутым водообеспечением/ В.А. Власов, А.П. Завьялов// Зоотехния. - 2014. - №12. - С. 22-24.
4. Shourbela, R.M. Are pre spawning stressors affect reproductive performance of african catfish *clarias gariepinus* / R.M. Shourbela, A.M. Abd El-latif, E.A. Abd el-Gawad// Turkish journal of fisheries and aquatic sciences. - 2016. - Т. 16. № 3. – С. 651-657.
5. Ekasari, J. Biofloc technology application in african catfish fingerling production: the effects on the reproductive performance of broodstock and the quality of eggs and larvae/ J. Ekasari, M.A. Suprayudi, R.F. Hazanah, G.S. Lenggara, R. Sulistiani, M. Alkahfi, M. Zairin, W. Wiyoto// Aquaculture. - 2016. - Т. 464. - С. 349-356.
6. Романова, Е.М. Гормональная стимуляция в биотехнологиях искусственного нереста быстрорастущих видов рыб./ Е.М. Романова, В.Н. Любомирова, В.В. Романов, Э.Р. Камалетдинова// Научно-методический электронный журнал концепт. - 2016. - Т. 26. - С. 1036-1040.
7. Мухитова, М.Э. Проблемы культивирования стартовых живых кормов для аквакультуры. / М.Э. Мухитова, Е.М. Романова, В.Н. Любомирова, В.В. Романов, Т.М. Шленкина, Л.А. Шадыева// Междунар. научно-исследовательский журнал. 2017. - №1-2 (55). - С. 13-15.

INVASIVE METHOD OF RECEIVING SEXUAL PRODUCTS OF THE AFRICAN KLARIYEVY SOM FOR EXTRACORPORAL FERTILISATION

Romanova E.M., Lyubomirova V.N., Ignatkin D.S., Romanov V.V., Mukhitova M.E., Akimov D.Y.

The African klariyevy catfish in bondage doesn't breed in the natural way. So far for receiving mature sexual products of males killed and cut out testicles from which then received sperm. We have developed the invasive method allowing to receive mature sexual products of a klarias and to keep to him life for use of the most valuable males in the genetic plan in the subsequent cycles of reproduction. The detailed step-by-step description of a technique of the resection of testicles at the African klariyevy som keeping to him life and productive longevity is provided in the real work. Introduction of a technique will allow to use males in several cycles of cultivation.

УДК 597:616.15

ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ЦИТОМЕТРИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭРИТРОЦИТОВ ПЛОТВЫ КУРШСКОГО ЗАЛИВА

¹ Савина Л. В., ² Серпунин Г. Г.

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
г. Калининград, Россия, e-mail: ¹ savina_liana@mail.ru ² serpunin@klgtu.ru

Ухудшение условий обитания рыб в связи с загрязнением водоемов делает необходимым организацию эффективного ихтиогематологического мониторинга естественных популяций ценных видов рыб. Основная цель ихтиогематологического мониторинга - оценка уровня наиболее чувствительных к изменению факторов внешней среды, параметров крови, своевременное выявление их отклонений от нормы под влиянием ухудшения качества воды, прогнозирование снижения резистентности рыб и на этой основе оценка экологического состояния водоема [4].

При этом важное значение имеет выбор индикаторных видов, которые должны отвечать определенным требованиям, а именно:

- 1) их биология должна быть хорошо изучена (жизненный цикл, питание, созревание, температурный оптимум);
- 2) они не должны совершать значительных миграций;
- 3) должны быть повсеместно распространены;
- 4) должны быть чувствительны к влиянию загрязнения.

Изучение ответных реакций таких видов в местах их обитания с учетом различного уровня загрязнения дает возможность, как получать оперативную информацию о состоянии гидробионтов, так и выявлять основные последствия неблагоприятных воздействий [3].

Указанным требованиям вполне отвечает такой распространенный вид, как плотва, которая обитает во многих водоемах.

Сбор материала для определения гематологических показателей плотвы проводили в летний период в Куршском заливе. Живую рыбу брали из уловов донных тралов и ставных сетей, помещали в емкость со свежей водой из залива, а затем сразу брали кровь из гемального канала хвостового стебля. Биологический анализ проводили по стандартной методике: определяли массу, длину, степень наполнения желудка. Гематологические параметры определяли по единым отработанным на кафедре аквакультуры КГТУ методикам [4] с использованием автоматизированной системы анализа изображений "ВидеоТест" [5] по 33 параметрам крови.

Исследованные самки и самцы плотвы достоверно отличались по массе и длине тела.

Самки были крупнее самцов по длине на 21% ($p < 0,05$), по массе тела на 37,5 % ($p < 0,01$). У самок была отмечена более высокая концентрация гемоглобина, лейкоцитов ($p < 0,01$) и отношения эритроцитов к лейкоцитам (Эр/Л) ($p < 0,01$) (табл. 1).

Эритроциты на мазках крови были представлены зрелыми и незрелыми клетками. Процент незрелых эритроцитов у самок в среднем составлял 4,8 %, вариабельность этого параметра равнялась 74,7 % при индивидуальных значениях показателя от 1,5 до 10,1 %. У самцов незрелые эритроциты в среднем составляли 2,8 %, а вариабельность их была в два раза ниже (33,7 %) при индивидуальных значениях показателя от 1,7 до 3,9 %.

Таблица 1 - Гематологические показатели плотвы Куршского залива

Показатели	Самки	Самцы
Масса, г	237,3±16,5*	152,3±16,3*
Длина, см	19,8±1,1*	16,0±1,1*
Гемоглобин (Hb), г · л ⁻¹	94,76±3,42**	75,14±4,25**
Эритроциты (Эр), Г · л ⁻¹	1,39±0,10	1,16±0,08
Лейкоциты(Л), Г · л ⁻¹	60,68±6,09**	22,79±8,07**
Общий белок сыворотки крови (ОБС), г · л ⁻¹	42,42±1,63	-
Содержание гемоглобина в эритроците (СГЭ), пг	70,5±6,9	62,0±2,2
Эр/Л	23,4±1,3**	38,9±2,4**

*, ** - различия достоверны между самками или самцами соответственно $p < 0,05$ и $0,01$

Нами отмечена массовая патология клеток красной крови как у самцов, так и у самок. Деградация эритроцитов в русле крови, проявляющаяся в агглютинации клеток, достоверном увеличении доли пойкилоцитов и гемолизированных клеток, что не может быть связано с размерами особей, вероятно, была связана с условиями обитания. Известно, что пойкилоциты появляются вследствие того, что клетка теряет эластичность в результате угнетения эритропоэза под влиянием каких-либо вредных факторов, оказывающих воздействие на кроветворный орган или непосредственно на клетку [1]. Доля пойкилоцитов у самок была ниже ($p < 0,05$) и составляла 8,1 %, в то время как у самцов их доля равнялась 18,2 %. Однако у самок деградация эритроцитов была выражена более существенно, что проявилось в большей (в 8 раз) доли гемолизированных клеток (ядерных теней) в сравнении с самцами.

Цитометрические параметры эритроцитов самок и самцов плотвы достоверно не отличались, однако на мазках крови самок невозможно было не отметить заметную разницу в размерах эритроцитов, что подтверждает коэффициент вариации этого параметра. У самок вариабельность площади и периметра эритроцитов была в 9 и 2 раз соответственно выше, чем у самцов (табл. 2), что свидетельствует о большей чувствительности самок.

Таблица 2 – Цитометрические параметры эритроцитов плотвы Куршского залива

Параметры	Самки	Самцы
Площадь (A), мкм	98,6±2,3	98,3±0,3
Периметр (P), мкм	36,5±0,4	36,0±0,2
Фактор формы круга, Fк, отн.ед.	0,946±0,005	0,951±0,008
Фактор формы эллипса, Fe, отн.ед.	0,998±0,000	0,997±0,000
Округлость, F, отн.ед.	0,749±0,016	0,735±0,012
Большая ось, а, мкм	13,10±0,16	13,18±0,14
Малая ось, b, мкм	9,79±0,22	9,56±0,08
Б. ось / М. ось	1,35±0,03	1,39±0,03

Присутствие гемолизированных клеток на мазках у рыб обоих полов свидетельствует о распаде эритроцитов старшей генерации прямо в кровеносном русле. Освободившиеся при распаде клеток вещества стимулируют эритропоэз. Наши исследования обнаружили достаточно высокую концентрацию эритроцитов у плотвы (таблица 1). По современным представлениям

возникновение ядерных теней на мазке закономерно предшествует образованию безъядерных эритроцитов и сопровождается эритропозом. Эта закономерность, по мнению Л.Д. Житенева [2], представляет собой одну из форм ауторегуляции, защищающей организм от гемолитической анемии. У обоих полов плотвы отмечена агглютинация эритроцитов, которая составляла у самок $15,7 \pm 5,0$ %, у самцов $13,4 \pm 4,5$ %.

Белая кровь плотвы Куршского залива имела резко выраженный лимфоидный характер (табл. 3). Основными форменными элементами белой крови плотвы были агранулоциты (большие и малые лимфоциты, моноциты) и гранулоциты (миелоциты, метамиелоциты нейтрофильные, палочкоядерные и сегментоядерные нейтрофилы). Эозинофилы и псевдобазофилы на мазках крови были представлены в единичном количестве. Нами отмечены также клетки с вакуолизированной цитоплазмой у самцов $0,5 \pm 0,2$ %, что достоверно меньше, чем у самок $2,1 \pm 0,5$ ($p < 0,05$). Клетки с вакуолизированной цитоплазмой, по нашим данным [4], являются маркерами неблагополучного физиологического состояния рыб.

Достоверные различия между самками и самцами плотвы в лейкоцитарной формуле отмечены только по проценту моноцитов, у самок он составлял 1,7, у самцов 0,5 %, и общему числу лимфоцитов, который был выше у самцов (табл. 3). Индекс сдвига лейкоцитов у самок был достоверно выше, чем у самцов, поэтому у самок в сравнении с самцами заметен сдвиг лейкоцитарной формулы в сторону нейтрофилов. Следует отметить, что лейкоцитарная формула самок была более разнообразна - именно у них отмечены единичные псевдоэозинофилы и псевдонейтрофилы. И если разнообразие лейкоцитарной формулы в первую очередь отражает пищевую активность исследованной плотвы, то наличие в русле вакуолизированных клеток говорит о физиологических изменениях, вызванных неблагоприятными условиями обитания.

Таблица 3 - Лейкоцитарная формула плотвы Куршского залива

Показатели	Самки	Самцы
Миелоциты	$3,67 \pm 1,18$	$2,00 \pm 0,20$
Метамиелоциты нейтрофильные	$1,83 \pm 0,49$	$1,25 \pm 0,43$
Палочкоядерные нейтрофилы	$2,92 \pm 0,90$	$1,75 \pm 0,78$
Сегментоядерные нейтрофилы	$2,20 \pm 0,96$	$0,88 \pm 0,13$
Всего нейтрофилов	$10,25 \pm 2,03$	$5,88 \pm 1,03$
Псевдоэозинофилы	$0,25 \pm 0,17$	-
Псевдобазофилы	$0,33 \pm 0,17$	-
Моноциты	$1,67 \pm 0,44^*$	$0,50 \pm 0,02^*$
Большие лимфоциты	$13,33 \pm 2,30$	$13,38 \pm 1,91$
Малые лимфоциты	$74,17 \pm 3,70$	$80,25 \pm 1,01$
Всего лимфоцитов	$87,50 \pm 1,94^*$	$93,63 \pm 0,97^*$
Индекс сдвига нейтрофилов	$10,00 \pm 2,68$	$5,50 \pm 1,77$
Индекс сдвига лейкоцитов	$1,15 \pm 0,03^*$	$0,07 \pm 0,01^*$

* - различия достоверны при $p < 0,05$

Выполненный нами анализ гематологических показателей плотвы Куршского залива показал наличие деградационных процессов в системе красной и белой крови самок и самцов, но без серьезных изменений концентрационных показателей периферической крови и цитометрических параметров эритроцитов.

Установленный в результате исследований гематологический статус плотвы, и половые особенности крови этого вида могут быть использованы в дальнейшем для оценки физиологического состояния плотвы и биологического мониторинга Куршского залива.

Список литературы

1. Житенева, Л.Д. Эколого-гематологические характеристики некоторых видов рыб: Справочник / Л.Д. Житенева, О.А. Рудницкая, Т.И. Калюжная. - Ростов-на-Дону: Молот, 1997. -

152 с.

2. Житенева, Л.Д. Экологические закономерности ихтиогематологии / Л.Д. Житенева. - Ростов-на-Дону: АзНИИРХ, 1999. - 56 с.

3. Овен, Л.С. Ответные реакции морского ерша *Scorpena porcus* (Scorpaenidae) на антропогенное воздействие / Л.С. Овен, И.И. Руднева, Н.Ф. Шевченко // *Вопр. Ихтиологии*, 2000. - Т. 40. - № 1. - С. 75-78.

4. Серпунин, Г.Г. Гематологические показатели адаптаций рыб: дис. ... д-ра биол. наук. / Г.Г. Серпунин. - Калининград, 2002. - 482 с.

5. Serpunin, G.G. Using of image analyses system "Videotest" in ichthyohaematology / G.G. Serpunin // 4th International Ichthyogematology conference. Czech. Republic, 1995. - P. 23.

HEMATOLOGIC INDICATORS AND CYTOMETRIC CHARACTERISTIC OF ERYTHROCYTES OF SMALL FRY OF THE CURONIAN BAY

Shavina L.V., Serpunin G.G.

The hematologic status of small fry established as a result of researches and sexual features of blood of this look can be used further for an assessment of a physiological condition of small fry and biological monitoring of the Curonian Bay.

УДК 639.4(262.5)

ТЕРМОХАЛИННАЯ СТРУКТУРА В РАЙОНЕ МИДИЙНО-УСТРИЧНОЙ ФЕРМЫ НА ВЗМОРЬЕ СЕВАСТОПОЛЯ

Трощенко О.А., Субботин А.А., Ерёмин И.Ю.

ФГБУН Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН, Россия, пр. Нахимова, 2, г. Севастополь: Oleg_tr59@mail.ru

Среди факторов среды, определяющих условия развития прибрежной марикультуры двустворчатых моллюсков, первоочередное значение имеют данные о термохалинной структуре вод в районах размещения марихозяйств [1-3]. Основываясь на многолетней, сезонной и синоптической изменчивости различных гидрологических параметров, осуществляется выбор оптимального местоположения морской фермы, оценивается возможный объём получаемой продукции, время наступления и продолжительность различных этапов развития моллюсков, контролируется возможность появления неблагоприятных ситуаций в процессе их роста, разрабатываются технологические рекомендации по обслуживанию марихозяйства.

Многообразие особенностей биологии культивируемых моллюсков при различных температурных условиях среды анализируется в работах [3, 8]. Однако при выполнении регулярных исследований на акваториях морских ферм особое внимание следует уделять тем диапазонам изменчивости температуры, которые являются наиболее значимыми для жизнедеятельности объектов культивирования на различных стадиях их развития. В [2] выделяются пять таких диапазонов: диапазон смертельно низких температур, критически низких, оптимальных, критически высоких и смертельно высоких.

Основным механизмом воздействия солёности является осмотическое давление. Двустворчатые моллюски не обладают способностями его регулировать. Поэтому осмотическое давление их крови близко к давлению морской воды. Отклонение солёности от нормы (тем более резкий перепад солёности в результате смены водных масс) приводит к нарушению осмотического давления с внешней средой, к угнетению дыхания и, как следствие, гибели моллюсков [2, 3].

Исходя из критериев выбора размещения марихозяйств в 2000 г. на акватории внешнего рейда Севастополя была создана экспериментальная мидийно-устричная ферма. Первоначально она имела площадь около 1.5 га и располагалась над глубинами от 10 до 16 м. В настоящее время её площадь составляет около 5 га. Ферма – единственное предприятие соответствующего профиля в Крыму, имеющая постоянные договорные отношения с ИМБИ РАН (ранее ИнБЮМ НАНУ). Сотрудники Института регулярно выполняют на базе фермы разноплановые научные исследования по изменчивости гидролого-гидрохимических параметров среды, жизнедеятельности различных морских организмов, влиянию фермы на экологическое состояние акватории, разрабатывают методы получения из моллюсков и других организмов биологически-активных веществ и лекарственных препаратов [3]. С другой стороны, используя возможности имеющегося в ИМБИ РАН устричного питомника по получению и выращиванию спата, поддерживаются существование занесённой в «Красную Книгу...» исчезающей в Чёрном море устрицы *O. edulis* и возможность промышленного выращивания акклиматизированной тихоокеанской устрицы *S. gigas*.

Гидрологические исследования в районе фермы начались ещё в 90-е гг. прошлого века, однако регулярные ежемесячные съёмки стали проводиться здесь с 2000 г. За период с 2000 по 2016 гг. было выполнено около 120 съёмок. Первоначальные исследования охватывали обширную акваторию взморья с целью выявить антропогенную составляющую гидрохимического режима прибрежных вод. А с 2011 г. количество станций варьировало в зависимости от сезона с обязательным выполнением работ на ст. 7 и 8 с глубинами 42 и 16 м соответственно (рис. 1)

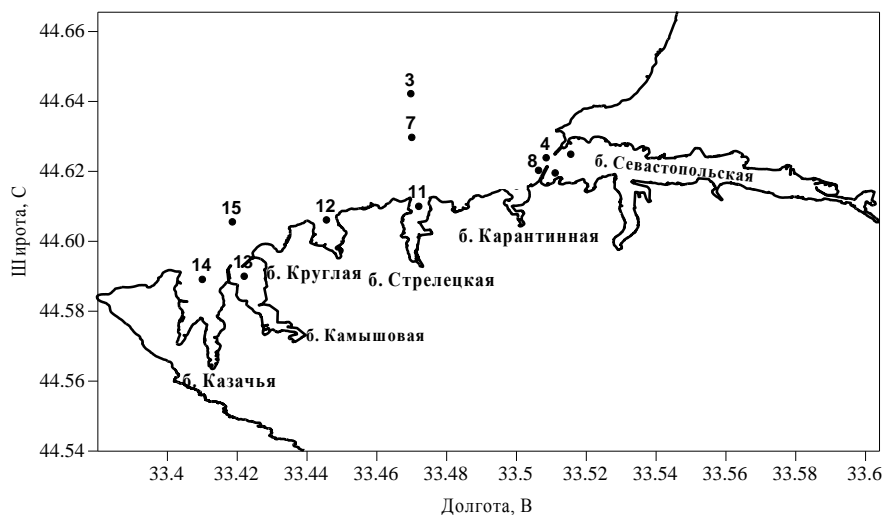


Рисунок 1 - Расположение станций наблюдений на взморье Севастополя (ст. 8 – мидийно-устричная ферма, ст. 7 – контрольная)

Некоторые результаты по изменчивости параметров термохалинной структуры верхнего слоя моря (ВСМ) за различные периоды наблюдений на акватории фермы представлены в [6, 7]. В качестве основных характеристик ВСМ выбраны температура и солёность на поверхности, горизонтах 5, 10 и 15 м, толщина верхнего квазиоднородного слоя (ВКС), глубина залегания слоя максимальных вертикальных градиентов температуры – ядра сезонного термоклина (СТ). Эти параметры в значительной степени определяют гидрологический режим в рабочем слое фермы, т.е. слое, в котором располагаются мидийные коллектора или садки с устрицами (на Севастопольском взморье до 6-8 м). Ниже приводятся результаты по внутригодовой изменчивости перечисленных выше параметров, осреднённых за весь период исследований. При рассмотрении динамики ВКС и ядра СТ использовались данные по ст. 7, так как глубины на ферме (ст. 8) не позволяют сделать полный анализ.

На рис. 2 представлены внутригодовые изменения температуры воды на морской ферме. В период с января по март во всей толще вод отмечаются минимальные среднееголетние

значения температуры - около 8°C. При этом экстремальные значения находятся в диапазоне 6-10°C. Наиболее низкое зарегистрированное значения температуры 6,64°C наблюдалось в феврале 2012 г., а наименьшая межгодовая изменчивость экстремумов характерна для марта.

Активный прогрев ВСМ начинается в апреле с 10-11°C и продолжается до июня, когда температура на поверхности повышается до 22-23°C, а максимальные значения превышают 24°C. Наиболее высокие среднемесячные и экстремальные значения наблюдаются в августе от поверхности моря до горизонта 10 м.

Общий ход повышения температуры ПСМ в летний период нарушается в июле, охватывая горизонты от 5 до 15 м. Подобная ситуация характерна для проявления «скрытого» апвеллинга и наблюдалась в июле 2003 г., когда СТ приподнимался к поверхности, деформировался, но не выходил на поверхность. На рис. 2 б, в, г апвеллинг проявился в уменьшении абсолютных минимальных значений температуры на 5-8°C.

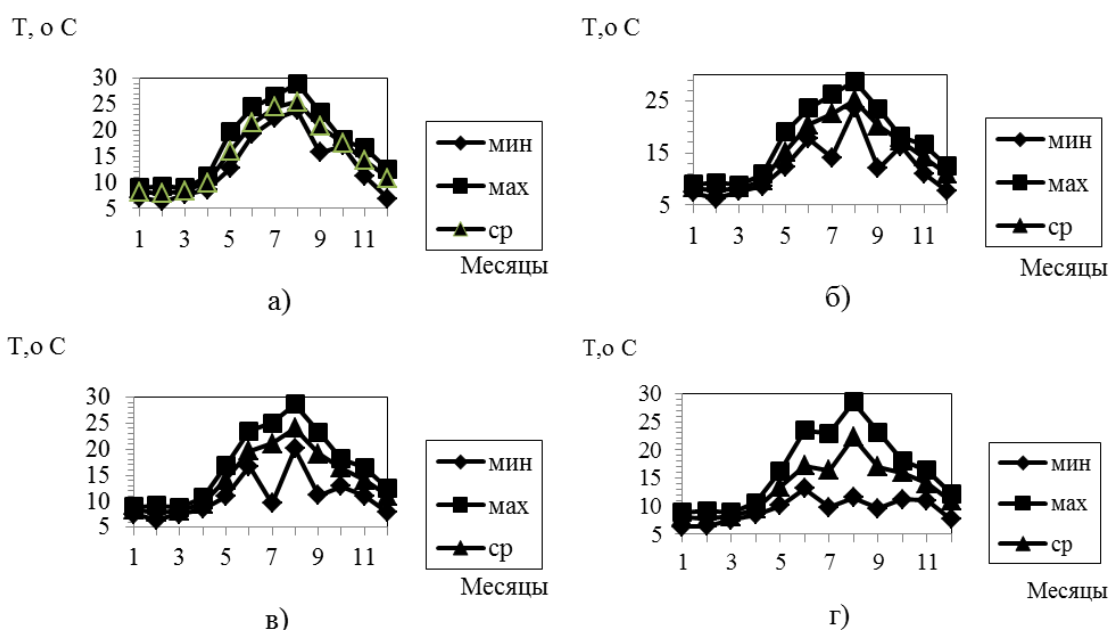


Рисунок 2 - Изменчивость температуры на горизонтах: а) 0 м, б) 5 м, в) 10 м, г) 15 м

В сентябре отмечается резкое падение температуры во всей толще вод. Это связано как с изменением знака теплоотдачи в ПСМ, так и с усилением ветроволнового перемешивания. На этом фоне проявление апвеллинга, зарегистрированного в сентябре 2006 г., отличается от июльского 2003 г. тем, что он охватил все горизонты от поверхности до дна и привёл к понижению минимальных температур на 5-10°C. Процесс интенсивного выхолаживания ПСМ продолжается до декабря, когда значения среднемноголетней температуры во всем слое вод на ферме выравниваются и приближаются к 10°C. Одновременно уменьшается диапазон изменчивости экстремальных значений температур.

В процессе активного прогрева ПСМ в апреле начинает формироваться СТ, а в мае уже образуется ВКС летнего типа с толщиной до 3-5 м (рис. 3а). Межгодовые отличия в сроках начала и интенсивности прогрева поверхности моря приводят к варьированию толщины ВКС от 0 до 16 м.

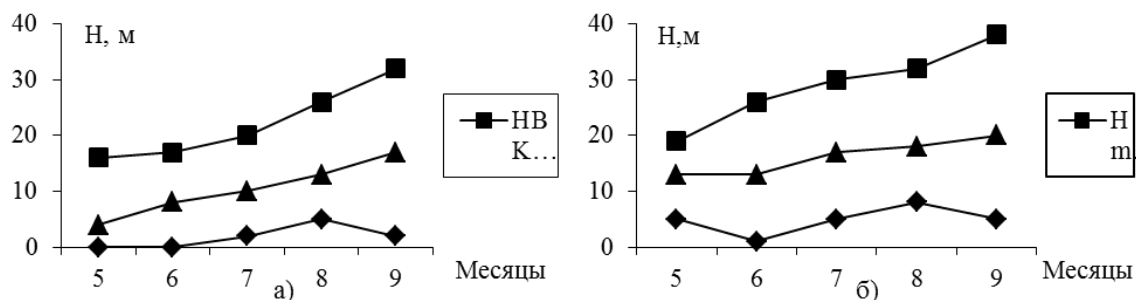


Рисунок 3 – Изменчивость: а) нижней границы ВКС, б) глубины ядра СТ

В июне средняя толщина ВКС составляет 8, а максимальная достигает 18 м. Развитие ВКС летнего типа продолжается до сентября. В это время его среднемноголетняя мощность увеличивается до 15 м. Максимальный диапазон изменчивости толщины ВКС также наблюдается в сентябре, когда его нижняя граница может опускаться глубже 30 м. В то же время при проявлении активного апвеллинга в 2006 г. толщина ВКС уменьшилась до 2 м.

Ядро СТ как важная характеристика вертикальной термической структуры ПСМ начинает проявляться на вертикальных профилях температуры с мая-июня и, как правило располагается ниже границы ВКС на 4-9 м (рис. 3б). Так, в июне ядро СТ находится в среднем на горизонте 12 м, а в сентябре заглубляется до 18-20. Средние значения вертикальных градиентов в устойчивом СТ колеблются в пределах 1-3°C/м, а при апвеллингах в результате сжатия СТ могут увеличиваться до 4-5°C/м.

В районе расположения фермы межгодовые и сезонные колебания солёности зависят от взаимодействия прибрежных вод с водами открытого моря и стока р. Чёрная (через Севастопольскую бухту), Бельбек и Кача. Влияние распреснённых вод из северо-западной части моря в среднемноголетнем плане не прослеживается. Каждая из этих рек имеет среднегодовой объём стока от 35 до 61 млн. м³ с максимальным расходом в апреле-мае [4]. Однако воды р. Чёрной зарегулированы водохранилищем и полностью трансформируются в пределах Севастопольской бухты, а реки Бельбек и Кача кроме максимального паводкового стока имеют дополнительные повышения стока с увеличением атмосферных осадков в осенне-зимний период [5].

За 17-летний период наблюдений внутригодовые колебания средних значений солёности не превысили 0,4‰. Межгодовые отличия экстремальных значений составляют менее 1,0‰ (рис. 4). При этом абсолютные минимумы солёности (17,25-17,36‰) наблюдаются с мая по август, а максимальные значения (18,00-18,15‰) - с января по март.

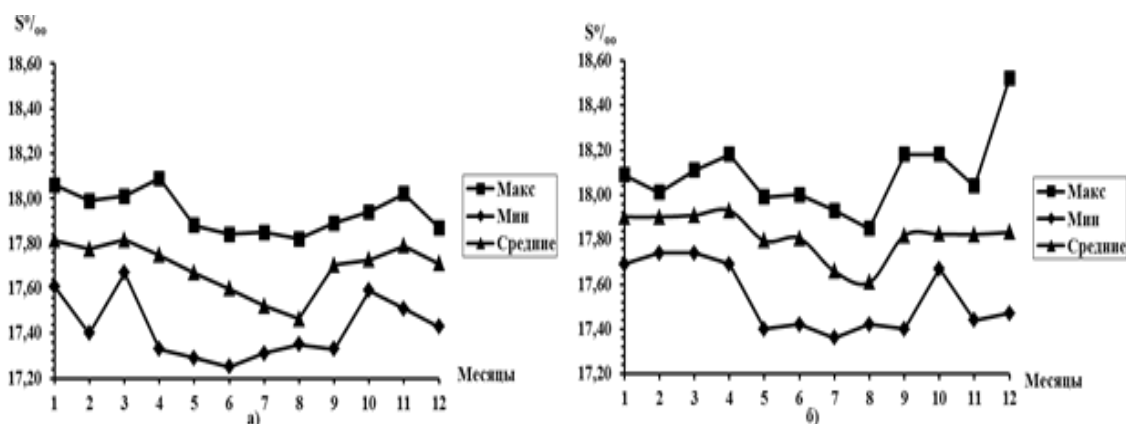


Рисунок 4 - Изменчивость солёности на горизонтах: а) – 0 м и б) – 15 м

В настоящее время основными объектами культивирования на экспериментальной ферме

являются мидия *M. galloprovincialis* и тихоокеанская устрица *S. gigas*. Многолетние исследования ростовых процессов данных моллюсков позволили определить оптимальные для их выращивания диапазоны изменчивости термохалинных характеристик.

Для мидии активный весенний нерест начинается при достижении температуры воды 8-10°C. Наиболее высокие темпы роста и увеличения массы тела наблюдаются в температурном диапазоне 12-20°C, а при прогреве ПСМ выше 22°C соматический рост продолжается, но генеративный почти полностью прекращается. При понижении температуры в осенний период с 19-20°C до 10-12°C отмечается второй нерест моллюсков. В наиболее холодный период года при температуре ниже 8°C мидии фактически прекращают рост [3, 6]. Диапазон изменчивости солёности в прибрежной зоне Чёрного моря (15-18‰) является для мидий оптимальным [8].

Изучение характеристик жизненного цикла устрицы *S. gigas* в различных прибрежных районах показало, что диапазон оптимальных температур для роста и развития моллюсков соответствует интервалу 10-24°C. При температуре ниже 10°C происходит остановка ростовых процессов, а значения температуры около 30°C являются критически высокими для этого вида [9].

Интервал оптимальных значений солёности для культивируемых устриц несколько уже, чем для мидий – 16,0-18,5‰. Вероятно, из-за отличий в режиме солёности темпы роста *S. gigas* в различных прибрежных районах Чёрного моря существенно отличались. Оказалось, что темпы роста устриц в Керченском проливе в 1,5 раза ниже, чем у берегов Северного Кавказа (м. Утриш), а товарного размера 80 мм они достигали через 24-26 мес культивирования. Для сравнения, на экспериментальной ферме в районе Севастополя большинство культивируемых устриц достигало размеров 80-100 мм за 18 мес [8].

Таким образом, диапазоны изменчивости термохалинных характеристик на взморье Севастополя в среднемноголетнем плане являются оптимальными для культивирования двустворчатых моллюсков большую часть года. Исключение составляет период с января по март, когда среднемноголетние и экстремальные значения температуры опускаются ниже 8°C.

Список литературы

1. Иванов, В.Н. Биология культивируемых мидий / В.Н. Иванов, В.И. Холодов, М.И. Сеничева и др. - Киев: Наукова думка, 1989. 100 с.
2. Кочиков, В.Н. Океанологическое обеспечение морских хозяйств по выращиванию беспозвоночных / Серия: Рыбохозяйственное использование ресурсов Мирового океана. – Москва: ВНИРО, 1979. Вып. 4. – 56с.
3. Марикультура мидий на Чёрном море / под ред. В.Н. Иванова. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2007. 314 с.
4. Основные источники загрязнения морской среды Севастопольского региона / Е.И. Овсяный, А.С. Романов, Р.Я. Миньковская и др. // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексные исследования ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2001. – Вып. 2. – С.138-152.
5. Трансформация структуры водного баланса в Крыму в XX веке – начале XXI века и её оптимизация / под. Ред. В.А. Бокова. – Симферополь: Крымский научный центр, 2011. – 193 с.
6. Термохалинная структура вод на взморье Севастополя и её влияние на основные параметры продукции на мидийной ферме / О.А. Трощенко, И.Ю. Ерёмин, А.А. Субботин, С.В. Щуров // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексные исследования ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2007. – Вып. 15. – С.110-119.
7. Трощенко, О.А. Динамика верхнего квазиоднородного слоя и сезонного термоклина на взморье Севастополя в районе мидийной фермы// Актуальные проблемы аквакультуры в современный период: Материалы Международной научной конференции, 28 сентября – 2 октября 2015 г., г. Ростов-на-Дону, ФГБНУ «АзНИИРХ».- Изд-во ФГБНУ «АзНИИРХ», 2015.- С.180-182.

8. Холодов, В.И. Выращивание мидий и устриц в Чёрном море: практическое руководство / В.И. Холодов, А.В. Пиркова, Л.В. Ладыгина. – Севастополь: DigitPrint, 2010. – 424 с.
9. Экологические закономерности роста тихоокеанской устрицы в различных районах Чёрного моря / А.П. Золотницкий, А.Н. Орленко // Рыбное хозяйство. – 1999. - №2. – С.37-39.

THERMOHALINE STRUCTURE AT THE MUSSEL-AND-OYSTER FARM IN THE SEA AREA NEAR SEVASTOPOL

Troshchenko O.A., Subbotin A.A., Eremin I.U.

Intra-annual variability of temperature and salinity as the parameters of the vertical thermohaline structure at the mussel-and-oyster farm in the sea area near Sevastopol is studied according to observations made in 2006-2016. The revealed ranges of the multiscale variability of the considered parameters are found to match optimum values for cultivation of mollusks in the Sevastopol sea area.

УДК 639.03

ОСОБЕННОСТИ РАСКРЫТИЯ РОСТОВОЙ ПОТЕНЦИИ У РАЗНЫХ ОБЪЕКТОВ АКВАКУЛЬТУРЫ

¹Хрусталева Е.И., ²Молчанова К.А., ³Абдулрахман З.Х.

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», г. Калининград, Россия, e-mail: ¹chrustaqua@rambler.ru, ²ksenia.elfimova@gmail.com, ³za88_iraq@yahoo.com

Рост рыб связан с размером (длина, масса, экстерьер) выращиваемых рыб и рассматривается как важнейший хозяйственный показатель, отражающий эффективность рыбоводного процесса. Многообразие типов рыбоводных хозяйств и способов выращивания рыб позволяет в разной степени раскрытия ростовой потенции у рыб. В основе этого просматривается действие различных абиотических и биотических факторов.

Несомненно, решающее влияние на рост рыб оказывает температура воды, которую У. Хоар и соавторы (1983) отнесли к основному, направляющему развитию рыб фактору [7].

Применительно к алгоритму роста рыб это влияние отражено в правиле Вант-Гоффа Аррениуса. Согласно этому выстраивается линейка графиков роста в соответствии с изменением температуры воды на 10 °С. Если отправной точкой для расчета скорости роста, например, осетровых, взять 2 °С (согласуется с восстановлением пищевой активности), то по мере повышения температуры воды до 12 °С скорость роста должна возрасти в 2 – 3 раза, а при повышении до 22 °С - во столько же кратно. Поэтому следует признать температуру 22 °С «ядром» реализации максимального роста. Диапазон отклонений от «ядра» различается у разных представителей осетровых.

Например, в ряде источников показано, что у стерляди максимальную скорость роста фиксировали при температуре воды 23 – 26 °С [2]. В то же время для средней полосы России, а также бассейна р. Северная Двина источники предлагают считать оптимальной для роста стерляди температуру воды 18 – 23 ° [3, 4]. Такой же диапазон температуры воды указан в нормативных источниках для условий выращивания стерляди в УЗВ [6]. Интенсивный рост сибирского осетра отмечен в рыбоводных хозяйствах на сбросных теплых водах при температуре воды 23 – 27 °С [8].

Но все же осредненным для всех осетровых диапазоном оптимальной температуры воды следует признать 18(20) – 23(25) °С.

Расчет скорости роста при использовании той или иной величины показателя должен

учитывать величину соматического роста, фиксируемого при самой низкой температуре воды.

Установить ее затруднительно, поскольку многие абиотические и биотические факторы действуют разновекторно. Например, действие температуры проявляется на низком уровне влияния, рН и кислорода на самом высоком, кормления на уровне, соответствующем температуре, и массы рыбы, а пищеварение крайне замедленно и т.д.

Поэтому очевидным представляется: для того, чтобы «оцифровать» линейку роста, следует отправной точкой брать оптимальную температуру воды, при которой весомость проявления ростовой потенции подкреплена действием других абиотических и биотических факторов в максимальном «напряжении».

Например, оптимальная температура воды, по нашим наблюдениям, при которой отмечали интенсивный рост радужной форели в УЗВ, следует учитывать в диапазоне 16 – 18 °С. Если в качестве показателя роста выступает общепродукционный коэффициент массонакопления (K_m), то средняя его величина может быть принята 0,08 – 0,1. Тогда, если придерживаться правила Вант Гоффа, при 6 – 8 °С величина K_m уменьшится до 0,03. Наш длительный опыт работы с форелью в разных рыбоводных хозяйствах Ленинградской и Калининградской областей показывает, что активность питания у форели резко снижается в пресной воде при снижении температуры воды до 8 °С, в солоноватой воде (до 3 – 4 ‰) при 6 °С.

Если оперировать преобразованной формулой (1), то можно рассчитать, какова будет средняя масса форели через, например, 150 сут выращивания при указанных диапазонах температуры:

$$M_k = \left(\frac{K_m \times T + 3 \sqrt[3]{M_n}}{3} \right)^3, \quad (1)$$

где M_n и M_k – масса рыб начальная и окончательная, г; K_m – коэффициент массонакопления, T – период выращивания, сут.

$$M_{k(6-8^\circ\text{C})} = \left(\frac{0,03 \times 150 + 3 \sqrt[3]{125}}{3} \right)^3 = 274 \text{ г},$$

$$M_{k(16-18^\circ\text{C})} = \left(\frac{0,09 \times 150 + 3 \sqrt[3]{125}}{3} \right)^3 = 857 \text{ г}.$$

Данный пример показателен с точки зрения учета влияния температуры воды на конечные результаты выращивания форели.

В открытых рыбоводных системах, находящихся под влиянием природно-климатических явлений, когда температурный режим не стабилен, скорость роста рыб со всей очевидностью должна быть ниже. Но если выделить в течение вегетационного сезона период, когда температура воды близка к оптимальной, то результаты выращивания могут быть сравнимы с закрытыми искусственными экосистемами. Это подтверждают данные 2004 г., полученные при выращивании молоди карпа в пруду №2 УОХ КГТУ. Нерест карпа произошел в первой декаде мая, а массы близкой к 1 г мальки карпа достигли к 10 июня. Отлов молоди со стороны водоспуска провели 8 августа. Средняя масса рыб составила 27 г. Величина коэффициента массонакопления составила:

$$K_m = \frac{(\sqrt[3]{27 \text{ г}} - \sqrt[3]{1 \text{ г}}) \times 3}{59 \text{ сут}} = 0,1.$$

В наблюдаемый период температура воды была в диапазоне значений от 18 до 24 °С. Из всего вышесказанного можно заключить, что на результаты выращивания влияет не только температура воды, но и множество других факторов, которые С.Б. Купинский (2007) обозначил,

как частные экологические коэффициенты.

Совокупное влияние их на рыб описывается двумя законами Ю. Либиха [1, 8].

Расчетным алгоритмом, через который реализуются законы, является исходная формула (2) общепродукционного коэффициента массонакопления:

$$K_M = K_r \times K_3, \quad (2)$$

где K_r – генетический коэффициент роста, K_3 – экологический коэффициент роста.

Оба коэффициента в максимальном разрешении стремятся к 1. Но величина K_r , зафиксированная для большого числа рыб, в том числе объектов аквакультуры, не превышает 0,3 [5, 8]. Например, для радужной форели 0,078, для стерляди 0,22, для карпа 0,24. Но наш анализ многочисленного материала, посвященного результатам выращивания радужной форели, в том числе породных групп, в разных рыбоводных системах дает основание считать, что K_r радужной форели следует признать близким к 0,1. Кстати, авторы, разработавшие формулу (2) и давшие оценку возможной величины K_r указывают, что его величина для ряда объектов выращивания требует дальнейшего уточнения.

Если обратиться к первому закону Ю. Либиха (закон лимитирования), действующему применительно в условиях стабильно функционирующей рыбоводной системы, то среди частных экологических коэффициентов следует выделить имеющий меньшее значение и по нему устанавливать величину экологического коэффициента роста (K_3) по формуле (3):

$$K_3 = K_T \times K_{O_2} \times K_S \times K_{pH} \times K_{гидр} \times K_{корм} \times K_{биот} \times K_{н.ф}, \quad (3)$$

где K_T – коэффициент влияния температуры воды на рост рыб, K_{O_2} – коэффициент влияния кислорода на рост рыб, K_S – коэффициент влияния солености на рост рыб, K_{pH} – коэффициент влияния pH на рост рыб, $K_{гидр}$ – коэффициент влияния гидрологических (гидрохимические являются частью) показателей на рост рыб, $K_{корм}$ – коэффициент влияния кормления на рост рыб, $K_{биот}$ – коэффициент влияния биотехники на рост рыб, $K_{н.ф}$ – коэффициент влияния неучтенных факторов на рост рыб.

Например,

$$K_3 = 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,7 \times 0,9 \times 0,9 \times 0,8.$$

В этом случае $K_3 = 0,7$.

Второй закон Либиха (закон совокупного действия) применим для нестабильно функционирующих систем. В этом случае величина K_3 является результатом перемножения всех частных экологических факторов.

$$K_3 = 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,7 \times 0,9 \times 0,9 \times 0,8 = 0,45.$$

При равных установленных значениях частных экологических факторов величина K_3 по первому закону реализуется на 70%, по второму на 45 %. Если поставить эти значения в формулу для расчета ожидаемой конечной массы выращиваемой форели, то в первом случае $K_M = 0,1 \times 0,7 = 0,07$, во втором $K_M = 0,1 \times 0,45 = 0,045$.

Тогда, для примера, когда начальная масса форели составляет 1 г, а период выращивания 360 сут, по первому закону результат будет следующим:

$$M_K = \left(\frac{0,07 \times 360 + 3\sqrt[3]{1}}{3} \right)^3 = 831 \text{ г.}$$

По второму закону:

$$M_k = \left(\frac{0,045 \times 360 + 3\sqrt[3]{1}}{3} \right)^3 = 262 \text{ г.}$$

Из приведенных примеров видно насколько важно, чтобы рыбоводная система была сбалансирована по всем экологическим факторам. Возможности для широкого раскрытия ростовой потенции у рыб в рыбоводных системах с управляемым режимом абиотических факторов создает более длительный период поддержания его на установленном уровне. В открытых рыбоводных системах раскрытие ростовой потенции по максимальной величине может быть сравнимым с закрытыми, но отмечаться в более короткий период в пределах вегетационного сезона.

Список литературы

1. Купинский, С.Б. Продукционные возможности объектов аквакультуры / С.Б. Купинский. – Астрахань: ДФ АГТУ, 2007. – 133 с.
2. Матишов, Г.Г., Пономарева, Е.Н. Комплексные технологии интенсивного выращивания осетровых рыб / Г.Г. Матишов, Е.Н. Пономарева // Сб. материалов и докладов международного симпозиума «Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата». – Астрахань: АГТУ, 2007 г. – С.68-71.
3. Новоселов, А.П. Стерлядь бассейна р. Северная Двина / А.П. Новоселов // Состояние популяций стерляди в водоемах России и пути их стабилизации: сб. науч. тр./ Москва: ЦУРЭН, 2004. – С. 160 – 173.
4. Новоселов, А.П. Искусственное воспроизводство северодвинской стерляди на отработанных теплых водах промышленных предприятий / А.П. Новоселов // Оценка состояния, охрана и рациональное использование биологических ресурсов водных экосистем в условиях антропогенного воздействия: сб. науч. тр./ Ростов-на-Дону: АЗНИИРХ, 1990. – С. 115 – 117.
5. Стандартная модель массонакопления рыбы / В.Ф. Резников, С.А. Баранов, Е.А. Стариков, Г.И. Толчинский // Механизация и автоматизация рыбоводства и рыболовства во внутренних водоемах: сб. науч. тр./ Москва: ВНИИПРХ, 1978. – С. 182-196.
6. Технология выращивания и эксплуатации маточных стад стерляди в УЗВ / А.В. Ширяев, А.Ю. Киселев, В.А. Слепнев и др. // Сб. науч.-технол. и метод. документации по аквакультуре./ Москва: ВНИИПРХ, 2001. - С.198-206.
7. Хоар, У. Биоэнергетика и рост рыб / У. Хоар, Д. Рендолл, Дж. Бретт. – Москва: Легкая и пищевая пром-сть, 1983. – 408 с.
8. Товарное осетроводство / Е.И. Хрусталева, Т.М. Курапова, Э.В. Бубунец, В.Е. Хрисанфов, А.В. Жигин. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 297 с.

FEATURES OF THE DISCLOSURE OF GROWTH POTENCES IN DIFFERENT OBJECTS OF AQUACULTURE

Khrustalev E., Molchanova K.

The growth of fish is associated with the size (length, mass, exterior) of the fish being grown and is considered as the most important economic indicator reflecting the efficiency of the fish-breeding process. The variety of types of fish farms and fish-breeding methods allows for varying degrees of potency in the disclosure of the growth of fish. With reference to the algorithm for the growth of fish, this influence is reflected in the Arrhenius Van't Hoff's rule. According to this, a line of growth curves is built in accordance with the change in water temperature by 10 °C.

ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ МОЛОДИ ЕВРОПЕЙСКОГО СИГА, ВЫРАЩЕННОЙ В УЗВ ПРИ ИСПЫТАНИИ КОРМОВЫХ РЕЦЕПТУР

¹ Шахова Е. В., ² Серпунин Г. Г.

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
г. Калининград, Россия, e-mail: ¹ lampetra_777@mail.ru ² serpunin@klgtu.ru

В настоящее время крупные зарубежные компании на российском рынке предлагают большое количество импортных кормов для выращивания рыб, при этом на рынке российского кормопроизводства отмечается дефицит качественных отечественных стартовых кормов по оптимальным ценам. В связи с этим разработка новых рецептур стартовых кормов, которые в перспективе удовлетворят не только потребительский спрос, но и станут конкурентоспособными среди мировых аналогов по качеству и себестоимости, приобретает все большее значение.

В 2016 г. сотрудниками ФГБНУ «АтлантНИРО» были разработаны две экспериментальные рецептуры корма для молоди европейского сига, которые могли бы повысить жизнестойкость молоди и имели низкую стоимость.

Работа по испытанию двух экспериментальных рецептур корма для молоди европейского сига проводилась в период с 29.05 по 20.07.2016 г. на производственных мощностях экспериментального рыбоводного цеха ФГБНУ «АтлантНИРО», расположенного на территории НП «Куршская коса», в пос. Лесное Калининградской области.

Для испытания новых рецептур корма использовали молодь европейского сига с начальной массой тела около 0,5 г. Начальная плотность посадки в бассейны составила 250 г/м³. Всего использовали шесть бассейнов (номера 1, 2, 3, 4, 5, 6) объемом 0,5 м³ каждый, так как испытания новых кормов проводили в двух повторностях. В два бассейна (№ 1, 2) были посажены рыбы контрольной группы, для кормления которых использовали корм Aller Futura (Дания), применяемый для выращивания молоди сига в ФГБНУ «АтлантНИРО». В четырех бассейнах находилась рыба, которую кормили испытываемыми кормами: рецептура № 1 (опыт 1) – в бассейнах 3 и 4, рецептура № 2 (опыт 2) – в бассейнах 5 и 6.

Общий химический состав кормов приведен в табл. 1.

Таблица 1 – Общий химический состав кормов, использованных в кормлении сига

Вид корма	Химический состав, %				
	влага	жир	белок	зола	углеводы (по разнице)
Aller Futura	8,3	15,3	60,4	11,7	2,9
Рецептура № 1	11,2	13,4	53,5	17,2	1,8
Рецептура № 2	10,1	11,2	56,8	16,6	1,4

Кормление рыб проводили ежедневно каждые 2 ч в светлое время суток. Для расчета суточных доз кормления использовали предлагаемые суточные рационы для корма Aller Futura с корректировкой по фактическому потреблению и физиологическому состоянию молоди.

В период испытания в бассейнах УЗВ контролировали температуру воды, концентрацию кислорода, рН, нитритов, нитратов, аммония, железа и жесткость воды. Гидрохимические показатели воды в бассейнах УЗВ в период исследования соответствовали рыбохозяйственным требованиям к воде при выращивании молоди сиговых.

Перед началом и после окончания проведения испытания нового корма выполняли биологический анализ молоди сига со вскрытием особей. Во время проведения испытания для определения изменения массы тела выращиваемую рыбу взвешивали.

В период исследования определяли физиологическое состояние молоди сига контрольных

и опытных групп по гематологическим показателям, которые весьма чувствительны к качеству корма.

Первый раз кровь для анализа взяли 02.06.2016 г. у общей выборки рыб (15 экз.) перед началом кормления экспериментальными кормами. В конце исследования экспериментальных кормов 20.07.2016 г. кровь на анализ взяли повторно у контрольной (15 экз.) и двух опытных (20 экз.) групп рыб. Кровь брали из хвостового гемального канала рыб прижизненно сразу после их вылова. Гематологические исследования проводили по единым отработанным на кафедре аквакультуры методикам [1, 2].

Из показателей крови у молоди сига исследовали концентрацию эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов, гемоглобина, а также содержание гемоглобина в эритроците и цветной показатель. На мазках крови идентифицировали и подсчитывали форменные элементы нейтрофильного, эозинофильного, моноцитоидного, базофильного и лимфоидного рядов. Определяли индексы сдвига нейтрофилов и лейкоцитов. Кроме подсчета форменных элементов крови, вели подсчет патологических форм клеток.

Отсутствие достоверных различий по всем исследуемым показателям между повторностями, позволило объединить данные двух повторностей и в дальнейшем сравнить контрольную группу рыб с опытными группами. Изменения массы тела по данным контрольных обловов при выращивании молоди сига в период с 30.05 по 20.07.2016 г. на различных кормах приведены на рис. 1.

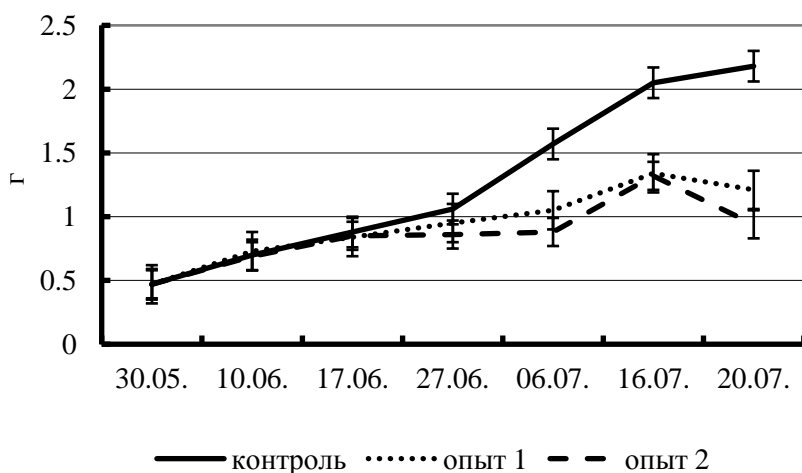


Рисунок 1 – Изменение массы тела молоди сига в контрольных и опытных бассейнах

За весь период испытания кормов (с 30.05. по 20.07.2016 г.) наибольший отход рыбы был отмечен в опыте 2 (бассейны 5 и 6), где испытывался корм рецептуры 2. Отход в этих бассейнах составил 84,7 % (рис. 2). В опытных бассейнах 3 и 4 (опыт 1), где испытывался корм рецептуры 1, отход был несколько ниже и составил 76,0 %. Наименьший отход за период исследований был зафиксирован в контрольных бассейнах 1 и 2 и составил 11,2 %.

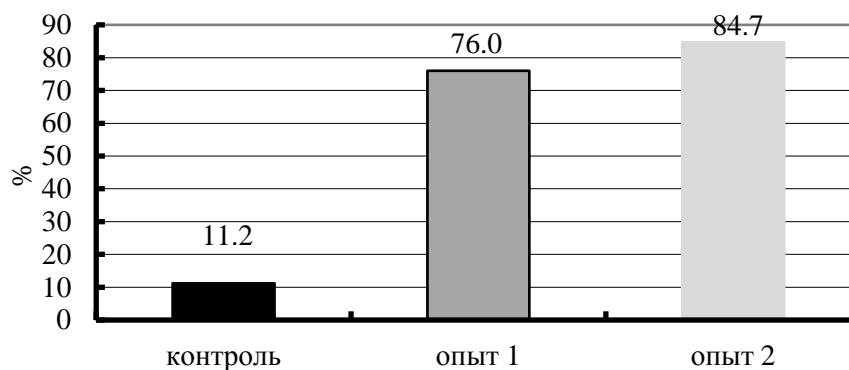


Рисунок 2 – Отход рыбы за период испытания двух рецептур кормов

Основная причина гибели рыб опытных групп была связана с травмированием стенок пищеварительного тракта острыми образованиями в гранулах корма испытуемых рецептур 1 и 2 (которые, вероятно, образовались в результате карамелизации углеводов при приготовлении корма при повышенных температурах), что привело к нарушению пищеварения и моторной функции кишечника. Вскрытие молоди обеих опытных групп сига в период их массового отхода, начавшегося в начале июля, показало, что в желудочно-кишечном тракте образовались порезы, вызвавшие кровотечения и представляющие потенциальную опасность для жизни рыб. Испытуемый корм накапливался в переднем отделе кишечника, сильно растягивая его стенки, в связи с непроходимостью пищевого комка ввиду отсутствия моторики поврежденных стенок кишечника.

У опытной группы рыб, которая потребляла рецептуру 2, в конце исследования отмечалась достоверно меньшая концентрация гемоглобина ($p < 0,05$) и большая концентрация тромбоцитов ($p < 0,05$) в сравнении с контрольной группой (табл. 2).

Общая концентрация лейкоцитов к концу испытания рецептур достоверно снизилась только у контрольной группы ($p < 0,05$).

Среди клеток белой крови на мазках были идентифицированы 10 форм лейкоцитов. Исследование лейкоцитарной формулы молоди сига показало, что среди лимфоцитов у всех групп рыб преобладали малые лимфоциты.

Среди клеток миелоидного ряда преобладали нейтрофильные метамиелоциты, процент которых к концу испытания рецептур в контрольной группе рыб достоверно снизился ($p < 0,05$), в опытной группе 1 не изменился, а в опытной группе 2 достоверно увеличился ($p < 0,01$). Кроме того, в опытной группе 2 к концу испытания рецептур было зафиксировано достоверное увеличение нейтрофильных миелоцитов ($p < 0,01$), палочкоядерных нейтрофилов ($p < 0,01$) и, как следствие, общего числа нейтрофилов ($p < 0,01$) в сравнении с началом опыта. В контрольной группе рыб было зафиксировано снижение общего числа нейтрофилов ($p < 0,01$) к концу испытания рецептур за счет достоверного снижения миелоцитов и метамиелоцитов нейтрофильных при $p < 0,05$ (табл. 2).

Повышение общего относительного количества нейтрофилов в крови опытных групп рыб является отражением защиты организма от воспалений, которые были обнаружены при вскрытии. В связи с чем можно сделать вывод, что нейтрофилез в сочетании с лейкоцитозом у рыб опытных групп был вызван воспалительным процессом, возникшим при травматизации тканей пищеварительного тракта, которая у опытной группы 2 была сильно выражена.

Из патологических форм клеток в крови исследованных рыб всех групп встречались тени ядер и гемолизованные клетки. Достоверные изменения в период испытания рецептур коснулись только теней ядер. Их процентное количество существенно увеличилось к концу испытания в контрольной группе ($p < 0,05$) и в опытной группе 2 ($p < 0,05$). В опытной группе 1 также было отмечено увеличение этих патологических структур, но оно было не достоверным

Таблица 2 – Показатели крови молодежи сига

Показатель	Начало опыта	Конец опыта		
		контроль	рецепт 1	рецепт 2
<i>Концентрационные показатели</i>				
Концентрация эритроцитов, Г·л ⁻¹	-	0,96±0,06 22,7	0,94±0,07 21,2	0,87±0,08 19,3
Концентрация лейкоцитов, Г·л ⁻¹	23,75±3,07 ¹ 46,7	15,83±2,30 ¹ 54,3	16,75±3,77 67,5	17,00±3,46 61,1
Концентрация тромбоцитов, Г·л ⁻¹	30,00±5,90 70,9	20,33±3,03 ¹ 55,7	29,75±4,45 44,9	35,25±4,49 ¹ 38,2
Концентрация гемоглобина, г·л ⁻¹	-	49,08±3,07 ¹ 22,6	46,38±3,43 19,6	40,57±2,06 ¹ 13,4
Содержание гемоглобина в эритроците, пг	-	0,57±0,09 58,0	0,56±0,02 11,4	0,56±0,02 6,6
Цветной показатель, пг	-	0,02±0,01 58,0	0,02±0,01 11,4	0,02±0,01 6,6
<i>Лейкоцитарная формула, %</i>				
Промиелоциты нейтрофильные	3,08±0,80 93,2	1,50±0,15 ^{2,3} 38,5	4,25±0,74 ² 52,2	3,00±0,27 ³ 27,2
Миелоциты нейтрофильные	4,36±0,83 ^{1,2} 68,9	2,25±0,26 ^{1,2,3} 42,9	4,44±0,71 ^{2,2} 47,9	8,80±1,22 ^{2,2,3} 41,4
Метамиелоциты нейтрофильные	9,64±1,56 ^{1,2} 58,2	5,07±1,01 ^{1,1,3} 74,8	10,00±1,98 ^{1,2} 59,3	20,90±2,91 ^{2,2,3} 41,8
Палочкоядерные нейтрофилы	5,00±1,00 ² 71,9	3,15±0,39 ^{1,3} 46,4	5,50±0,98 ^{1,1} 53,7	13,50±2,63 ^{2,1,3} 58,5
Сегментоядерные нейтрофилы	3,21±0,88 99,3	1,89±0,21 ^{1,2} 41,4	4,25±1,04 ¹ 73,1	6,11±1,37 ² 67,2
Общее число нейтрофилов	24,86±3,37 ^{2,2} 48,9	11,29±1,92 ^{2,2,3} 63,6	24,60±4,30 ^{2,2} 52,4	49,90±5,88 ^{2,2,3} 35,4
Псевдоэозинофилы	2,22±0,41 66,7	1,63±0,28 65,3	2,00±0,47 70,7	1,89±0,65 104,0
Моноциты	1,00±0,01 0,1	1,00±0,01 0,1	1,00±0,01 0,1	1,00±0,01 0,1
Псевдобазофилы	3,50±0,58 60,1	2,58±0,42 ¹ 60,6	4,89±1,10 67,4	4,50±0,81 ¹ 53,7
Большие лимфоциты	13,00±1,23 ^{1,2,2} 34,0	8,93±0,83 ¹ 34,8	8,40±0,83 ² 29,8	8,00±0,89 ² 33,3
Малые лимфоциты	57,14±3,77 ^{2,3} 23,8	76,73±2,92 ^{3,1,3} 14,3	60,80±5,82 ^{1,2} 28,7	35,50±6,30 ^{2,2,3} 53,2
Общее число лимфоцитов	70,14±3,61 ^{2,3} 18,5	85,67±2,30 ^{2,1,3} 10,0	69,20±5,65 ^{1,2} 24,5	43,50±5,91 ^{3,2,3} 40,8
Индекс сдвига лейкоцитов	0,47±0,08 ^{2,2} 60,9	0,17±0,14 ^{2,2} 80,0	0,56±0,19 ¹ 104,6	1,68±0,40 ^{2,1,2} 71,8
Индекс сдвига нейтрофилов	11,28±2,67 85,5	7,52±1,50 74,5	8,50±2,52 89,0	10,23±1,84 53,9
Тени ядер	1,68±0,66 ^{1,1} 141,4	4,54±0,92 ¹ 75,9	3,24±0,89 82,9	5,00±1,10 ¹ 66,0
Гемолизированные клетки	4,16±1,07 92,5	7,51±1,75 87,3	6,94±2,26 97,7	7,34±2,39 97,8

Примечание. Над чертой среднее значение показателя и ошибка средней, под чертой - коэффициент вариации в %.

^{1, 2, 3} - различия между группами (начало и конец опыта) достоверны соответственно при $p < 0,05$; 0,01; 0,001;

^{1, 2, 3} - различия между контрольной и опытными группами в конце опыта достоверны соответственно при $p < 0,05$; 0,01; 0,001.

Заключение

Влияние кормов низкого качества отражается на активности роста и физиологическом состоянии рыб, которое можно выявить по показателям крови на начальных этапах кормления, когда рыба еще находится в жизнеспособном состоянии. Развитие воспалительного процесса в пищеварительном тракте молоди сига в результате кормления кормом, содержащим острые карамелизированные частицы, независимо от рецептуры, приводит к существенным изменениям в крови рыб: увеличению концентрации тромбоцитов, лейкоцитов, общего числа нейтрофилов за счет миелоцитов и метамиелоцитов нейтрофильных, палочкоядерных и сегментоядерных нейтрофилов, индекса сдвига лейкоцитов, а также снижению концентрации гемоглобина и общего числа лимфоцитов. Решающее значение для физиологического состояния молоди сига и ее жизнеспособности имеет не рецептура корма, а физическое состояние его частиц.

Список литературы

1. Серпунин, Г.Г. Гематологические показатели адаптации рыб / Г.Г. Серпунин: дис. ... д-ра биол. наук. Калининград: КГТУ, 2002. - 482 с.
2. Серпунин, Г.Г. Методы гематологических исследований рыб / Г.Г. Серпунин, Л.В. Савина. Калининград: КГТУ, 2005. - 53 с.

INDICATORS OF THE BLOOD OF YOUNG PEOPLE OF EUROPEAN SIGA, GROWTH IN UZV AT THE TEST OF FEED RECEPTURES

Shakhova E.V., Serpunin G.G.

The development of the inflammatory process in the digestive tract of juvenile whitefish as a result of feeding with food containing acute caramelized particles, regardless of the formulation, leads to significant changes in the blood of fish: an increase in the concentration of platelets, leukocytes, the total number of neutrophils, the leukocyte shift index, Hemoglobin and total number of lymphocytes. The decisive significance for the physiological state of the youngfish and its viability is not the formulation of the feed, but the physical state of its particles.

СЕКЦИЯ «ЭКОЛОГИЯ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ»

УДК 574.32: 595.771

ХИРОНОМИДЫ (DIPTERA: CHIRONOMIDAE) КАК ЭКСПРЕСС – МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМОВ

¹Арамова О.Ю., ²Калинина Е. А., ³Винокурова Н.В.

ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»,
Калининград, Россия, ¹ aramova.olya@mail.ru, ²ЕАKalinina1@kantiana.ru ³NVinokurova@kantiana.ru

Проведена экспресс оценка экологического состояния двух исследованных впервые водоемов Калининградской области (пруда п. Кострово и озера Чайка) с использованием индексов видового разнообразия сообществ хирономид.

Введение

Вопрос экологической безопасности и развития Российской Федерации является неотъемлемой частью формирования современного экологоориентированного общества. В связи с этим, в январе 2016 года В. В. Путин подписал указ о проведении в 2017 году в Российской Федерации Года экологии. Экологический мониторинг, основанный на слежении за состоянием отдельных видов и интеграции результатов, дает возможность описать достаточно полную экологическую картину экосистемы в целом.

Известно, что комары звонцы (Diptera: Chironomidae) – это важнейшие массовые и повсеместно распространенные в природе двукрылые насекомые. Они являются не только кормовыми объектами рыб, но и играют важную роль в самоочищении водоемов. Хирономид используют и в качестве биоиндикаторных организмов. Кроме того, наличие в их клетках политенных хромосом позволяет применять личинок комаров звонцов цитогенетиками и молекулярными биологами в лабораторных исследованиях [7]. Также многие исследователи обращают внимание на процессы, которые позволяют выявить взаимосвязь экологических факторов, в том числе связанных с загрязнением, и микроэволюционных процессов ряда видов, в том числе и относящихся к хирономидам.

В связи с вышеизложенным, целью настоящей работы явилось формирование экспресс модели для оценки экологического состояния двух водоёмов на основе качественно-количественных характеристик видового разнообразия сообществ хирономид.

Материалы и методы

Материалом для данной работы послужили пробы личинок хирономид, собранные в июле и августе 2014 года в пруду п. Кострово и озера Чайка.

Сбор проб и анализ качественно количественного профиля, фиксация материала, приготовление морфологических и цитогенетических препаратов производились по рекомендуемым стандартным методикам [4, 6]. Препараты фотографировали с помощью микроскопа ZEISS с фотокамерой Axio Cam MRc5 (10x20).

Видовое разнообразие сообщества хирономид исследуемых водоемов оценивалось с использованием индексов видового богатства Маргалефа, видового разнообразия Шеннона и Симпсона, доминирования Паляя-Ковнацки и класса качества вод Балушкиной.

Результаты и обсуждение

Объектами для исследования видового состава послужили сообщества хирономид двух водоемов: пруд п. Кострово и озеро Чайка.

Пруд п. Кострово (54°44'21.0"N 20°06'02.5"E) возник на месте искусственно вырытого котлована (для построения жилого дома). Длина водоема – 1,59 км. Донные отложения водоема

представлены песчаным грунтом. Вдоль берега озера произрастают древесные и кустарниковые сообщества, представленные ольхой, ивой и орешником, травянистая и прибрежно-водная растительность: рогоз широколистный и тростник обыкновенный.

Озеро Чайка (54°44'21.0"N 20°06'02.5"E) располагается в п. Рыбачий. Данное озеро является самым крупным пресноводным озером на территории национального парка «Куршская коса». Площадь озера составляет 0,22 км², длина – около 1,4 км², максимальная ширина – около 0,4 км, средняя и максимальная глубина – 0,4 и 1,5 м, соответственно [8]. Дно озера песчаное. Из растений на пруду были обнаружены: рогоз узколистный, рогоз широколистный, тростник, камыш озерный, паслен.

Таблица 1-Видовой состав личинок хирономид исследованных водоемов

№	Идентифицированные виды	Водоемы	
		Пруд п. Кострово	Озеро Чайка
<i>1. n/сем.Chironominae</i>			
<i>Труба Chironomini</i>			
1.	<i>Chironomus aprilius</i> Meigen	+	-
2.	<i>Chironomus melanotus</i> Keyl *	+	-
3.	<i>Chironomus dorsalis</i> Meigen	+	-
4.	<i>Polypedilum nubeculosum</i> Meigen	-	+
5.	<i>Endochironomus albipennis</i> Meigen	-	+
6.	<i>Glyptotendipes paripes</i> Edwards	+	+
7.	<i>Glyptotendipes glaucus</i> Meigen	+	+
<i>Труба Tanitarsini</i>			
8.	<i>Cladotanytarsus mancus</i> Walker	-	+
<i>2. n/сем.Orthocladinae</i>			
9.	<i>Cricotopus sylvestris</i> Fabricius	-	+

Примечание: «+» - вид присутствует, «-» - вид отсутствует, * - вид, впервые отмеченный для Калининградской области.

Эколого-фаунистические исследования показали присутствие в водоемах личинок хирономид из двух п/сем: *Chironominae* и *Orthocladinae*. Подсемейство *Chironominae* было представлено трибой *Chironomini* и трибой *Tanitarsini*. В целом, в пруду п. Кострово было идентифицировано 5 видов, а в озере Чайка 6 видов хирономид (табл. 1).

Chironomus melanotus Keyl, обнаруженный в пруду п. Кострово, впервые отмечен в Калининградской области. Данный вид встречается в Центральной Азии (Респ. Казахстан), в России же распространен в Западной Сибири и Туве. *Ch. melanotus* также был обнаружен в ряде стран Европы: Польша, Германия, Словакия, Чехия, Финляндия, Италия и Норвегия [5, 12].

Polypedilum nubeculosum Meigen был обнаружен в озере Чайка в 2014 году. В более ранних исследованиях (2007 – 2010 гг.) этот вид отмечался только в водоемах юго восточной части Калининградской области. В России он встречается в дельтах р. Волги, Северном Каспии, малых реках п – ва Ямал и Алтайском крае.

Также этот вид был определён в следующих странах Европы: Финляндия, Бельгия, Норвегия, Португалия, Канада, США, Дания, Германия, Словения, Хорватия, Англия, Франция, Польша, Румыния, Пиренейский п-в [3, 9, 11, 13, 14].

По причине отсутствия растительности в точках сбора личинок хирономид в пруду п. Кострово, личинки были найдены только в донных отложениях. Из расчетов численности и биомассы данные показывают следующее: средние показатели численности в пруду п. Кострово 6,9 экз./м², а биомассы 22,2 г/ м², в озере Чайка 8,8 экз./м² и 26,2 г/ м² соответственно.

На диаграмме заметно, что средние данные численности и биомассы озера Чайка

превышают эти показатели в пруду п.Кострово на 18–28% соответственно (рис. 1).

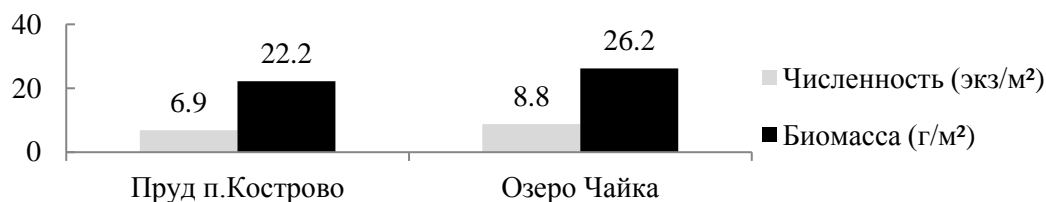


Рисунок 1 - Средние показатели численности и биомассы двух водоемов

Следующим этапом для оценки качества биоразнообразия хирономид водоемов послужил расчет индексов видового разнообразия.

Таблица 2 - Показатели индексов, характеризующих сообщество хирономид двух водоемов

№	Показатель	Водоемы	
		Пруд п. Кострово	Оз. Чайка
		июль 2014 г.	август 2014 г.
1.	Количество видов (n)	5	6
2.	Индекс видового богатства Маргалефа (d)	1,4	1,7
3.	Индекс видового разнообразия Шеннона (H)	2,26	5,37
4.	Индекс Симпсона (C)	1,01	0,54
5.	Индекс Балушкиной (K)	0,9	0,4

Величина индекса доминирования Палия Ковнацки, показала наличие ярко выраженных доминант: *Ch. aprilinus* в пруду п. Кострово и *G. glaucus* в озере Чайка. Субдоминантами для данных водоемов являются *Ch. melanotus* (пруд п. Кострово) и *Cl. mancus* (озеро Чайка) (рис. 2).

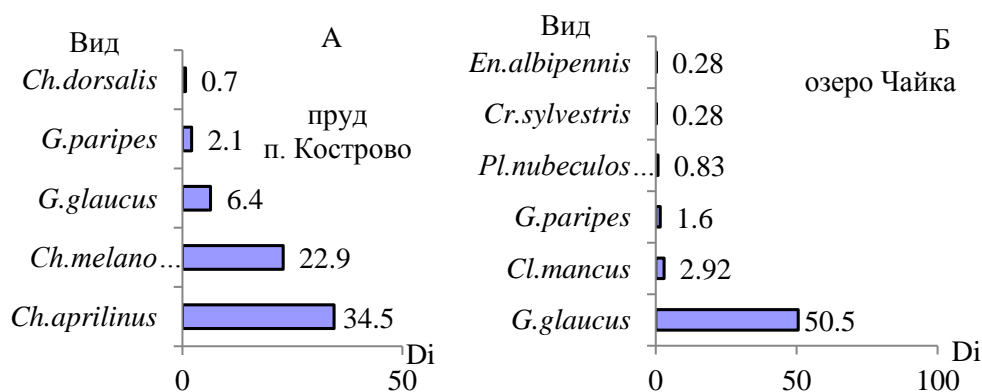


Рисунок 2 - Распределение видов по значению индекса доминирования Палия Ковнацки (D_i): А – пруд п. Кострово, Б – озеро Чайка

Предыдущие мониторинговые исследования озера Чайка, проведенные в 2013 г., также указывают на доминирование вида *G. glaucus* [1]. Стоит отметить, что данный водоем является объектом исследования зоопланктона калининградских ученых, которые также отмечают постоянное присутствие в озере личинок комаров сем. *Chironomidae* [2].

Индекс Маргалефа (1,4-1,7) рассчитанный по количеству семейств и видов в исследованных водоемах указывает на средний уровень видового богатства (табл. 2). Это может быть обусловлено загрязнением водоемов, которые на данный момент подвергаются постоянному антропогенному прессингу.

Индекс разнообразия Симпсона может использоваться для подтверждения наличия преобладающего вида формирующего общую численность личинок в сообществах хирономид исследуемых водоемов и позволяет установить количество возможных связей между

внутренними элементами экосистемы [10]. Данный индекс для пруда п. Кострово и озера Чайка (1,01; 0,54) показывает высокие значения, что объясняется сравнительно небольшим количеством видов и подтверждает наличие доминант (табл. 2).

На основании полученных для исследуемых сообществ хирономид величин индексов Балушкиной и Шеннона пруд п. Кострово и озеро Чайка можно отнести к группе умеренно загрязненных водоемов (табл. 2).

Присутствие вида олиготрофа *Cricotopus sylvestris* (п/сем.: *Ortocladiinae*) в озере Чайка, в свою очередь, указывает на существующую возможность водоема к самоочищению.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования получен первый детальный список видов хирономид двух водоемов северо запада Калининградской области (Зеленоградский р-он): пруд п. Кострово и озеро Чайка. Всего идентифицировано 9 видов хирономид из двух подсемейств. В регионе впервые выявлен вид *Chironomus melanotus* (пруд п. Кострово). Отмечено преобладание β мезосапробных видов хирономид, что свидетельствует о среднем уровне органического загрязнения.

Средние показатели численности и биомассы водоема озера Чайка заметно превышали эти показатели для пруда п. Кострово. Индексы Палия-Ковнацки, Шеннона и Симпсона выявили ярко выраженных доминант в водоеме п. Кострово (*Ch. aprilinus*) и озера Чайки (*G. glaucus*). Стоит отметить, что наблюдаемая для Голарктики миграционная тенденция хирономид обнаружена и в Калининградской области на примере миграции вида *Polypedilum nubeculosum* с юго-востока на северо-запад региона.

Значение индекса Маргалефа свидетельствуют о среднем уровне видового богатства популяции хирономид исследованных водоемов. По индексам Шеннона и Балушкиной водоемы характеризуются как умеренно загрязненные. Таким образом, выявлена взаимосвязь особенностей видового разнообразия и количественных показателей сообществ хирономид с уровнем антропогенной нагрузки на исследованные водоемы, что может быть использовано в качестве экспресс-модели для первичной экологической оценки их состояния.

В целом, полученные данные дополняют видовой кадастр хирономид Калининградской области и подтверждают возможность использования личинок хирономид в качестве биоиндикаторных организмов.

Работа выполнена в рамках «Проекта повышения конкурентоспособности ведущих российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров» Балтийского федерального университета имени Иммануила Канта.

Список литературы

1. Винокурова, Н.В. Первое описание сообщества хирономид озера Чайка национального парка «Куршская коса» / Н.В. Винокурова, Е.А. Гапаненко // SWorld. – 2015. – № 1. – С. 15 – 19.
2. Герб, М.А. Оценка экологического состояния озера Чайка (Куршская коса) по гидробиологическим и гидрохимическим показателям / М.А. Герб, Е.К. Ланге, М.В. Лятун, Ю.Ю. Полунина, Е.Е. Ежова, Н.В. Чибисова // Известия КГТУ. – 2014. – №34. – С. 52 – 60.
3. Зинченко, Т.Д. Изучение хирономид (Diptera, Chironomidae) в низовьях Волги и в северном Каспии и их многолетнее изменение биомассы / Т.Д. Зинченко, Л.В. Малиновская // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2013. – № 3-1. – С. 508 – 517.
4. Кариотипы и морфология личинок трибы Chironomini. Атлас. / И.А. Кикнадзе [и др.]. – Новосибирск: Наука, 1991. – 115 с.
5. Кикнадзе, И.И. Кариотипы и хромосомный полиморфизм сибирских видов хирономид (Diptera, Chironomidae) / И.И. Кикнадзе, А.Г. Истомина // Сибирский экологический журнал. – 2000. – № 4. – С. 445 – 460.
6. Методическое пособие по изучению хирономид / под ред. Ф. Ахроров – Душанбе: Дониш, 1982. – 84 с.
7. Нарчук, Э.П. Определитель семейств двукрылых насекомых фауны России и

сопредельных стран (с кратким обзором семейств мировой фауны): учеб. для вузов / Э.П. Нарчук. – Санкт-Петербург: Зоологический институт РАН. – 2003. – 253 с.

8. Цыбалева Г.А. Оценка состояния озер Бобровое и Ржавое Куршской косы по гидробиологическим показателям / Г.А. Цыбалева, С.Ю. Кузьмин // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса»: сб. науч. ст. – Калининград: Изд-во РГУ им. И.Канта, 2007. – Вып. 5. – С. 225 – 235.

9. Шибаева, М.Н. Видовое разнообразие зообентоса, биоиндикация и экологическое состояние озер Калининградской области / М.Н. Шибаева, Е.П. Матвеева, Е.А. Масюткина // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. – 2011. – № 7. – С. 91-96.

10. Шитиков, В.К. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации: учеб.- метод, пособие / В. К Шитиков., Г. С. Розенберг, Т.Д. Зинченко. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с.

11. Armitage, P.D. The Chironomidae: Biology and ecology of non-biting midges:book / P.D. Armitage, L.C. Pinder, P. Cranston – London: Springer Science & Business Media, 2012. – 572 p.

12. Jabłońska-Barna, I., Szarek-Gwiazda E., Michailova P. Environmental agents in Lake Łuknajno (Poland) affecting the genome of *Chironomus melanotus* Keyl, 1961 (Diptera, Chironomidae) — a new species of Polish fauna / I. Jabłońska-Barna, E. Szarek-Gwiazda, P. Michailova // Journal Oceanological and Hydrobiological Studies. – 2013. – № 2. – pp. 164 – 172.

13. Ramesh, D. Gulati, Eddy Lammens, Niels DePauw, Ellen Van Donk: Shallow Lakes in a Changing World: Proceedings of the 5th International Symposium on Shallow Lakes, held at Dalfsen, The Netherlands, 5-9 June 2005. – London: Springer Science & Business Media, 2007. – 466 p.

14. Soriano, O, Cobo F. Lista faunística de los quironómidos (Diptera, Chironomidae) de la Península Ibérica e Islas Baleares / O. Soriano, F. Cobo // Listas de la Flora y Fauna de las Aguas Continentales de la Península Ibérica, Asociación Española de Limnología. – 1997. pp. 1 – 210.

CHIRONOMIDES (DIPTERA: CHIRONOMIDAE) AS EXPRESS - MODEL OF ESTIMATION OF ENVIRONMENTAL STATE OF WATER

Aramova O, Kalinina E., Vinokurova N.

Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia.

Conducted express - assessment of the ecological state of the two new ly studied reservoirs of the Kaliningrad region (pond in Kostrovo and Chaika Lake) using the indices of species diversity of chironomid communities.

УДК 551.46:639.2

ЛЕДОВЫЕ УСЛОВИЯ В АНТАРКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ АТЛАНТИКИ КАК ВАЖНЫЙ ФАКТОР РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ БИОРЕСУРСОВ АНТАРКТИЧЕСКОГО КРИЛЯ

¹Благодунов И.С., ²Чернышков П.П.

ФГБОУ ВО «КГТУ», Калининград, РФ, ¹ilya.blagodurov@klgtu.ru,
²pavel.chernyshkov@klgtu.ru

Введение

В соответствии с Концепцией развития рыбной отрасли России до 2030 г., разработанной на основе новой редакции принятого 3 июля 2016 г. Федерального закона «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов», в течение 7-10 ближайших лет в России должно быть введено в эксплуатацию не менее 50 единиц добывающего флота с суммарной

производственной нагрузкой по вылову порядка 2 млн. тонн [8]. Такое увеличение вылова может быть достигнуто только за счет вовлечения в промысел недоиспользуемых в настоящее время промысловых объектов. Одним из таких объектов является антарктический криль.

По оценкам Международной комиссии по сохранению морских живых ресурсов Антарктики (CCAMLR), общий допустимый улов этого объекта во всей акватории Антарктики составляет около 8.3 млн. т в год, в том числе 5.61 млн. т – в Антарктической части Атлантики (АчА) [9].

Промысловые запасы криля в АчА были выявлены и исследованы отечественными учеными, и в 1974-1991 гг. осуществлялся промысел этого объекта с годовым выловом на уровне 350-400 т. С 1992 г. промысел был прекращен по причинам, не связанным с состоянием сырьевой базы.

В результате выполненных ранее исследований [2] установлено, что биомасса и распределение промысловых скоплений криля в АчА испытывают существенные межгодовые изменения под влиянием гидрометеорологических и океанологических условий. Одним из главных индикаторов экологических процессов в Антарктике являются ледовые условия: количество и северная граница распространения плавучих льдов, их сплоченность, количество айсбергов. Кроме того, эти параметры ледовых условий лежат в основе обеспечения безопасности мореплавания и выполнения промысловых операций в основном промысловом районе АчА – море Скотия и приостровных шельфах Южных Оркнейских и Южных Шетландских островов и острова Южная Георгия [5]. Таким образом, понимание масштабов и механизмов межгодовых и сезонных изменений ледовых условий представляется одной из важнейших задач, решение которых необходимо для создания научной основы возобновления российского промысла криля в АчА [7].

В связи с этим цель работы состояла в исследовании межгодовых изменений ледовых условий в АчА, как индикатора биомассы и распределения промысловых скоплений антарктического криля и как основы для организации и ведения безопасного промысла.

Результаты и обсуждение

С использованием самых современных данных по ледовым условиям в Антарктике и АчА [10] установлены общие закономерности сезонных и межгодовых изменений ледовых условий. Описан Атлантический ледяной массив – самый мощный в Антарктике, зимой он увеличивает свою площадь до максимальной под влиянием циклонической циркуляции вод, а также из-за выноса плавучих льдов из морей Беллинсгаузена и Уэдделла.

Амплитуда сезонных колебаний площади дрейфующего льда в АчА значительно больше, чем в остальных частях Антарктики. При этом здесь отмечается существенное различие в межгодовых изменениях в западной и восточной частях. Характерной особенностью АчА является наличие большого количества айсбергов. Наибольшее количество айсбергов сосредоточено в 75-100-мильной полосе у шельфовых ледников. Обычно наблюдается значительное количество айсбергов, сидящих на мели у Южных Шетландских и Южных Оркнейских островов.

В АчА выявлено 3 подрайона, различающихся по характеру изменений ледовых условий. В подрайоне 1 ледовые условия определяются западной частью климатического циклона с центром около 40°з.д. Район 2 по своим климатическим условиям близок к первому. Характерной его особенностью является то, что западная часть района находится в восточной части климатического циклона (40°з.д.) и зоне мощного ответвления АЦТ, воздушных масс и поверхностных вод от побережья к северу. Здесь формируется мощная зона дивергенции потоков. В морях Лазарева и Рисер-Ларсена (подрайон 3) преобладают выносные потоки воздушных и водных масс, а также плавучих льдов, поскольку большая часть района расположена в западной части климатического циклона с центром около 30°в.д.

Каждый подрайон АчА, представляющий собой относительно изолированную акваторию промысла, характеризуется своими навигационными ледовыми условиями. Самые неблагоприятные условия для плавания и ведения промысла наблюдаются в районе 2 (северная часть моря Уэдделла), потому что даже в самое благоприятное время года преобладают очень

сплоченные мощные льды, которые представляют серьезную опасность для судоходства. Остальные районы характеризуются чуть более благоприятными условиями, там возможен круглогодичный промысел.

Современные исследования показывают, что площадь зимнего распространения льда в АЧА с каждым годом увеличивается, и зимняя граница кромки льда все больше сдвигается на север. Этот факт должен учитываться при разработке оценок межгодовых изменений биомассы и распределения промысловых скоплений криля в традиционных районах промысла.

Ледовый режим в Антарктической части Атлантики формируется в результате сложного взаимодействия между атмосферой, океаном и морским льдом [4-5]. Местные климатические условия зависят от изменений в тропических частях Атлантического и Тихого океана, в частности явления «Эль-Ниньо – Южное колебание». Индекс Южного колебания рассчитывается, как отклонение разности значений атмосферного давления на уровне моря между пунктами Дарвин и Таити от многолетней нормы.

Отрицательные значения индекса Южного колебания соответствуют периодам развития Эль-Ниньо, когда температура воды в тропической зоне Тихого океана превышает норму, ослабевают пассаты, сокращается количество облаков и осадков в тропиках и субтропиках Южного полушария и формируется положительная аномалия геопотенциала в средней тропосфере над Западной Антарктикой. Напротив, явление Ла-Нинья характеризуется отрицательной аномалией температуры в тропической зоне Тихого океана, усилением конвективных процессов при формировании тропической облачности, усилением пассатов, высокими положительными значениями индекса Южного колебания и отрицательными аномалиями геопотенциала на уровне 500 гПа к западу от полуострова. Во время Эль-Ниньо (Ла-Нинья) температура воздуха на станциях Антарктического полуострова, как правило, падает (возрастает) [3].

Помимо явления «Эль-Ниньо – Южное колебание», имеющего планетарный масштаб, важную роль в формировании климата и ледовых условий в Антарктической части Атлантики играет Антарктическое колебание, которое представляет собою разности осредненных по долготе значений атмосферного давления между сороковыми и шестидесятыми широтами. Она характеризует внесезонную структуру крупномасштабной тропосферной циркуляции в умеренных и высоких широтах Южного полушария, характеризует интенсивность циркумполярного массопереноса и описывается параметрами пространственных аномалий приземного давления или геопотенциала в нижней тропосфере [3-4].

Выводы

Предварительный анализ рядов параметров гидрометеорологических и ледовых условий в районе Антарктической части Атлантики за последние 30 лет свидетельствует о преобладании крупномасштабных атмосферных процессов в формировании климатических и ледовых условий в регионе. Это может служить основой для оценки ожидаемых ледовых условий в АЧА.

Продолжение работ планируется в сопоставлении аналогичных параметров в период интенсивного промысла антарктического криля (1975-1991 гг.) с межгодовыми изменениями биомассы и плотности скопления криля в традиционных промысловых районах.

Список литературы

1. Антипов, Н.Н. Циркуляция и структура вод западной части моря Уэдделла по данным натурного эксперимента «Дрейфующая станция «Уэдделл-1» / Н.Н. Антипов, А.И. Данилов, А.В. Клепиков // Антарктика: сб. статей. Москва: Наука, 1998. - Вып. 34. - С. 5–30.
2. Бизиков, В.А. История изучения и освоения запасов антарктического криля: перспективы его промысла отечественным флотом / В.А. Бизиков, К.В. Шуст // Труды ВНИРО, 2007. - Т.147 - С. 11-26.
3. Данилов, А.И. Полярная метеорология (результаты работ за 2003–2006) / А.И. Данилов, В.Е. Лагун // Известия РАН. Сер. Физика атмосферы и океана. 2009. - Т. 45. - № 4. - С. 54–61.
4. Данилов, А.И. Текущие изменения климата Антарктики и сценарии его будущих

изменений / А.И. Данилов, В.Е. Лагун, А.В. Клепиков, В.М. Катцов, С.В. Вавулин // Арктика и Антарктика. Москва: Наука, 2003. - Вып. 2 (36). - С. 114–125.

5. Коротков, А.И. Основные итоги и перспективы исследований ледового режима Южного океана / А.И. Коротков // Проблемы Арктики и Антарктики. 1995. - Вып. 70. - С. 84-103

6. Лагун, В. О потеплении в районе Антарктического полуострова / В. Лагун, А.В. Клепиков, А.И. Данилов, А.И. Коротков // Научный журнал «Проблемы Арктики и Антарктики», 2010. - №2. - С. 90-101

7. Поздеева, Е.А. Межгодовая изменчивость положения ледовой кромки в западной части Атлантического сектора Антарктики / Е.А. Поздеева, П.П. Федулов, К.Е. Шульговский // Антарктический криль в экосистемах промысловых районов: сб. науч. тр. / АтлантНИРО – Калининград, 1990. – С. 80-94

8. Савчук, П.С. Концепция развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации до 2030 года / П.С. Савчук // Материалы IV междунар. конф. «Рыболовство в Арктике: современные вызовы, международные практики, перспективы», Мурманск, (22-23 марта 2017 г.)

9. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры Рим, - 216 с.

10. July 1, 2013: The Sea Ice Index team has replaced the 22-year base period with a new 30-year version [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://nsidc.org/data/seaice_index/index.htm.

ICE CONDITIONS IN THE ANTARCTIC PART OF ATLANTICS AS THE IMPORTANT FACTOR OF THE REGIONAL USE OF ANTARCTIC KRILL BIORESOURCES

Blagodurov I.S., Chernyshkov P.P.

One of the main indicators of ecological processes in the Antarctic are the ice conditions: number and northern limit of floating ice distribution, ice cohesion, number of icebergs. In addition, these parameters of ice conditions underpin the safety navigation and performance of fishing operations in the main fishing area Antarctic part of Atlantics – sea Scotia, offshore shelves of the South Orkney and South Shetland Islands, South Georgia Island.

The target of this work was to research the interannual changes of ice conditions in Antarctic part of Atlantics, as an indicator of biomass and distribution of commercial aggregation of Antarctic krill and the basis for organizing and conducting safe fishing.

A description for the shipping areas of fishing krill is made. The most unfavorable conditions for shipping is area 2 (sea Weddell), because the most powerful ice is dominated here even in most favorable time, which make a major obstruction for shipping. Other areas are characterized by more favorable conditions, and there is possibility for year-round fishing there.

УДК 551.464.621 (261.24)

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ СОДЕРЖАНИЯ РАСТВОРЕННОГО КИСЛОРОДА В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Дубравин В.Ф., Капустина М.В., Кречик В.А.

Атлантическое отделение Института океанологии им. П.П. Ширшова (АО ИОРАН)
236000, Калининград, пр. Мира, 1. E-mail: v_dubravin@mail.ru

Приводятся результаты анализа данных содержания растворенного кислорода, предоставленных Немецким Центром Океанографических Данных (BSH/DOD(M41)) на станциях Аркона, Дарсс, Фемарн-Бельт и Киль мониторинговой сети MARNET за 2003-2016 годы (соглашение 2518/2016-075) На основании модели временного ряда, состоящей из нерегулярной внутрисуточной, регулярного суточного хода, межсуточной, нерегулярной внутригодовой,

регулярного сезонного хода и межгодовой компонент, получены оценки вкладов каждого вида колебаний в суммарную временную изменчивость относительного содержания кислорода (O_2 %). Рассмотрены суточный и годовой циклы изменчивости кислорода.

Дискретность наблюдений, структура временного ряда: короткопериодная (внутрисуточная, суточный ход, синоптическая) и долгопериодная (нерегулярная внутригодовая, регулярный сезонный ход, межгодовая) изменчивости; дисперсионный, корреляционный и гармонический анализ; относительное содержание кислорода.

Введение

Многообразные физические процессы, протекающие в Мировом океане и в атмосфере, приводят к формированию неоднородностей в распределениях их свойств (параметров или характеристик) [5]. Эти неоднородности охватывают широкий спектр как во времени (от мелкомасштабных до многовековых периодов [3; 9]), так и в пространстве (от мелкомасштабных до глобальных [7; 10]). Однако следует иметь в виду, что пространственно-временные масштабы в атмосфере и океане различны. Поэтому в [4; 8] предлагаются пространственно-временные масштабы взаимодействия океана и атмосферы (от мелкомасштабного до климатического).

Материалы и методика

В настоящей работе временной исходный ряд (**ИР**) $X(t)$ складывается из короткопериодной (высокочастотной) $\underline{x}(t)$ и долгопериодной (низкочастотной) $x^*(t)$ изменчивостей, которые, в свою очередь, состоят из нерегулярной внутрисуточной (**ВСИ**), регулярного суточного хода (**СХ**), межсуточной (синоптической) (**СИ**) и нерегулярной внутригодовой (**ВГИ**), регулярного сезонного хода (**СезХ**) и межгодовой (**МГИ**) компонент:

$$X(t) = \underline{x}(t) + x^*(t), \quad (1)$$

$$X(t) = \text{ВСИ} + \text{СХ} + \text{СИ} + \text{ВГИ} + \text{СезХ} + \text{МГИ} \quad (2)$$

Технология оценки отдельных членов подробно изложена в [5; 6].

Для анализа временной изменчивости использовались данные о содержании растворенного кислорода, предоставленные Немецким Центром Океанографических Данных (BSH/DOD (M41)) – на станциях Аркона ($54^\circ 53'$ с.ш., $13^\circ 52'$ в.д.), Дарсс ($54^\circ 42'$ с.ш., $12^\circ 42'$ в.д.), Фемарн-Бельт ($54^\circ 36'$ с.ш., $11^\circ 09'$ в.д.) и Киль ($54^\circ 30'$ с.ш., $10^\circ 16'$ в.д.) мониторинговой сети MARNET за 2003-2016 гг (соглашение 2518/2016-075).

Исходные ряды обрабатывались с применением дисперсионного, корреляционного и гармонического анализа [1].

Результаты

Структура временных рядов растворенного кислорода. На основании предложенной нами модели временного ряда рассмотрим их структуру для O_2 в Западной Балтике (дискретность один час) (табл. 1).

Дисперсионный анализ показал, что вклад дисперсии короткопериодной составляющей в общую дисперсию ИР относительного содержания кислорода в Западной Балтике зависит от:

- географического местоположения: от максимума (44,1 %) на ст. Дарсс, до 25,6 % (Киль), 10,7 % (Аркона) до минимума (5,7 %) на ст. Фемарн-Бельт;
- положения по вертикали: в поверхностной структурной зоне меньше (5,7-25,6 %), чем в придонной (6,4-30,3 %), за исключением ст. Дарсс (44,1 и 41,1 % соответственно);
- от длины временного ряда и наличия экстремальных гидрометеорологических ситуаций (в период увеличения частоты затоков североморских вод наблюдалось увеличение короткопериодной составляющей, особенно в глубинном слое, за исключением ст. Дарсс, где в поверхностном слое произошло уменьшение вклада от 44,1 до 22,5 %).

Удельный вклад СХ кислорода (%) в общую дисперсию минимален (~ 0,001-0,14 % – на всех станциях). Наибольшие вклады в дисперсию исходного ряда вносят СезХ (от 44,9 до 70,2 % проявляется на всех станциях), СИ (от 35,8 до 44,3 % – только Дарсс) и ВГИ (от 35,3 до 58,1 % – Киль и Фемарн-Бельт).

Таблица 1 - Дисперсия (верхняя строка) и относительная доля (нижняя строка) короткопериодной и долгопериодной составляющих временной изменчивости относительного содержания кислорода (%) в Западной Балтике за 2003-2016 гг., рассчитано по (BSH/DOD(M41))

Горизонт (м)	Д и с п е р с и я (σ^2)						
	общая	короткопериодная			долгопериодная		
	ИР	СХ	ВСИ	СИ	СезХ	ВГИ	МГИ
Аркона							
7	52,73	0,076	4,46	1,12	23,67	6,41	16,99
(2003-16)	100,0	0,14	8,45	2,12	44,90	12,16	32,23
7	120,61	0,102	23,93	0,73	56,20	3,30	36,34
(2014-16)	100,0	0,08	19,84	0,61	46,60	2,74	30,13
40	325,43	0,003	52,24	19,41	176,50	37,21	40,06
(2003-16)	100,0	0,001	16,05	5,96	54,24	11,44	12,31
40	302,20	0,017	40,08	19,31	212,17	0,42	30,20
(2014-16)	100,0	0,01	13,26	6,39	70,21	0,14	9,99
Дарсс							
7	69,94	0,065	27,31	3,46	14,97	5,60	18,54
(2003-16)	100,0	0,09	39,04	4,94	21,40	8,01	26,50
7	76,56	0,107	14,23	2,90	37,99	10,81	10,52
(2014-16)	100,0	0,14	18,59	3,79	49,62	14,12	13,74
19	411,79	0,004	147,44	21,97	135,37	26,78	80,23
(2003-16)	100,0	0,00	35,80	5,33	32,87	6,50	19,48
19	301,07	0,018	133,39	17,94	82,73	4,97	62,02
(2014-16)	100,0	0,01	44,31	5,96	27,48	1,65	20,60
Киль							
8	178,56	0,255	35,02	10,46	31,24	38,62	62,97
(2011-16)	100	0,14	19,61	5,86	17,5	21,63	35,26
8	228,95	0,325	43,02	13,74	32,90	50,99	87,97
(2014-16)	100	0,14	18,79	6,00	14,37	22,27	38,42
13	367,45	0,425	84,88	25,98	196,33	25,86	33,98
(2011-16)	100,0	0,12	23,10	7,07	53,43	7,04	9,25
13	388,33	0,417	132,24	29,99	185,44	26,40	13,85
(2014-16)	100,0	0,11	34,05	7,72	47,75	6,80	3,57
Фемарн-Бельт							
6	192,09	0,101	6,34	4,57	43,80	25,59	111,68
(2007-12)	100,0	0,05	3,30	2,38	22,80	13,32	58,14
23	609,95	0,017	21,84	17,47	392,28	80,55	97,80
(2002-12)	100,0	0,003	3,58	2,86	64,31	13,21	16,03
23	541,85	0,018	66,29	17,22	327,33	46,07	84,92
(2007-12)	100,0	0,003	12,23	3,18	60,41	8,50	15,67

Примечание. Сроки наблюдений указаны по UTC.

Вследствие зависимости количества кислорода от интенсивности фотосинтеза, а также в результате влияния температуры на растворимость газов и их потребление, содержание кислорода в воде подвержено сезонным и суточным колебаниям [2]. Представление о суточной и сезонной составляющих относительного содержания кислорода в Западной Балтике дает рисунок и табл. 2 и 3.

Суточный ход. Как видим, в середине поверхностного (деятельного) слоя, среднесуточная изменчивость относительного содержания кислорода характеризуется правильной суточной волной, вклад которой в СХ (квота) – $q_1 = 0,94-0,98$; ее амплитуда A_1 убывает к востоку от $A_1 = 0,5-0,7$ % (Фемарн-Бельт и Киль) до $A_1 = 0,3-0,4$ % (Дарсс и Аркона), при среднесуточных значениях 93-95 и 98-99 %, соответственно (табл. 2). В среднем за год, минимум в СХ наступает на рассвете (между 4 и 6 ч), когда процесс фотосинтеза еще не начался, а потребление кислорода

продолжалось всю ночь. Суточный максимум наступает после полудня (между 16 и 17 ч), из-за некоторого сдвига максимума интенсивности фотосинтеза относительно максимума суммарной солнечной радиации (рис. 1,а).

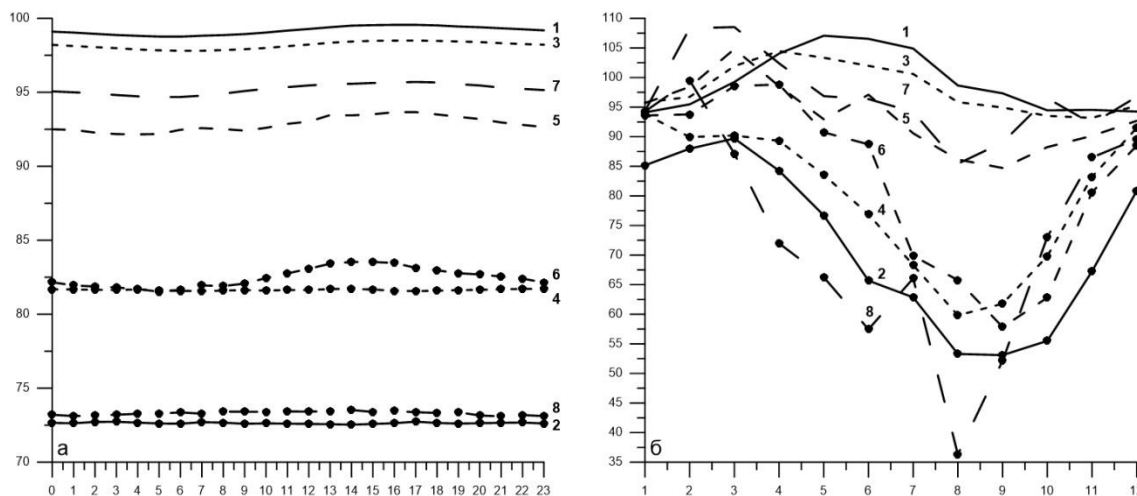


Рисунок 1 - Средний суточный (а) и сезонный ход (б) относительного содержания кислорода (%) в Западной Балтике за 2003-2016 гг.: 1 – Аркона (7 м); 2 – Аркона (40 м); 3 – Дарсс (7 м); 4 – Дарсс (19 м); 5 – Киль (8 м); 6 – Киль (13 м); 7 – Фемарн-Бельт (6 м); 8 – Фемарн-Бельт (23 м). Рассчитано по данным (BSH/DOD(M41)).

Ко дну среднесуточное значение относительного содержания O_2 снижается до 73-82 %, однако характер СХ на западе и востоке этого региона различен. Так, на ст. Аркона и Дарсс вклад суточной волны снизился до $q_I = 0,28$ и $q_I = 0,14$ (при амплитуде $A_I = 0,04$ и $A_I = 0,02$ %), а полусуточной, наоборот возрос до $q_{II} = 0,09$ и $q_{II} = 0,47$ (при амплитуде $A_I = 0,02$ и $A_I = 0,05$ %); в то время как на ст. Фемарн-Бельт и Киль квота суточной волны уменьшилась лишь до $q_I = 0,84$ и $q_I = 0,93$ (при $A_I = 0,16$ и $A_I = 0,86$ %), а полусуточной – несколько повысилась до $q_{II} = 0,04-0,05$ ($A_I = 0,04$ и $A_I = 0,21$ %).

Таблица 2 - Гармонические постоянные среднего суточного хода (СХ) относительного содержания кислорода (%) в Западной Балтике за 2003-2016 гг., рассчитано по (BSH/DOD(M41))

Пункт наблюдения	Г а р м о н и к и						A_0	Ампл. I / ампл. II
	I (суточная волна)			II (полусуточная волна)				
	ампл. I	фаза I	квота q_I	ампл. II	фаза II	квота q_{II}		
Аркона (7 м) (2003-2016)	0,38	-165,7	0,98	0,05	36,1	0,01	99,18	8,32
Аркона (40)	0,04	74,8	0,28	0,02	-84,7	0,09	72,64	1,77
Дарсс (7 м) (2003-2016)	0,33	-175,3	0,96	0,06	32,1	0,04	98,18	5,08
Дарсс (19 м)	0,02	123,7	0,14	0,05	83,6	0,47	81,64	0,54
Киль (8 м) (2011-2016)	0,68	-153,3	0,94	0,11	-47,9	0,02	92,85	6,46
Киль (13 м)	0,86	-144,8	0,93	0,21	40,8	0,05	82,48	4,14
Фемарн-Бельт (6 м) (2007-2012)	0,47	-155,4	0,98	0,05	76,0	0,01	95,22	9,26
Фемарн-Бельт (23 м)	0,16	-92,2	0,84	0,04	-39,8	0,04	73,31	4,60

На станциях Киль и Фемарн-Бельт наступление суточного максимума сдвинулось ближе к полудню (между 14 и 15 ч), а положения минимума в СХ разнятся: на ст. Киль он наблюдается в 5 ч, а на Фемарн-Бельт – в 21 ч. На ст. Аркона, как и в поверхностном слое, максимум наступает в 17 ч, а минимум в СХ наблюдается в 14 ч, т.е. сдвинулся относительно поверхностного на 8 ч. На

ст. Дарсс в придонном слое преобладает полусуточная волна, поэтому наблюдаются два максимума – в 14 ч и между 22-23 ч, и два минимума – в 7 и 17 ч. Различия в СХ относительного содержания O_2 в деятельном и придонном слоях Западной Балтики связаны с местоположением станций (удаленностью от Датских проливов и рельефом дна), определяющим плотностную стратификацию, наличие которой препятствует вертикальному обмену, в том числе и кислорода. Это подтверждается и результатами корреляционного анализа. Так, теснота связи между СХ кислорода (%) на всех станциях поверхностного слоя велика, меняясь от $r = 0,89$ (между ст. Дарсс и Киль) до $r = 0,98$ (между ст. Аркона и Дарсс). Для глубинного слоя картина иная: наибольшая теснота прямой связи $r = 0,54$ отмечается между ст. Киль и Фемарн-Бельт, наибольшая теснота обратной связи $r = -0,50$ – между ст. Аркона и Фемарн-Бельт. Наибольшая теснота прямой связи между поверхностным и придонным слоями $r = 0,94$ отмечается на ст. Киль, уменьшаясь до $r = 0,40$ на ст. Фемарн-Бельт, до $r = 0,25$ на ст. Дарсс, и меняясь на обратную $r = -0,27$ на ст. Аркона.

Сезонный ход. В середине поверхностного (деятельного) слоя СезХ относительного содержания кислорода характеризуется правильной годовой волной, ее квота возрастает от $q_I = 0,70-0,85$ на ст. Фемарн-Бельт и Киль (при амплитуде $A_I = 7,9$ и $A_I = 7,3$ %) до $q_I = 0,93-0,94$ на ст. Аркона и Дарсс (при амплитуде $A_I = 6,6$ и $A_I = 5,3$ %).

Наступление годового максимума начинается на ст. Фемарн-Бельт ($T_{maxI} = 23.02$) и Киль (02.03), смещаясь на 22.04 (Дарсс) и на 19.05 (Аркона). При этом среднегодовое относительное содержание кислорода возрастает от $O_2 = 93,3$ на ст. Киль до $O_2 = 99,2$ % на ст. Аркона.

Ко дну среднегодовое значение относительного содержания O_2 снижается до 80-82 % на ст. Дарсс и Киль и до 72-73 % на ст. Аркона и Фемарн-Бельт, а его СезХ, так же как и в поверхностном слое, характеризуется правильной годовой волной, ее квота возрастает от $q_I = 0,84$ на ст. Фемарн-Бельт ($A_I = 23,5$ %) до $q_I = 0,91$ на ст. Киль и Дарсс ($A_I = 18,9$ и $A_I = 15,7$ %) и до $q_I = 0,98$ на ст. Аркона ($A_I = 18,6$ %).

Наступление годового максимума начинается на ст. Фемарн-Бельт ($T_{maxI} = 12.01$), смещаясь на февраль для остальных станций. Таким образом, в глубинной зоне наступление максимума годового максимума O_2 (%) опережает поверхностный максимум на один месяц на ст. Фемарн-Бельт и Киль, на два месяца в Дарсс и на три месяца на ст. Аркона. Поскольку процесс фотосинтеза должен начинаться с поверхности, то опережение наступления глубинного максимума в СезХ на 1-3 месяца по сравнению с поверхностным свидетельствует об адвективной природе поля кислорода в глубинной структурной зоне, в свою очередь зависящей от местных условий (удаленности от Датских проливов и рельефа дна).

Таблица 3 - Гармонические постоянные среднего сезонного хода (СезХ) относительного содержания кислорода (%) в Западной Балтике за 2003-2016 гг., рассчитано по данным (BSH/DOD(M41))

Пункт наблюдения	Г а р м о н и к и						A_0	Ампл _I / ампл _{II}
	I (годовая волна)			II (полугодовая волна)				
	ампл. _I	дата _I	квота q_I	ампл. _{II}	дата _{II}	квота q_{II}		
Аркона (7 м) (2003-2016)	6,63	19.05	0,93	1,70	13.05(13.09)	0,06	99,22	3,90
Аркона (40 м)	18,56	14.02	0,98	1,73	14.06(14.12)	0,01	71,86	10,72
Дарсс (7 м) (2003-2016)	5,29	22.04	0,94	0,84	24.04(24.10)	0,02	98,13	6,30
Дарсс (19 м)	15,68	4.02	0,91	4,84	19.05(19.11)	0,09	79,85	3,24
Киль (8 м) (2011-2016)	7,27	02.03	0,85	0,19	07.02(07.08)	0,001	93,34	38,97
Киль (13 м)	18,89	25.02	0,91	4,82	23.05(23.11)	0,06	82,47	3,92
Фемарн-Бельт (6 м) (2007-2012)	7,85	23.02	0,70	2,16	12.03(12.09)	0,05	96,75	3,64
Фемарн-Бельт (23 м)	23,51	12.01	0,84	3,99	30.05(30.11)	0,02	73,36	5,89

Это подтверждается и результатами корреляционного анализа. Так, наибольшая теснота связи для СезХ кислорода (%) в поверхностной зоне $r = 0,87-0,88$ отмечается между ст. Аркона - Дарсс и ст. Киль - Фемарн-Бельт, снижаясь до $r = 0,60$ (между ст. Дарсс и Киль), до $r = 0,45$ (между ст. Дарсс и Фемарн-Бельт); наименьшая теснота связи $r = 0,06-0,20$ отмечается между ст. Аркона и Фемарн-Бельт и Аркона и Киль. Для глубинного слоя картина иная: теснота связи между всеми станциями прямая и высокая, меняясь от $r = 0,62$ между ст. Киль и Фемарн-Бельт до $r = 0,94-0,95$ между ст. Аркона и Киль и Аркона и Дарсс. Наибольшая теснота прямой связи между поверхностным и придонным слоями $r = 0,90$ отмечается на ст. Киль, уменьшаясь до $r = 0,66$ на ст. Фемарн-Бельт, до $r = 0,24$ на ст. Дарсс и меняясь на обратную $r = -0,03$ на ст. Аркона. Как видим, отмечается сходная теснота связи между поверхностным и глубинным горизонтами на станциях для суточного и сезонного хода относительного содержания кислорода.

Таким образом, исследование пространственно-временной структуры относительного содержания кислорода (O_2 %) в Западном Балтийске с помощью модели временного ряда, исходный ряд (ИР) которого состоит из короткопериодной (ВСИ, СХ и СИ) и долгопериодной (ВГИ, СезХ и МГИ) изменчивости показало, что удельный вклад компонент кислорода (%) в общую дисперсию зависит от местных условий (удаленности от Датских проливов, положения по вертикали и рельефа дна) и длины ИР (при наличии или отсутствии экстремальных гидрометеорологических ситуаций). При этом удельный вклад СХ кислорода (%) в общую дисперсию минимален ($\sim 0,001-0,14$ % – на всех станциях). Наибольшие вклады в дисперсию исходного ряда вносят СезХ (от 44,9 до 70,2 % проявляется на всех станциях), СИ (от 35,8 до 44,3 % – только Дарсс) и ВГИ (от 35,3 до 58,1 % – Киль и Фемарн-Бельт).

Авторы выражают благодарность Федеральному морскому и гидрографическому агентству (BSH) за предоставление данных для настоящего исследования (соглашение 2518/2016-075).

Список литературы

1. Брукс, К. Применение статистических методов в метеорологии / К.Брукс, Н. Карузертс. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1963. – 416 с.
2. Берникова, Т.А. Гидрология с основами метеорологии и климатологии. Учебник / Т.А. Берникова. – Москва: МОРКНИГА, 2011. – 600 с.
3. Груза, Г.В. Структура и изменчивость наблюдаемого климата. Температура воздуха Северного полушария / Г.В. Груза, Э.Я. Ранькова. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1980. – 72 с.
4. Гулев, С.К. Синоптическое взаимодействие океана и атмосферы в средних широтах / С.К. Гулев, А.В. Колинко, С.С. Лаппо. – Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 1994. – 320 с.
5. Дубравин, В.Ф. Эволюции гидрометеорологических полей в Балтийском море / В.Ф. Дубравин. – Калининград: Капрос, 2014. – 438 с.
6. Дубравин, В.Ф. Эволюции суточного хода гидрометеорологических элементов над Юго-Восточной Балтикой / В.Ф. Дубравин, Ж.И. Стонт, О.А. Гушин // Известия КГТУ. – № 17. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2010. – С. 20-24.
7. Каменкович, В.М. Синоптические вихри в океане / В.М. Каменкович, М.Н. Кошляков, А.С. Монин. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1982. – 264 с.
8. Лаппо, С.С. Крупномасштабное тепловое взаимодействие в системе океан-атмосфера и энергоактивные области Мирового океана / С.С. Лаппо, С.К. Гулев, А.Е. Рождественский. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 336 с.
9. Монин, А.С. Прогноз погоды как задача физики / А.С. Монин. – Москва: Наука, 1969. – 184 с.
10. Озмидов Р.В. О некоторых особенностях энергетического спектра океанической турбулентности / Р.В. Озмидов // ДАН СССР. – 1965. – Т. 2161. – № 4. – С. 828-832.

SPATIAL AND TEMPORAL VARIABILITY OF DISSOLVED OXYGEN IN THE WESTERN BALTIC SEA

Dubravín V.F., Kapustina M.V., Krechik V.A.

The analysis results of the dissolved oxygen data provided by the German Oceanographic Data Centre at the stations of the MARNET monitoring network for 2003-2016 (agreement 2518 / 2016-075). On the basis of the time series model, estimates of the contributions of each mode to the total temporal variability of the relative oxygen content are obtained. The diurnal and annual cycles of oxygen variability are considered.

УДК 574.5:579(262.81)

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКОСИСТЕМЫ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ

¹Дьякова С.А., ²Сопрунова О.Б.

¹ФГБНУ "Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства", Астрахань, Россия, e-mail: djakova.s.a@gmail.com

² ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», Астрахань, Россия, e-mail: soprunova@mail.ru

В статье описан гетеротрофный бактериопланктон и бактериобентос Северного Каспия и его экологическая значимость. Материалом послужили пробы воды и грунта, отобранные летом и осенью в 2015 и 2016 годах. Рассмотрена сезонная динамика численности сапротрофных и нефтеокисляющих микроорганизмов в воде и донных отложениях Северного Каспия.

Каспийское море – уникальный природный водоем, не имеющий связи с Мировым океаном. По морфологическому строению и физико-географическим особенностям море делят на три части: Северный, Средний и Южный Каспий [1]. Особую значимость имеет северная часть Каспийского моря, где происходит нагул промысловых видов проходных и полупроходных рыб, а также сосредоточены запасы углеводородного сырья. В то же время Северный Каспий имеет большое хозяйственное значение (добыча и транспортировка нефти, судоходство и т.д.) [2; 3; 4]. Такая антропогенная активность может привести к изменениям в экосистеме этого уникального природного водоема. Одним из показателей благополучия моря является численность и соотношение групп гетеротрофных микроорганизмов, в частности, сапротрофов и нефтедеструкторов, так как именно они играют решающую роль в минерализации органического вещества и круговороте биогенов и активно участвуют в процессах самоочищения моря [5], в связи с чем особую актуальность приобретает ежегодный мониторинг численности нефтеокисляющего и сапротрофного бактериопланктона и бактериобентоса.

Пробы морской воды и донных отложений отбирали в 2015 и 2016 годах в летний и осенний периоды на 6 станциях в Северном Каспии (рис.1).

Для определения численности гетеротрофных микроорганизмов использовали метод предельных разведений с последующим высевом их на плотные питательные среды: питательный агар для сапротрофов и среда Теппера с добавлением нефти для нефтеокисляющих микроорганизмов [6; 7].

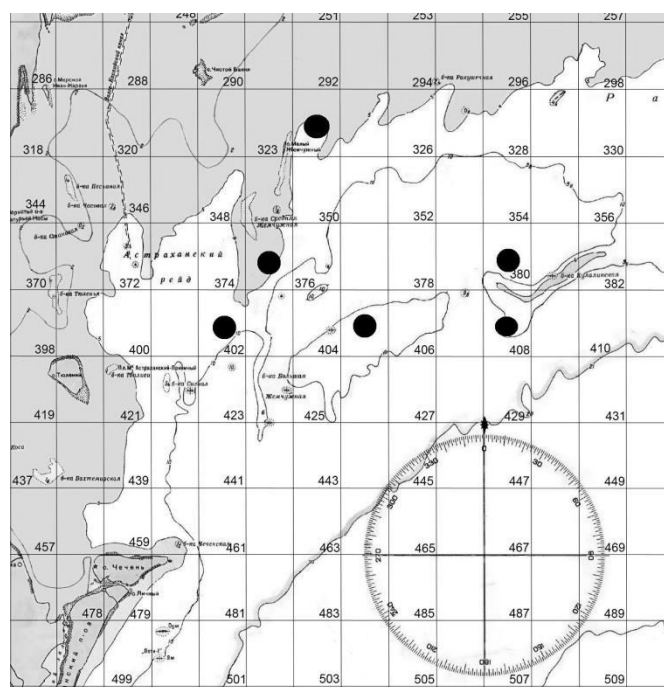


Рисунок 1 – Схема отбора проб

Изучение бактериопланктона показало, что в 2015 г. численность сапротрофных микроорганизмов в летний период варьировала от 0,29 до 46,00 тыс. КОЕ/мл и в среднем составляла 8,05 тыс. КОЕ/мл (табл. 1). Осенью концентрация данных бактерий в воде снизилась в среднем до 2,53 тыс. КОЕ/мл, изменяясь в более узком диапазоне (1,10-3,80 тыс. КОЕ/мл), что характеризует более равномерное пространственное распределение численности бактериопланктона на исследуемом участке. Максимальное количество данных бактерий в оба сезона исследований отмечены южнее банки Средняя Жемчужная (кв. 375), минимальные – в районе банки Кулалинская (кв. 380 и 408).

Таблица 1 - Численность микроорганизмов в воде, тыс. КОЕ/мл

Квадрат	Сапротрофные микроорганизмы				Нефтеокисляющие микроорганизмы			
	Лето		Осень		Лето		Осень	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
324	1,30	3,60	2,80	3,90	0,89	1,55	1,10	0,55
375	46,00	2,30	3,00	1,27	3,70	0,80	1,10	1,47
380	0,13	6,90	3,80	1,03	0,05	4,90	0,30	0,11
402	0,33	2,50	2,35	1,34	0,10	1,20	0,79	0,46
405	0,29	3,70	2,12	7,28	0,10	1,20	0,78	0,68
408	0,24	2,70	1,10	0,71	0,08	0,60	0,10	0,15
Среднее	8,05	3,62	2,53	2,59	0,82	1,71	0,70	0,57

В 2016 г. произошло снижение численности сапротрофных бактерий по сравнению с аналогичными показателями 2015 г. Количество сапротрофов в воде в среднем составляло 3,62 тыс. КОЕ/мл, осенью данный показатель снизился до 2,59 тыс. КОЕ/мл (табл. 1). Максимум численности сапротрофных бактерий в летний период отмечен севернее банки Кулалинская (кв. 380), в осенний – западнее о. Малый Жемчужный (кв. 324). Низкие концентрации сапротрофов зарегистрированы в районе банки Средняя Жемчужная (кв. 375) и южнее банки Кулалинская (кв. 408) летом и осенью, соответственно.

Численность нефтеокисляющих бактерий в летний период 2015 г. изменялась в пределах 0,05–3,70 тыс. КОЕ/мл, в осенний период – 0,10–1,10 тыс. КОЕ/мл. Среднее количество нефтеструктуров уменьшалось от лета к осени с 0,82 до 0,70 тыс. КОЕ/мл (табл. 1). Распределение нефтеструктуров соответствовало сапротрофам.

Летом 2016 г. концентрация нефтеокисляющего бактериопланктона варьировала от 0,60 до 4,90 тыс. КОЕ/мл и в среднем составляла 1,71 тыс. КОЕ/мл. В осенний период количество данных микроорганизмов в среднем снизилось в 3 раза (до 0,57 тыс. КОЕ/мл) (табл. 1). Максимум численности нефтеструктуров в летний период отмечен севернее банки Кулалинская (кв. 380), в осенний – южнее банки Средняя Жемчужная (кв. 375). Минимальные концентрации нефтеокисляющих бактерий в оба сезона исследований зарегистрированы севернее банки Кулалинская (кв. 380).

При изучении численности гетеротрофного бактериобентоса в 2015 и 2016 гг. отмечена тенденция увеличения количества сапротрофных и нефтеокисляющих бактерий от лета к осени (табл. 2).

Таблица 2 - Численность микроорганизмов в донных отложениях, тыс. КОЕ/г

Квадрат	Сапротрофные микроорганизмы				Нефтеокисляющие микроорганизмы			
	Лето		Осень		Лето		Осень	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
324	25,00	190,00	217,00	632,00	1,20	27,60	52,10	78,50
375	39,00	28,00	47,00	179,00	5,70	21,00	4,70	359,00
380	234,00	122,00	47,00	44,00	3,45	1,00	20,00	3,00
402	14,50	38,00	128,00	64,00	1,30	15,00	24,00	5,00
405	25,20	41,00	140,00	46,00	1,40	21,00	79,00	3,60
408	144,00	5,00	24,00	118,00	1,74	2,00	2,00	14,00
Среднее	80,28	70,67	100,50	180,50	2,47	14,60	30,30	77,18

В 2015 г. численность сапротрофного бактериобентоса варьировала от 14,50 (кв. 402) до 234,00 тыс. КОЕ/г (кв. 380), в среднем составляя 80,28 тыс. КОЕ/г. Осенью концентрация данных бактерий возросла в среднем до 100,50 тыс. КОЕ/г. Максимальные показатели численности (217,00 тыс. КОЕ/г) выявлены в районе о. Малый Жемчужный (кв. 324), минимальные (24,00 тыс. КОЕ/г) – южнее банки Кулалинская (кв. 408).

В летний период 2016 г. произошло снижение численности сапротрофов в грунте, по сравнению с данными 2015 г., до 70,67 тыс. КОЕ/г в среднем. Осенью средняя концентрация микроорганизмов возросла до 180,50 тыс. КОЕ/г. Высокие концентрации сапротрофов в летний период отмечены в районе о. Малый Жемчужный (кв. 324), низкие - южнее банки Кулалинская (кв. 408). Осенью максимум численности зарегистрирован также в районе о. Малый Жемчужный (кв. 324), минимум – севернее банки Кулалинская (кв. 380).

Концентрация нефтеокисляющих бактерий в донных отложениях всегда уступала сапротрофам (табл. 1, 2). В 2015 г. численность нефтеструктуров составляла в среднем 2,47 тыс. КОЕ/г летом и 30,30 тыс. КОЕ/г осенью, в 2016 г. – 14,60 тыс. КОЕ/г в летний период и 77,18 в осенний. Следует отметить, что распределение нефтеструктуров в грунте не соответствовало сапротрофам. Так, в 2015 г. максимум численности нефтеокисляющего бактериобентоса летом (5,70 тыс. КОЕ/г) отмечен в районе банки Средняя Жемчужная (кв. 375), осенью (79,00 тыс. КОЕ/г) – на изобате 10 м (кв. 405). Минимальная численность данных бактерий летом (1,20 тыс. КОЕ/г) зарегистрирована в районе о. Малый Жемчужный (кв. 324), осенью (2,00 тыс. КОЕ/г) – южнее банки Кулалинская (кв. 380). В 2016 г. максимум численности отмечен летом (27,60 тыс. КОЕ/г) западнее о. Малый Жемчужный (кв. 324), осенью (359,00 тыс. КОЕ/г) – южнее банки Средняя Жемчужная (кв. 375). Минимальная концентрация нефтеструктуров в грунте (1,00–

3,00 тыс. КОЕ/г) в оба сезона исследований зарегистрирована севернее банки Кулалинская.

По отношению к сапротрофам количество нефтеокисляющих микроорганизмов в воде в 2015 г. составляло 10,19 % и 27,49 % летом и осенью, соответственно, в 2016 г. – 47,24 % и 22,02 % летом и осенью, соответственно. В грунте доля нефтедеструкторов в летний период 2015 г. составила 3,07 %, осенью возросла до 30,15 %. В 2016 г. соотношение сапротрофы/нефтедеструкторы возросло до 20,66 % летом и 42,76 % осенью.

Таким образом, в 2015 и 2016 гг. численность бактериопланктона снижалась от лета к осени, что, вероятно, связано с воздействием на бактериоценоз Северного Каспия температурного режима и изменения содержания органического вещества. Для бактериобентоса отмечено возрастание численности сапротрофных и нефтеокисляющих микроорганизмов от лета к осени, что может быть связано с особенностями грунта среды обитания бактерий (адгезия микроорганизмов, защищенность от ультрафиолетового загрязнения) и обилием органических веществ. Наличие автохтонной и аллохтонной органики способствовало развитию гетеротрофных бактерий в летний и осенний периоды, что также сказалось на численности бактериобентоса. Доля нефтеокисляющих бактерий возросла от лета к осени, однако в 2016 г. в гетеротрофном бактериопланктоне зарегистрирована обратная динамика. Такое изменение соотношения численности гетеротрофных микроорганизмов теоретически может негативно сказаться на процессе самоочищения воды в холодное время года.

Список литературы

1. Книпович, Н. М. Гидрологические исследования в Каспийском море / Н. М. Книпович // Труды Каспийской экспедиции 1914–1915 гг. – Санкт-Петербург, 1921. - Т. 1. - 943 с.
2. Курапов, А. А. Экологическая безопасность нефтяных операций на мелководном шельфе / А. А. Курапов, Н. В. Попова, Е.В. Островская // Международная практика и опыт российских компаний на Северном Каспии. - Астрахань: Изд-во ООО «Новая артель», 2006. - 266 с.
3. Обухова, О. В. Загрязнение нефтепродуктами акватории Северного Каспия / О. В. Обухова, Д. Р. Светашёва // Вестник Астраханского государственного технического университета. - 2011. - № 1. - С. 20-23.
4. Соколова, В. В. Оценка ассимиляционного потенциала и ассимиляционной емкости Северного Каспия по отношению к нефтяному загрязнению / В. В. Соколова [и др.] // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. - 2011. - № 10. - С. 40-44.
5. Карыгина, Н. В. Абиотические и биотические факторы, формирующие условия обитания биоресурсов Каспийского моря / Н.В. Карыгина [и др.] // Сохранение биологических ресурсов Каспия: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Астрахань, 18-19 сентября 2014 г). - Астрахань: КаспНИРХ, 2014. - С. 210-214.
6. Нетрусов, А. И. Практикум по микробиологии / А. И. Нетрусов. - Москва: Академия, 2005. - 608 с.
7. Теппер, Е. З. Практикум по микробиологии / Е. З. Теппер. - Москва: Дрофа, 2004. - 256 с.

EVALUATION OF MICROBIOLOGICAL STATUS OF THE ECOSYSTEMS OF THE CASPIAN SEA

¹Dyakova S., ²Soprunova O.

¹ FSBSU «Caspian research institute of fishery», Astrakhan, Russia, e-mail: djakova.s.a@gmail.com

² SEI HPL «Astrakhan State technical University», Astrakhan, Russia, e-mail: soprunova@mail.ru

The article describes heterotrophic bacterioplankton and bacteriobenthos of the Northern Caspian and its ecological significance. The material was a sample of water and soil, selected in summer and autumn in 2015 and 2016. Seasonal dynamics of the number of saprotrophic and oil-oxidizing microorganisms in the water and bottom sediments of the Northern Caspian is considered.

УДК 582.273-15(265.54)

ВЛИЯНИЕ МЕСТА И ГЛУБИНЫ ПРОИЗРАСТАНИЯ НА КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ АНФЕЛЬЦИИ ТОБУЧИНСКОЙ ЗАЛ. ПЕТРА ВЕЛИКОГО (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

Кадникова И.А. Вишневецкая Т.И., Аминина Н.М., Рогов А.М., Кику Д.П.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр» (ФГБНУ «ТИНРО-Центр»), г. Владивосток, Россия, e-mail: kadnikova@tinro.ru

В настоящее время в условиях антропогенного пресса на акваторию и прибрежную зону ДВ морей проводятся исследования по программе мониторинга их состояния [4.]. Одним из направлений мониторинговых исследований является оценка количественных и качественных характеристик макрофитов в зависимости от района обитания [3].

Среди ряда акваторий Японского моря антропогенное загрязнение залива Петра Великого достигает максимальных величин [1,6,7]. В результате в водорослях могут накапливаться не только токсичные вещества, меняется в целом их метаболизм, изменяется качественный и количественный состав. В зал. Петра Великого находятся значительные скопления анфельции тобучинской, используемые в производстве пищевого и микробиологического агара. В Приморье основная доля запаса приходится на поле анфельции пролива Старка, как самое крупное промышленное скопление [2]. Ее запасы характеризуются как стабильные с тенденцией к увеличению, что позволяет добывать ее в зал. Петра Великого в объеме около 1 тыс. т (без учета штормовых выбросов) [5]. Анфельция тобучинская образует скопления в виде сплошной дерновины на глубинах от 2 до 38 м или шарообразные скопления, свободно перемещаемые по дну течением. Меняющиеся гидрохимические условия могут значительно влиять на химический состав водорослей.

Цель работы – установить влияние глубин и места произрастания водорослей на их качество и безопасность.

Были проведены сравнительные исследования химического состава анфельции из разных районов залива Петра Великого (рис.1).

Количество минеральных веществ анфельции находится в интервале 14,7-21,1 % в зависимости от места ее произрастания. Максимальное количество минеральных веществ содержит анфельция из бух. Троица, минимальное – из бух. Баклан. Прямой взаимосвязи между количеством минеральных веществ в водоросли и глубиной ее обитания не обнаружено (рис. 1).

Содержание углеводов в анфельции изменяется от 12,6 до 21,6 % в зависимости от района произрастания. Максимальное количество легкогидролизуемых углеводов определено в водоросли из прол. Старка, минимальное – из бух. Ильмовая (рис. 1).

Содержание белка в водоросли в большей степени зависит от глубины ее произрастания. С увеличением глубины от 7 м до 10,8 м в прол. Старка количество белка возрастает от 20,9 % до 24,5 %. При глубине 14,5-17,4 м в разных бухтах содержание белка в анфельции меняется от 23,8 до 27,6 % (рис. 1).

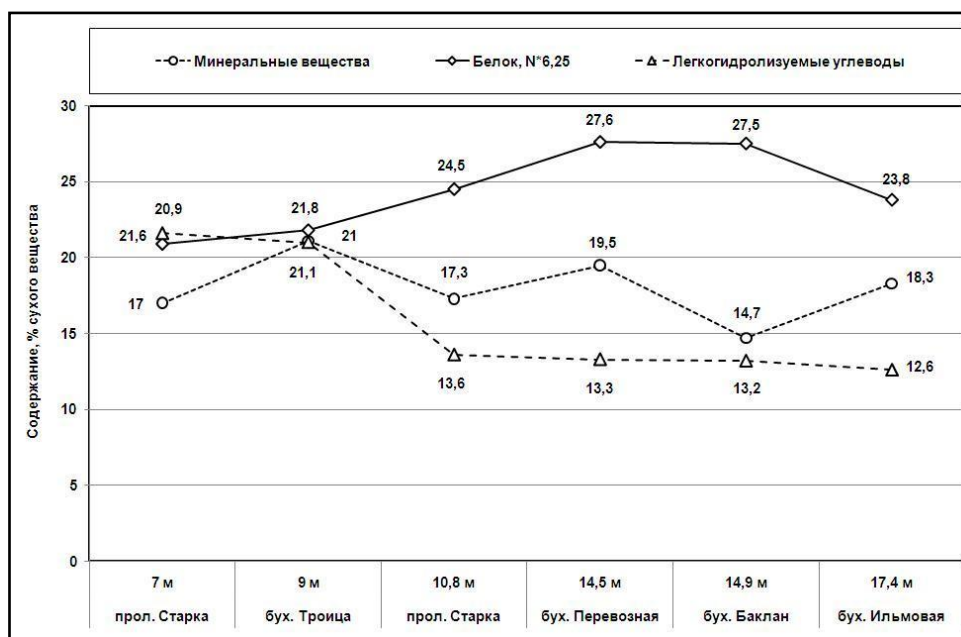


Рисунок 1- Содержание основных компонентов анфельции тобучинской зал. Петра Великого

Аналогичная зависимость наблюдается при исследовании содержания йода в водоросли. Наибольшее количество йода обнаружено в анфельции, произрастающей на глубине 14,5 м в бух. Перевозная, наименьшее - на глубине 7,0 м в прол. Старка. В целом в зал. Петра Великого анфельция содержит йод в интервале 0,20 - 0,36 %, что сравнимо с накоплением этого элемента в сахарине японской [1].

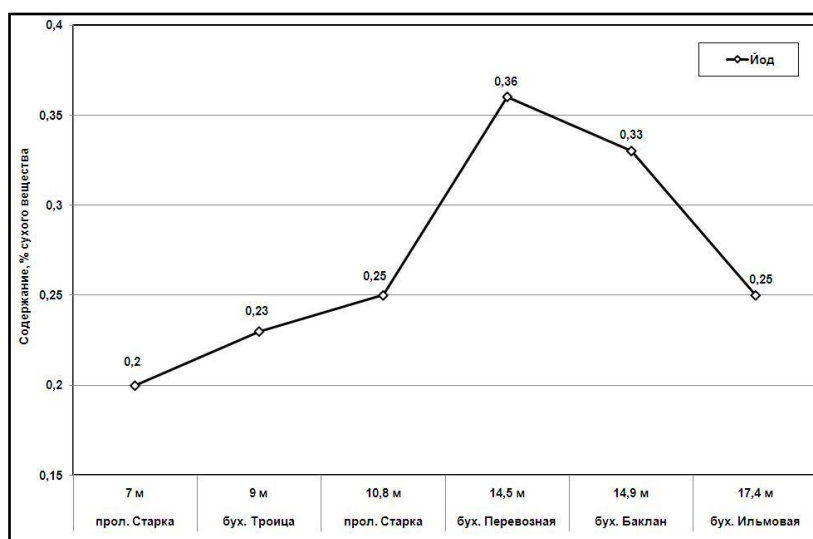


Рисунок 2- Содержание йода в анфельции тобучинской зал. Петра Великого

Содержание токсичных элементов зависит от района ее произрастания (рис. 3).

По содержанию свинца, кадмия места произрастания анфельции можно выстроить в следующий порядок: бух. Перевозная > прол. Старка (мористая часть) > бух. Баклан > бух. Троица ≥ прол. Старка > бух. Ильмовая. И только для мышьяка эта тенденция нарушается: в водорослях из прол. Старка его больше, чем из бух. Троица (рис. 3). Прямой зависимости между районом и глубиной произрастания водорослей и накоплением в них элементов не обнаружено.

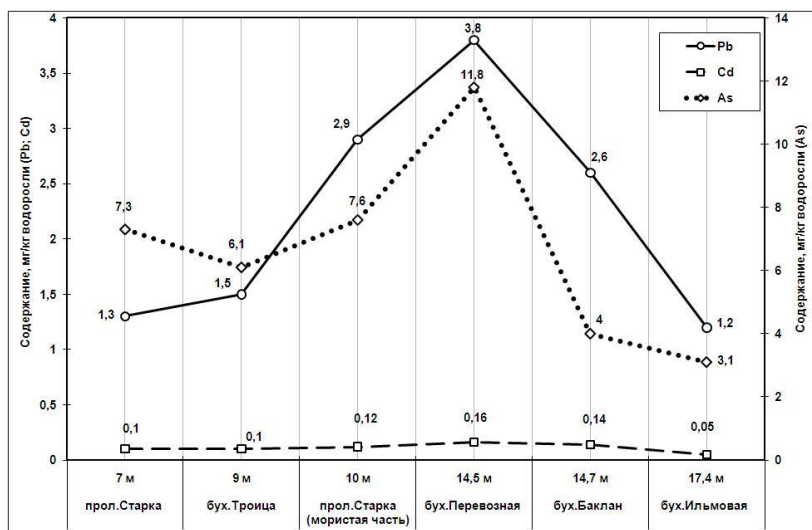


Рисунок 3 – Содержание токсичных элементов в анфельдии тобучинской зал. Петра Великого

Установлено, что концентрации токсичных элементов в анфельдии зал. Петра Великого превышают значения допустимого уровня, установленного для водорослей «Едиными санитарно-эпидемиологическими и гигиеническими требованиями». Концентрация свинца в анфельдии превышает рекомендуемую норму в 2,4-7,6 раз во всех исследованных районах. Концентрация мышьяка выше нормы в 1,2-2,4 раза в анфельдии из бухт Троица, Перевозная и прол. Старка. Содержание кадмия в водорослях (0,05-0,16 мг/кг) значительно ниже предельно допустимого уровня (1 мг/кг водорослей) (рис. 3).

Таким образом, химический состав анфельдии тобучинской зависит в большей степени от района произрастания. Анфельдия из прол. Старка характеризуется более высокими концентрациями углеводов, минеральных веществ больше всего накапливается в бух. Троица, по сравнению с другими районами. Повышенное содержание токсичных элементов в бух. Перевозной совпадает с максимальным содержанием белка и йода, что возможно является отражением неблагоприятной экологической обстановки в этой акватории.

Список литературы

1. Кадникова, И.А. Эколого-химические исследования промысловых водорослей прибрежных вод Приморского края (Японское море) / И.А. Кадникова, Т.И. Вишневская, О.Н. Гурулева, Е.Л. Конева, Н.М. Аминина // Материалы междунар. конф. «Экологическая физиология водных фототрофов: распространение, запасы, химический состав и использование» III Сабининские чтения - 2014.
2. Кадникова, И.А. Качество и безопасность промысловых водорослей Японского моря / И.А. Кадникова, Н.С. Аминина, Н.С. Щербакова // Известия ТИНРО.- 2013.-Т.175.-С. 314-320.
3. Конева, Е.Л. Промысловые водоросли Японского моря в системе мониторинга токсичных элементов / Е.Л. Конева, Н.М. Аминина, И.А. Кадникова, Т.И. Вишневская, О.Н. Гурулева, А.М. Рогов // Материалы 5 всероссийской научно-практической конференции «Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование».- П-Камчатский, 2015.- С. 86-90.
4. Приказ Росрыболовства От 13.11.2009 N 1020 «Об утверждении инструкции о передаче данных государственного мониторинга водных биологических ресурсов подведомственными федеральному агентству по рыболовству научно-исследовательскими организациями и федеральными государственными учреждениями - бассейновыми управлениями по сохранению, воспроизводству водных биоресурсов и организации рыболовства в федеральное агентство по рыболовству и его территориальные органы» (зарегистрировано в минюсте РФ 20.01.2010 № 16019).

5. Состояние промысловых ресурсов. Прогноз общего вылова гидробионтов по Дальневосточному рыбохозяйственному бассейну на 2016 г. (краткая версия). – Владивосток: ТИНРО-центр, 2016. – 389 с.

6. Христофорова, Н.К. Экологическое состояние дальневосточных морей России / Н.К. Христофорова //Человек в прибрежной зоне: Мат-лы междунар. Науч. Конф. (г. Петропавловск – Камчатский, 18-20 сентября. 2001г.). Владивосток: ТИНРО-Центр, 2002.- С. 15-21.

7. Шунтов, В.П. Биология дальневосточных морей России / В.П. Шунтов. - Владивосток: ТИНРО-центр, 2001.- Т.1.-580 с.

INFLUENCE OF THE PLACE AND DEPTH OF GROWTH ON QUALITY AND SAFETY OF AHNFELTIA TOBUCHIENSIS FROM PETER THE GREAT BAY (JAPAN SEA)

Kadnikova I., Vishnevskaya T., Aminina N., Rogov A., Kiku D.

Pacific Scientific Research Fisheries Centre (FSBSI «TINRO-center»), Vladivostok, Russia, e-mail: kadnikova@tinro.ru

Chemical compositions of Ahnfeltia tobuchiensis in places of its harvesting were studied (Peter the Great Bay, Japan Sea). Influence of the growth depth on chemical composition and the toxic elements accumulation of algae is not found.

УДК 597.08:574.582:504.064.3 (262.5)

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ИХТИОПЛАНКТОНА В РАЗЛИЧНЫХ ПО СТЕПЕНИ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ РАЙОНАХ ПРИБРЕЖНОЙ АКВАТОРИИ СЕВАСТОПОЛЯ

Климова Т.Н., Подрезова П.С.

Институт морских биологических исследований РАН, г. Севастополь, Россия, e-mail: tnklim@mail.ru

Проанализированы данные пятилетних мониторинговых ихтиопланктонных исследований в трех участках прибрежной акватории Севастополя, отличающихся степенью антропогенной нагрузки и уровнем водообмена. Максимальное количество видов (38 из 25 семейств) и среднегодовая численность икры (52 экз.: м²) были отмечены в открытых водах, а минимальное количество видов (18 видов из 10 семейств) и среднегодовая численность икры (8 экз.: м²) – в вершинной части Севастопольской бухты. Наибольшие показатели индексов видового сходства наблюдались между ихтиопланктоном в открытых водах и в устьевой части Севастопольской бухты (0,52), а высокие индексы видового богатства и разнообразия свидетельствуют о благоприятных условиях для выживания ихтиопланктона в этих районах исследований.

Негативные изменения в любой экосистеме в первую очередь отражаются на видовом разнообразии изучаемого сообщества [5]. Многолетний мониторинг динамики видового разнообразия, численности и выживания, как в наземных, так и в водных экосистемах, подверженных антропогенному воздействию, является одним из самых актуальных в современных биологических исследованиях. Экологическое состояние прибрежных экосистем в основном зависит от степени антропогенной нагрузки, которую они на себе испытывают. Негативным изменениям наиболее подвержены акватории портов, устья рек, районы дампинга и т.д., к таковым относится и прибрежная акватория Севастополя.

Ихтиопланктон собирали в устьевой и вершинной частях Севастопольской бухты и 1,5-2-х мильной зоне открытых участков прибрежной акватории Севастополя (от Учкучевки до бухты Круглой). Сбор проб производили в период 2010-2014 гг. один-два раза в месяц в течение года в режиме вертикальных ловов в слое 0-10 м сетью Богорова-Расса (БР-80/113, площадь входного отверстия 0,5 м², ячей сита 400 микрон). Температура воды в прибрежной акватории Севастополя в зависимости от сезона исследований изменяется от 6°С в феврале-марте до 27°С в июле-августе. Соленость воды у поверхности составляет 17-17,5‰. Содержание кислорода у поверхности колеблется от 77 до 120 %. Открытые воды прибрежной акватории Севастополя являются относительно чистыми, что подтверждалось минимальным значением индекса эвтрофикации по сравнению с Севастопольской бухтой [3,4]. Тем не менее, расширение курортно-санаторного комплекса и строительство микрорайона по побережью привели к увеличению поступления плохо очищенных ливневых и бытовых стоков. Полузамкнутая акватория Севастопольской бухты, где базируется военно-морской и гражданский флот, а по берегам расположен г. Севастополь с почти 400 тысячным населением, с судоремонтным заводом, тепловой электростанцией и прочими промышленными и коммунальными предприятиями, относится к зонам «экологического риска». Вдоль акватории бухты функционируют более 30 выпусков сточных вод: аварийных, временных и постоянно действующих. Объем сбросов в сутки в конце XX века составлял до 15 тыс. м³. Со сточными водами в бухту ежегодно сбрасываются нефтепродукты, детергенты, тяжелые металлы [1,2,3]. В вершинной части Севастопольской бухты, куда впадает река Черная, расположена тепловая электростанция и доки судоремонтного завода, состояние ихтиопланктонного комплекса не отличается стабильностью. В отдельные годы, из-за обильных осадков в осенне-зимний сезон, концентрация биогенных элементов в 2-10 раз превышает таковую в устьевой части бухты, а соленость воды снижается до 12 ‰. Перенасыщение поверхностного слоя биогенными элементами приводит к «массовому цветению» фитопланктона, последующему его отмиранию и формированию зон гипоксии на всей акватории Севастопольской бухты. Снижение солености воды препятствует заходу в бухту на нерест пелагофильных рыб средиземноморского происхождения, а последующее ухудшение кислородного режима приводит к гибели планктонных организмов, в том числе и ихтиопланктона [2, 3].

В период с 2010 по 2014 гг. в вершинной части Севастопольской бухты были идентифицированы 18 видов икры и личинок рыб из 10 семейств. Средняя численность икры не превышала 8 экз.: м², а личинок – 3,3 экз.: м². В зимний сезон исследований ихтиопланктон был представлен единичными экземплярами икры шпрота *Sprattus sprattus* (Linnaeus, 1758) и налима *Gaidropsarus mediterraneus* (Linnaeus, 1758), а в летний сезон в основном икрой хамсы *Engraulis encrasicolus* Linnaeus, 1758. Икра ставриды *Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1868), султанки *Mullus barbatus* Linnaeus, 1758 и ласкиря *Diplodus annularis* (Linnaeus, 1758) встречались единичными экземплярами. Доминировала икра хамсы, составляя от 75 до 92% от общей численности икры всех видов. Личинки были представлены в основном видами из демерсальной икры (преимущественно из сем. Blenniidae и Gobiidae), доля которых колебалась от 50 до 94 % от общей численности личинок всех видов. В районе устьевой части Севастопольской бухты в 2010-2014 гг. были отмечены икра и личинки 32 видов рыб из 20 семейств. Индекс видового сходства [5] ихтиопланктона вершинного и устьевого районов Севастопольской бухты в среднем за пять лет составил 0,46. Среднегодовая численность икры достигала 32,3 экз.: м², а личинок – 18,6 экз.: м². Икра холодолюбивых видов была представлена шпротом, мерлангом *Merlangius merlangus* Linnaeus, 1758 и налимом и встречалась в основном единичными экземплярами и только в последние годы исследований ее доля в среднегодовой численности икры всех видов поднялась до 18 %. В зимних пробах преобладал налим. В летний сезон икра была представлена 12 видами теплолюбивых рыб. Кроме икры хамсы, ставриды, ласкиря и султанки, которые преобладали в районе исследований, видовой состав расширился скорпеной *Scorpaena porcus* Linnaeus, 1758, пиленгасом *Liza haematocheilus* (Temminck & Schlegel, 1845), лобаном *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758, луфарем *Pomatomus saltatrix* (Linnaeus, 1766), каменным окунем *Serranus scriba* (Linnaeus, 1758), большим морским драконом *Trachinus draco* Linnaeus, 1758, звездочетом

Uranoscopus scaber Linnaeus, 1758 и прочими видами. Доля хамсы в общей численности икры колебалась от 21 до 56 %, икра остальных трех преобладающих в ихтиопланктоне видов составляла от 15 до 58 % от общей численности. Личинки были представлены 21 видом, преобладали виды из демерсальной икры, их доля в общей численности колебалась от 50 до 100%. По сравнению с вершинной частью бухты видовой состав личинок из демерсальной икры расширился еще двумя видами из сем. *Blenniidae*, появились два вида личинок из сем. *Labridae*, черноморская атерина *Atherina mochon pontica* Linnaeus, 1758 и ласточка *Chromis chromis* (Linnaeus, 1758). В открытых водах в период исследований были отмечены 38 видов икры и личинок рыб из 25 семейств. Средняя численность икры достигала 52 экз.: м², а личинок – 10,6 экз.: м². В зимний сезон исследований здесь преобладала икра и личинки шпрота и мерланга, а единичные икринки налима встречались только в последние два года исследований. В ихтиопланктоне доминировала икра хамсы, составляя от 44 до 68% от общей численности икры всех видов.

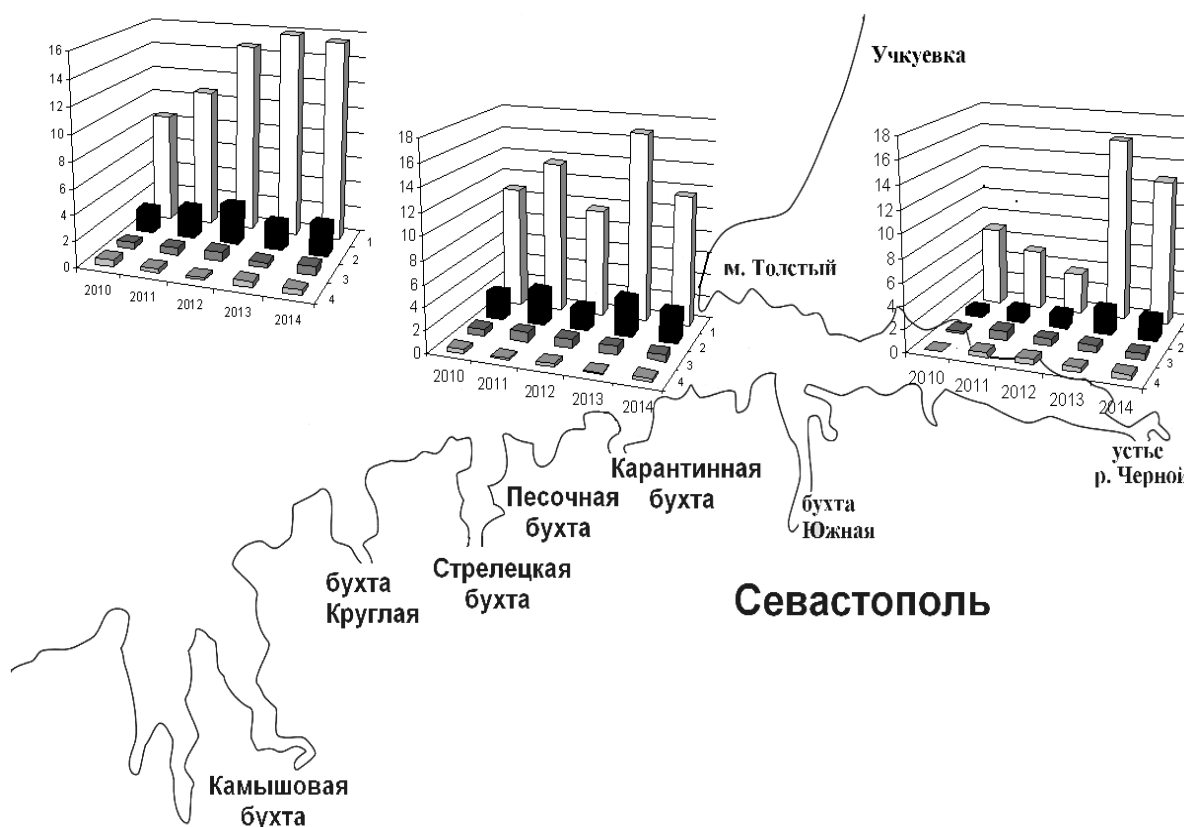


Рисунок 1 - Показатели индексов разнообразия ихтиопланктона в различных районах исследований:
1 – индекс видового богатства, 2 – индекс видового разнообразия, 3 – индекс доминирования, 4 – индекс выровненности

В отличие от Севастопольской бухты, здесь в основном преобладали личинки из пелагической икры (хамса, ставрида, султанка, ласкирь), составляли от 11 до 93%, а доля личинок из демерсальной икры колебалась от 4,9 до 77%. Видовой состав ихтиопланктона в открытых водах расширился сарганом *Belone belone* (Linnaeus, 1761), морской мышкой *Callionymus* sp., ошибнем *Ophidion rochei* Muller, 1845, арноглоссой *Arnoglossus kessleri* (Schmidt, 1915), морским языком *Pegusa nasuta* (Pallas, 1814), темным горбылем *Sciaena umbra* (Linnaeus, 1758), пеламидой *Sarda sarda* Bloch, 1793, возросло число видов сем. *Labridae* и *Mugilidae*. Индекс видового сходства ихтиопланктона в открытых водах с ихтиопланктоном в Севастопольской бухте в среднем в период исследования составлял 0,54 при этом с ихтиопланктоном устьевой части бухты - 0,52, а с ихтиопланктоном вершинной части – 0,37.

Для сравнения состояния ихтиопланктонных комплексов в трех районах исследований, мы воспользовались наиболее часто используемыми в оценке видового разнообразия индексами видового богатства, видового разнообразия, доминирования и выровненности [5,6,7,8,9] (рис.1).

Индекс видового богатства или плотности видов зависит от количества видов в изучаемом сообществе. Максимальная численность видов в ихтиопланктоне наблюдалась в 2013 г., соответственно и индексы видового богатства в этом году были максимальные для всех районов исследований. Минимальные значения индексов в Севастопольской бухте наблюдались в 2012 г., а в открытых водах – в 2010 г. Как в устьевой, так и в вершинной частях Севастопольской бухты индекс видового богатства колебался в довольно значительных пределах. Так в вершинной части бухты минимальное значение опускалось до 3, а максимальное значение было одного порядка с таковым в открытых водах (15,9). В устьевой части бухты минимальное значение индекса опускалось до 9, а максимальное поднималось до 17. В отличие от Севастопольской бухты, в открытых водах с 2010 по 2013 гг. наблюдалось последовательное увеличение показателей индексов видового богатства с 8,5 в 2010 г. до 15,8 – в 2013 г. (рис.1).

Индекс видового разнообразия в значительной степени зависит от степени доминирования в исследуемом сообществе. Так, в Севастопольской бухте наибольший индекс доминирования наблюдался в 2012 г.: в устьевой части бухты он составил 0,32, а в вершинной – 0,52. Соответственно в этом году мы наблюдали здесь самые низкие показатели индексов видового разнообразия: в устьевой части бухты индекс составлял 2,0, а в вершинной части – 1,24. Максимальный индекс видового разнообразия в Севастопольской бухте, также как и индекс видового богатства наблюдался в 2013 г. составлял 3,39 в устьевой и 2,23- в вершинной части. В открытых водах индекс доминирования последовательно снижался с 2010 по 2012 гг. с 0,47 до 0,2, а индекс видового разнообразия увеличивался с 1,79 до 3,03. В 2013 г. индекс доминирования снова возрос до 0,44, а индекс видового разнообразия снизился до 2,06 (рис. 1).

Наиболее наглядно состояние ихтиопланктонных комплексов в различных районах исследований представлены на кривых доминирования-разнообразия [4] (рис.2). Чем более плавно (логнормальное распределение) опускаются кривые доминирования-разнообразия, тем более стабильно состояние изучаемого сообщества. Крутой наклон кривых доминирования-разнообразия наблюдается при выраженном доминировании одного вида (открытые воды) или при стрессовом состоянии изучаемого сообщества, когда отмечается низкая численность и число видов ее обеспечивающих (устьева часть Севастопольской бухты 2012 г. и вершинная часть Севастопольской бухты 2011 и 2012 гг.). Наиболее приближены кривые доминирования-разнообразия к логнормальному типу распределения в устьевой части Севастопольской бухты в 2010, 2013 и 2014 гг. (рис.2).

Проведенные исследования показали, что в период с 2010 по 2014 гг. наиболее благоприятные условия для воспроизводства природных популяций рыб в прибрежной акватории Севастополя наблюдались в открытых водах и в устьевой части Севастопольской бухты в последние два года исследования. Сравнение показателей индексов видового разнообразия и кривых доминирования-разнообразия позволяет предположить, что не смотря на более высокую численность пелагической икры и высокие показатели индексов видового богатства в открытых водах прибрежной акватории Севастополя, в устьевой части сложились более благоприятные условия для выживания ихтиопланктона, о чем свидетельствуют высокие индексы видового разнообразия, отсутствие резко выраженного доминирования отдельных видов и более высокая численность личинок рыб.

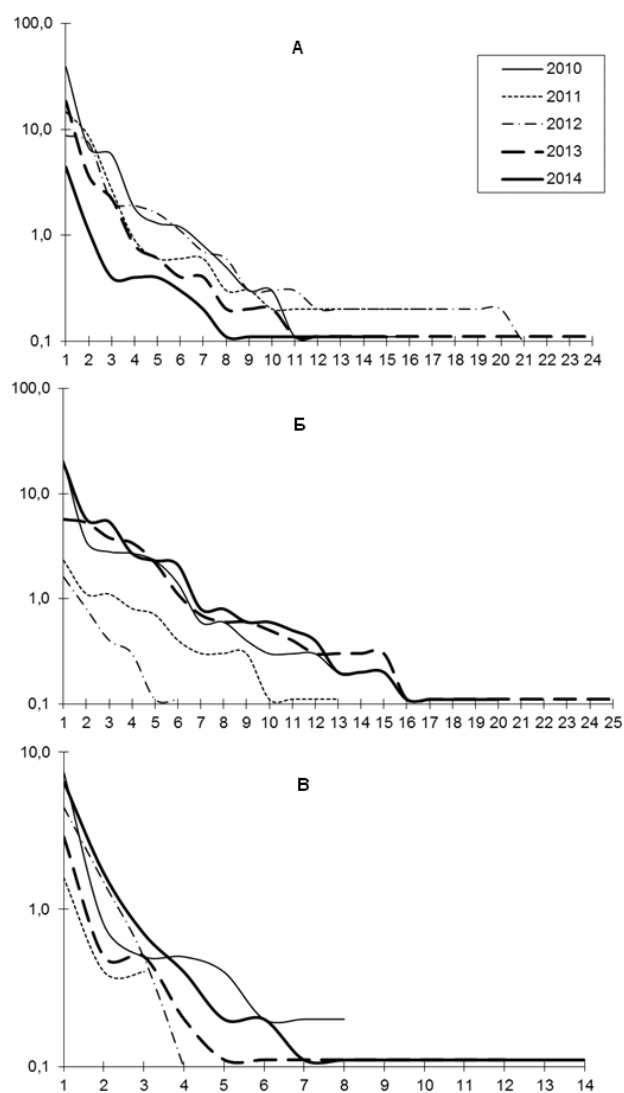


Рисунок 2 - Кривые доминирования-разнообразия ихтиопланктона в различных районах прибрежной акватории Севастополя: А- открытые воды; Б - устьевая часть Севастопольской бухты; В – вершинная часть Севастопольской бухты Ось X – ранжированный ряд видов в порядке доминирования; ось Y – логарифм средней численности ихтиопланктона

Список литературы

1. Акватория и берега Севастополя: экосистемные процессы и услуги обществу // под ред.: Павлова Е.В., Шадрин Н.В. Севастополь: Аквавита, 1999. - 289 с.
2. Гордина, А.Д. Состояние ихтиопланктонных сообществ в Севастопольской бухте (Крым) в мае-сентябре 1998-1999 гг. / А.Д. Гордина // Вопросы ихтиологии. 2003. – Вып. 43(2) – С. 184 – 193.
3. Ихтиофауна черноморских бухт в условиях антропогенного воздействия // под ред. Овен Л.С. - Киев: Наукова думка, 1993. - 135 с.
4. Куфтаркова, Е.А. Экологические условия выращивания мидий в Севастопольской бухте / Е.А. Куфтаркова, А.А. Субботин, Н.Ю. Родионова, В.Н. Иванов // «Экологическая безопасность прибрежных и шельфовых зон и комплексное использование ресурсов шельфа» Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. 2007. - С. 110-119.
5. Одум, Ю. Экология /Ю.Одум. - Москва: Мир. / 1986. - 373 с.
6. Margalef, R. Information theory in ecology / R. Margalef – Gen.Syst., 1958. – 3. – P. 36 – 71.
7. Pielou, E.C. Species-diversity and pattern-diversity in the study of ecological succession / E.C. Pielou // J. Theoret. Biol. 1966. – 10. – P. 370 – 383.

8. Shannon, C.E. The mathematical theory of communication / C.E. Shannon, W. Weaver. – Urbana, Univ. of Illinois Press, 1949. – 117 p.
9. Simpson, E.H. Measurement of diversity / E.H. Simpson // Nature, 1949. – 163. – 688 pp.

SPECIES-DIVERSITY OF ICHTHYOPLANKTON IN DIFFERENT ZONES OF COASTAL WATERS OF SEVASTOPOL ACCORDING TO MEASURE OF ANTHROPOGENIC IMPACT

Klimova T., Podrezova P.

Institute of Marine Biological Researches of the Russian Academy of Sciences, Sevastopol, Russia

The data of five-years monitoring ichthyoplankton researches in three zones of Sevastopol coastal water area, differing in the rate of anthropogenic impact and the level of water exchange, has been analyzed. The maximum number of species (38 from 25 families) and average annual number of eggs (52 specimens under m²) were found in open waters, just as the minimum number of species (18 species from 10 families) and average annual number of eggs (8 specimens under m²) – in the back part of Sevastopol bay. The greatest index number of species-similarity were registered between ichthyoplankton in open waters and in estuary part of Sevastopol bay (0.52), while as high indexes of species abundance and diversity are the testimony to the fact of favourable environmental conditions for surviving of ichthyoplankton in these zones of researches.

УДК 551

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИДОННОГО СЛОЯ ГДАНЬСКОЙ ВПАДИНЫ
ВСЛЕДСТВИЕ ВЛИЯНИЯ БОЛЬШИХ ЗАТОКОВ В 2015-2016 ГОДАХ**

Кречик В.А., Капустина М.В., Дубравин В.Ф.

Атлантическое отделение Института океанологии им. П.П. Ширшова (АО ИО РАН), 236000, Калининград, пр. Мира, 1. E-mail: myemail.gav@gmail.com

Балтийское море, имеющее двухслойную гидрологическую структуру с постоянным галоклином, подвержено стагнации придонных вод, которая приводит к образованию бескислородных зон и к сероводородному заражению глубоководных впадин моря. Обновление глубинного слоя вод Центральной Балтики происходит только вследствие больших затоков североморских вод, являющихся одним из важнейших режимобразующих факторов гидрологии Балтийского моря.

Для идентификации большого затока в соответствии с [5] используется ряд критериев. На Дарском пороге коэффициент стратификации $G = 1 - S_{\text{пов}} / S_{\text{гл}}$ должен быть $\leq 0,2$ на протяжении как минимум пяти дней ($S_{\text{пов}}$ – соленость в поверхностном слое, $S_{\text{гл}}$ – соленость в придонном слое); соленость придонного слоя должна составлять не менее 17 PSU [10]. На пороге Дроген соленость поверхностного слоя должна быть больше 17 PSU и течение должно быть направлено в сторону Балтийского моря. Следует принимать во внимание все дни (не более 15), которые предшествовали затоку и в которые наблюдался заток, подходящие под это условие [2].

Для классификации затоков по интенсивности [2] ввели параметр Q_{96} , определяемый как сумма количества соли, пришедшей через пороги Дарсс ($q_{s,DS}$) и Дроген ($q_{s,DR}$), умноженной на коэффициент (K_1), равный 10^{-11} кг^{-1} (это значение было выбрано для того, чтобы стандартизировать интенсивность до численных значений от 0 до 100):

$$Q_{96} = Q_{DS} + Q_{DR}, \quad (1)$$

где $Q_{DS} = K_1 q_{S,DS}$; $Q_{DR} = K_1 q_{S,DR}$; $K_1 = 10^{-11} \text{ kg}^{-1}$.

Затоки по интенсивности были поделены авторами [2] на слабые ($Q_{96} \leq 10$), умеренные ($10 < Q_{96} \leq 20$), сильные ($20 < Q_{96} \leq 30$) и очень сильные ($Q_{96} > 30$).

Большие затоки являются не только одним из основных факторов в формировании солевого баланса Балтики, но и главным в обогащении ее придонных слоев кислородом [1]. Большие затоки происходят раз в несколько лет преимущественно с октября по февраль, однако с восьмидесятых годов прошлого века количество интрузий североморских вод, называемых «большие затоки», уменьшилось с 5-7 за декаду до одного [6], однако с 2014 г. произошло увеличение частоты больших затоков (рисунок).

Большой заток декабря 2014 года («Рождественский заток») был назван третьим по интенсивности вместе с затоком 1913 г. [6], очередной заток североморских вод наблюдался в середине ноября 2015 г.

По данным Федерального агентства морского судоходства и гидрографии (BSH) в 2015-2016 гг. в западной части Балтийского моря отмечалось повышение придонной солености вод. В частности, в период ноябрь 2015 г. - январь 2016 г. и февраль - конец марта 2016 г. на станции Arkona ($54^{\circ}53'$ с.ш. $13^{\circ}52'$ в.д.) мониторинговой сети MARNET, был отмечен рост значений солености до 23 PSU в придонном слое (43 м). В период середина августа – середина октября 2016 г. здесь также отмечался подъем солености до 20 PSU [3].

Изменение температуры и солености в Гданьской впадине на глубине 100 м за последние 66 лет представлен на рисунке А и Б.

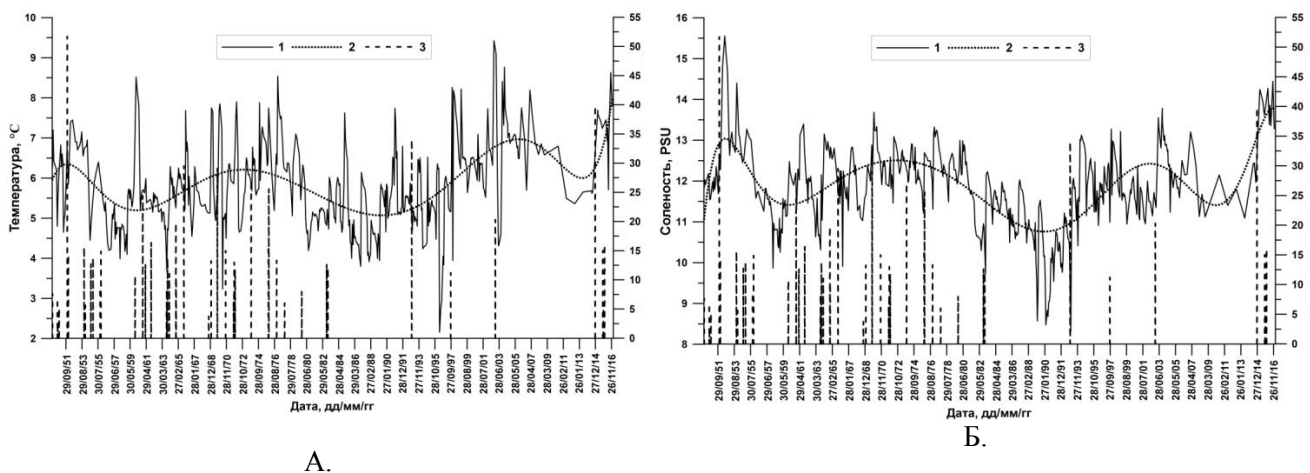


Рисунок - Временной ход температуры (А) и солености (Б) на глубине 100 м. в точке $54^{\circ}30'$ с.ш. и $19^{\circ}30'$ в.д. (Гданьская впадина) по данным [2, 4, 6, 9] и натурным измерениям в период с января 1950 г. по декабрь 2016 г. 1 – ход температуры (А) и солености (Б); 2 – полиномиальный тренд; 3 – большие затоки с 1950 г. и их интенсивность по индексу Q_{96} [5].

За основу взяты данные атласа [9] в точке с координатами $54^{\circ}30'$ с.ш. и $19^{\circ}30'$ в.д. за период 1950 – 2005 гг. Эти данные были дополнены натурными измерениями в точке 22 ($54^{\circ}52,5'$ с.ш и $19^{\circ}21'$ в.д.) мониторинговой сети нефтяного месторождения «Кравцовское», выполненными в период с мая 2003 г. по декабрь 2016 г.

Для выделения генеральной тенденции хода температуры и солености для обеих характеристик был построен тренд на основе полинома десятой степени. Такой выбор обусловлен тем, что данный тренд имеет наиболее высокий коэффициент корреляции с рядом натуральных данных – 0,56 для температуры и 0,67 для солености. Для сравнения, коэффициент корреляции линейного тренда с данными значений температуры составляет 0,15, а с данными солености 0,07. Результаты анализа рядов методом описательной статистики приведены в табл. 1.

Таблица 1 - Основные статистические характеристики температуры и солёности в Гданьской котловине по данным [9] и натурным измерениям за период 1950-2016 гг.

Статистический показатель	Значение температуры, °С	Дата наблюдения	Значение солёности, PSU	Дата наблюдения
Максимум	9,43	ноябрь 2002 г.	15,56	июль 1952 г.
Верхний квартиль	6,40		12,46	
Медиана	5,61		11,82	
Нижний квартиль	4,96		11,13	
Минимум	2,16	май 1996 г.	8,32	февраль 1993 г.

Из рисунка видно, что тренды обоих рядов схожи между собой и зависят от затоковой активности. При этом на долгосрочный ход тенденций температуры и солёности влияет не столько интенсивность, сколько периодичность событий адвекции североморских вод.

Увеличение частоты больших затоков в последние 2 года отразилось на состоянии придонного слоя Гданьской впадины в пределах исключительной экономической зоны (ИЭЗ) РФ. В 2015-2016 гг. было выполнено 11 рейсов НИС «Профессор Штокман», «Академик Мстислав Келдыш», «Академик Николай Страхов», а также маломерного судна «Норд-3», в ходе которых были получены профили вертикального распределения температуры и солёности. Все экспедиционные работы проводились за счет грантов РФ № 14-27-00114 и РФ № 14-37-00047.

Рисунок показывает, что мощный «рождественский заток» 2014 года вызвал резкий подъем температуры и солёности в 2015 г. Последующие адвективные события обеспечивали подпитку придонных вод Гданьской впадины и поддерживали высокие значения основных гидрологических параметров, их незначительную изменчивость. Результаты анализа натурных данных, полученных в 2015-2016 гг. методом описательной статистики, приведены в табл. 2.

Таблица 2 - Основные статистические характеристики температуры и солёности в Гданьской котловине по данным натурных измерений за период 2015-2016 гг.

Статистический показатель	Значение температуры, °С	Дата наблюдения	Значение солёности, PSU	Дата наблюдения
Максимум	8,63	октябрь 2016 г.	14,44	октябрь 2016 г.
Верхний квартиль	7,69		14,24	
Медиана	7,42		13,85	
Нижний квартиль	6,99		13,38	
Минимум	5,71	июль 2016 г.	13,28	декабря 2016 г.

Из табл. 2 следует, что в 2015-2016 гг. квартильные показатели температуры, по сравнению со всем временным рядом, были выше на 1,59-2,03 °С, а для солёности на 1,78-2,25. При этом максимумы и минимумы параметров не вышли за рамки значений, характерны для всего периода наблюдений. Наибольший размах основных гидрологических характеристик был отмечен в 2016 г.

Рассмотрим динамику температуры и солёности придонного слоя Гданьской впадины по данным экспедиций, выполненных в данный период.

В апреле 2015 г. солёность у дна достигает 14,3 PSU, что на 2,48 PSU выше средних многолетних значений [9]. Наблюдаемая температура также весьма высока и составляет 7,2-7,7 °С. Таким образом, на разрезах проявление адвекции вод из западных районов моря маркируется высокими значениями температуры и солёности на глубинах более 80 м.

В ходе рейсов летом и осенью 2015 г. в Гданьской котловине наблюдалось устойчивое уменьшение значений солёности вод придонного слоя до 13,7-13,8 PSU в августе и 13,5-13,6 PSU в ноябре. Температура придонного слоя в августе составила в среднем 7,4 °С, а в ноябре понизилась до 7,2 °С. Снижение значений солёности в придонном слое указывает на частичную ассимиляцию затоковых вод, обнаруженных у дна в районе работ весной. Значения температуры и солёности у дна за период с августа по ноябрь менялись слабо. Это говорит об отсутствии адвекции вод из других бассейнов в данный период и стабилизации термохалинной структуры

под пикноклином.

В конце января – начале февраля 2016 г. произошел очередной большой заток, и в конце марта 2016 г. в исследуемой акватории были зафиксированы повышенные значения солености и температуры на глубине 100 м.: 14,2 PSU и 7,4 °С соответственно. В летний период (июнь-август) значения солености снизились с 13,8 до 13,3 PSU, а температура опустилась с 7,2 до 6,9 °С.

Во второй половине октября 2016 г. в придонном слое Гданьской котловины были зафиксированы повышенные значения основных гидрологических показателей. Средняя соленость составила 14,4 PSU, а значения температуры выросли до 8,6 °С. Однако уже в конце декабря значения обоих показателей упали: солености – до 13,3 PSU, температуры – до 7,8 °С.

Таким образом, термохалинные параметры придонного слоя Гданьской впадины в 2015-2016 гг. претерпели значительные изменения по сравнению со среднемноголетними значениями. В частности, средняя соленость на горизонте 100 м увеличилась на 1,8-2,2 PSU, а температура – на 1,5-2,0 °С. Это свидетельствует об изменении гидрологического состояния придонных вод вследствие адвекции вод из западных районов Балтики, вызванных большими затоками.

Список литературы

1. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том III Балтийское море. Выпуск I. Гидрометеорологические условия, ред. Ф.С. Терзиев, В.А. Рожков, А.И. Смирнов. Санкт-Петербург. Гидрометеоиздат, 1992. - 449 с.
2. Fischer, H. The importance of the Drogden Sill in the Sound for major Baltic inflows / Fischer, H., Matthäus, W. // J. Mar. Syst., 9, 1996. – P. 137-157.
3. MARNET monitoring network. Arkona Becken [Электронный ресурс] // Federal Maritime and Hydrographic Agency. – Режим доступа: http://www.bsh.de/en/Marine_data/Observations/MARNET_monitoring_network/dynamisch/arko_dyn/arko_sal_jahr.jsp
4. Matthäus, W. Characteristics of major Baltic inflows – a statistical analysis / Matthäus W., Franck H. // Cont. Shelf Res., 12, 1992. – P.1375–1400.
5. Matthäus, W. The history of investigation of salt water inflows into the Baltic Sea from the early beginning to recent results / Matthäus, W. // Mar. Sci. Rep. 65, 2006, 1-73.
6. Mohrholz, V. Fresh oxygen for the Baltic Sea. An exceptional saline inflow after a decade of stagnation / Mohrholz, V., M. Naumann, G. Nausch, S. Krüger, U. Gräwe // Journal of Marine Systems 148, 2015. - p. 152-166.
7. Naumann, M. Water Exchange between the Baltic Sea and the North Sea, and conditions in the Deep Basins. / Naumann M., Nausch G, Mohrholz V. // HELCOM Baltic Sea Environment Fact Sheets. Online. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.helcom.fi/baltic-sea-trends/environment-fact-sheets/>
8. Naumann, M. Baltic inflow of December 2014 / Naumann, M., Mohrholz, V., Nausch, G. [Электронный ресурс] // The Leibniz Institute for Baltic Sea Research [Официальный вебсайт]. – Режим доступа: <http://www.io-warnemuende.de/baltic-inflow-of-december-2014.html>
9. State and Evolution of the Baltic Sea, 1952 – 2005. A Detailed 50-Year Survey of Meteorology and Climate, Physics, Chemistry, Biology and Marine Environment / ed. By R. Feistel, G. Nausch, N. Wasmund. Hoboken, New Jersey. John Wiley & Sons, Inc., 2008. – 712 p.
10. Wolf, G. Salz wasser ein brüche im Gebiet der westlichen Ostsee / Wolf, G. // Beitr. Meereskunde, Berlin, 29, 1972. – P. 67-77.

THE PRESENT STATE OF THE GDANSK BASIN NEAR-BOTTOM LAYER DUE TO THE INFLUENCE OF MAJOR BALTIC INFLOWS IN 2015-2016.

Krechik V.A., Kapustina M.V., Dubravin V.F.,

Atlantic Branch of the P.P. Shirshov Institute of Oceanology

Major water parameters were measured during the cruises in the period from April 2015 to July 2016: temperature, salinity and dissolved oxygen. These measurements allow tracking the variability of a bottom layer. These measurements show an increase in salinity (more than 14 psu) and dissolved oxygen (more than 4 ml/l) in the bottom water, indicating that the renewal of the Gdansk basin waters as a result of MBI's occurred during this period.

УДК 504.062:502.6

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОЗЕРА ВИШТЫНЕЦКОГО (КАЛИНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ) ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

¹Кривопускова Е.В., ²Берникова Т.А., ³Агаркова Т.С.

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
г. Калининград, Российская Федерация, e-mail: ¹bernikovy@gmail.com,
²katekrivopuskova@gmail.com, ³tatiana.agarkova@klgtu.ru

В настоящее время формирование экологического состояния водных экосистем происходит под воздействием большого числа антропогенных факторов; одним из них является рекреационная деятельность человека, особенностью которой является сезонность. В умеренных широтах пиковое негативное воздействие наблюдаются в теплый период. В этот же период наблюдаются и наиболее высокий уровень продукционно-биологических процессов.

Рекреация на водоеме сопровождается поступлением в воду органических и биогенных веществ, что не может не способствовать увеличению уровня трофности водной экосистемы.

Озеро Виштынецкое собирает сток с территории трех сопредельных государств (Российская Федерация, Литовская Республика и Республика Польша), его акватория российско-литовской границей поделена на две неравные части. Прибрежная часть озера в последние десятилетия активно развивается в сторону увеличения ее рекреационной привлекательности.

Уникальность озера и прилегающей территории определяет его природоохранный статус. В СССР еще в 1975 г. водоем был объявлен памятником природы регионального значения; в 1994 г. вошел Виштынецкий заповедник. В 2012 г. стал частью Природного парка «Виштынецкий», охватывающий крупный лесной массив «Красный лес» («Виштынецкий лес»), мелкие озера Виштынецкой группы, долины рек Красной и Писсы в их верхнем течении и многочисленные болота, луговые и опушечные сообщества, примыкающие к лесному массиву. С 1992 г. его восточное побережье, включая пос. Виштитис (единственный населенный пункт на литовской стороне), входит в состав Виштынецкого регионального парка Литовской Республики.

К сожалению, все эти природоохранные мероприятия не могут полностью исключить антропогенное воздействие на водоем, приобретающий все большую рекреационную привлекательность. На литовской стороне действуют три крупные туристические базы, причем в 2007 г. прибрежная полоса акватории признана здесь не соответствующей для купания по санитарно-гигиеническим требованиям [1].

На российском побережье функционирует четыре крупных баз отдыха и один детский оздоровительный лагерь, приезжает много отдыхающих.

Все это не может не оказывать негативного воздействия на водоем. Предлагаемая статья построена на материалах, собранных во время комплексной съемки озера в конце июня-начале июля 2016 г., проводимой в рамках многолетних мониторинговых исследований экологического состояния озера. Выполнена 21 стандартная станция (рис.1а). Отбор и обработка проб производился по стандартным методикам [2]. Измерения температуры и pH воды производились при отборе проб с помощью прибора WTW Multi 197i. Образцы для определения концентрации хлорофилла «а» анализировались спектрометрическим способом согласно ГОСТ 17.1.4.02-90.



Рисунок 1 – Схема расположения стандартных станций – (а) и температура воды на поверхности оз. Виштынецкого летом 2016 г., °С – (б)

Температура воды. В период наблюдений на глубине от 8-10 до 12 м сформировался слой скачка. Пространственные различия на поверхности в значительной степени связаны с суточным ходом температуры. Тем не менее, можно отметить, что наиболее прогретой была северо-западная часть озера (рис. 1б), причем эти различия сохранялись до верхней границы слоя скачка. В гипolimнионе температура быстро падала и на горизонте 40 м составила всего 6,3°С.

Водородный показатель сдвинут в щелочную сторону. Величина рН на поверхности изменялась в пределах 8,5-8,8. С глубиной концентрация водородных ионов закономерно снижалась и в придонных горизонтах составила 8,1-8,2.

Кислородные условия. Кислорода в водах озера растворено было много, особенно в Тихой бухте и Утином заливе (район станций 68, 42, 5), что связано с большим разнообразием и большой биомассой водных макрофитов. В Утином заливе пересыщение доходило до 140 % и более. В то же время на северо-западном (район станций 8, 21 и, особенно, ст.11) и юго-западном (район станции 18, 18а) мелководьях кислорода растворено было значительно меньше (рис. 2). На ст. 11 содержание кислорода составило всего 6,18 мг/дм³, и 58,1 % от насыщения.

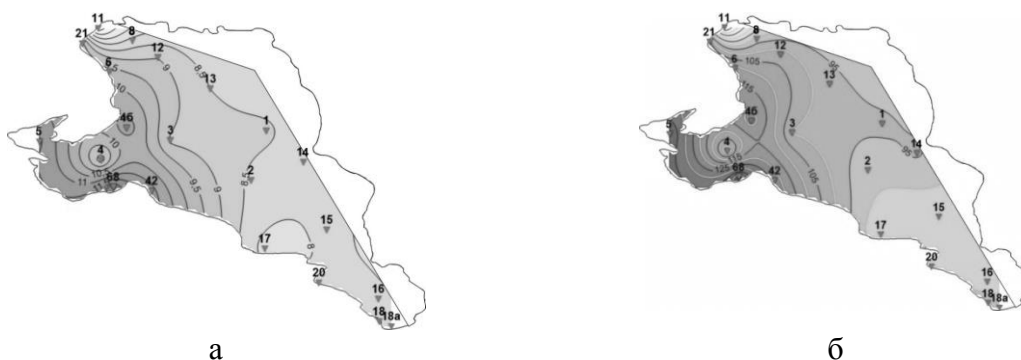


Рисунок 2 – Растворенный кислород на поверхности оз. Виштынецкого в летом 2016 г.: а- абсолютное содержание, мг/дм³; б – относительное содержание, %

С глубиной происходило закономерное снижение содержания кислорода. Уже на нижней границе слоя скачка и во всем гипolimнионе его концентрация оказалась ниже 10 мг/дм³, наблюдалось недосыщение (менее 90 %). В южной котловине (район ст. 15, 16) насыщенность воды кислородом была ниже 80 %. Тем не менее, такое состояние кислородных условий гипolimниона достаточно благоприятно для существования представителей арктического фаунистического комплекса рыб (европейской ряпушки и сига обыкновенного).

Заключая характеристику кислородных условий, необходимо отметить, что сложившиеся кислородные условия характерны для оз. Виштынецкого в летний период [3].

Органические вещества. Анализ содержания легкоокисляемых органических веществ осуществлялся по величине перманганатной окисляемости, которая в соответствии с

классификацией О.А. Алекина (1970) попадала преимущественно в класс «малая». Только на поверхности глубоководной ст.1 (глубина станции 51 м), на прибрежном мелководье у пос. Виштитис (ст.8) и на выходе из Тихой бухты перманганатная окисляемость оценивалась как «средняя». Особенно большая концентрация органических веществ наблюдалась здесь в районе прибрежной ст.68 (величине перманганатной окисляемости – 5,84 мгО/дм³).

В целом, на поверхности в северной половине озера органических веществ содержалось больше, чем в южной; и в ней по направлению к югу величина перманганатной окисляемости уменьшалась, достигая минимума (4,24 мгО/дм³) в приустьевой части р. Черницы (рис. 3). При этом на соседнем мелководье (ст. 18а), находящемся за пределами влияния реки, эта величина возросла до 4,84 мгО/дм³.

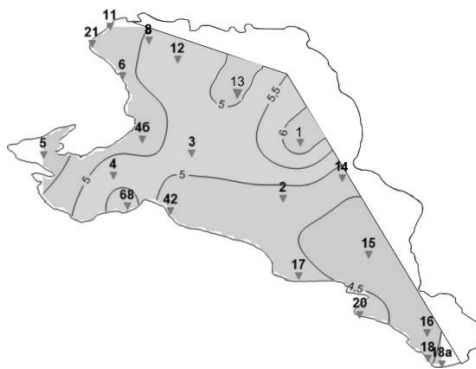


Рисунок 3 – Величина перманганатной окисляемости (мгО/ мг/дм³) на поверхности оз. Виштынецкого летом 2016 г

С глубиной содержание органических веществ, за некоторым исключением (станции 4 и 1, где наблюдалось влияние донных отложений) уменьшалось, что характерно для глубоких олиготрофных водоемов.

Биогенные вещества. Распределение биогенных веществ (кроме железа) в незагрязненных водных экосистемах определяется соотношением их потребления и регенерации. Эта закономерность нарушается в районах, подверженных антропогенному загрязнению.

В водах Виштынецкого озера летом 2016 г. биогенных веществ содержалось много.

Концентрация *азота аммонийного* измерялась в десятых долях мг/дм³. Особенно высокая его концентрация на поверхности (более 1,000 мг/дм³) была в районе ст.1, откуда эта вода распространялась почти до противоположного берега. В стороны от этого очага, даже на прибрежных станциях, количество аммонийного азота снижалось (0,266-0,499 мг/дм³). Существенно меньше его было и во всей южной половине озера (менее 0,5 мг/дм³). Минимум азота аммонийного (0,128 мг/дм³) зафиксирован на прибрежной ст. 4б (рис. 5а).

Такое распределение аммонийного азота (начальная фаза регенерации азота из органических соединений) в определенной степени согласуется с распределением величины перманганатной окисляемости. Так, очаг его максимальной концентрации на поверхности в районе ст. 1 закономерно совпадает с районом повышенного содержания органических веществ.

С глубиной количество азота аммонийного снижалось, и в придонных слоях редко превышало 0,3 мг/дм³. Исключением опять-таки была ст.1, где на придонном горизонте содержание азота аммонийного в воде возросло до 1,060 мг/дм³.

Нитрит-ионы (промежуточная фаза регенерации азота) растворены в сравнительно небольших количествах. Их концентрация в основном не превышала сотых долей мг/дм³ (рисунок 5б). Однако в районе ст. 4б и на некоторых горизонтах в толще воды содержание нитритов достигало 0,013-0,015 мг/дм³.

В распределении *нитрат-ионов* на поверхности (рис. 5в) хорошо прослеживаются три источника загрязнения вод: прибрежное мелководье у пос. Виштитис (ст.8; 0,800 мг/дм³), район ст.42 (2,305 мг/дм³), здесь на берегу расположена туристическая база «Виштынец», и приустьевой участок р. Черницы (ст.18; 1,422 мг/дм³).

С глубиной количество нитритов изменяется неоднозначно: может снижаться (ст. 8), увеличиваться (ст. 4), или иметь помежуточные экстремумы.

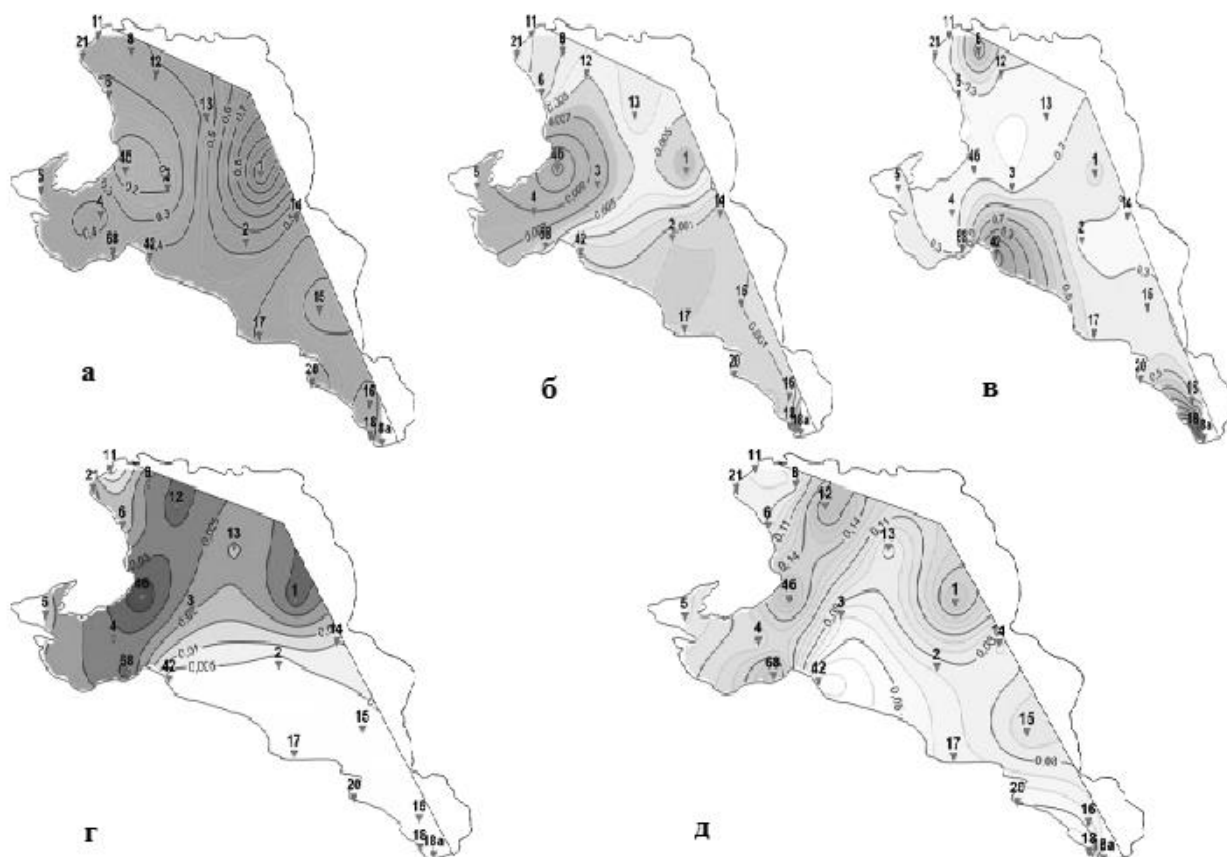


Рисунок 4 – Биогенные вещества на поверхности оз. Виштынецкого летом 2016 г. %: а – азот-аммонийный, мг/дм³, б – нитрит-ионы, мг/дм³, в – нитрат-ионы, мг/дм³, г – фосфор-фосфатов, мгР/дм³, д – железо общее, мгFe/дм³

Содержание *минерального азота* позволяет получить суммарную картину распределения азотсодержащих соединений. По-прежнему наиболее загрязнен район ст.1. Здесь на поверхности содержится 0,948 мг/дм³, что в разы превышает концентрацию минерального азота на всей остальной акватории. На втором месте – приустьевой участок р. Черницы (0,701 мг/дм³). Много соединений азота также на мелководье у пос. Виштитис (ст. 8), на выходе из Тихой бухты (ст. 4), в районе ст.14, расположенном недалеко от устья ручья Лесного (здесь на берегу находится турбаза), – количество минерального азота превысило 0,400 мг/дм³.

Необходимо также отметить, что аномально высокое содержание минерального азота (0,916 мг/дм³) на придонном горизонте ст. 1 связано с влиянием черного полужидкого ила со значительной примесью органического материала, покрывающего наиболее глубокие участки дна Северной впадины [3].

Фосфор-фосфатов содержался тоже в достаточно больших количествах. В его распределении на поверхности прослеживаются в целом отмеченные выше закономерности. Поверхность озера изолинией 0,005 мг/дм³ отчетливо разделена на две части: более мелководную северо-западную (концентрация фосфора сильно превышает 0,005 мг/дм³) и глубоководную юго-восточную, где фосфора содержится менее 0,005 мг/дм³.

В северо-западной котловине выделяются две наиболее загрязненные области: все тот же район ст. 1 и обширная акватория, объединяющая ст.8, 12, 4б, 4 и 68 (величина фосфора превышала 0,025 мг/дм³), внутри которой можно обозначить отдельные очаги с наиболее высокой концентрацией фосфора – более 0,03 мг/дм³ (рис. 5г).

С глубиной содержание фосфора-фосфатов существенно увеличивалась. У дна наиболее высокие концентрации отмечены на станциях 4, 12 и 8, следовательно, эти области отличаются высокими концентрациями во всей толще воды.

Содержание *железа* подчинено иным законам, нежели остальные биогенных веществ: его концентрация в воде в значительной степени зависит от выноса грунтовыми водами. Кроме того, в отличие от соединений азота и фосфора, оно почти не поступает с хозяйственно-бытовыми стоками (основной источник загрязнений оз. Виштынецкого).

Тем не менее, содержание *железа (общего)* на поверхности в значительной степени повторяло распределение фосфатов (рисунки 5д и 5г). Ранее нами обнаружены участки выклинивания грунтовых вод в районе станций 12 и 4-4б с повышенной концентрацией железа. В целом, в более мелководной северо-западной котловине железа растворено больше, чем в глубоководной южной (хотя в придонных горизонтах ст. 16 существует постоянно действующий источник грунтовых вод). Особенно много железа ($0,197 \text{ мг/дм}^3$) обнаружено на ст. 12, меньше всего ($0,023 \text{ мг/дм}^3$) – на поверхности ст.18.

С глубиной концентрация железа меняется аномально, в его распределении не существует какой-либо общей закономерности: на всех станциях (кроме ст. 4) на разных горизонтах наблюдаются промежуточные экстремумы разных знаков.

Одним из показателей экологического состояния водоема, широко используемого в последние десятилетие, является концентрация хлорофилла «а» в воде. В последние несколько лет озеро Виштынецкое отличается достаточно активными процессами развития водорослей в летний период, что в свою очередь отражается на концентрации хлорофилла «а». На рисунке 6 отчетливо обозначились области с максимальными значениями этого показателя. Это районы станций 13, 14, 16 и Тихая бухта, где отмечалась наиболее высокая концентрация сине-зеленых водорослей.

В отличие от распределения биогенных элементов, наименьшие значения этого показателя наблюдались в северной половине озера, особенно в районе ст.1, где содержание хлорофилла «а» было менее $2,1 \text{ мг/м}^3$. В то же время, можно отметить некоторое сходство с распределением перманганатной окисляемости, что вполне естественно.

Концентрация хлорофилла «а» в эпилимнионе сильно зависела от распределения по глубине биомассы водорослей. В основном высокие концентрации хлорофилла «а» наблюдались до верхней границы слоя скачка. В гипolimнионе значение этого параметра редко достигала 1 мг/м^3 .

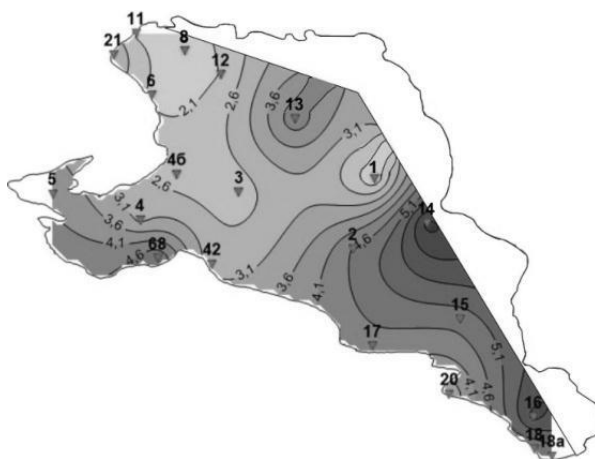


Рисунок 5 –Хлорофилл «а» на поверхности оз. Виштынецкого летом 2016 г., мг/м^3 .

Таким образом, по величине хлорофилла «а» наиболее эвтрофированными районами озера оказались Тихая бухта, район ст. 13 и две обширные области в южной котловине, примыкающие к государственной границе с Республикой Литва. Однако по содержанию биогенных элементов наиболее загрязненной областью был район ст. 1 (аномальный по всем

основным показателям), а также прибрежные районы у пос. Виштитис и баз отдыха «Виштынец».

Список литературы

1. Гидрология. Лабораторный практикум и учебная практика: учеб. пособие / Т. А. Берникова [и др.]; Федер. агентство по рыболовству. - Москва: Колос, 2008. - 303 с.
2. Берникова, Т.С. Физико-географическая и гидрологическая характеристика // Озеро Виштынецкое. – Калининград: Изд-во «ИП Мишуткина», 2008. – С. 20-40.
3. Ar nevertetu susirupinti dėl Vištyčio ežero [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://suduvis.lt/2015/08/11/ar-nevertetu-susirupinti-del-vistyčio-ezero>.

ESTIMATION OF ENVIRONMENTAL STATE OF LAKE VISHTYNETSKOE (KALININGRAD REGION) BY THE HYDROCHEMICAL INDICATORS

Bernikova T.A., Krivopuskova E.V., Agarkova T.S.

In this article has been carried out on the estimation of ecological condition of lake Vishtynetskoe in the summer period in 2016 by hydrochemical indicators. According to the obtained data, the most eutrophicated areas of the lake by the concentration of chlorophyll "a" were the Quiet Bay, the area of st. 13 and two vast areas in the southern basin. However, according to the content of biogenic elements, the most polluted area was the area of st. 1, as well as coastal areas near the village. Vishtis and recreation centers "Vishtynets".

УДК 574.52 (268.46)

МЕЖГОДОВАЯ ДИНАМИКА ФИТОПЛАНКТОНА И БИОГЕННЫХ ВЕЩЕСТВ В ДВИНСКОМ ЗАЛИВЕ БЕЛОГО МОРЯ

Македонская И.Ю., Мохова О.Н.

Северный филиал ФГБНУ «Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии имени Н.М. Книповича», г. Архангельск, Россия, makedonskaja@pinro.ru, mohova@pinro.ru.

В связи с глобальными климатическими изменениями и усиливающейся антропогенной нагрузкой на моря Российской Арктики возникла необходимость экологической характеристики арктических экосистем. С целью изучения изменчивости распределения растворенных форм биогенных элементов (БЭ), влияющих на величину первичной продукции и, в конечном итоге, на общую массу органического вещества, Северным филиалом ФГБНУ «Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича» (ПИНРО) была осуществлена серия гидролого-гидрохимических съемок. Исследования выполнялись в Двинском заливе Белого моря в осенний период с 2012 по 2016 гг. Измерялись следующие параметры среды: температура и соленость воды, концентрация биогенных веществ (нитраты, фосфаты и силикаты), хлорофилл «а», биомасса и численность фитопланктона.

Отбор проб выполнялся из поверхностного слоя. Содержание БЭ определялось общепринятыми в гидрохимической практике методами [6]. Пробы фитопланктона в объеме 1 л фиксировались 40 % раствором формалина и затем обрабатывались в соответствии с методикой [11]. Содержание хлорофилла «а» вычисляли, используя формулу Джемфри и Хамфри, биомассу фитопланктона определяли по количеству хлорофилла «а» [12]. Океанографические исследования проводились с использованием зонда SBE 19 PlusV2 в соответствии с методикой, принятой в ПИНРО [10].

Концентрации биогенных веществ (БВ) в морской воде являются важными

океанологическими параметрами. Значения концентраций часто используются как индикаторы вод морского или речного генезиса. Кроме того, БЭ необходимы для роста и развития фитопланктонных сообществ, которые производят огромные количества органического вещества, первичную продукцию. По величине содержания БЭ, прежде всего азота и фосфора, и микроэлементов определяют уровень биопродуктивности экосистемы [1].

Огромное количество кремния потребляют диатомовые и динофитовые водоросли для построения своих скелетов. Азот также является необходимым конструктивным элементом для растений: без него не могут образовываться новые жизнеспособные клетки. Фосфор является одним из главных биогенных элементов, определяющих продуктивность водного объекта. Он не только участвует в конструктивных реакциях, но и определяет происхождение многих энергетических процессов, протекающих в клетках при обмене веществ [3].

Соединения фосфора поступают в природные воды в результате процессов жизнедеятельности и посмертного распада водных организмов, выветривания и растворения пород, содержащих ортофосфаты, обмена с донными отложениями, поступления с поверхности водосбора. Большое количество нитратов может поступать в водные объекты с промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами. Главным источником соединений кремния в природных водах являются процессы химического выветривания и растворения кремнесодержащих минералов, например, алюмосиликатов. Значительные количества кремния поступают в природные воды в процессе отмирания наземных и водных растительных организмов, с атмосферными осадками, а также со сточными водами предприятий [2].

Несмотря на важную роль БВ в функционировании морских экосистем, повышенное содержание их может негативно отразиться на жизнедеятельности организмов. Например, избыточное количество нитратов нарушает нормальный ход функционирования природных экосистем и живых организмов, происходит снижение биологической ценности продукции и возрастает негативное воздействие на человека и животных. Фосфаты, попадающие в окружающую среду, приводят к эвтрофикации водоемов (бурному развитию водорослей). Сине-зеленые водоросли выделяют токсины, опасные для беспозвоночных, рыб и других гидробионтов.

Баланс БВ в поверхностных водах определяется двумя противоположно направленными процессами: активное развитие фитопланктона уменьшает их содержание, а материковый сток постоянно пополняет воды питательными веществами как вследствие прямого их приноса, так и за счет образования из вносимого реками органического вещества.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) азота нитратного для водоемов рыбохозяйственного назначения 40 мг/дм^3 (в пересчете на азот нитратов – 9 мг/дм^3), фосфора фосфатного – от $0,05$ до $0,2 \text{ мг/дм}^3$ в зависимости от водоема.

Среднегодовые концентрации нитратного азота в целом по заливу варьировали в диапазоне $0,018$ - $0,096 \text{ мг/дм}^3$, фосфора фосфатного изменялись в пределах $0,009$ - $0,045 \text{ мг/дм}^3$, кремния – $0,146$ - $0,679 \text{ мг/дм}^3$ (рис. 1). Максимальные среднегодовые концентрации фосфатов и кремния были зарегистрированы в 2013 г., нитратов – в 2016 г.

Среднегодовые показатели температуры воды в целом по Двинскому заливу изменялись в пределах от $6,08$ до $8,01 \text{ }^\circ\text{C}$. За период исследований прослеживается тенденция на повышение температуры (рис. 2). Соленость менялась незначительно и составляла $23,25$ - $26,42$.

Осенняя фаза вегетации фитопланктона обычно является наименее вариабельным периодом всей годовой сукцессии микроводорослей Белого моря. В условиях существенного уменьшения температуры, освещенности и длины светового дня численность, биомасса и фотосинтетическая активность фитопланктона снижается. В составе осеннего фитопланктона обычно присутствуют массово динофлагелляты, исчезают почти все диатомеи, существенно увеличивается обилие мелких жгутиковых [16].

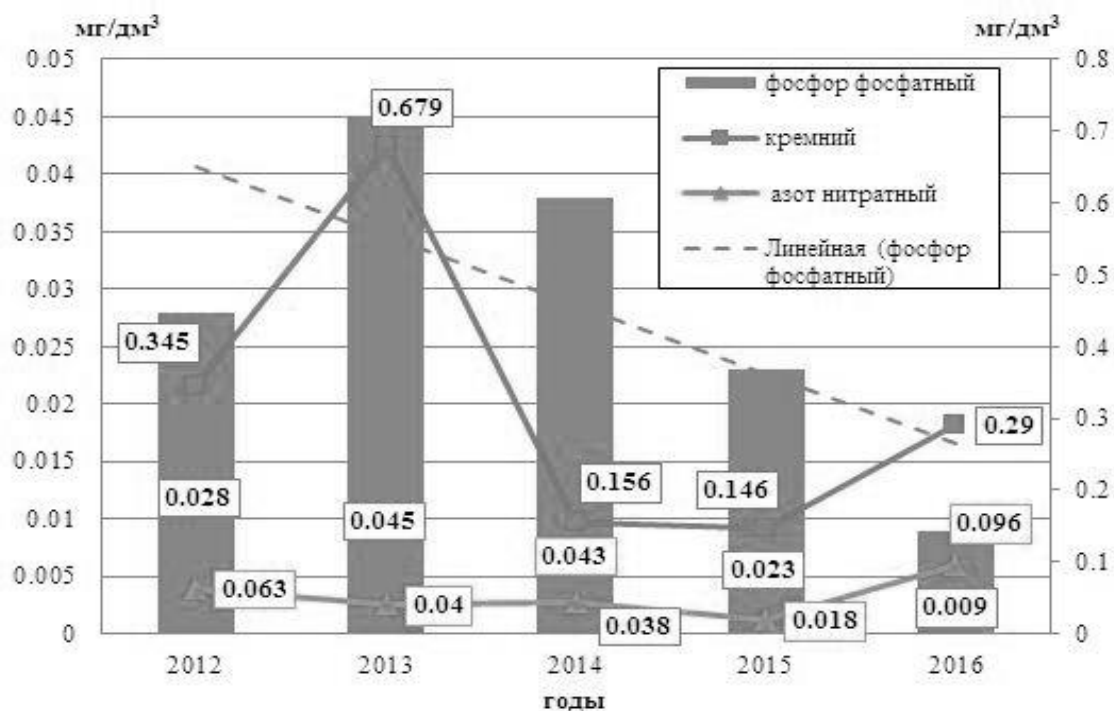


Рисунок 1 - Динамика средних концентраций биогенных элементов (мг/дм³) в водах Двинского залива Белого моря в осенний период (2012-2016 гг.)

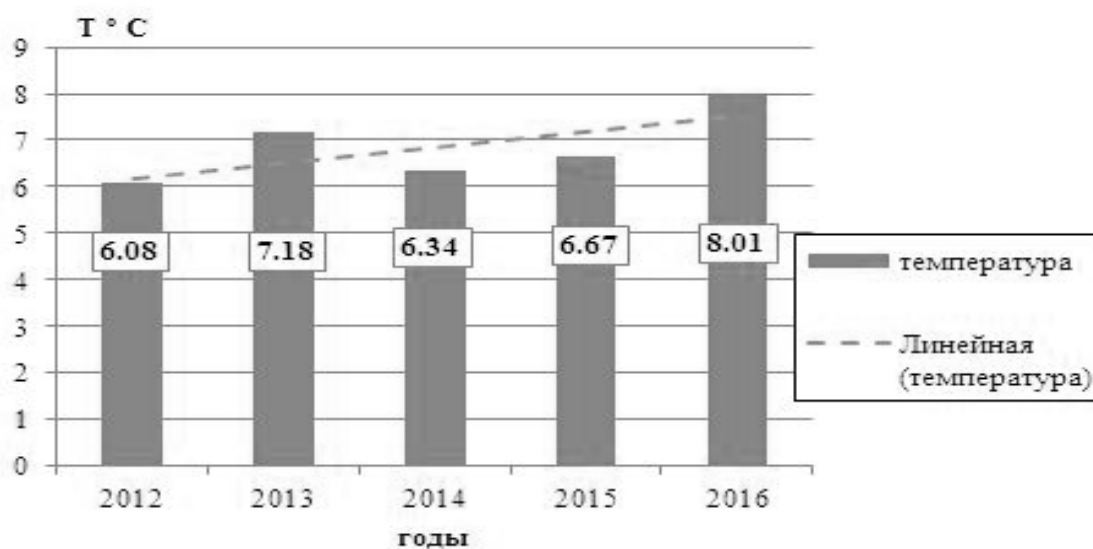


Рисунок 2 - Динамика температуры воды поверхностного слоя (средние показатели) Двинского залива Белого моря в осенний период (2012-2016 гг.)

Однако, в районе исследований в октябре 2012-2016 гг. средние по заливу значения количественных характеристик фитопланктона колебались в пределах: численность от 3,58 млн. кл/м³ (2012 г.) до 34,02 млн. кл/м³ (2016 г.); биомасса от 175,33 мг/м³ (2013 г.) до 429,25 мг/м³ (2016 г.) (таблица). Полученные данные свидетельствует о довольно высоком уровне развития фитопланктонного сообщества в осенний период, что, вероятно, связано с повышением температуры воды.

Таблица - Характеристика фитопланктонного сообщества поверхностного горизонта Двинского залива в осенний период (2012-2016 гг.)

Год	Среднее значение по заливу			Виды, шт.	Виды, доминанты по численности	% от общей численности
	Численность, млн. кл/м ³	Биомасса, мг/м ³	Хл «а», мг/м ³			
2012	3,58	212,57	0,530	51	<i>Euglena</i> sp.	16,12
					<i>Gymnodinium arcticum</i>	11,46
					<i>Melosira granulata</i>	8,85
2013	11,49	175,33	0,438	53	<i>Euglena</i> sp.	22,91
					<i>Thalassiosira</i> sp.	16,50
2014	9,64	190,88	0,477	79	<i>Melosira granulata</i>	40,11
					<i>Thalassiosira</i> spp.	8,65
2015	18,13	250,06	0,625	46	<i>Nitzschia longissima</i>	33,91
					<i>Skeletonema costatum</i>	8,21
					<i>Thalassiosira gravida</i>	9,71
2016	34,02	429,25	1,073	63	<i>Thalassiosira nordenskiöldii</i>	16,42
					<i>Melosira granulata</i>	11,71
					<i>Skeletonema costatum</i>	33,60
					<i>Thalassiosira rotula</i>	8,68

Среднемноголетняя (2012-2016 гг.) численность, биомасса и концентрация хлорофилла «а» микроводорослей по всему заливу составили, соответственно, 15,37 млн. кл/м³, 251,62 мг/м³ и 0,629 мг/м³. Полученные данные были несколько выше таковых показателей осеннего фитопланктона как Двинского залива [5, 14, 7], так и других районов Белого моря [13], но всё же ниже поздне-летних значений [8, 9].

В Двинском заливе за период исследований было обнаружено 167 видов и разновидностей микроводорослей, принадлежащих к 7 систематическим группам: *Bacillariophyta*, *Dinophyta*, *Chlorophyta*, *Chrysophyta*, *Cryptophyta*, *Euglenophyta* и *Cyanophyta*. Поскольку пробы отбирались с одного горизонта (поверхностного) и только в октябре, то количество обнаруженных видов фитопланктона было несколько ниже общего списка таксонов (291 вид), составленного для Белого моря [4], но больше обнаруженных в конце лета [9]. По числу видов преобладали диатомовые (116 видов), зеленые (20 видов) и динофитовые (21 вид) водоросли. Остальные отделы были представлены незначительным количеством видов. Больше всего видов выявлено в 2014 г., а меньше всего – в 2015 г. Соотношение видов из разных отделов представлено на рис. 3. Видовое разнообразие фитопланктона в разные годы варьировало в достаточно большом диапазоне – от 46 до 79 обнаруженных видов, но лишь 1-3 из них доминировали по численности (см. таблица).

Сделана попытка получить представление о степени межгодового флористического сходства фитоценозов с использованием коэффициента Серенсена – Чекановского (K_{sc}). Пределы изменения данного коэффициента от 0 до 1, причем $K_{sc} = 1$ означает полное сходство фитоценозов [15]. Анализ полученных значений коэффициента показал, что максимальное сходство по видам показывают фитоценозы в парах 2012 г. и 2013 г. ($K_{sc} = 0,37$), 2012 г. и 2016 г. ($K_{sc} = 0,35$). Минимальное сходство в паре 2014 г. и 2015 г. ($K_{sc} = 0,26$). В целом, большинство значений коэффициента Серенсена – Чекановского (K_{sc}) составили около 0,30, что дает возможность говорить о существовании определённой межгодовой нестабильности в структуре фитопланктонного сообщества в осенний период.

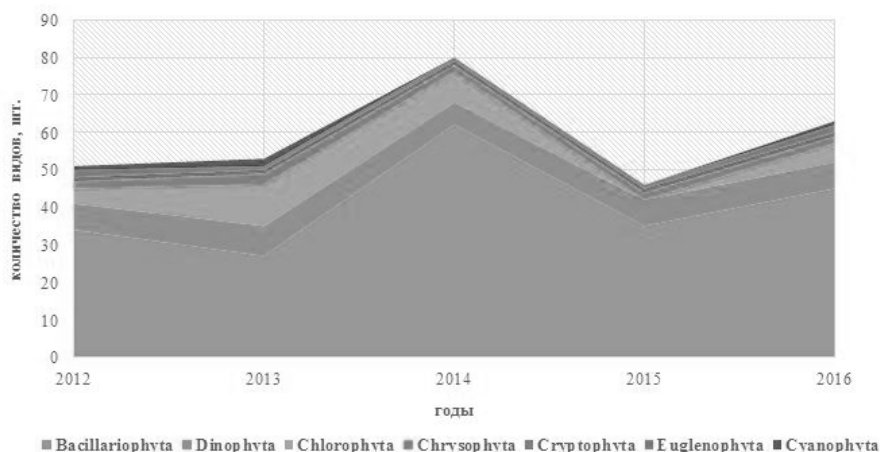


Рисунок 3 - Количество разновидностей микроводорослей в Двинском заливе Белого моря в осенний период (2012-2016 гг.)

Комплекс микроводорослей из 23 видов присутствовал во все годы исследований. Основное место в структуре данного фитопланктонного сообщества занимали диатомовые: *Thalassionema nitzschioides*, *Nitzschia longissima*, *Cyclotella comta*, *Skeletonema costatum*, *Amphora* spp., *Cocconeis costata*, *Chaetoceros* spp., *Coscinodiscus radiatus*, *Fragilaria crotonensis*, *Melosira distans*, *Melosira granulate*, *Navicula* spp., *Nitzschia* spp., *Synedra ulna*, *Thalassiosira rotula*. Из динофитовых присутствовали *Gymnodinium arcticum*, *Gyrodinium fusiforme*, *Dinophysis acuta*, *Protoperdinium* spp., из зеленых – *Scenedesmus quadricauda*, а также *Leucocryptos marina* из криптофитовых, *Distephanus speculum* из золотистых и *Euglena* sp. из эвгленовых. Практически все они являются типичными представителями пелагических фитоценозов Белого моря [16].

Таким образом, проведенные исследования показали, что в осенний период 2012-2016 гг. концентрации БВ в воде Двинского залива были сравнительно низкими (существенно ниже ПДК) и не способны оказать негативного воздействия на условия развития фитопланктона, основного «потребителя» их минеральных форм. На протяжении пяти лет наблюдений выявилась тенденция к увеличению численности, биомассы и концентрации хлорофилла «а» фитопланктона, что, скорее всего, связано с повышением температуры морских вод в Двинском заливе. Концентрация фосфора, наоборот, снижается до минимальных в 2016 г. значений, что можно объяснить большой численностью фитопланктона в аналогичный период.

В целом, изложенные выше данные свидетельствуют об изменчивости содержания БВ, количественных и качественных показателей развития фитопланктонного сообщества в зависимости от природных условий. Однако каких-либо аномальных явлений, вызванных антропогенным влиянием, не отмечено.

Список литературы

1. Биогенные элементы в устьевой области реки Северной Двины / О.Ю. Морева [и др.] // Природные ресурсы и комплексное освоение прибрежных районов Арктической зоны: сб. науч. тр. – Архангельск, 2016. – С. 329-334.
2. Зенин, А.А. Гидрохимический словарь / А.А. Зенин, Н.В. Белоусова. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 239 с.
3. Израэль, Ю.А. Антропогенная экология океана / Ю.А. Израэль, А.В. Цыбань. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 527 с.
4. Ильяш, Л.В. Фитопланктон Белого моря. / Л.В. Ильяш, Л.С. Житина, В.Д. Фёдоров. – М.: Изд-во Янус-К, 2003. – С. 21-44.
5. Македонская, И.Ю. Фитопланктон заливов Белого моря в 2001-2008 гг. / И.Ю. Македонская // Проблемы изучения, рационального использования и охрана природных

ресурсов Белого моря: Материалы XI Всероссийской конф. с междунар. участием (9-11 нояб. 2010 г). – Санкт-Петербург: ЗИН РАН, 2010. – С. 106-108.

6. Методы гидрохимических исследований основных биогенных элементов / Под ред. Сапожникова. – Москва: Изд-во ВНИРО, 1988. – 119 с.

7. Мискевич, И.В. Изменчивость биомассы фитопланктона Белого моря в период 2001-2005гг. / И.В. Мискевич, И. Ю. Македонская // Материалы отчётной сессии Северного филиала ПИНРО по итогам научно-исследовательских работ в 2004-2005гг. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2009. – 209 с.

8. Пространственная вариабельность состава, обилия и продукции фитопланктона Белого моря в конце лета / Л.В. Ильяш [и др.] // Океанология. – Т. 51. – Москва: Наука, 2011. – С. 24 – 32.

9. Радченко И.Г. Вариабельность видового состава и обилия фитопланктона Белого моря в поздне-летний период / И.Г. Радченко, Л.В. Ильяш // Материалы XVII междунар. конф. по морской геологии. – Т. III. – Москва: ГЕОС, 2007. – С. 276-279.

10. Руководство по гидрологическим работам в океанах и морях. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1977. – 725 с.

11. Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1980. – 192 с.

12. Руководство по химическому анализу морских и пресных вод при экологическом мониторинге рыбохозяйственных водоемов и перспективных для промысла районов Мирового океана. – Москва: Изд-во ВНИРО, 2003. – 202 с.

13. Состав и пространственно-временная изменчивость фитопланктона / Л.В. Ильяш [и др.] // Биологические ресурсы Белого моря: изучение и использование. Исследования фауны морей. – Т. 69 (77). – Санкт-Петербург: ЗИН РАН, 2012. – 377с.

14. Трошков, В.А. Многолетние исследования планктонных сообществ Двинского залива Белого моря (По результатам гидробиологических съёмок 2001-2013 гг.) / В.А. Трошков, И.Ю. Македонская // Арктическое морское природопользование в XXI веке - современный баланс научных традиций и инноваций (к 80-летию ММБИ КНЦ РАН): тезисы докладов междунар. науч. конф. (г. Мурманск, 1-3 апреля 2015 г.). – Апатиты: КНЦ РАН, 2015. – 275 с.

15. Шмидт, В.М. Статистические методы в сравнительной флористике/ В.М. Шмидт. – Ленинград: Изд-во Ленингр. ун-та, 1980. – 176 с.

16. Экологические исследования фитопланктона. / В.Д. Федоров [и др.] // Белое море. Биологические ресурсы и проблемы их рационального использования. – Ч. I. Исследование фауны морей. – Вып. 42(50) – Санкт-Петербург, 1995. – 249 с.

INTERANNUAL DYNAMICS OF PHYTOPLANKTON AND NUTRIENTS IN THE DVINA BAY OF THE WHITE SEA

Makedonskaya I.Yu., Mokhova O. N.

Northen branch FSBSI «Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography», Arkhangelsk, Russia, e-mail: dga@pinro.ru; dga130157@gmail.com

The data of five-year observations of changes in the content of nutrient elements and the state of the phytoplankton community in the Dvina Bay of the White Sea in the autumn period are analyzed.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ НЕВСКОЙ ГУБЫ ФИНСКОГО ЗАЛИВА

Попова А.В., Казукина С.А.

ФГБНУ «Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства им. Л.С. Берга», Санкт-Петербург, Россия, mikrobiol-gosniorh@yandex.ru

Микробиологические исследования являются важной составляющей комплексной оценки экологического состояния водоемов в условиях негативного антропогенного воздействия. В зависимости от характера поступающих загрязнений изменяется количественный и качественный состав микрофлоры, что сказывается на условиях обитания гидробионтов, влияет на их жизнедеятельность и нарушает естественное равновесие водной экосистемы в целом.

Увеличение органической нагрузки вызывает интенсивное развитие сапрофитных микроорганизмов, преобладающих в процессах деструкции легкоусвояемых органических соединений, и изменение количественных показателей бактериопланктона, что позволяет использовать их как критерии качества природных вод.

Цель работы - оценка состояния водной экосистемы юго-западной части Невской губы в районе строительства многофункционального морского перегрузочного комплекса «Бронка» в 2014-2016 гг. Характеристика состояния водного объекта осуществлялась по показателям – количество сапрофитных бактерий и общая численность бактериопланктона

Отбор и доставку проб воды осуществляли в соответствии с требованиями действующих нормативных документов. Пробы объемом 1 л отбирали батометром в стерильные емкости, соблюдая асептические условия, с глубины 10-15 см от поверхности, транспортировали в лабораторию в контейнерах-холодильниках с соблюдением температурного режима 4-10°C [1].

Для определения численности сапрофитных микроорганизмов применяли стандартный метод глубинного посева в агаризованную среду с инкубацией при 22°C [2]. Общую численность бактериопланктона определяли методом прямого счета по А.С. Разумову [3].

Количественные показатели сапрофитной микрофлоры и бактериопланктона использовали для оценки степени загрязненности качества вод по категориям и классам и сапробности водоема [4, 5].

Обработка проб проводилась в испытательной лаборатории микробиологического мониторинга и оценки безопасности ФГБНУ «ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга.

Анализ результатов, полученных в ходе исследований в 2014 году, показал, что количество сапрофитных бактерий летом изменялось от 340 до 900 КОЕ/мл, осенью – от 500 до 2000 КОЕ/мл; средние значения составили соответственно 620 КОЕ/мл и 1250 КОЕ/мл. Численность бактериопланктона варьировала в летний период от 8,1 тыс. кл./мл до 9,9 тыс. кл./мл при среднем 9 тыс. кл./мл, в осенний – от 1,1 млн. кл./мл до 1,8 млн. кл./мл при среднем 1,5 млн. кл./мл.

В 2015 году количество сапрофитных микроорганизмов летом изменялось от 660 до 940 КОЕ/мл, осенью – от 1200 до 4200 КОЕ/мл; средняя численность составила соответственно 800 КОЕ/мл и 2700 КОЕ/мл. Количество бактериопланктона варьировало летом от 2,4 млн. кл./мл до 6,4 млн. кл./мл, осенью – от 4,2 млн. кл./мл до 9,2 млн. кл./мл, при средних значениях 4,4 млн. кл./мл и 6,7 млн. кл./мл соответственно.

По результатам обработки проб в 2016 году изменение численности сапрофитных микроорганизмов составило: в летний период от 210 до 1800 КОЕ/мл при среднем значении 1005 КОЕ/мл, в осенний – от 600 до 19000 КОЕ/мл при среднем значении 9800 КОЕ/мл. Численность бактериопланктона варьировала в летнее время от 6,5 тыс. кл./мл до 6,9 млн. кл./мл, осенью – от 1,0 млн. кл./мл до 4,0 млн. кл./мл, при средних 3,8 млн. кл./мл и 2,5 млн. кл./мл соответственно.

Наиболее высокий уровень развития сапрофитных бактерий выявлен в осенний период

2016 г. – качество водной среды относилось к III классу и категории «умеренно-загрязненные воды». Минимальное количество сапрофитов наблюдалось в летний период 2014 и 2015 гг., что соответствовало II классу качества и категории «чистые воды» (рис. 1).



Рисунок 1 – Межгодовая динамика численности сапрофитных бактерий в районе юго-западной части Невской губы Финского залива

Наибольшая численность бактериопланктона отмечалась осенью 2015 г., водная среда по этому показателю соответствовала V классу качества и категории «грязные воды»; наименьшая – в летний период 2014 г., что соотносилось со II классом качества и категорией «чистые воды» (рис. 2).

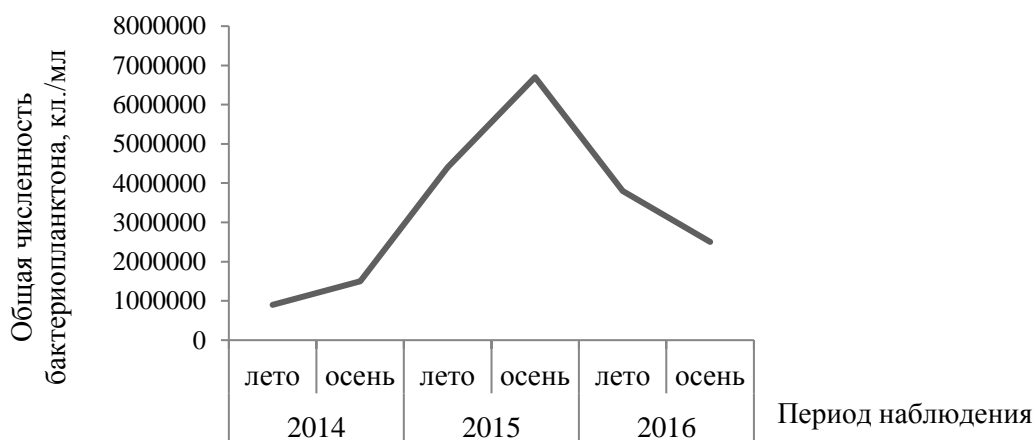


Рисунок 2 - Межгодовая динамика численности бактериопланктона в районе юго-западной части Невской губы Финского залива.

Анализ результатов позволяет сделать следующие выводы. В межгодовой динамике исследованных показателей наблюдались ожидаемые сезонные изменения, обусловленные природными факторами (температурный и кислородный режимы, интенсивность образования органического вещества в процессе фотосинтеза фитопланктона и его деструкции). Непрогнозируемые колебания численности сапрофитной микрофлоры и бактериопланктона и их пиковые значения указывали на различную степень органической нагрузки в районе строительства, вероятной причиной которой являлось антропогенное воздействие.

В 2014 году исследованная акватория по количеству сапрофитных бактерий и общей численности бактериопланктона в наибольшей степени соответствовала олигосапробным водоемам. В 2015 году по сапрофитным бактериям – олигосапробным, по общей численности

бактериопланктона – полисапробным водоемам. В 2016 году по количеству сапробных бактерий – олигосапробным, по общей численности бактериопланктона – мезосапробным водоемам.

Целесообразны дальнейшее микробиологические наблюдения в районе исследований для оценки состояния водной экосистемы и выявления антропогенного воздействия.

Список литературы

1. ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб». Москва: Издательство стандартов, 2012. – 36 с.
2. МУК 4.2.1884-04 – Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов. Москва: ФГУП «Стандартинформ», 2007. – 92 с.
3. Кузнецов, С.И., Дубинина Г.А. Методы изучения водных микроорганизмов. – Москва: Наука, 1989. – 288 с.
4. ГОСТ 17.1.3.07-82. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков. – Москва: ФГУП «Стандартинформ», 2010. – 8 с.
5. ГОСТ 17.1.2.04-77 Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов. – Москва: ФГУП «Стандартинформ», 2000. – 8 с.

MICROBIOLOGICAL MONITORING OF THE SOUTH-WESTERN PART OF THE NEVA BAY OF THE GULF OF FINLAND

Popova A.V., Cahokina S. A.

Federal State Budgetary Scientific Establishment "Berg State Research Institute on Lake and River Fisheries", Saint Petersburg, Russia, mikrobiol-gosniorh@yandex.ru

Microbiological studies are an important component of a comprehensive assessment of the ecological status of water bodies under anthropogenic influence. The increase in organic loading causes a change in the quantity of bacterioplankton and saprophytic microorganisms, which allows to use them as quality criteria of natural waters.

Purpose - assessment of aquatic ecosystems of the South-Western part of the Neva Bay in the area of construction of the Multifunctional sea cargo complex "Bronka" on the number of saprophytic bacteria and the total number of bacterioplankton.

In the interannual dynamics of the studied parameters were observed both expected seasonal changes and unpredictable peak value, the probable cause of which was human impact. Further microbiological monitoring in the study area to assess the status of aquatic ecosystems and to identify any anthropogenic impact.

УДК 574.64

МОНИТОРИНГОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ В ЗОНЕ ЗАХОРОНЕНИЯ ДОННОГО ГРУНТА В ПОРТУ. НОВОРОССИЙСК, ЧЁРНОЕ МОРЕ

¹Сергеева О.В., ²Медянкина М.В., ³Тригуб А.Г.

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии ФГБНУ «ВНИРО», Москва, Россия, ¹frog_o@gmail.com, ²mediankina@mail.ru, ³morflot931@gmail.com

Дноуглубительные работы и дампинг оказывают существенное влияние на окружающую среду и ее обитателей.

Загрязнение моря вызывает изменения физических и химических характеристик воды и донных отложений, служащих средой обитания гидробионтов. Главное последствие дампинга – ухудшение прозрачности воды и увеличение содержания растворенных в воде биогенных и токсических для организмов веществ. Однократный дампинг не наносит существенного ущерба планктону благодаря его динамичности, короткому жизненному циклу большинства пелагических организмов, а также быстрому восстановлению физико-химических и биохимических параметров морской воды.

Влияние дампинга на организмы бентоса вызывает разнообразные последствия, ибо материалы сброса, в конечном итоге, ложатся на дно. При засыпании гибнут все организмы инфауны, малоподвижные и прикрепленные формы эпифауны, особенно страдают молодые животные. К числу серьезных отрицательных последствий сброса грунта следует отнести разрушение мест нереста рыб и гибель донной икры [13].

Комплексные мониторинговые исследования в зоне захоронения грунта вследствие дноуглубительных работ в акватории Чёрного моря почти не проводятся. Все исследования сводятся к производственному экологическому контролю при строительстве портовой инфраструктуры или иной хозяйственной деятельности.

В начале апреля 2016 года в зоне подводного отвала в порту г. Новороссийск были выполнены комплексные исследования (рисунок). Глубины на акватории участка захоронения грунта составляют 20-32 метров. Отбор проб морской воды выполнялся в соответствии - [8,9,10,11], на 5 станциях на участке захоронения грунта на подводном отвале (1 станция - в центре участка, 4 станции – по периметру участка по направлениям) по двум горизонтам – поверхностный и придонный. Пробы морской воды для химического анализа отбирались пластиковым батометром объемом 5 литров. Всего было отобрано 10 проб морской воды. Пробы донных отложений отбирались с поверхностного горизонта (0-5 см), точно, в количестве 1 кг. Отбор проб фитопланктона для изучения количественного и качественного составов осуществляли из поверхностного и придонного горизонта батометром. Отбор проб зообентоса выполнялся на 2 станциях на участке захоронения грунта на подводном отвале, совпадающих со станциями отбора проб донных осадков № 1 и 3. Пробы макрозообентоса рыхлых грунтов отбирали дночерпателем по 3 пробы на каждой станции. Перед обработкой пробы с каждой станции смешивали в одной емкости.

Значения гидрохимических показателей и содержание химических веществ в морской воде из района захоронения грунта не превышали установленных нормативов ПДК для водоемов рыбохозяйственного значения.

Диапазоны содержания тяжелых металлов и органических загрязнителей в донных осадках акватории захоронения грунта в районе № 925 составили: нефтепродукты – 262-360 мг/кг; свинец – 11,5-19,5 мг/кг; кадмий - <0,1-0,3 мг/кг; ртуть – 0,046-0,087 мг/кг; олово – 0,62-1,2 мг/кг; ПХБ-28, ПХБ-52 - <0,2-1,0 мкг/кг; ПХБ-101 - <0,2-0,9 мкг/кг; ПХБ-118 - <0,2-0,7 мкг/г; ПХБ-138 - <0,2-1,0 мкг/кг; ПХБ-153 - <0,2-0,9 мкг/кг; ПХБ-180 - 0,3-0,8 мкг/кг. Содержание хлороорганических пестицидов находится ниже предела обнаружения.

По значению удельной активности естественных и техногенных радионуклидов донные грунты соответствуют требованиям [6] и [7], значение удельной эффективной активности естественных радионуклидов не превышает нормативного значения 370 Бк/кг.

В районе исследований флористический состав зарегистрированных планктонных микроводорослей насчитывает 35 видов, из которых 18 – *Dinophyta*, 16 – *Bacillariophyta* и 1 вид из группы *Euglenophyta* (табл. 1).

Основу сообщества составляют диатомовые и динофитовые водоросли, типичные для северо-восточного побережья в весенний период. Для диатомовых наибольшее видовое разнообразие отмечено для рода *Chaetoseris* (6 видов). У динофитовых многочисленны роды *Protoperidinium* (4 вида), *Ceratium* и *Prorocentrum* (по 3 вида).

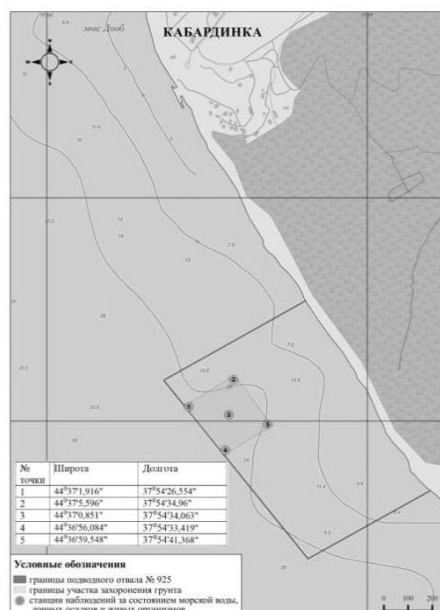


Рисунок - Схема станций наблюдений за районом захоронения донного грунта и состоянием морской среды в ходе захоронения донного грунта

Таблица 1 - Численность (млн.кл/м³) фитопланктона исследуемой акватории (апрель, 2016)

Отделы	Станция 1		Станция 2		Станция 3		Станция 4		Станция 5	
	пов.	дон.	пов.	дон.	пов.	дон.	пов.	дон.	пов.	дон.
<i>Bacyllariophyta</i>	286,1	289,4	171,2	73,8	377,7	338,4	258,9	151,7	277,1	409,4
<i>Dinophyta</i>	3,7	12,7	11,0	7,2	27,2	35,8	14,7	17,7	22,5	27,8
<i>Euglenophyta</i>				0,2	3,3					
Всего:	289,8	302,1	182,2	81,2	408,2	374,2	273,6	169,4	299,6	437,2

Распределение фитопланктона на акватории, как показали результаты съемки, мозаично и неравномерно. Особенностью отобранного материала является массовое развитие колониальных водорослей, обеспечивающих высокие показатели плотности сообщества, которые варьируют в значительных пределах. Наибольшие показатели численности отмечены для станции №5 в придонном слое (437,2 млн. кл/м³). Здесь отмечено сезонное «цветение» колониальной диатомеи *Skeletonema costatum* (42,9%). Максимальная биомасса зарегистрирована на станции №3, также для придонного слоя (688,3 мг/м³). Здесь зарегистрирована активная вегетация крупной динофлагелляты *Ceratium tripos* и более мелкой формы *Scrippsiella trochoidea* (51,2%). Наименьшая численность (81,2 млн. кл/м³) и биомасса (99,3 мг/м³) – отмечены на станции №2 у дна. Средняя плотность популяций фитопланктонных сообществ составляет 247,8 млн. кл/л³, средняя биомасса – 326,2 мг/м³ (табл. 1,2).

Таблица 2- Биомасса (мг/м³) фитопланктона исследуемой акватории (апрель, 2016)

Отделы	Станция 1		Станция 2		Станция 3		Станция 4		Станция 5	
	пов.	дон.	пов.	дон.	пов.	дон.	пов.	дон.	пов.	дон.
<i>Bacyllariophyta</i>	126,2	268,5	172,1	70,8	195,7	311,4	127,3	76,5	191,7	176,1
<i>Dinophyta</i>	31,0	91,3	50,7	28,4	97,6	376,9	310,5	176,9	89,9	290,4
<i>Euglenophyta</i>				0,1	1,5					
Всего:	157,2	359,8	222,8	99,3	294,8	688,3	437,8	253,4	281,6	466,5

Основу численности весеннего планктонного альгоценоза формировала группа мелких неритических колониальных диатомовых: *Skeletonema costatum* (до 245,9 млн.кл/м³), *Pseudonitzschia delikatissima* и *P. seriata* (124,4 млн.кл/м³), *Thalassionema nitzschioides* (до 104,2 млн.кл/м³). В значительном количестве присутствовала в составе сообщества

динофлагеллята *Scrippsiella trochoidea*, занимая субдоминирующее положение (до 33,4 млн.кл/м³). В поверхностном горизонте отмечено более интенсивное развитие видов из рода *Chaetoceros*.

Анализ пространственного и вертикального микроводорослей позволяет предполагать, что видовое разнообразие фитопланктона и основные количественные показатели в поверхностном горизонте и у дна существенно не различаются. Основное видовое разнообразие фитопланктона формировали представители отдела *Dinophyta*. При значительно более низких показателях обилия, по сравнению с диатомовой группой, динофлагелляты вносили значительный вклад в суммарные показатели биомассы, т.к. в их состав входили крупноразмерные формы. Лидерами выступали виды из родов *Ceratium* и *Protoperidinium* (табл. 3).

Видовой состав фитопланктона соответствовал переходному периоду от весны к лету. Развитие водорослей зависит от комплекса факторов, сочетание которых определяет состояние альгоценоза. Видовой состав фитопланктона в целом, а также распределение по акватории тех или иных видов, отражают неоднородность среды и конкретную экологическую обстановку, совпадая с пространственно-временной динамикой основных абиотических факторов: солености, температуры, концентрации биогенов.

На исследуемых участках также были обнаружены виды-индикаторы органического загрязнения [12] водной среды (*Cerataulina pelagica*, *Pseudosolenia calcar avis*, *Thalassionema nitzschioides*, *Prorocentrum micans*, *Prorocentrum minimum*, *Eutrepia lanouwii*).

В районе исследования на глубинах 10—50 метров располагаются биоценозы ракушечников.

Таблица 3 - Видовой состав планктонного альгоценоза (апрель, 2016)

Виды	Станции									
	1		2		3		4		5	
	пов.	дон.	пов.	дон.	пов.	дон.	пов.	дон.	пов.	дон.
<i>Bacillariophyta</i>										
<i>Actinopterychus udulatus</i>	*					*				
<i>Cerataulina pelagica</i>	*	*	*	*	*	*				
<i>Chaetoceros compressus</i>	*	*	*		*	*	*	*	*	*
<i>C. curvisetus</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>C. socialis</i>	*					*	*	*	*	*
<i>C. subtilis</i>								*		
<i>Chaetoceros spp.</i>		*	*		*	*		*	*	*
<i>Coscinodiscus radiatus</i>					*		*	*		
<i>Cylindrotheta closterium</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Ditylum Brightwellii</i>				*			*			*
<i>Proboscia alata</i>		*	*			*	*		*	*
<i>Pseudonitzschia delikatissima</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>P. seriata</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Pseudosolenia calcar avis</i>		*	*		*	*			*	*
<i>Skeletonema costatum</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Итого: 16 видов	10	11	11	8	11	13	11	11	11	10
<i>Dinophyta</i>										
<i>Amphidinium sp.</i>			*							
<i>Ceratium furca</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>C. fusus</i>										*
<i>C. tripos</i>						*	*	*		*

Виды	Станции									
	1		2		3		4		5	
	пов.	дон.	пов.	дон.	пов.	дон.	пов.	дон.	пов.	дон.
<i>Dinophysis acuta</i>		*			*					
<i>Diplopsalis lenticula</i>		*			*	*				
<i>Gyrodinium spirale</i>							*			
<i>Gyrodinium fusiforme</i>					*			*		
<i>Heterocapsa triquetra</i>	*	*			*			*		
<i>Lingulodinium polyedrum</i>			*							
<i>Prorocentrum compressum</i>		*	*			*		*	*	
<i>P. micans</i>		*	*	*	*	*			*	*
<i>P. minimum</i>	*								*	
<i>Protoperidinium breve</i>					*	*				
<i>P. conicoides</i>		*								*
<i>P. divergens</i>			*	*					*	
<i>P. granii</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Итого: 18 видов	5	9	8	5	9	8	5	7	7	7
<i>Euglenophyta</i>										
<i>Eutrepcia lanouwii</i>				*	*					
Всего: 35 вида	15	20	19	14	21	21	16	18	18	17

Примечание: * - встречаемость вида.

Грунты ракушечников образуются, главным образом, из обломков раковин моллюсков, населяющих лежащие выше песчаные грунты инфралиторали. В состав биоценоза входят: моллюски *Mytilus galloprovincialis*, *Venerupis corrugata*, *Chamelea gallina*, *Bittum reticulatum*, *Gouldia minima*, *Rapana venosa*, полихеты (*Melinna palmata*, *Nereis sp*), асцидии (*Ascidiella aspersa*), губки, мшанки, гидроиды, баянусы, раки-отшельники. Согласно выполненным исследованиям, на участке захоронения грунта биоценозы рыхлых грунтов отсутствуют, что свидетельствует о неспособности донных организмов быстро восстанавливаться после гибели вследствие дампинга.

Результаты исследований морской воды и донных осадков акватории района захоронения грунта в порту Новороссийска показали, что значения гидрохимических показателей и содержание химических веществ не превышают установленных нормативов и находятся в интервале фоновых значений, характерных для северо-восточной части Черного моря. При проведении исследований не отмечено непосредственного влияния отвала грунта на морские прибрежные планктонные альгоценозы, которое характеризовалось бы переходом экосистемы в новое качественное состояние, где преобладают деструкционные процессы. В отношении бентосных сообществ отмечено, что на участке захоронения грунта биоценозы рыхлых грунтов отсутствуют.

Список литературы

1. Брянцева, Ю.В. Расчет объемов клеток микроводорослей и планктонных инфузорий Черного моря / Ю.В. Брянцева, А.В. Курилов. - Севастополь: ИнБЮМ. 2003. - 20 с.
2. Киселев, И.А. Панцирные жгутиконосцы (DINOFLAGELLATA) морей и пресных вод СССР. / И.А. Киселев. - Ленинград: Изд. АН СССР, 1955. - 280 с.
3. Киселев, И.А. Определитель низших растений/ И.А. Киселев, А.Д. Зинова, Л.А. Курсанов. - Москва: Советская наука, 1953. - 310 с.
4. Коновалова, Г.В. Атлас фитопланктона Японского моря. / Г.В. Коновалова, Т.Ю. Орлова, Л.А. Паутова. - Ленинград: Наука, 1989. - 160 с.
5. Сорокин, Ю.И. К методике концентрирования проб фитопланктона / Ю.И. Сорокин. -

Москва: Гидробиологический журнал. 1979. № 15. – С. 71–76.

6. СП 2.6.1.2612-2010 Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99). 2010.

7. СП 2.6.1.2523-09 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009 п. 5.3.4).

8. ГОСТ 17.1.5.05-85 Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков. Государственный комитет СССР по стандартам, 1986. 20 с.

9. ГОСТ 31861-2012 Вода. Общие требования к отбору проб. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 32 с.

10. ГОСТ 17.1.5.04-81 Охрана природы. Гидросфера. Приборы и устройства для отбора, первичной обработки и хранения проб природных вод. Общие технические условия. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 1984. 16 с.

11. ИСО 5667-9:1992 Качество воды. Часть 9. Отбор проб. Руководство по отбору морских вод.

12. Вартеваньян, В.Н. Влияние антропогенной нагрузки на фитопланктон Новороссийской бухты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=879165>

13. Общая характеристика влияния дампинга на гидробионты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.eco-mir.net/show/536/>

MONITORING RESEARCH IN THE ZONE OF THE BOTTOM OF THE DENNO SOIL IN THE PORT OF NOVOROSIYSK, THE BLACK SEA

Sergeeva O.V., Medankina M.V., Trigyb A.G.

Monitoring research burial in the zone bottom ground in the port of Novorossiysk, Black Sea.

This article are presents the results of investigations of sea water and bottom sediments, coastal plankton algocenoses and benthic communities in the burial zone of the bottom soil in the port of Novorossiysk. The results of the hydrochemical indices and the content of the chemical substances in the investigated water area are presented.

УДК 504.062.2

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТРАНСПОРТНОГО ПЕРЕХОДА ЧЕРЕЗ КЕРЧЕНСКИЙ ПРОЛИВ

Сытник Н. А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Керченский государственный морской технологический университет», Керчь, Российская Федерация; e-mail: amtek-kerch@mail.ru

Исследована оценка воздействия строительства транспортного перехода через Керченский пролив на окружающую среду, наземные биоценозы и водные биоресурсы. Рассмотрены мероприятия по охране растительного и животного мира на период строительства и эксплуатации объекта.

19.11.2015 г. приказом №925 Министерства природных ресурсов РФ в соответствии с законом «Об экологической экспертизе» было утверждено заключение экспертной комиссии государственной экологической экспертизы проектной документации «Строительство транспортного перехода через Керченский пролив».

Реализация данного проекта позволит снять инфраструктурные ограничения в целях обеспечения устойчивого экономического развития Республики Крым, создать условия

формирования современной транспортной инфраструктуры (соединение Республики Крым с материковой частью России), интегрированной в сеть транспортных коридоров, увеличить пассажиропоток и товарооборот с республикой, сократить расходы на логистику, решить проблемы грузовых и пассажирских перевозок [2].

Объект строительства располагается на территории двух субъектов Российской Федерации: Краснодарский край и Республика Крым. На территории о. Тузла проектируемая трасса проходит преимущественно по юго-западному берегу острова на протяжении 6,5 км. Длина морского участка от о. Тузла до г. Керчь составляет 5,5 км. Таким образом общая длина транспортного перехода - 19 км, что относит его к самому протяженному мосту в России.

Проектом строительства транспортного перехода предусмотрены подготовительный и основной этапы.

На подготовительном этапе выполнены следующие работы: снос и демонтаж существующих зданий и сооружений, попадающих в зону полосы отвода под строительство транспортного перехода; организуется водоснабжение транспортного перехода на период строительства; для доставки строительных и инертных материалов к месту производства работ предполагается задействовать существующую транспортную инфраструктуру и создать новую; выполнение работ по дноуглублению [3].

Оценка воздействия и охрана атмосферного воздуха при строительстве объекта. В рамках оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) была проведена расчетным методом оценка загрязнения воздушного бассейна в период строительства (подготовительного и основного этапов), демонтажных работ и эксплуатации объекта. Расчетные показатели выбросов ЗВ в приземном слое атмосферы представлены в таблице.

В целях снижения загрязнения атмосферного воздуха выбросами ЗВ при проведении строительных работ проектом ОВОС предусмотрено проведение следующих мероприятий: контроль точного соблюдения технологии производства работ; строительные машины и механизмы, судовые двигатели должны работать в оптимальном режиме с использованием сертифицированного топлива и смазочных материалов, в надлежащем рабочем состоянии с обеспечением, при необходимости, своевременного ремонта; установление графиков работ, предусматривающих возможное снижение количества одновременно работающих машин и механизмов (с учетом метеорологической обстановки); контроль за работой техники в период вынужденного простоя или технического перерыва в работе (стоянка техники в эти периоды разрешается только при неработающем двигателе); уменьшение неэффективной нагрузки и порожнего пробега; повышенного износа транспорта при плохом качестве дорожного покрытия; уменьшение пыления и выдувания материалов путем применения покрытий, водоорошения в сухой период; согласование расчетов и графиков рассеивания ЗВ с региональными природоохранными органами и получение от них разрешения на определенный объем выбросов и размер платы за загрязнение атмосферы [3,4].

Основными источниками выделения ЗВ в атмосферный воздух в период эксплуатации транспортного перехода являются: автомобильный и железнодорожный транспорт, котельная, стоянка легковых, грузовых автомобилей и еврофур, снегоплавильная установка и др.

В период эксплуатации объекта суммарные валовые выбросы ЗВ в приземном слое атмосферы составят – 474,674 т/год [3].

С целью снижения степени загрязнения окружающей среды выбросами от автотранспорта и уменьшения ширины зоны загрязнения от автомобильных дорог следует применять мероприятия организационно-технического характера.

Мероприятия по охране геологической среды. Основными видами воздействия на недра на этапе строительства являются: механическое воздействие (при выполнении дноуглубительных работ, формировании насыпей, отсыпке технологических площадок, дампинге грунта, изъятых при дноуглублении и т.п.); статические нагрузки от фундаментов, вновь строящихся дорог, насыпей и т.п.; загрязнение донных осадков в результате их переотложения в процессе дноуглубительных работ и дампинга грунта в подводном отвале; активация опасных экзогенных геологических процессов (эрозионных, абразионных, оползневых); загрязнение недр

путем инфильтрации загрязнителей в результате утечек и разливов (в том числе, аварийных) технологических жидкостей, нефтепродуктов и смазочных материалов, сточных вод и других отходов [3, 4].

Таблица – Показатели суммарных валовых выбросов ЗВ в приземном слое атмосферы при строительстве транспортного перехода через Керченский пролив [3].

Год строительства объекта	Вид работ	Загрязняющие вещества (ЗВ)	Максимально-разовые выбросы ЗВ, г/с	Суммарные валовые выбросы, т/год
1	2	3	4	5
2015	Подготовительный период	диоксид азота оксид азота углерод диоксид серы оксид углерода бенз(а)пирен формальдегид бензин керосин пыль неорганическая	1,4525287 0,2360352 0,0372422 0,0510416 0,4478317 0,0000041 0,0046000 0,0048611 0,0808172 0,1342701	22,8
2016-2018	Основной период	диоксид азота оксид азота углерод диоксид серы оксид углерода бенз(а)пирен формальдегид бензин керосин пыль неорганическая уайт-спирит фториды газообразные предельные углеводороды бензол ксилол толуол этилбензол 1,2-диметилбензол взвешенные вещества	0,5907361 0,0959943 0,0483016 0,0441279 0,9203622 0,0000008 0,0010280 0,0059920 0,1323876 1,2269332 1,6541363 0,0084408 0,3270720 0,0111160 1,6541363 0,0104880 0,0002900 0,0014020 1,6173776	634,7
2019	Демонтажные работы	диоксид азота оксид азота углерод диоксид серы оксид углерода бенз(а)пирен формальдегид бензин керосин	8,1790468 1,3290948 0,3070105 0,0639115 4,7764322 0,0000016 0,0134499 0,1542678 1,3596450	410

Как показали исследования уровня химического загрязнения, выполненные в рамках инженерно-экологических изысканий, донные отложения района обладают значительным содержанием нефтепродуктов, ртути и кадмия, связано с геохимическими особенностями региона, а именно наличием месторождений природного газа [3]. Данные загрязнители выступают как основные ЗВ в случае вторичного загрязнения поверхностного слоя донных

отложенных.

В качестве мероприятий, направленных на охрану геологической среды во время строительных работ, предусмотрены следующие: мониторинг опасных экзогенных геологических процессов для оперативного принятия предупредительных мер; предотвращение движения автотранспорта за пределами производственных зон и вне сети дорог объекта строительства; строгое соблюдение принятых проектных решений; своевременное и качественное выполнение всех природоохранных мероприятий; снятие плодородного слоя почвы и перемещение его во временные отвалы на границах землеотвода; выполнение требований нормативных документов в части обеспечения безопасных условий плавания всех видов судов и плавсредств при строительстве объекта; проведение строительно-монтажных работ в пределах полосы отвода; устройство защитной поверхностной гидроизоляции или дренажей для отвода поверхностных вод; надлежащая организация складирования строительных и расходных материалов [3, 4].

Оценка воздействия на почвенный покров и земельные ресурсы. Воздействие намечаемой деятельности на состояние компонентов почвенного покрова территорий, изымаемых из оборота земель на временной или постоянной основе, будет оказано как на этапе строительства, так и во время эксплуатации транспортного перехода через Керченский пролив.

Потенциальные формы воздействия на почвенный покров на период строительства можно разделить на классы физического, химического и биологического воздействия.

Физическое воздействие на почвы оказывают практически все объекты, возводимые в рамках строительства объекта.

Сведение растительности негативно отразится на плодородии.

Строительные работы могут вызвать повреждения целостности почвенного покрова, что повышает интенсивность почвенной эрозии.

Уплотнение почв негативно сказывается на почвенной мезофауне, приводит к снижению интенсивности обмена между почвенным и атмосферным воздухом, изменяет водный режим почвенного покрова и перераспределению поверхностного стока, что может вызвать процессы засоления почв, а также заболачивание.

Химическое воздействие на почвенный покров участка строительства выражается в загрязнении почв тяжелыми металлами, может привести к угнетению растительности и почвенной фауны, снижению восстановительной способности экосистемы, а при достижении определенного уровня - к обеднению видового состава растительного сообщества, изменению микробиоценоза загрязненных почв.

Для снижения вредного влияния на территорию в период проведения строительных работ предусмотрены: рациональное и эффективное использование земли в границах отвода; предварительная срезка и сохранение плодородного слоя почв; заправка строительной техники только при помощи специальных топливозаправщиков на оборудованной территории с твердым покрытием; стоянка машин и механизмов в нерабочее время на специальных площадках; предотвращение слива горюче-смазочных материалов и сточных вод на рельеф и в водные объекты, использование поддонов и временных емкостей для сбора пролитых и отработанных нефтепродуктов; минимизация отходов производства и потребления, оснащение рабочих мест контейнерами для накопления отходов, своевременный вывоз всех образующихся отходов в соответствии с санитарными нормами и правилами; рекультивация земель [3].

Влияние на растительность, животный мир в районе работ. В районе строительства объекта выявлен ряд краснокнижных объектов - всего 41 вид сосудистых растений, установлено обитание 3 видов земноводных и 10 видов пресмыкающихся, в том числе занесенные в Красную книгу Российской Федерации: полоз желтобрюхий, гадюка степная. Орнитофауна представлена 211 видами, в том числе редких в Европе (болотная сова, огарь, шилоклювка, ходулочник, морской зуек) [3].

Воздействия на растительный и животный мир при строительстве объекта проявятся в нарушении условий развития растений и животных, биоценозов, параметров среды обитания в

местах строительства; изменении пространственного распределения животных и площади кормовых угодий; нарушении миграций и мест сезонных концентраций животных за счет фактора беспокойства (шум, визуальное влияние и т.д.).

Рост протяженности автодорог увеличит риск гибели млекопитающих и герпетофауны под колесами автотранспорта.

В период эксплуатации велика возможность столкновения птиц с конструкцией моста в условиях плохой видимости. Освещение выступает как дезориентирующий фактор для птиц в ночное время, в первую очередь во время миграций.

В качестве мероприятий по охране растительного и животного мира на период строительства и эксплуатации объекта предусмотрен ряд технических решений и организационных мероприятий общего характера, в том числе направленных на снижение негативного воздействия на биоту.

В качестве шумозащитных мероприятий проектом предусмотрены: шумозащитная посадка зеленых насаждений на Керченском п-ове; установка шумопоглощающих Т-образных экранов из непрозрачного материала для обеспечения биологической безопасности птиц [3, 4].

Одной из действенных мер является транслокация в подготовительный период и период проведения строительно-монтажных работ, включающая пересадку редких видов растений, многократное переселение земноводных и пресмыкающихся за границы постоянного земельного отвода на незатронутые хозяйственной деятельностью территории.

На данный момент проведена транслокация 2990 краснокнижных растений и 117 земноводных.

В качестве компенсационных мероприятий для орнитофауны выбран вариант выполнения биотехнических мероприятий посредством обустройства искусственных мест гнездования и подкормки птиц и других представителей животного мира [1, 3].

Влияние на морскую биоту. Проектом ОВОС было оценено влияние строительства и эксплуатации объекта на морскую биоту.

Промысловые объекты Керченского пролива - хамса азовская и бычки.

В бассейне Азовского моря, в том числе и проливе, встречается 15 видов бычков. Промысловый интерес представляют кефали.

Черное море населяют три эндемичных подвида морских млекопитающих: черноморская афалина, черноморская белобочка и морская свинья - азовка, являющиеся Краснокнижными объектами и защищенные рядом актов международного права.

Основными источниками воздействия на состояние водной среды и биоты в период строительства будут являться: забивка опор при устройстве и демонтаже временных рабочих мостов; забивка опор под оси автодорожного и ж/д мостов; засыпка дамб, технологических площадок; отсыпка и демонтаж временных насыпей; дноуглубительные работы [3].

Процесс дноуглубления и дампинга грунта в район отвала окажет существенное влияние на качество водной среды и состояние водной биоты, повысит мутность и концентрации ЗВ в воде, что может послужить причиной гибели рыб, бентоса, планктона. Часть дна покроет наиллок, образованный осаждением перешедшего во взвесь твердого вещества, что негативно скажется на бентосных организмах уже при мощности слоя 1-5 мм, а увеличение слоя до 15-20 мм окажется летальным для большинства организмов. Нарушение структуры донных осадков, которое будет происходить при установке свай, приведет к временному повреждению функционирования донных биоценозов. Общие безвозвратные потери площади дна при строительстве транспортного перехода составят 623 тыс. м² [3].

На морских млекопитающих высокая мутность не окажет воздействия ввиду их способности активно передвигаться и выбирать благоприятные условия. Однако, строительные работы могут препятствовать нормальному ходу азовской хамсы и следующих за ней азовок. Данные морские млекопитающие являются неустойчивыми к стрессовым ситуациям, поэтому акустическое загрязнение подводной среды - шум, вызванный строительными работами, может стать причиной травм органов слуха, привести к беспокойству и нарушениям поведения животных, что увеличит риск запутывания в рыболовецких сетях.

Исходя из этих данных в соответствии с методикой исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам, утвержденной приказом Росрыболовства от 25.11.2011 №1166, был рассчитан ущерб водным биоресурсам, который составил 112069,0729 кг в натуральном выражении, в т.ч.: временный ущерб –78468,4038 кг, постоянный ущерб – 33600,6691 кг [3].

В целях снижения негативного воздействия на ихтиофауну и водных млекопитающих предусмотрено проведение следующих мероприятий: использование технологии работ, обеспечивающей отсутствие сбросов в море каких-либо загрязняющих веществ; возмещение ущерба водным биоресурсам путем направления средств для искусственного воспроизводства водных биоресурсов в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне; согласование сроков работ с Азово-Черноморским территориальным управлением Росрыболовства; экологический контроль и мониторинг в период строительства, в том числе в период наиболее активного размножения дельфинов афалин и азовок [3].

Для исключения попадания морских млекопитающих в зону производства строительных работ в рамках проведения мониторинга водных биологических ресурсов и морских млекопитающих предлагаются: визуальные наблюдения за морскими млекопитающими с судов, которые будут оснащены источниками акустического воздействия (отпугивания), что позволит оградить их от попадания в зону строительства; проведение строительных работ на о.Тузла и Керченском п-ове вне сроков весенних и осенних миграций морских млекопитающих; в период миграции морских млекопитающих предусмотрено сооружение пролетных строений опор вне акватории [1, 3, 4].

Таким образом, в результате анализа проектной документации «Строительства транспортного перехода через Керченский пролив» можно сделать выводы о возможности реализации данного проектного решения в силу соответствия экологическим требованиям, установленным законодательством Российской Федерации в области охраны окружающей среды.

Список литературы

1. Журнал учета мнений и пожеланий по рассмотрению технического задания и предварительной оценки воздействия на окружающую среду по объекту «Строительство транспортного перехода через Керченский пролив», г. Керчь.
2. Изотов, И. Проект Керченского моста направлен на экспертизу / И. Изотов // Российская газета. - №128.- С. 2.
3. Проектная документация «Строительство транспортного перехода через Керченский пролив».
4. Результаты общественных обсуждений (в форме слушаний) материалов по оценке воздействия на окружающую среду объекта: «Строительство транспортного перехода через Керченский пролив», состоявшиеся 31.08.2015 в г. Керчь.

PROTECTION OF THE ENVIRONMENT AND WATER BIOESURES AT THE CONSTRUCTION OF THE TRANSPORT TRANSITION THROUGH THE KERCH STRAIT *Sytник N.*

The impact of the construction of the transport crossing through the Kerch Strait to the environment, terrestrial biocenoses and aquatic biological resources was studied and estimated. The measures for the protection of flora and fauna for the period of construction and it is further operation were investigated and evaluated.

ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫЕ СВЯЗИ ГИБЕЛИ РЫБ И МОНИТОРИНГ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ НЕКОТОРЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ РОССИИ В 2016 Г.

¹Тригуб А.Г., ¹Зозуля Н.М., ¹Дмитриева Е.С., ¹Храмцова А.М., ¹Котова О.В.,
²Блажко В.С.

¹Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии ФГБНУ «ВНИРО», Москва, Россия.

²Научно-исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского «ННГУ», Нижний Новгород, Россия.

Вода в силу своего широкого использования в промышленности, сельском хозяйстве и в быту подвержена непосредственному антропогенному загрязнению. Вместе с тем, вода является естественной средой обитания водных биологических ресурсов. Присутствие в водной среде загрязняющих веществ, чуждых живой природе, оказывает негативное влияние на процессы жизнедеятельности отдельных организмов и на функционирование всей водной экосистемы [7].

Развитие химической промышленности и ее широкое применение в сельском, лесном, водном хозяйстве и мелиорации приводят к загрязнению водных объектов рыбохозяйственного значения. С развитием индустрии развивается и интерес к водной токсикологии, неотъемлемо связанной с гидрохимическими исследованиями, целью которой является выяснение влияния химических веществ на гидробионты, что имеет решающее значение, как для экологии рыб, так и для решения рыбохозяйственных вопросов [5].

Факторами, влияющими на качество среды обитания гидробионтов, могут быть нарушения гидрологического режима, температурного режима, сброс неочищенных или слабоочищенных сточных вод, смывы с сельскохозяйственных угодий [6].

Загрязнение природных вод может иметь химическое, физическое и биологическое происхождение. Химическое загрязнение в свою очередь может быть органическое и неорганическое [1], загрязняющие химические вещества характеризуют по источникам поступления, областям применения и характеру воздействия [4]. Физическое загрязнение подразумевает изменение таких свойств как прозрачность, содержание взвешенных частиц, радиоактивных частиц и изменение температуры [1]. К биологическим загрязнениям можно отнести цветение, патогенную микрофлору, паразитов и многое другое.

Одним из основных источников загрязнения поверхностных вод являются неочищенные или слабоочищенные сточные воды.

Как известно, сточные воды, загрязненные химическими, нефтяными и поверхностно-активными веществами, пройдя очистку по современным технологиям, нуждаются в разбавлении в 500 – 1000 раз при спуске в водные объекты [2]. Однако о современных способах очистки приходится говорить далеко не везде.

Установлено [3], что в мире ежегодно сбрасывается 420 км³ сточных вод, которые в состоянии привести к непригодности 7 тыс. км³ чистой воды, что в 1,5 раза больше всего речного стока СНГ.

По данным ООН в мире выпускается до 1 млн. наименований продукции, из которых 100 тыс. веществ являются потенциально токсичными. До 80% всех химических соединений с большой вероятностью попадут в водные объекты [2]. В связи с этим, цель данной работы - провести мониторинг качества среды обитания водных биоресурсов некоторых водоемов и водотоков центральной части России и выявить причинно-следственные связи гибели водных биоресурсов.

Для достижения поставленной цели были проведены гидрохимические и эколого-токсикологические исследования природных вод в рамках мониторинга и при установлении

причин гибели гидробионтов. Работа с целью мониторинга включала в себя определение показателей, которые в первую очередь выявляют неблагополучие водного объекта: растворенный кислород (O_2), аммонийный (NH_4^+), нитритный (NO_2^-) и нитратный азот (NO_3^-), растворенный органический углерод (C_{org}), общую минерализацию и жесткость. Эколого-токсикологические исследования включали определение тяжелых металлов (железо, медь, марганец), нефтепродуктов, фенолов, а также устанавливали степень острой токсичности природной воды методами биотестирования на стандартных тест-объектах: *Daphnia magna*, *Ceriodaphnia affinis*, *Scenedesmus quadricauda*, *Poecilia reticulata*.

Результаты мониторинга среды обитания водных биоресурсов, проведенного в 2016 году.

В 2016 году с целью мониторинга было исследовано Можайское водохранилище и оз. Сенеж, расположенные в Московской области, а также Шатское, Любовское и Пронское водохранилища, расположенные в Тульской области. Всего было исследовано 47 проб воды.

Для целей установления причинно-следственных связей гибели водных биоресурсов в 2016 году были организованы выезды на места массовой гибели рыб - 18 водоемов и водотоков Московской области. Всего было исследовано 98 проб природной воды.

Отбор проб проводился по ГОСТ 31861 [12]. Графическая обработка материалов выполнялась с помощью программ Excel и Grapher.

По результатам мониторинга водохранилищ и оз. Сенеж в Московской и Тульской областях получены следующие результаты. В Шатском и Любовском водохранилищах было выявлено в несколько раз превышение ПДК_{р/х} нитритного азота и сульфатов.. Оба этих водохранилища находятся в зоне высокой антропогенной нагрузки. В оз. Сенеж при слабом водообмене и значительной антропогенной нагрузке со стороны городского хозяйства г. Солнечногорска, в относительно глубоких частях затопленной русловой ложбины р. Мазихи были зафиксированы зоны с очень низким содержанием растворенного кислорода (1,0 – 5,0 мг/л O_2). В Можайском водохранилище был зафиксирован по гидрохимическим показателям интенсивный подледный фотосинтез, что обусловлено 40 см слоем прозрачного льда, отсутствием снежного покрова и высоким содержанием биогенов в водной толще. Процентное насыщение кислородом верхних подледных вод достигало 180%.

По результатам эколого-токсикологических исследований водохранилищ и оз. Сенеж в Московской и Тульской областях установлено, что все пробы природной воды характеризуются как нетоксичные. Однако на всех станциях Можайского водохранилища по результатам биотестирования на одноклеточных водорослях *S. quadricauda* отмечена стимуляция численности клеток водорослей относительно контроля от 7 до 183%, что говорит о происходящих процессах эвтрофикации водоема. Также на Можайском водохранилище были отмечены превышения ПДК_{р/х} фенола и меди в 1,3 раза на 4-х станциях. Концентрации остальных металлов (Ni, Mn, Pb, Cr) почти на всех станциях оказались ниже предела обнаружения.

На оз. Сенеж также были зафиксированы превышения содержания тяжелых металлов - меди от 1,5 до 5 раз на 7 станциях и марганца от 1,5 до 10 раз на 4 станциях, расположенных вблизи впадающих в озеро водотоков. Такие превышения могут быть связаны с поступлением сточных вод от поселков, через которые протекают водотоки.

По ряду исследованных проб можно отметить интенсивный процесс эвтрофикации водоемов, а также были значительно превышены нормативы ПДК_{р/х} по отдельным химическим показателям. Представляется целесообразным проведение регулярного мониторинга с расширенной сеткой станций и определяемых показателей, что с большей вероятностью позволит выявить источники хронического загрязнения водных объектов.

Результаты исследований случаев гибели гидробионтов в 2016 году.

В связи с гибелью водных биоресурсов в водоемах и водотоках Москвы и Московской области были организованы краткосрочные экспедиционные исследования.

Цель таких выездов заключается в установлении причинно-следственных связей гибели водных биоресурсов. Для этого были проведены гидрохимические и эколого-токсикологические

исследования. Материалами для установления причинно-следственных связей гибели водных биоресурсов послужило 17 краткосрочных экспедиционных выездов и 98 отобранных и обработанных в лабораторных условиях проб.

Обязательными определяемыми параметрами при таких исследованиях являются температура и растворенный в воде кислород. Для выявления источников загрязнения и причин массовой гибели рыб, пробы отбирали непосредственно в местах массового замора, а также выше и ниже 500 м от предполагаемой точки сброса сточных вод. На ряде водных объектов осуществлялся отбор проб снулой рыбы (для ихтиопатологических исследований).

Основными определяемыми гидрохимическими показателями при массовой гибели водных биоресурсов являлись: аммонийный азот, азот нитратов, нитритов, фосфор фосфатов, растворенный органический углерод. Данные показатели в первую очередь выявляют неблагоприятные условия для существования водных биоресурсов.

Ихтиопатологические исследования включали в себя: проведение клинического обследования рыб, микроскопирование соскобов слизи (жабры, глаза, кожные покровы, анальное отверстие, внутренние органы), патологоанатомическое вскрытие, паразитологические исследования.

Отмечено, что все исследованные водные объекты подвержены высокой антропогенной нагрузке, в них довольно часто осуществляется сброс неочищенных хозяйственно-бытовых и промышленных стоков или сточных вод из местных водоочистных сооружений.

По полученным результатам гидрохимических и эколого-токсикологических исследований установлено, что основной причиной вызывающей массовую гибель рыб, являются залповые сбросы неочищенных сточных вод различного генезиса. Практически во всех пробах, отобранных в месте сброса сточных вод и ниже 500 м, установлены значительные превышения по многим определяемым показателям.

В большинстве случаев, как правило, основным источником загрязнения водных объектов рыбохозяйственного значения являлось значительное превышение ПДК_{р/х} нитритного азота (NO_2^-) - от 2 до 50 раз. Как известно, нитриты токсичны для рыб. Они нарушают связывание кислорода гемоглобином. Как следствие - поступление в природные воды загрязнений такого рода и в таком количестве вызывает активный процесс нитрификации, сопровождающийся гипоксией, так и прямым отравлением гидробионтов высокотоксичным нитритным азотом. Данные выводы согласуются с ихтиопатологическими исследованиями на снулой рыбе.

По содержанию нитратного азота (NO_3^-) выявлены превышения в 6 раз, превышения ПДК_{р/х} аммонийного азота (NH_4^+) составили от 8 до 12 раз. Также были установлены превышения фосфатов - от 2,4 до 4,5 раза.

Залповые (аварийные) сбросы большого количества неочищенных стоков хозяйственно-бытового происхождения с высоким содержанием органики приводят к интенсивному расходованию кислорода на их окисление, таким образом, происходят заморные явления. По полученным результатам установлено, что в большинстве случаев процентное насыщение кислородом составляет менее 30% от 2,0 до 3,6 мг/л O_2 .

Результаты эколого-токсикологических исследований показали в некоторых водных объектах значительные превышения по нефтепродуктам - от 10 до 20 раз.

По результатам биотестирования на организмах фитопланктона установлен процесс эвтрофикации некоторых водных объектов, численность клеток водорослей относительно контроля превышала от 5 до 152%. Пробы воды исследованных водоемов характеризовались от нетоксичных до высокотоксичных.

В результате проведенных исследований водоемов и водотоков Москвы и Московской области можно заключить, что основной причиной гибели водных биоресурсов и ухудшение качества среды их обитания происходит за счет залповых сбросов неочищенных сточных вод, что подтверждается гидрохимическими и эколого-токсикологическими исследованиями. Сброс таких вод настолько колоссален, что превышает возможности самоочищения водных объектов и приводит к массовой гибели водных биоресурсов.

Список литературы

1. Апанасюк, А. В. Воздействие предприятий деревообрабатывающей промышленности на окружающую среду / А.В. Апанасюк. – 2016.
2. Батян, А. Основы общей и экологической токсикологии / А. Батян, Г. Фрумин, В. Базылев // Litres, 2016
3. Казанцев, И. В. Экологическая характеристика малых водохранилищ и прудов Самарской области / И.В. Казанцев, А.С. Яицкий // science. – 2016. – Т. 9. – №. 4.
4. Кузнецов, В.И. Проблемы загрязнения природных вод / В.И. Кузнецов, В.В. Кузнецова // Современные научные исследования: Теоретический. – 2016. – С. 256.
5. Метелев, В.В. Водная токсикология / В.В. Метелев, А.И. Канаев, Н.Г. Дзасохова // Изд-во. Колос. Москва – 1971. С. 246.
6. Нельсон - Смит. Загрязнение моря нефтью // Ленинград: Гидрометеиздат, 1973.
7. Орлова, Т. Химия природных и промышленных вод / Т. Орлова, Д. Базлов, В. Орлов // Litres, 2016.

CAUSE-EFFECT RELATIONS OF FISH MORTALITY AND MONITORING OF HYDROBIOLOGICAL RESOURCES HABITAT IN SOME WATER OBJECTS IN THE CENTRAL PART OF RUSSIA IN 2016

Trigub A.G., Zozulia N.M., Dmitrieva E.S., Khramtsova A.M., Kotova O.V., Blazhko V.S.

This article is dedicated to the current condition and habitat quality of hydrobiological resources in some water objects in the central part of Russia in 2016. During the article preparation hydrochemical and toxicological research were carried out. The main sources of water pollution and causes of mass fish mortality were identified.

УДК 57.044:556.552 "1983-2016" (470.26)(06)

ДИНАМИКА ГИДРОХИМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СИСТЕМЫ ПРУДОВ ВЕРХНИЙ-НИЖНИЙ ПО МАТЕРИАЛАМ ЛЕТНИХ НАБЛЮДЕНИЙ В 1983-2016 ГГ.

Цупикова Н.А., Берникова Т.А., Блоцкая Е.Н., Рябцева Е.А.

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: lizablockaya@mail.ru

Система прудов Верхний-Нижний имеет особое значение для г. Калининграда. Будучи существенным элементом антропогенного ландшафта, они формируют особенности парковой и городской архитектуры, а также выполняют рекреационную функцию. Оба пруда расположены в центральной части города. Пруды образуют единую гидрологическую систему, имеют вытянутую продолговатую форму, повторяющую очертания ручья Лёбе (притока Преголи), на котором они были сооружены в XIII веке. Площадь водной поверхности пр. Верхнего составляет 41,1 га, длина его (без учета заливов) около 900 м, ширина – от 100 до 390 м. Площадь пр. Нижнего – примерно 9 га, длина – 1200 м, ширина – до 90 м [4]. Верхний пруд питают река Голубая, ручьи Северный (Молодежный) и Ботанический, вытекают ручьи Парковый и Литовский (также встречается название «Музейный»). Кроме того, воды пруда через дюкер поступают в пр. Нижний, из которого через подземный водовод вода сбрасывается в р. Преголю – центральную водную артерию города, водоток высшей рыбохозяйственной категории. В советское время ручьи были сильно загрязнены, что в свою очередь повлияло на состояние пр. Верхнего, дно которого стало заиливаться, произошло обмеление, зарастание берегов, воды перестали отвечать санитарным нормам, исчезли ценные виды рыб.

В 1989-1992 гг. проводились работы по очистке дна в центральных и южных частях пруда Верхнего. Одновременно в июле 1991 года осуществлялась расчистка расположенного поблизости небольшого пруда в парке «Юность», а загрязненная и замусоренная пульпа сбрасывалась в пр. Верхний. В июне 1992 г. производились работы по углублению части озера, расширению его берегов, увеличению объема воды [2]. В конце 1990-х гг. вновь произведена очистка Верхнего пруда и началась застройка его берега, однако речка и ручьи по сей день являются приемниками ливневой, промышленной и бытовой канализации и оказывают неблагоприятное воздействие на систему прудов.

Расчистка дна пруда и благоустройство его берегов проводились и в более поздние годы. В 2005 г. началась реализации целевой программы по благоустройству калининградских водоемов, первый этап которой включал очистку ручья Паркового, в сентябре 2006 г. производилась чистка Верхнего от ила. В 2007 г. специалисты муниципального предприятия «Гидротехник» очистили тоннель, по которому протекает Парковый ручей [13]. В 2011 и 2013 гг. осуществлялось преднамеренное понижение уровня воды в озере. Чистка чаши водоема от донных отложений проходила параллельно с санацией всего бассейна озера: выявлено большинство несанкционированных выпусков в ручьи, впадающих в пр. Верхний, многие из них затампонированы или переключены на локальные очистные или на общегородскую канализацию. Еще более ста различных выпусков находятся под контролем [9]. Работы по ликвидации поступления загрязненных сточных вод в ручьи были продолжены и в 2015-2016 гг.

Реконструкция Нижнего пруда проводилась в 80-е гг. Он был очищен, на берегах закреплены откосы, начала действовать фонтанная система (до середины 1990-х гг.). В 2015-2016 гг. для проведения гидротехнических работ и ремонта фонтана понижали уровень воды [8, 10]. Мероприятия по благоустройству прибрежной территории практически не проводились, периодически производилась только механическая чистка от бытового мусора [11], а также обрезка и удаление чрезмерно разросшейся водной растительности.

В 2011-2012 гг. проведены работы по ремонту водосбросного сооружения из Верхнего в Нижний пруд: были демонтированы старые, установлены новые запорные устройства, обновлены все инженерные узлы, обеспечивающие перепуск воды из Верхнего пруда в Нижний. В ходе работ приведены в порядок водосбросный канал и чаша бассейна [5]. В 2017 году запланировано благоустройство набережной пруда в рамках подготовки к ЧМ-2018 [3]. Но планируется только ремонт спусков, установка скамеек, урн, устройство велодорожек и освещения. К сожалению, планы не предусматривают никаких работ по улучшению экологического состояния самого водоема или укрепления его берегов. Особенно это важно для его восточного берега пруда, который постепенно «сползает» в воду, в результате чего ширина и площадь поверхности водоема уменьшается [7].

Рассматриваемая система прудов, будучи расположенной в центральной части города, подвергается сильной антропогенной нагрузке, и потому требует постоянного наблюдения за динамикой состояния экосистем водоемов. Экологический мониторинг прудов проводится студентами и преподавателями кафедры экологии и ихтиологии на протяжении ряда лет. В качестве основных индикаторов экологического состояния воды были выбраны: содержание биогенных веществ, растворенного кислорода и величина перманганатной окисляемости. Пробы отбирались в летние месяцы с поверхности, данные осреднены по станциям.

Результаты исследований показали, что, несмотря на более «запущенный» внешний вид пр. Нижнего, для него характерно несколько более высокое качество воды, реже наблюдались случаи превышения допустимых концентраций загрязняющих веществ.

Кислородные условия довольно благоприятны в обоих прудах. Пониженное содержание растворенного кислорода (около 5 мг/дм³) наблюдалось только в пруду Верхнем в 1992 г. и, вероятнее всего, связано с проводимыми работами по очистке дна (рис. 1).

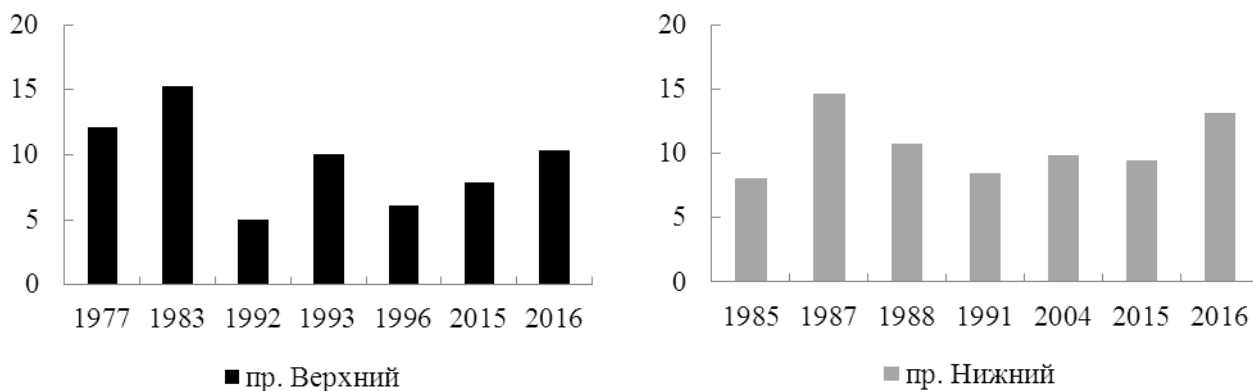


Рисунок 1 – Содержание растворенного кислорода, мг/дм³

В соответствии с классификацией О. А. Алекина [1], пруды можно отнести к водоемам с повышенной окисляемостью, которая однако в отдельные годы (1983 г. – пр. Верхний, 1987 г. – пр. Нижний) поднимается до высокой (рис. 2). Резкое увеличение окисляемости в пр. Нижнем в 2016 г. может быть связано с искусственным снижением уровня.

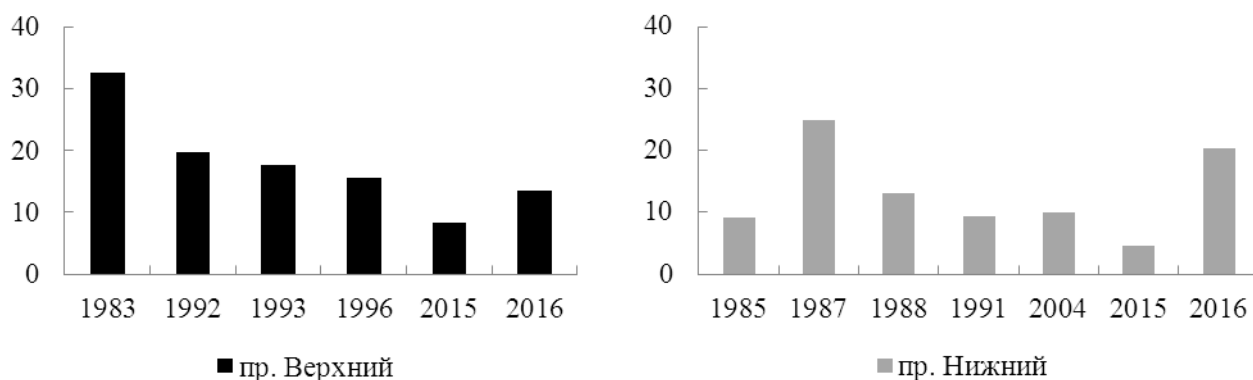


Рисунок 2 – Окисляемость перманганатная, мгО/дм³

Многолетние наблюдения показали, что концентрация фосфора фосфатов в пруду Верхнем почти всегда превышала ПДК [14], достигая максимальных значений (0,26 мг/дм³) в 1992 и 1996 гг. (рис. 3). В пр. Нижнем ситуация несколько лучше, но летом 1987 г. там тоже зафиксировано 0,5 мг/дм³.

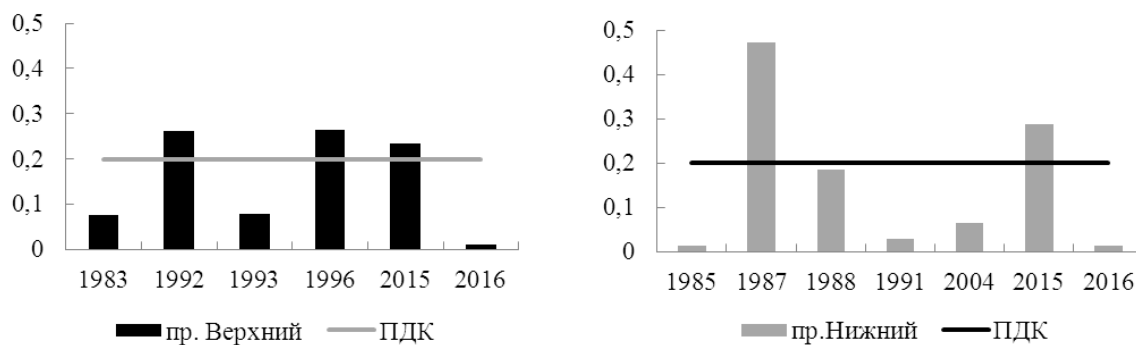


Рисунок 3 – Фосфор фосфатов, мгР/дм³

Концентрация аммонийного азота в 80-90 гг. была низкой (рис. 4). Однако в 2015 г. в пр. Верхнем в его содержании произошел резкий скачок. В следующем году рост ($\text{NH}_4^+ - \text{NH}_3$) усилился. По-видимому, сказалось проведенное снижение уровня воды, а главное - чистка дна водоема. Произошло мощное вторичное загрязнение, сказавшееся и на состоянии воды в Нижнем пруду. Здесь ухудшение условий также могло дополнительно усилиться вторичным загрязнением, вызванным мероприятиями по понижению уровня воды для проведения ремонта гидротехнического оборудования в конце августа 2015 г. и в начале июня 2016 г. При этом чистка донных отложений не производилась.

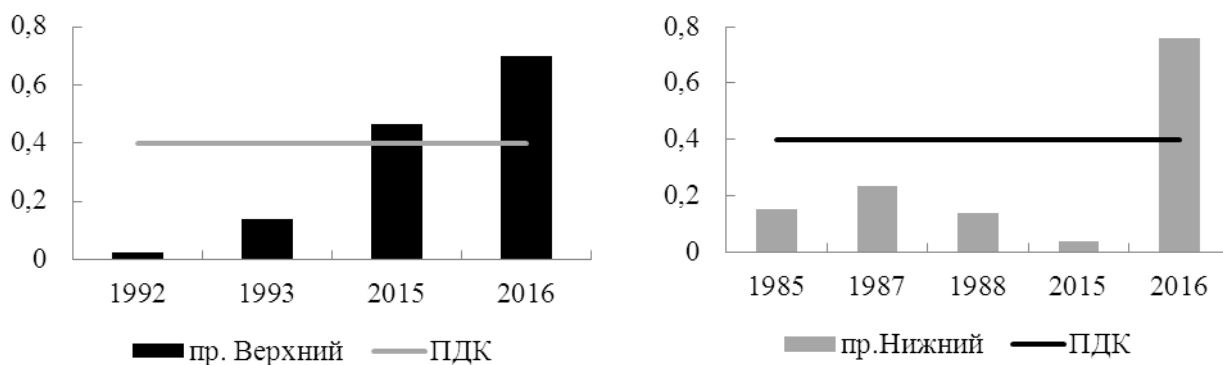


Рисунок 4 – Азот аммонийный, мгN/дм³

Содержание нитрит-ионов нередко превышало допустимые значения (рис. 5). Особенно много нитритов было растворено в водах пр. Нижнего в 1988 и 2015 гг.

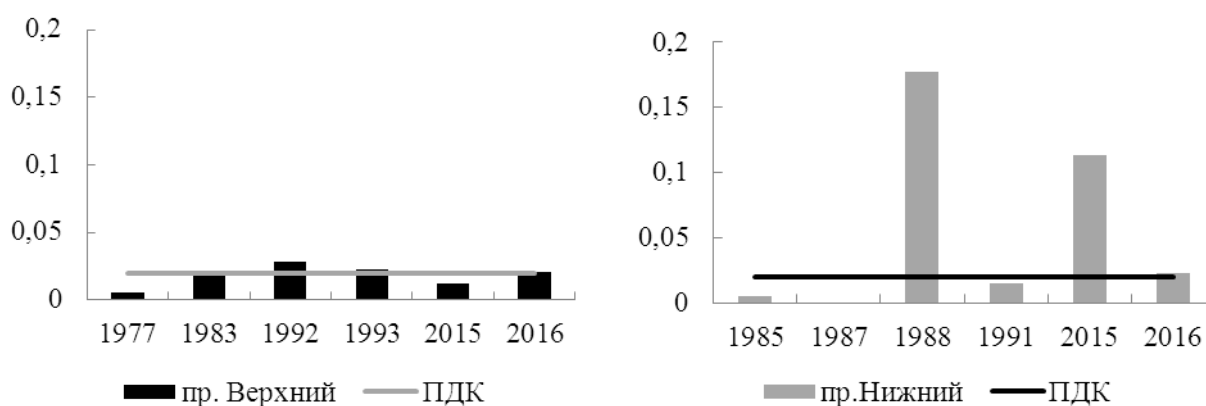


Рисунок 5 – Нитрит-ионы, мг/дм³

В результате накопления соединений азота и фосфора в водоеме наблюдалось цветение воды и бурный рост водной растительности.

Концентрации железа общего изменялись в пределах 0,03-0,54 мг/дм³, что многократно превышает ПДК (рис. 6), и связано с влиянием грунтовых вод, обогащенных железом (это характерно для Калининградской области) [12], обеспечивающих существенную часть водного питания впадающих водотоков и мелководных прудов.

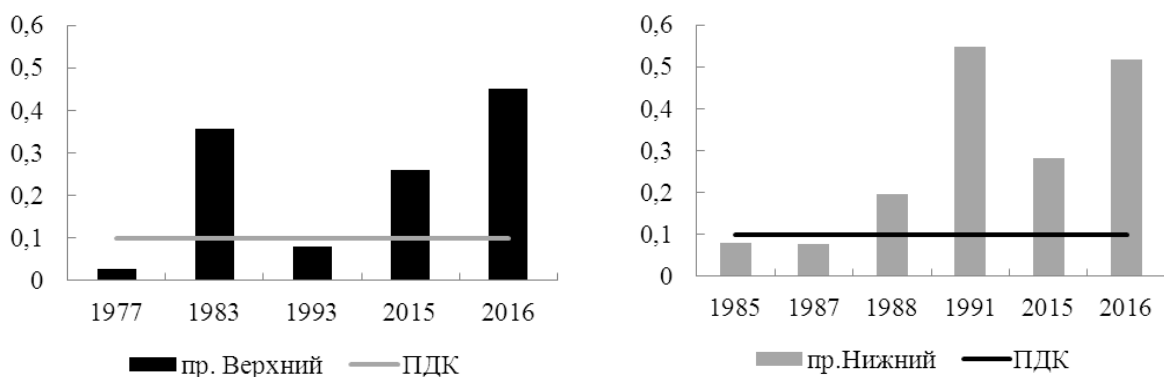


Рисунок 6 – Железо общее, мгFe/дм³

Многолетние наблюдения показали, что воды системы прудов Верхний-Нижний—в соответствии с ГОСТ 17.1.2.07 – 77 [6] – умеренно загрязненные, а по классу сапробности – бетагамезосапробные. Можно отметить, что по многим исследованным показателям в годы, связанные с расчисткой дна водоемов, происходило увеличение содержания элементов, свидетельствующих о загрязнении водной экосистемы. Связано это со вторичным загрязнением, поскольку в донных отложениях за долгие годы накапливалось много загрязняющих веществ. В последующие периоды происходило самоочищение – условия в прудах улучшались.

Список литературы

1. Алекин, О. А. Основы гидрохимии / О.А. Алекин. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1970. – 413 с.
2. Берникова, Т.А. Роль водных объектов в обеспечении устойчивого развития городской среды (на примере бассейна пруда Верхнего в г. Калининграде) / Т.А. Берникова, Н.А. Цупикова, Н.Н. Нагорнова // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2013. – № 4. – С. 97-106.
3. В 2017 году запланировано благоустройство набережной Нижнего озера [Электронный ресурс]: Калининградский деловой портал. – Режим доступа: <http://rugrad.eu/afisha/news/v-2017-godu-zaplanirovano-blagoustroystvo-naberezhnoy-nizhnego-ozera>
4. Водоемы Калининградской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://gossmi.ru/page/gos1_72.htm
5. Гидротехнический узел – на реконструкции [Электронный ресурс]: Официальный сайт администрации городского округа «Город Калининград». – Режим доступа: http://www.klgd.ru/press/news/detail.php?ID=101438&sphrase_id=5289776
6. ГОСТ 17. 1. 2. 04 – 77 Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов // Сб. ГОСТов. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. – С. 51-62.
7. «Жуткое запустение»: в Калининграде решили заняться благоустройством Нижнего пруда [Электронный ресурс]: Калининград.Ru. Информационно-аналитический портал Калининграда. – Режим доступа: <http://kgd.ru/news/society/item/46625-zhutkoe-zapustenie-v-kaliningrade-reshili-zanyatsya-blagoustrojstvom-nizhnego-pruda>
8. На Нижнем озере в Калининграде восстановили советский фонтан [Электронный ресурс]: Новостной портал Калининградской области. – Режим доступа: <https://klops.ru/news/obshchestvo/116444-na-nizhnem-ozere-v-kaliningrade-vozstanovili-sovetskiy-fontan>
9. На пути к экологичному Калининграду-2. Александр Терентьев [Электронный ресурс]: Газета «Калининградская правда». – Режим доступа: http://kaliningradka.ru/site_pc/gorod/index.php?ELEMENT_ID=818
10. Нижнее озеро в Калининграде обмелело из-за будущего фонтана [Электронный

ресурс]: Новостной портал Калининградской области. – Режим доступа: <https://klops.ru/news/obschestvo/116022-nizhnee-ozero-v-kaliningrade-obmelelo-iz-za-buduschego-fontana>

11. Нижнее озеро в Калининграде почистили благодаря публикации в нашей газете [Электронный ресурс]: Новостной портал Калининградской области. – Режим доступа: <https://klops.ru/news/obschestvo/30867-nizhnee-ozero-v-kaliningrade-pochistili-blagodarya-publikatsii-v-nashey-gazete>

12. Подземные воды Калининградской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://geodis39.ru/groundwaterhydro.html>

13. «Подземный город» станет чище.[Электронный ресурс]: официальный сайт администрации городского округа «Город Калининград». – Режим доступа: <http://www.klgd.ru/press/news/detail.php?ID=20181>

14. Приказ Федерального агентства по рыболовству от 04.08.2009 г. № 695 «Об утверждении методических указаний по разработке нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» // «Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти». 2009. - № 43.

DEVELOPMENT OF HYDROCHEMICAL CONDITIONS IN THE VERKHNIY-NIZHNIY POND SYSTEM BASED ON THE RESULTS OF SUMMER OBSERVATIONS IN 1983-2016

Tsoupiikova N. A., Bernikova T. A., Blotskaya E. N., Riabtseva E. A.

In this article, the authors showed the history of cleaning and improvement of the Verkhniy-Nizhniy Pond system, according to the results of summer observations within 1983-2016, investigated the long-term changes of hydrochemical parameters, and found that the water bodies belong to the mesosaprobic type with moderately contaminated water.

УДК 639.24:551.46

НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОРЕСУРСОВ ОКЕАНОВ И МОРЕЙ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Чернышков П. П.

ФГБОУ ВО КГТУ, ФГБНУ «АтлантНИРО», Калининград, Россия,
pavel.chernyshkov@klgtu.ru

Введение

Значимость океанических биоресурсов, как возобновляемого природного ресурса, для устойчивого развития человеческой цивилизации в последние десятилетия стремительно возрастает и в обозримом будущем может превзойти значимость добычи в океане углеводородного сырья (невозобновляемый природный ресурс).

Мировое рыболовство превращается в транснациональную экономическую структуру по использованию биологических ресурсов Мирового океана. Влияние этой структуры на мировую экономику и мировую политику в связи с ростом населения Земли будет только возрастать.

Изучение и разработка схем рационального использования океанических биоресурсов за пределами исключительных экономических зон прибрежных государств (ИЭЗ) в настоящее время является задачей мирового масштаба. При этом неизбежно возникает конкуренция между странами за право доступа к этим ресурсам и их использования в будущем в своих интересах. Преимущество будут иметь страны, вносящие наибольший вклад в исследования. Все это

происходит в условиях наблюдающихся изменений климата Земли, которые не могут не сказаться на состоянии биоты Мирового океана и его биоресурсов, что еще больше усложняет проблему их рационального использования [4].

Исходя из этого, многие страны резко увеличивают интенсивность своей морской деятельности в части комплексного изучения биоресурсов Мирового океана, не только в традиционных районах промысла, но в районах, которые могут стать промысловыми в будущем. Наиболее характерные примеры этого в последнее десятилетие: Китай - промысел и исследование запасов ставриды в южной части Тихого океана (ЮТО) и исследования, направленные на подготовку к широкомасштабному промыслу криля в Антарктической части Атлантики (АЧА); Норвегия - активный промысел криля в АЧА, съемка биомассы криля в ИЭЗ принадлежащего ей острова Буве; Италия - специальная научная экспедиция по изучению антарктического криля в море Беллинсгаузена. Традиционно участвуют во всех международных проектах по изучению океанических биоресурсов ученые США. Научно-исследовательское судно США вместе с судами России, Великобритании и Японии участвовало в международной синоптической съемке биомассы криля в АЧА в 2000 г., а эксперты этой страны активно участвуют в интерпретации результатов этой съемки.

Благодаря научно-организационному фундаменту, заложенному еще в начале XX века почетным академиком Академии наук СССР Н.М. Книповичем, отечественная рыбохозяйственная наука по глубине проработки научных проблем и практическим результатам исследований [1], всегда занимала передовые позиции в мире. А по количеству морских экспедиций, выполнявшихся в районы промысла при государственной поддержке, многократно превосходила все остальные морские державы вместе взятые.

Количество экспедиций сократилось только в два последних десятилетия, когда действенная государственная поддержка прекратилась, однако и в таких условиях российская рыбохозяйственная наука продолжает оставаться в числе мировых лидеров. Однако усилия в настоящее время сосредоточены на решении оперативных проблем организации и ведения промысла в традиционных районах, что не соответствует необходимости увеличения вклада в исследования биологических ресурсов океана.

В новой «Концепции развития рыбной промышленности Российской Федерации до 2030 г.» предусмотрены меры государственной поддержки возобновления широкомасштабного российского промысла в наиболее продуктивных районах. Для этого предусмотрено выделение дополнительных квот на вылов водных биоресурсов, средства от которых будут направляться на инвестиции в строительство новых высокотехнологичных добывающих судов. Данная мера заложена в Законе о рыболовстве, принятом в июле 2016 года. На эти средства в течение 7-10 лет должно быть введено в эксплуатацию не менее 50 единиц флота с суммарной производственной нагрузкой по вылову порядка 2 млн т [2].

Такое увеличение российского вылова вполне реально, однако, помимо строительства добывающего флота, это потребует решения сложных проблем по обеспечению для российского флота доступа к биоресурсам в районах за пределами собственной ИЭЗ.

Цель работы - на основе анализа современного состояния мирового рыболовства и его научного обеспечения определить главные направления адаптации российской рыбохозяйственной науки к происходящим и ожидаемым изменениям в этих сферах.

Характеристика современного международного и российского рыболовства и их научно-информационного обеспечения.

В последние десятилетия в мировом и российском рыболовстве, а также в российских и зарубежных научных исследованиях, направленных на обеспечение рационального использования биологических ресурсов океанов и морей, произошли кардинальные изменения.

Вся акватория Мирового океана в настоящее время находится или под юрисдикцией прибрежных государств (200-мильные исключительные экономические зоны), или под контролем международных научных организаций по управлению рыболовством. Эти организации призваны на основе выполненных в предыдущие годы исследований, ретроспективных данных, а также особенностей развития промысла ежегодно определять для

каждой эксплуатируемой популяции или единицы запаса величины общего допустимого вылова и давать рекомендации по ведению рационального промысла. Кроме того, в случае необходимости организации разрабатывают меры по сохранению запасов и регулирования промысла.

Многократно возросло количество натуральных научных данных о состоянии среды обитания водных биоресурсов за счет использования космических аппаратов и автономных приборов для зондирования верхнего слоя вод океанов и морей. Одновременно существенно сократились количество морских экспедиций и объемы данных по биологии популяций промысловых объектов, что существенно снижает достоверность оценок величин общего допустимого вылова, основанных на моделировании популяций.

Однако несмотря на регулирование рыболовства, на растущий спрос на пищевое и техническое сырье океанического происхождения, использование некоторыми странами мощных траулеров-процессоров, способных выловить и переработать до 500 т сырья в сутки, мировой вылов традиционных объектов промысла не увеличивается и в последние несколько лет стабилизировался на уровне 80 млн т в год [3]. В значительной мере это вызвано, тем, что снижение биомассы и вылова одного вида компенсируется увеличением биомассы с вылова другого.

Используемые в настоящее время для оценок оптимальных параметров промысла виртуально-популяционные, когортные или производственные модели предъявляют очень высокие требования к качеству данных по биологическим параметрам эксплуатируемых популяций и промысловой статистике [6]. Поскольку в реальности количество и качество используемых натуральных данных далеко не всегда соответствуют требованиям успешности моделирования, получаемые результаты имеют очень низкую точность. Поэтому региональные организации по рыболовству иногда вынуждены использовать минимальные из всех величин, полученных в результате моделирования. Как правило, эти величины далеки от реальности, в результате чего возникают грубые просчеты в определении ОДУ, приводящие к пересмотру результатов. Например, неоднократно пересматривались под давлением западноевропейских рыбопромышленников величины общего допустимого вылова путассу Северо-Восточной Атлантики.

Российский годовой вылов за последние два десятилетия сократился более, чем в два раза, что было обусловлено переходом экономики страны на рыночные отношения, сокращением числа и старением рыбодобывающих судов, а также прекращением российского промысла криля в Антарктической части Атлантики и ставриды в Юго-Восточной части Тихого океана, где отечественный вылов составлял около 1.5 млн. т в год [5].

Однако главными задачами отечественной рыбохозяйственной науки в районах за пределами собственной исключительной экономической зоны по-прежнему остаются создание научной основы увеличения вылова и защита интересов Российской Федерации в сфере международного использования водных биоресурсов. Увеличение вылова в настоящее время возможно за счет возобновления отечественного промысла криля в Антарктической части Атлантики (АЧА) и ставриды в южной части Тихого океана (ЮТО).

Оба этих промысловых района были открыты и в течение 25-30 лет исследовались отечественными учеными [1].

Первая научно-промысловая экспедиция АтлантНИРО в АЧА состоялась с октября 1961 г. по март 1962 г. на РТ «Муксун», в которой впервые были обнаружены и обловлены скопления криля промыслового характера. С 1975 г. начался специализированный промысел криля в западной части АЧА (море Скотия). В последующие 17 лет вылов стабильно составлял около 300-350 тыс. т в год.

С 1992 г. промысел был прекращен по причинам, не связанным с состоянием сырьевой базы.

Одновременно с промыслом проводились исследования, направленные на разработку схемы управления запасами криля с экосистемных позиций. Были выявлены основные закономерности функционирования пелагической экосистемы АЧА и сопредельных районов, описаны траектории дрейфа криля и процессы формирования его запаса в море Скотия за счет

поступления с течениями из морей Беллингаузена и Уэдделла. Установлены районы и сезоны образования скоплений промыслового характера в приостровных районах. Установлены параметры воздействия абиотических и биотических факторов среды на биологические характеристики криля. В частности, установлены пороговые величины первичной продукции, ниже которых с большой вероятностью происходит задержка нереста криля. Выявлены связи между образованием скоплений криля на промысловых участках и градиентами атмосферного давления над разными районами АЧА. Уточнены механизмы формирования феномена «зеленого» (непригодного для производства пищевой продукции) криля, связи этого явления с концентрацией хлорофилла и составом фитопланктона.

Современные представления о состоянии ресурсов криля и выработка мер по их управлению в подрайонах АЧА (море Скотия), основываются на результатах международной синоптической съемки биомассы криля KSS-2000, выполненной судами 4-х стран (Великобритания, Россия, США, Япония) в январе-феврале 2000 г.

Первоначально общий допустимый (предохранительный) вылов по результатам съемки был определен величиной 4,1 млн. т в год. Однако в 2010 г. Научный Комитет АНТКОМ рассмотрел представленные делегацией США повторные оценки биомассы криля во время проведения KSS-2000 с использованием новой величины силы цели и признал результаты этих расчетов. В настоящее время биомасса криля, основанная на данных этой съемки, оценивается в 60,3 млн.т, а общий допустимый (предохранительный) вылов установлен на уровне 5,61 млн.т.

В ЮТО в августе 1978 г. в ходе советской научно-промысловой экспедиции к западу от ИЭЗ Чили были обнаружены промысловые скопления ставриды *Trachurus murphy*. В ходе дальнейших поисковых работ, выполнявшихся в западном направлении, скопления ставриды промыслового характера были обнаружены в полосе широт 25-45° ю.ш. на всей акватории до ИЭЗ Новой Зеландии. С 1979 по 1991 г. рыбодобывающий флот бывшего СССР вел стабильный круглогодичный промысел ставриды. Флот в основном работал в юго-восточной части Тихого океана (ЮВТО) от границы ИЭЗ Чили до 125° з. д., что объясняется близостью этого района к портам базирования. Годовой вылов составлял около 1 млн.т. Одновременно проводились интенсивные экспедиционные исследования, направленные на выявление закономерностей распределения промысловых скоплений и межгодовых изменений биомассы ставриды, как в районах работы промыслового флота, так и на всей акватории юга Тихого океана. По результатам научно-исследовательских экспедиций было установлено, что в южной части Тихого океана обитает гиперпопуляция ставриды, так называемый «ставридный пояс», в котором было выделено по крайней мере три относительно изолированные единицы запаса: восточная, центральная и западная [5].

Исключительно высокая биологическая продуктивность вод в зоне субантарктического фронта в Тихом океане, способная поддерживать существование популяции ставриды биомассой в десятки миллионов тонн, определяется проникновением в эти широты через весьма протяженную границу с Антарктикой богатых биогенными элементами промежуточных вод антарктического происхождения. В умеренных широтах эти воды формируют три замкнутых круговорота промежуточных вод, с которыми и связаны выделенные единицы запаса. Межгодовые изменения объемов этих вод изменяют биологическую и промысловую продуктивность вод и биомассу каждой единицы запаса. Исследования, выполненные зарубежными учеными в последние годы, достаточно убедительно подтвердили возможность существования в ЮТО нескольких единиц запаса [7-8].

В 2012 г. была создана региональная международная организация по управлению рыболовством в Южной части Тихого океана (SPRFMO), которая управляет рыболовством в этом районе. Однако до последнего времени управление рыболовством осуществляется только для одной (восточной) единицы запаса, что дает неправильные представления о фактической биомассе ставриды в ЮТО.

Выводы и рекомендации

Целенаправленный и углубленный анализ имеющихся и оперативно поступающих биологических и гидроклиматических данных по океаническим районам промысла

современными методами обработки и анализа данных позволит получить реальные представления о функционировании промысловых экосистем этих районов в настоящее время.

Несмотря на достигнутые к настоящему времени АтлантНИРО результаты, в самое ближайшее время необходима адаптации научного обеспечения рационального использования водных биоресурсов криля в АЧА и ставриды в ЮТО к современным условиям. Это позволит рассчитывать на обеспечение сырьевой базой российского добывающего флота в соответствии с новой Концепцией развития рыбной отрасли России до 2030 г.

Основные направления процесса адаптации представляются следующими:

1. Повышение эффективности использования уникального массива промыслово-океанологических и биостатистических данных, накопленных в АтлантНИРО за годы интенсивных исследований с целью обоснования увеличения российского вылова в промысловых районах за пределами собственной ИЭЗ, представление результатов на международных научных форумах и их публикация в ведущих научных изданиях за рубежом.

2. Совместная с КГТУ разработка и реализация на уровне магистратуры специальных образовательных программ для подготовки высококвалифицированных специалистов в области рыбохозяйственной науки, с профессиональным владением английским языком и имеющих положительный опыт участия в международных проектах, конференциях и форумах.

3. Внедрение с участием специалистов профильных кафедр КГТУ в практику научных исследований водных биоресурсов современных методов анализа данных, широко используемых в настоящее время в России и за рубежом:

- геоинформационные технологии;
- интеллектуальный анализ данных;
- математическое моделирование процессов и явлений.

Обозначенные направления могут быть реализованы на основе творческой кооперации АтлантНИРО и КГТУ.

Список литературы

1. Промыслово-океанологические исследования АтлантНИРО, монография под редакцией д.г.н., проф. В.Н. Яковлева в 2-х томах//Калининград, Изд-во АтлантНРО, 2002. -470 с.

2. Савчук, П.С. Концепция развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации до 2030 года //Материалы IV междунар. Конф. «Рыболовство в Арктике: современные вызовы, международные практики, перспективы», Мурманск, (22-23 марта 2017 г.)

3. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры // ФАО, отчет, 2016. Рим, - 216 с.

4. Чернышков, П.П. Гидрометеорологическое обеспечение промышленного рыболовства в условиях климатических изменений//В кн. «Актуальные вопросы рационального использования водных биоресурсов», Москва: Изд-во ВНИРО, 2013 г. 276 с.

5. Чурин, Д.А. Научное обеспечение возобновления российского промысла в Антарктической част Атлантики и южной части Тихого океана / Д.А. Чурин, [и др.] // Рыбное хозяйство. 2014. - № 5. - С. 8-13.

6. ICES World Conference on Stock Assessment Methods (WCSAM), 15-19 July 2013, Boston, USA. ICES CM 2013/ ACOM/SCICOM:02. - 87 pp.

7. Niels. T. Hintzen, Ad Corten, François Gerlotto et all. Hydrography and Jack mackerel stock in the South Pacific – Final report/IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies for European Commission Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries, 2014, 68 p

8. The concept of “Pelagic metapopulation” as exemplified by the case of Jack mackerel *Trachurus murphyi* in the South Pacific Ocean//SPRFMO, 4 Meeting of Scientific Comitee, 2016, 10-16 October, The Hagues, Kingdom of the Netherlands

SCIENTIFIC PROVISION OF RATIONAL USE OF AQUATIC BIOLOGICAL RESOURCES IN MODERN CONDITIONS

Chernyshkov P. P.

The analysis of the existing system of scientific support of the Russian fishing industry for the last two decades is made. Comparison of the achieved results with the general trends in the development of world fisheries is compared. The most important directions for improving the quality and practical significance of Russian research on aquatic biological resources

УДК 639.2.053

МЕЖГОДОВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ БИОМАССЫ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТАВРИДЫ ЮТО ПОД ВЛИЯНИЕМ ГИДРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Шустин А.Я.

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: aleshustin@yandex.ru

В современном мире всё большее значение приобретает промышленное рыболовство. По этой причине все больше стран стремятся расширить сферу деятельности своих промысловых флотов и увеличить объемы вылова морских биоресурсов. России, как одной из ведущих рыбопромысловых держав мира, также необходимо проводить политику расширения сферы использования промысловых биоресурсов в океанических районах за пределами собственной исключительной экономической зоны, что соответствует «Морской доктрине Российской Федерации на период до 2020 года».

Одним из таких районов является южная часть Тихого океана (ЮТО), где существует популяция ставриды, ареал которой располагается от берегов Южной Америки до Новой Зеландии. Этот район был открыт отечественными учеными и рыбаками в 1978 г., с 1979 по 1991 г. там велся активный промысел с выловом на уровне 1 млн. т в год. С 1992 года промысел был прекращен по причинам, не связанным с состоянием биоресурсов [3].

В настоящее время этот ресурс находится под управлением SPRFMO (South Pacific Regional Federal Management Organization). Эта организация является ответственной за сохранение запасов ставриды в ЮТО за пределами исключительных экономических зон. Основной задачей SPRFMO является контроль за выловом биоресурсов и, как следствие, определение квот на вылов.

Однако современная система определения квот на вылов в ЮТО является предметом разногласий, поскольку сам статус популяции не ясен до конца. Лишь после определения верной структуры запасов ставриды можно будет выработать правильную стратегию управления рыболовства в ЮТО, способствующую ведению рационального природопользования в районе.

На конференции в Чили в июне 2008 г. были выдвинуты четыре основных гипотезы о структуре запасов ставриды в ЮТО. Согласно первой гипотезе ставрида, облавливаемая у побережья Перу и Чили, представляет самостоятельные запасы, мигрирующие в открытый океан. Вторая гипотеза утверждает, что ставрида, облавливаемая у побережья Перу и Чили, представляет единый разделяемый запас, мигрирующий в открытое море. Третья гипотеза гласит, что ставрида, облавливаемая в районе Перу, представляет единый мигрирующий запас, распространяющийся от побережья до 120° з.д. Четвертая гипотеза подразумевает, что под воздействием крупномасштабной динамики вод на акватории юга Тихого океана от Южной Америки до Новой Зеландии формируются относительно изолированные единицы запасов ставриды, соединенные лишь мигрирующими особями.

В 2014 г. в докладе «Hydrography and Jack mackerel stock in the South Pacific – Final report»,

созданном по заказу Европейской комиссии, выдвигается уже шесть различных гипотез, отражающих популяционную структуру ставриды [5]. Первая гипотеза утверждает, что существует единая популяция ставриды, охватывающая как прибрежные районы Южной Америки, так и район открытого океана. Вторая гипотеза разделяет запасы на две крупных популяции: Перуанскую и Чилийскую, которая включает в себя ставриду открытых районов Тихого океана и прибрежную чилийскую. Третья гипотеза также делит запасы ставриды в ЮТО на две отдельных популяции: прибрежную и океаническую. Четвертая выделяет уже множество различных отдельных популяций, не имеющих связей между собой. Пятая гипотеза утверждает о существовании единой «суперпопуляции» (то есть неоднородной популяции, состоящей из нескольких меньших популяций, тесно связанных между собой). Шестая гипотеза выделяет единую метапопуляцию ставриды (рис. 1). Метапопуляция – это популяция, имеющая пространственную разделенность, то есть включающая в себя различные популяционные структуры, соединенные мигрирующими особями. Согласно этому докладу именно шестая гипотеза (концепция метапопуляции) является наиболее вероятной из всех представленных на данный момент вариантов структуры запасов ставриды в ЮТО.

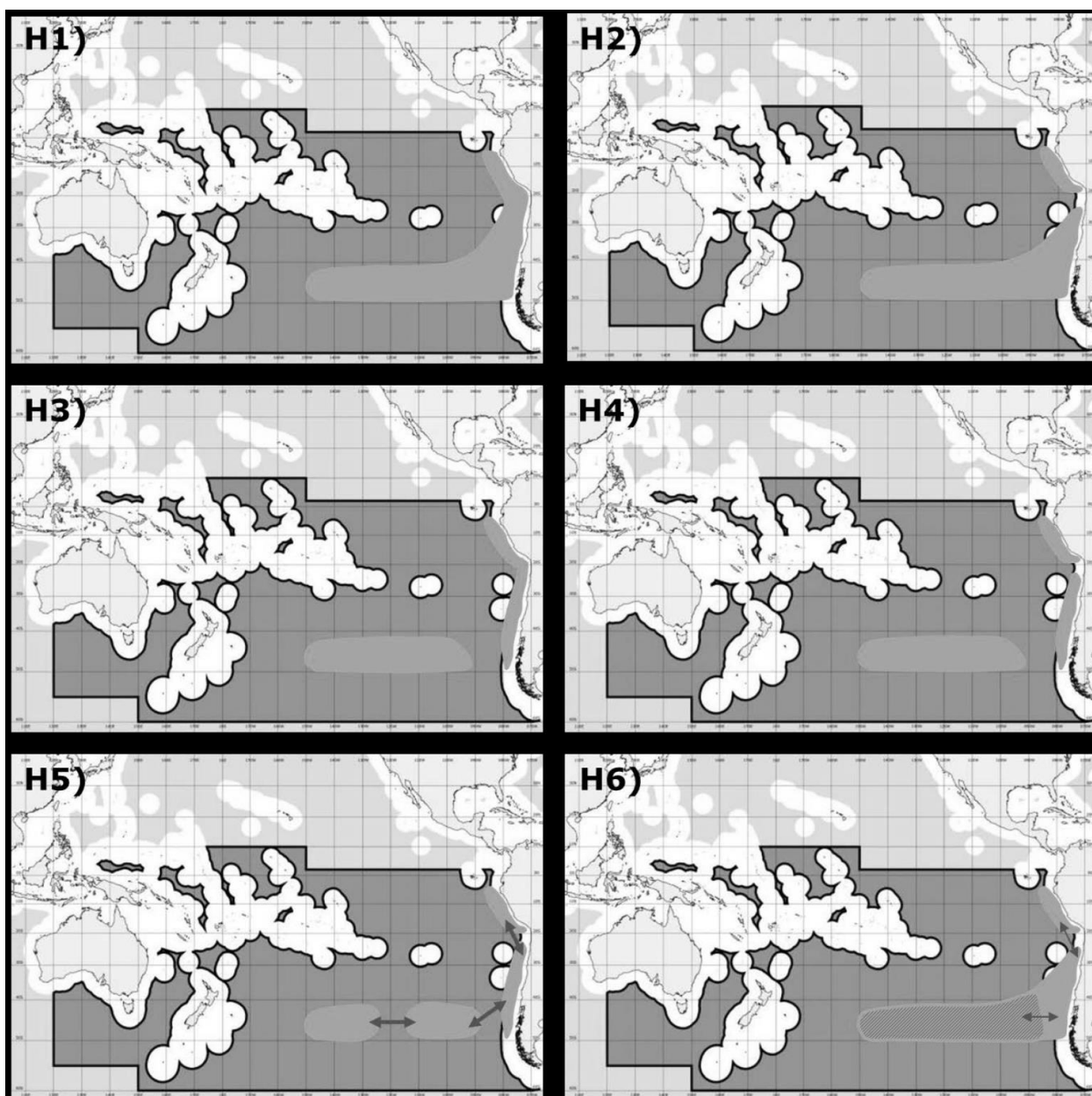


Рисунок 1 - Гипотезы строения популяции ставриды согласно INMARES

В 2016 г. выводы Еврокомиссии были подтверждены на 4-й встрече научного комитета SPRFMO в докладе «The concept of “Pelagic metapopulation” as exemplified by the case of Jack mackerel *Trachurus murphyi* in the South Pacific Ocean» [4]. Согласно данным доклада метопопуляционная структура соответствует 25 из 27 признаков популяции ставриды в ЮТО.

Данная структура связана в первую очередь с поступлением в ЮТО промежуточных водных масс антарктического происхождения. Именно эти водные массы, как считается в данный момент, поставляют необходимые для существования крупных популяций питательные вещества. Согласно исследованиям, в ЮТО существуют три круговорота антарктических водных масс, совпадающих по своему местоположению со скоплениями ставриды [2].

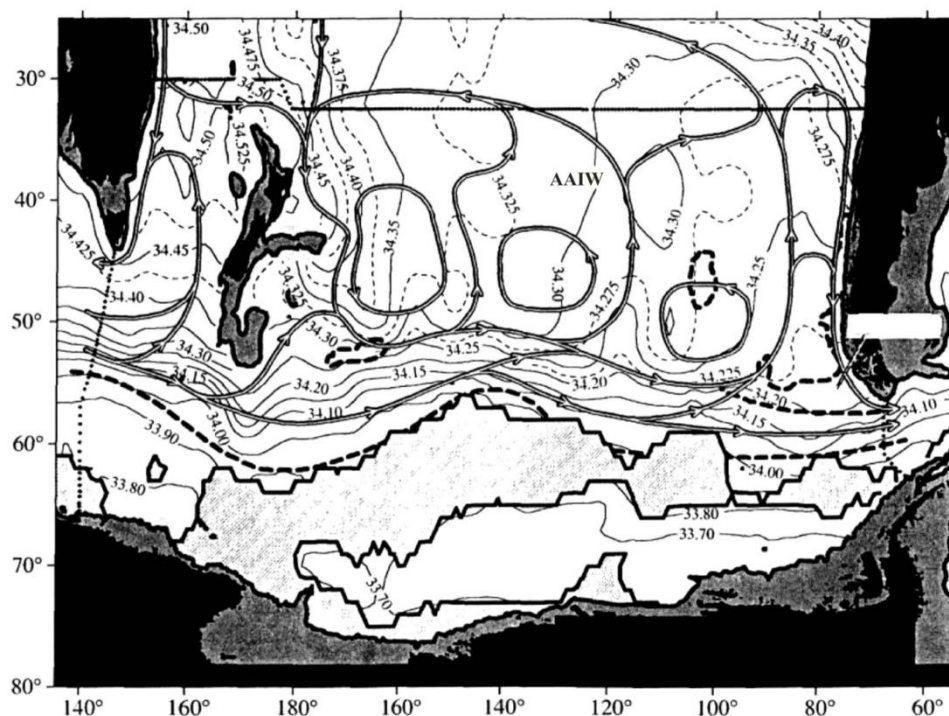


Рисунок 2 - Циркуляция промежуточных вод антарктического происхождения в ЮТО

Таким образом, можно сделать вывод о существовании единой метопопуляции ставриды в южной части Тихого океана, на состояние которой в целом оказывают огромное влияние различные гидроклиматические факторы данного района.

Цель работы – сопоставить временную и пространственную динамику состояния популяции перуанской ставриды с основными гидроклиматическими факторами ЮТО.

Выводы о состоянии популяции сделаны на основе данных о динамике вылова ставриды советским рыбопромысловым флотом с 1979 по 1991 г. Улов на усилие взят из промысловых атласов Запрыбпромразведки. Была рассмотрена внутри и межгодовая изменчивость объемов вылова, его пространственная динамика.

За период интенсивного промысла в ЮТО (1878-1991 гг.) было исследовано влияние главного гидроклиматического фактора в южной части Тихого океана – Южно-Тихоокеанского антициклона на распределение промысловых скоплений ставриды.

Использовались основные параметры ЮТА: давление в центре и координаты центра, а также использовался индекс Антарктического Колебания. Этот индекс представляет собой разность между нормализованными зонально-среднемесячными значениям приземного атмосферного давления на 40 и 65° ю.ш. [1].

В результате сравнения среднемесячных величин вылова на судо - сутки промысла, географического положения промыслового флота и изменчивости гидроклиматических условий были сделаны выводы о связях между временным и пространственным состоянием популяции перуанской ставриды в южной части Тихого океана и основными климатическими факторами

данного района за соответствующий временной период.

Полученные результаты могут быть использованы для определения величин общедопустимого улова и ведения рационального промысла.

Список литературы

1. Кошляков, М.Н. Промежуточные воды южной части Тихого океана / М.Н. Кошляков, Р.Ю. Тараканов. Океанология 2005. - Т 45. - № 4. - С. 485-503.
2. Малинин, В. Н. Промысловая океанология юго-восточной части Тихого океана Изменчивость факторов среды обитания В.Н. Малинин, С.М. Гордеева. – Санкт-Петербург: РГГМУ, 2009. – Т.2. - 278 с.
3. Чернышков, П. П. 30 лет со времени открытия и освоения ресурсов пелагических рыб в южной части Тихого океана / П. П. Чернышков, Н. Н. Дерябин // Рыбное хозяйство. – 2008. – №5. – С.30-33.
4. Gerlotto, F., Hintzen N. T., Habasque J., Corten A., Gutierrez M., Bertrand A. The concept of “Pelagic metapopulation” as exemplified by the case of Jack mackerel *Trachurus murphyi* in the South Pacific Ocean // Document SC-04-JM-02 / SPRFMO.- Hague, Netherlands, 2016.
5. Hintzen, N. T., Corten A., Gerlotto F., Habasque J., Bertrand A., Lehodey P., Brunel T., Dragon A. C. and Senina I. Hydrography and Jack mackerel stock in the South Pacific – Final report, IMARES, 2014.

INTERANNUAL CHANGES OF BIOMASS AND DISTRIBUTION OF JACK MACKEREL IN THE SOUTH PACIFIC UNDER THE INFLUENCE OF HYDROCLIMATIC FACTORS

Shustin A.

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, e-mail: aleshutin@yandex.ru

The article describes the dynamics of changes in the status of the populations of horse mackerel in the South Pacific Ocean, from 1979 to 1991 and makes a conclusion about the strength of the influence of the South Pacific anticyclone on the population status of the Jack mackerel.

СЕКЦИЯ «ИХТИПАТОЛОГИЯ И ГИДРОБИОЛОГИЯ»

УДК 639.3.091 (06)

ВОЗМОЖНЫЕ АНТРОПОГЕННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СИСТЕМУ «ПАРАЗИТ-ХОЗЯИН» ДЛЯ РЫБ ВОДОЕМОВ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Авдеева Е.В., Евдокимова Е.Б., Заостровцева С.К.

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», Советский проспект, 1, г. Калининград, 236000, Россия, E-mail: *elavd@mail.ru

В статье приводятся сведения о паразитах рыб, появление которых в водоеме связано с воздействием на него антропогенных факторов. Обнаружены четыре вида паразитов рыб, опасных для человека.

За многолетний период исследований паразитофауны рыб водоемов Калининградской области нами обнаружено 305 видов паразитов у 29 видов рыб.

Перед нами стояла задача – выявить паразитов, которые способны вызывать эпизоотии у рыб в естественных водоемах и рыбоводных хозяйствах области, а также паразитов рыб, представляющих угрозу для населения.

Исследованы водоемы различного типа: Куршский и Вислинский заливы, р. Преголя, Прохладная, частично р. Неман и ее приток Шешупе, два водохранилища р. Лава, оз. Виштынецкой группы и некоторые рыбоводные хозяйства области.

Паразитологические исследования проводили по общепринятой методике [1].

Из 34 видов паразитов, опасных для рыб в естественных водоемах и рыбоводных хозяйствах, не все связаны с воздействием антропогенного фактора, но некоторые из них напрямую зависят от него.

Нами были выделены 12 видов паразитов, связанных с антропогенным воздействием на водоемы (таблица). Условно их можно разделить на четыре группы:

1. Паразиты рыб, попавшие в водоемы области в результате неконтролируемых перевозок рыбы. Это – *Hennequya zschokkei*, *Triclaenophorus nodulosus*, *Philometroides lusiana*.

2. Заражение рыб паразитами, которое связано с усилением эвтрофикации водоемов и поступлением в них хозяйственно-бытовых сточных вод. Это – *Ligula intestinalis*, *Posthodiplostomum cuticola*, *Proteocephalus exiguus* и *Ergasilus briani*.

3. Паразиты, проникающие в заливы вместе с морскими рыбами (личинки нематоды *Anisakis* sp.).

4. Паразиты, представляющие опасность для человека: *Diphyllobothrium latum*, *D. dendriticum*, *Opisthorchis felinus* и *Anisakis* sp.

В заливах в последние годы из-за эвтрофикации и загрязнения сточными водами увеличилась зараженность рыб отдельными паразитами, представляющими опасность для ценных видов. К ним относятся плероцеркоиды цестоды *Ligula intestinalis*, метацеркарии трематоды *Posthodiplostomum cuticola*, нематода *Anguillicola crassus*.

Лигула поражает карповых рыб, служащих для нее вторым промежуточным хозяином. Первые промежуточные хозяева – представители копеподитной группы зоопланктона, преобладающей в заливе, окончательный – чайки. От лигулеза наиболее страдает лещ, который питается зоопланктоном до трехлетнего возраста. Особенностью системы «лещ-лигула» можно считать то, что паразит не покидает своего хозяина до его гибели. Заражение отмечается у леща с 13 см и достигает пика у рыб длиной 19-20 см (76,6%). Лигула высоко патогенна для леща, который неизбежно погибает или от воздействия паразита, или становясь легкой добычей для рыбоядных птиц. Тем самым она в значительной степени определяет уровень естественной смертности хозяина.

Таблица – Паразиты рыб, связанные с антропогенным фактором

№ п/п	Вид паразита	Хозяин	Водоем	Влияет на эпизоотическую ситуацию		Опасен для человека
				В естественных водоемах	В рыболовных хозяйствах	
1	<i>Henneguya zschokkei</i> (Gurley, 1894)	щука, ряпушка, колюшка	река Преголя озеро Виштынецкое, Вислинский залив	+	-	-
2	<i>Triaenophorus nodulosus</i> (Pallas, 1781)	окунь, ерш, щука, налим, форель, хариус	Во всех исследованных водоемах	+	+	-
3	<i>Diphyllobothrium latum</i> (Linnaeus, 1758)	щука, налим, окунь, ерш, угорь	озёра Виштынецкой группы, Куршский залив	-	-	+
4	<i>Diphyllobothrium dendriticum</i> (Nitzsch, 1824) (syn. <i>D. norvegicum</i>)	ряпушка, корюшка, речная минога	Куршский залив	-	-	+
5	<i>Ligula intestinalis</i> (Linnaeus, 1758)	плотва, елец, красноперка, густера, пескарь, лещ, чехонь	озёра Виштынецкой группы, река Прохладная, река Преголя, Вислинский и Куршский заливы	+	-	-
6	<i>Proteocephalus exiguus</i> La Rue, 1911	ряпушка	озёра Виштынецкой группы	+	-	-
7	<i>Posthodiplostomum cuticola</i> (Nordmann, 1832)	плотва, лещ густера, щиповка, окунь, красноперка и другие виды рыб	озёра Виштынецкой группы, водохранилища реки Лавы, реки Преголя и Прохладная, Вислинский и Куршский заливы	+	+	-
8	<i>Opisthorchus felineus</i> (Ribolta, 1884)	плотва, красноперка, голавль, язь, щиповка	Куршский залив	-	-	+
9	<i>Philometroides lusiana</i> (Vismanis, 1966)	каarp	водохранилища реки Лавы, река Преголя	-	+	-
10	<i>Anisakis</i> (larva)	салака	Куршский залив	+	-	+

№ п/п	Вид паразита	Хозяин	Водоем	Влияет на эпизоотическую ситуацию		Опасен для человека
				В естественных водоемах	В естественных водоемах	
11	<i>Anguillicola crassus</i> Kawahara, 1974	угорь	Вислинский и Куршский заливы	+	-	-
12	<i>Ergasilus briani</i> Markewitsch, 1932	ряпушка, пескарь, красноперка густера, сиг карась, елец плотва, лещ, укляя, линь	озёра Виштынецкой группы, водохранилища реки Лавы	+	+	-

В последние годы в заливах широко распространилось заболевание карповых рыб – постодиплостомоз, вызываемое метацеркариями трематоды *Posthodiplostomum cuticola*. Паразит портит товарный вид рыбы и, возможно, вызывает ее гибель на стадии малька и сеголетка, когда интенсивность заражения у рыб очень высока (у плотвы и густеры достигала более 250 цист паразита на теле хозяина). Цикл развития данной трематоды сложный. Рыба служит для нее вторым промежуточным хозяином. Первый промежуточный хозяин – моллюск *Planorbis planorbis*, окончательный – рыбаодные птицы. С конца прошлого века прекратились мелиоративные работы по выкашиванию высшей водной растительности по берегам заливов и расчистке устьев рек и ручьев, впадающих в них. Расширение зоны высшей водной растительности в водоемах благоприятствует развитию моллюсков, привлекает рыбаодных птиц, тем самым способствует прохождению жизненного цикла паразита и заражению рыбы.

С 1989 года у угря Вислинского залива нами постоянно регистрируется нематода *Anguillicola crassus*, которая была завезена в Средиземное море с японским угрем и быстро распространилась вдоль побережья Европы. Развивается паразит через копепоидитную группу зоопланктона, второй промежуточный хозяин – мелкие рыбы семейства карповых, ерш и окунь. В одном хозяине одновременно могут присутствовать как взрослые, половозрелые, особи паразита, так и его личинки. Паразитируя в плавательном пузыре угря, нематода раздражает его стенки, вызывает воспаление и разрушение. Оказывая сильное механическое и токсическое воздействие на хозяина, паразит приводит к снижению темпа роста и массы тела угря, портит товарные качества этой ценной промысловой рыбы. Сильное заражение сопровождается разрывом плавательного пузыря и гибелью хозяина. Данный паразит нашел в заливе для себя подходящих промежуточных хозяев (*Copepoda*) и прочно вошел в гидрофауну водоема. Миграции угря в пресноводные водоемы в настоящее время привели к тому, что ангуилликола распространилась практически по всем крупным водоемам Белоруссии [2, 3, 4]. Предлагаемое вселение угря (даже на стадии стекловидной личинки) в Виштынецкое озеро приведет к распространению этого паразита в водоеме.

В озере Виштынецкое для ряпушки наибольшую опасность представляют два вида паразита: цестода *Proteocerhalus exiguus* и паразитические ракообразные *Ergasilus briani*. Цестода *P. exiguus* локализуется в кишечнике ряпушки и вызывает нарушение его функции, замедляет рост рыбы и может приводить к ее гибели. Экстенсивность инвазии ряпушки паразитическими рачками *E. briani* достигает 100 %. Эргазилус паразитирует на жаберных лепестках хозяина, разрушает их, вызывает кровотечение, воспаление и некроз жаберной ткани. Паразит замедляет рост хозяина, снижает массу тела, может приводить к гибели рыбы. Интенсивность заражения ряпушки обоими видами паразитов увеличивается по мере ее роста и, видимо, по этой причине ряпушка не достигает длины более 16 см.

С 2001 г. у ряпушки Виштынецкого озера в мускулатуре и брюшной стенке обнаруживают овальные цисты белого и желтоватого цвета, заполненные спорами микроспоридии *Henneguya zschokkei*. Данный вид микроспоридий специфичен для сиговых и лососевых рыб. По-видимому, в Виштынецкое озеро паразит попал в результате бесконтрольного завоза рыбы (предположительно чира) из других водоемов.

С 1989 г. по настоящее время мы регистрируем наличие плероцеркоидов цестоды *Triaenophorus nodulosus* в форелевом рыбоводном хозяйстве «Прибрежное». Самая высокая зараженность (50 %) была отмечена в девяностые годы прошлого века. Впоследствии экстенсивность заражения колебалась от 14,5 % до 30,0 %. В настоящее время заражение форели держится на постоянном уровне – 33,0 %. Возможно, это связано с тем, что система «паразит-хозяин» (триенофорус-форель) в хозяйстве стабилизировалась и у рыбы выработался относительный иммунитет к паразиту.

На протяжении всех лет исследования паразитофауны карпа в учебно-опытном хозяйстве КГТУ нами регистрировалось заражение нематодой *Philometroides lusiana*. Экстенсивность заражения колебалась от 6,6 % до 100 %, интенсивность была от 1 до 300 экземпляров паразита на рыбе. Нематода была завезена в хозяйство с рыбопосадочным материалом с рыбоводного участка Черняховского конезавода. В 2014 г. зараженность карпа достигала 100 % и только применение лекарственного препарата (пирантела) предотвратило дальнейшие вспышки заболевания.

В солоноватоводных водоемах области у рыб морского происхождения (салака, треска, камбала и др.) обнаруживаются личинки нематод *Anisakis* sp., опасные для человека. Это связано с заносом паразита морскими рыбами в заливы или, можно предположить, что с увеличением в них копепоидитной группы зоопланктона паразит нашел для себя подходящих первых промежуточных хозяев.

Для населения области опасны четыре вида паразитов: *Diphyllobothrium latum*, *D. dendriticum*, *Opisthorchis felineus* и *Anisakis* sp. Первые два вида человек получает через карповых рыб. Анизакид получает от морских рыб (салака, сельдь, треска, камбала и т.д.). Заражение рыб дифиллоботридами проходит через копепоидитную группу зоопланктона, описторхидами – при расширении зоны поселений моллюска *Bythinia leachii*. Сильное развитие представителей копепод и моллюсков свидетельствует об усилении процессов эвтрофикации водоемов, связанных с антропогенным воздействием на них.

Таким образом, из 34 видов паразитов, представляющих опасность для них и человека, в водоемах области распространение 12 видов, безусловно, зависит от различных факторов антропогенного воздействия.

Список литературы

1. Быховская-Павловская, И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению / И.Е. Быховская-Павловская – Ленинград: Наука. 1985. – 118 с.
2. Скурат, Э.К. Пути распространения нематоды *Anguillicola crassus* - нового паразита европейского угря в республике Беларусь / Э.К. Скурат, В.В. Ус, В.А. Сиволотская // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – Минск. – 1996. – С. 96-101.
3. Скурат, Э.К. Болезни угря в Беларуси / Э.К. Скурат, С.М. Дегтярик // Проблемы патологии, иммунологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов. Москва: Россельхозакадемия, 2003. – С. 119-120.
4. Ус, В.В. Биология *Anguillicola crassus* (Kuwahara, 1974) (Nematoda. Camallanata) возбудителя ангвиниколлеза угря и эпизоотология заболевания / В.В. Ус // Автореф. дисс... канд. биол. наук. – Москва, 1996. – 29 с.

POSSIBLE CONSEQUENCES OF ANTHROPOGENIC IMPACT ON THE "PARASITE-HOST" SYSTEM IN THE RESERVOIRS OF THE KALININGRAD REGION

Evdokimova E. B., Avdeeva E.V., Zaoistrovtseva S. K.

The article provides information on fish parasites, the appearance of which in the reservoir is associated with the impact of anthropogenic factors on it. Four types of fish parasites dangerous for humans were discovered.

УДК 574.5

ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ФИТОПЛАНКТОНА ПРУДА ПЕЛАВСКОГО (Г. КАЛИНИНГРАД) В ВЕГЕТАЦИОННЫЕ СЕЗОНЫ 2015-2016 ГГ.

¹Бугранова О.С., ²Цупикова Н.А., ³Лозицкая Е.А.

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»

г. Калининград, Россия, e-mail: ¹olesya.bugranova@klgtu.ru, ²tsoupikova@klgtu.ru,

³lozitskaya.EA@yandex.ru

Пруд Пелавский является одним из немногих водоемов (в 2016 г. их было всего три) г. Калининграда, где купание официально разрешено. Однако наблюдающееся в нем обильное и часто раннее цветение фитопланктона может не только сильно снизить рекреационную и эстетическую ценность пруда, но даже сделать купание в нем небезопасным. Цианопрокариоты в период массового размножения и цветения активно выделяют токсины, вызывающие раздражение кожи, слизистой глаз и носа и др.

Пруд Пелавский, располагающийся на юго-западной окраине города, – небольшой: его длина 330 м, ширина – 150 м, средняя глубина – 5,6 м, площадь водной поверхности приблизительно 5 га [10]. Водоем используется в настоящее время только в рекреационных целях: это популярное место отдыха среди горожан летом, зимой городские власти подготавливают площадку для крещенских купаний, в любое время года на берегах можно встретить рыболовов-любителей.

Экологический мониторинг осуществляется авторами ежемесячно с мая 2015 г. на четырех поверхностных станциях [10]. В работе представлены результаты исследований для ст. 3, расположенной в северной части пруда и используемой для отдыха и купания; рядом (в 30-70 м) проходит оживленная автотрасса. Отбор, фиксирование и концентрирование проб фитопланктона, а также подсчет численности и биомассы проводили по стандартным гидробиологическим методикам [6, 8]. Гидрохимический анализ проб проводился объемным и колориметрическим методами [1, 3].

За представленный период исследования в пр. Пелавском выявлен 141 таксон водорослей из восьми отделов. Таксономический состав был распределен так: *Chlorophyta* – 66 таксонов (46,8 %), *Bacillariophyta* – 25 (17,7 %), *Суанопрокариота* – 20 (14,2 %), *Streptophyta* – 15 (10,6 %), *Euglenophyta* – 5 (3,5 %), *Dinophyta* и *Cryptophyta* по 4 (2,8 %) каждый и *Chrysophyta* – 2 (1,4 %).

На рис. 1 изображена динамика видового разнообразия альгофлоры пруда в 2015-2016 гг. Максимальное количество видов наблюдается в сентябре 2016 г. – 59 таксонов, минимальное количество – 14 – в мае 2015 г.

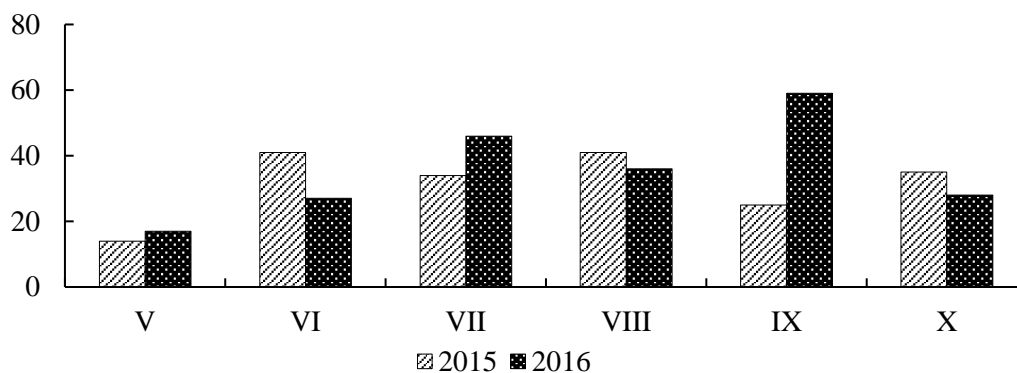


Рисунок 1 - Таксономическое разнообразие фитопланктона в течение вегетационного периода 2015-2016 гг.

Динамика численности и биомассы фитопланктона пруда в течение вегетационных сезонов 2015-2016 гг. существенно различаются (рис. 2).

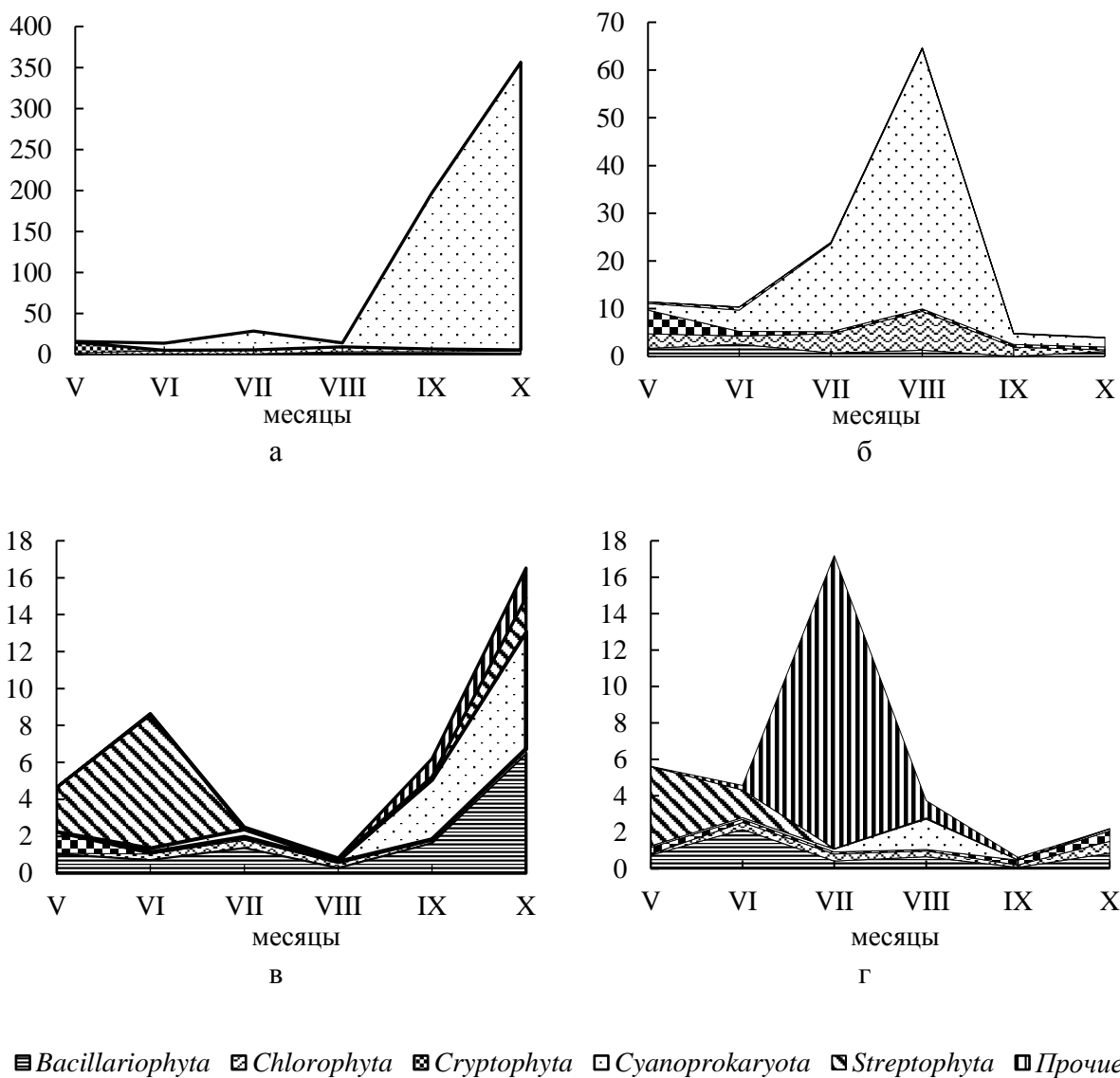


Рисунок 2 - Доля основных отделов водорослей в динамике общей численности, млн.кл/л (2015 г. – а, 2016 г. – б), и общей биомассы, мг/л (2015 г. – в, 2016 г. – г), в 2015-2016 гг.

Численность фитопланктона в мае 2015 г. была выше, чем численность в мае 2016 г. (рис. 2 а, б). В этот период интенсивно развивались водоросли отдела *Cryptophyta*, до 80 % в 2015 г. В этот период доминировал представитель криптофитовых водорослей *Komma caudata* (L.Geitler) D.R.A.Hill. Летом наблюдается большее развитие альгофлоры пруда в 2015 г., за исключением августа, когда значения численности в 2016 г. (более 64 млн.кл/л) многократно превышают значения 2015 г. (около 14 млн. кл/л). Наблюдается сильное развитие цианопрокариот, составляющих около 70 % в этот период. Второе место занимают зеленые водоросли – около 25 %, третье – диатомовые (около 10 %). В ряду доминантов можно выделить следующие виды: *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek (июль 2015 г.) и *Snowella lacustris* (Chodat) Komárek & Hindák (август 2016 г.). Осенью наблюдается такая же ситуация, как и летом: численность фитопланктона в сентябре-октябре 2015 г. во много раз превышает таковую в 2016 г., достигая максимума за весь период исследования в октябре – более 350 млн.кл/л. В этот сезон в 2015 г. цианопрокариоты достигают в среднем 97 % (доминирующий вид – *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek), а в 2016 г. только 47 %, зеленые – 26 %, диатомовые – 13 %.

Другая картина наблюдается с межгодовой динамикой биомассы (рис. 2 б, в). Ее значения в мае 2016 г. превышают значения 2015 г. Возможно, это связано с крупноклеточными водорослями рода *Spirogyra*, доминирующими по биомассе в этом месяце. В этот период доминирующим отделом по биомассе, занимающим около 77 % в 2016 г., стал отдел *Streptophyta*, в 2015 г. он составляет около 51 %. На долю биомассы криптофитовых и диатомовых водорослей приходится около 25 % и 23 % соответственно от общей биомассы в этот период. В начале лета наблюдаются большие показатели биомассы в 2015 г., также как и в прошлом сезоне связанные с развитием крупноклеточных стрептофитовых водорослей рода *Spirogyra* и *Closterium*. Однако в июле-августе 2016 г. биомасса фитопланктона развивается интенсивнее, чем в 2015 г. В данном случае такая разница объясняется развитием в 2015 г. динофитовых водорослей, чья биомасса достигает 65 %. Важно отметить такой доминирующий по биомассе вид как *Ceratium hirundinella* (O.F.Müller) Dujardin. Показатели биомассы осенью 2015 г., так же как и численности, во много раз превышают её значения в 2016 г., достигая максимума в октябре 2015 г. – более 16 мг/л. В этот период в 2015 г. максимально представлены цианопрокариоты рода *Planktothrix* (в среднем около 42 %), диатомовые (36 %) и стрептофитовые (9 %). Что касается 2016 г., здесь были одинаково представлены биомассы видов диатомовых (в среднем 33 %), криптофитовых (30 %) и зеленых (27 %) водорослей.

Исследованные гидрохимические показатели Санитарными правилами и нормами «Гигиенические требования к охране поверхностных вод» (СанПиН 2.1.5.980-00) для рекреационного водопользования не нормируются, однако именно содержание биогенных веществ, в первую очередь, соединений азота и фосфора, а также устойчивая стратификация прогретых вод летом, благоприятствуют массовому размножению фитопланктона. Последний, в свою очередь, активно потребляет растворенный в воде кислород при разложении, ухудшая тем самым газовые условия в пруду для других гидробионтов.

Содержание кислорода в воде на ст. 3 в течение рассматриваемого периода довольно высокое, но в 2016 г. его концентрация снижается к концу вегетационного периода до 4 мг/дм³ (рис. 3). Уже с марта на водоеме отмечалось обильное цветение воды в его западной части, вследствие которого насыщение воды достигало более 130 %.

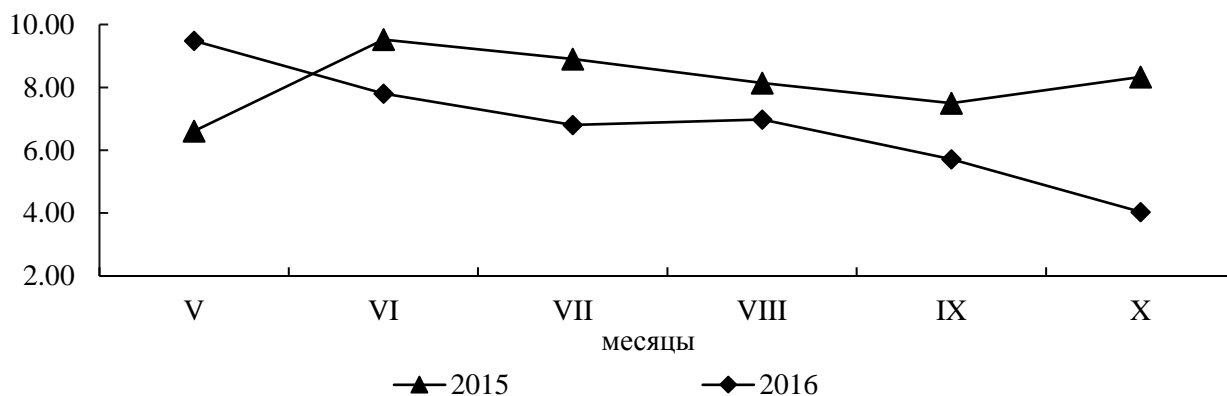


Рисунок 3 - Динамика кислорода, мг/л, в течение вегетационного периода 2015-2016 гг.

Минерального фосфора в воде на ст. 3 немного, динамика в течение обоих вегетационных периодов очень сходная: минимальные значения на пике активного роста и развития фитопланктона в летние месяцы (вплоть до практически полного исчезновения с мая по июль – обнаруживался на уровне «следы») и резкий пик в октябре, когда концентрация фосфатов быстро возрастает в 7-9 раз (рис. 4 а).

Содержание железа повышенное, но это характерно в целом для водоемов Калининградской области, особенно небольших, в водном питании которых значительна доля грунтовых вод. Сезонный ход общего железа в течение вегетационного периодов 2015-2016 гг. очень похож, а весьма высокие значения, например, в сентябре 2015 и 2016 гг. может объясняться меженью (месячное количество осадков в 2-2,5 раза меньше нормы) (рис. 4 б).

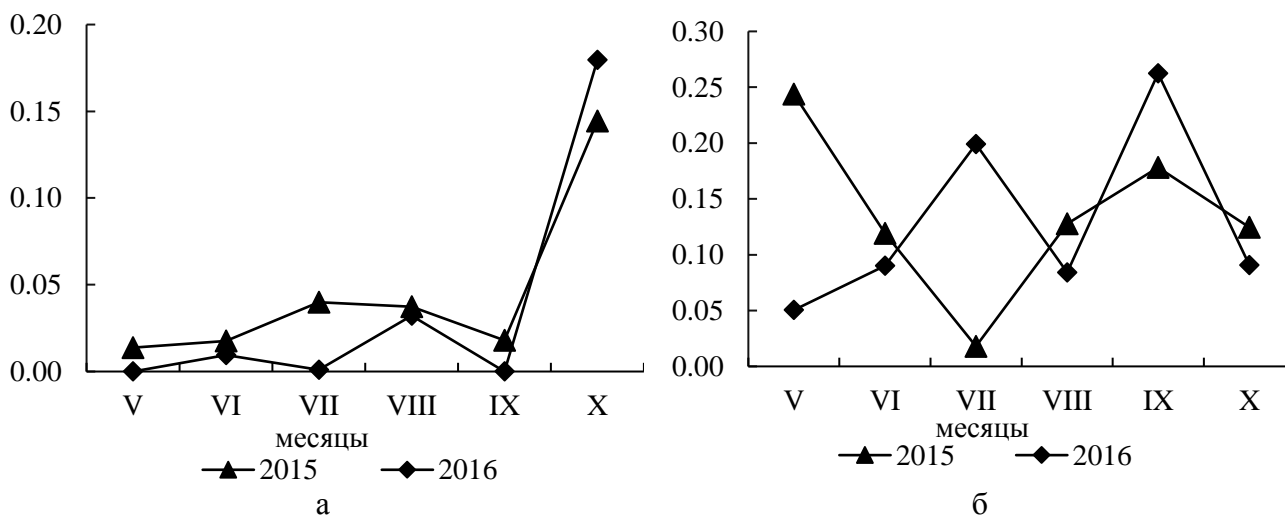


Рисунок 4 - Динамика фосфатов (а) и общего железа (б), мг/л, в течение вегетационного периода 2015-2016 гг.

Из исследованных биогенных веществ наиболее неблагоприятной оказалась ситуация с ионами аммония, содержание которых в пруду высокое, почти постоянно превышает нормы для рыбохозяйственных водоемов [6], в отдельные месяцы (сентябрь 2015 г.) – более чем в 8 раз (рис. 5 а).

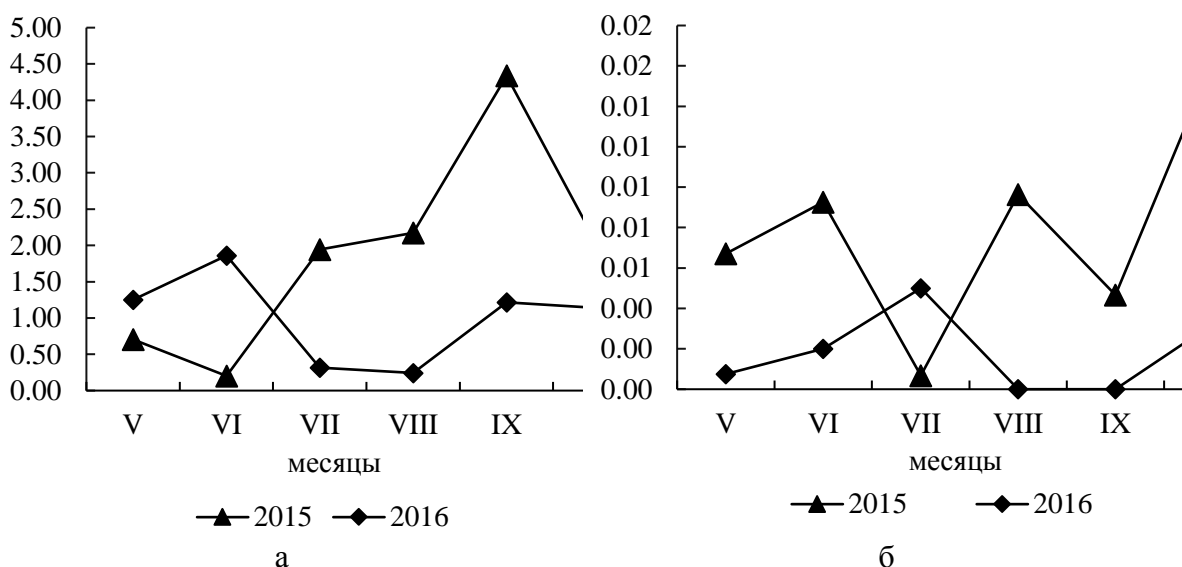


Рисунок 5 - Динамика азота аммонийного (а) и нитритов (б), мг/л, в течение вегетационного периода 2015-2016 гг.

Повышенное содержание азота аммонийного обычно свидетельствует о свежем загрязнении сточными водами животноводческих предприятий, хозяйственно-бытовыми стоками, сточными водами предприятий пищевой промышленности. Животноводческий комплекс ООО «Откормочное», территория которого находится примерно в 30 м от южного берега пруда, уже был замечен в ряде правонарушений в сфере ветеринарии, складировании биоотходов на рельеф местности и в воды пруда Пелавского [5].

Концентрация нитритов в поверхностных водах на ст. 3 составляла в течение основной части исследуемого периода тысячные, реже сотые доли миллиграмма в 1 дм³. Но повышение содержания нитритов в августе-октябре 2016 г. (рис. 5 б) может указывать на усиление процессов разложения органических веществ в условиях замедленного окисления нитритов, т. е. также свидетельствует о загрязнении пруда.

Таким образом, в динамике развития фитопланктона ведущую роль в общей численности пр. Пелавского (ст. 3 – пляж) играли цианопрокариоты на протяжении всего вегетационного сезона обоих лет. Также следует отметить роль криптофитовых в 2015-2016 гг., а в 2016 г. – ещё зеленых и диатомовых, чей вклад в формирование общей численности был существенным в конце весны - начале лета. Динамика численности фитопланктона 2015-2016 гг. характеризовалась одновершинной кривой с максимумами в октябре 2015 г. и в июле 2016 г. Показатели численности осенью 2015 г. многократно превышают таковые в 2016 г. В формировании биомассы наблюдается вклад стрептофитовых, динофитовых, диатомовых и цианопрокариот. В 2016 г. наблюдается повышение роли динофитовых в общей биомассе. По показателю средневегетационной биомассы воды северной части пр. Пелавского по классу трофности относились к эвтрофным (показатель трофности в 2015 г. был выше, чем в 2016 г.) [9].

Следует отметить роль доминирующих по биомассе представителей стрептофитовых (*Ceratium hirundinella* (O.F.Müller) Dujardin) и нитчатых цианопрокариот (*Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek). Эти виды являются индикаторами гипертрофного состояния водоемов, возбудителями «цветения воды» [2]. При массовом развитии *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek продуцирует гепато- и нейротоксины, опасные для человека и животных. Развитие таких видов связано с увеличением содержания органического азота и является показателем антропогенного эвтрофирования [9].

По ГОСТ 17.1.2.04-77 [4] согласно преобладающим таксономическим группам фитопланктона исследованные воды являются β-α-мезосапробными, но однозначно оценить качество воды по гидрохимическим показателям не удастся, так как их категория варьирует от

олигосапробных по нитритам и фосфатам до полисапробных по содержанию аммоний-иона. Однако, несмотря на такой большой разброс, в целом качество воды по альгологическим и рассмотренным гидрохимическим параметрам в вегетационный сезон 2016 г. выше, чем в 2015 г.

Список литературы

1. Алекин, О. А. Основы гидрохимии / О.А. Алекин. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1970. – 443 с.
2. Водоросли, вызывающие «цветение» водоемов Северо-Запада России. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. – 367 с.
3. Гидрология. Лабораторный практикум и учебная практика: учеб. пособие / Т. А. Берникова [и др.]; Федер. агентство по рыболовству. – Москва: Колос, 2008. – 304 с.
4. ГОСТ 17.1.2.04-77 Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов // Сб. ГОСТов. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 2000. – С.51-62.
5. «Калининградскую бойню подозревают в экологических нарушениях» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.rosbalt.ru/kaliningrad/2015/10/15/1451305.html>
6. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – Москва: Наука, 1975. – 240 с.
7. Приказ Федерального агентства по рыболовству № 20 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения». 18 января 2010 г.
8. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. Абакумова В.А. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1983. – 318 с.
9. Трифонова, И. С. Экология и сукцессия озерного фитопланктона / И.С. Трифонова. – Ленинград: Наука, 1990. – 183 с.
10. Цупкиова, Н.А. Влияние рекреационной нагрузки на экологическое состояние пруда Пелавского (г. Калининград) в 2016 г. / Н.А. Цупкиова, Е.А. Лозицкая // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 75-летию рыбохозяйственного образования на Камчатке (12-14 апреля). – Ч. II. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2017. – С. 139-143.

DEVELOPMENT OF PHYTOPLANKTON IN THE PELAVSKY POND (KALININGRAD) DURINIG GROWING SEASON IN 2015-2016

Bugranova O.S., Tsoupikova N.A. Lozitskaya E.A.

The paper features seasonal succession, population dynamics and biomass of planktonic algae due to seasonal changes in oxygen and nutrients concentration in the Pelavsky pond according to the results of the monitoring within the year 2015-2016.

О СТРАТЕГИИ ПИТАНИЯ ТРАВояДНОЙ КРЕВЕТКИ *ALPHEUS LOBIDENS DE HAAN 1849* (DECAPODA, ALPHEIDAE) С ЛИТОРАЛИ ОМАНСКОГО МОРЯ (ИРАН)

Буруковский Р.Н., Ансари Зейнаб

ФГБОУ ВО "Калининградский государственный технический университет", Калининград, Россия; e-mail burukovsky@klgtu.ru

В течение ряда лет мы исследовали состав пищи креветок и особенности его изменчивости (прежде всего онтогенетической и географической). Результаты этого изложены в 25 статьях и книге, которая содержит описание состава пищи 116 видов креветок из 53 родов 18 семейств (22955 вскрытых желудков, из которых 16293 с пищей, а 5709 полных) из разных районов Мирового океана (Буруковский, 2009). На основании этих исследований нами были сформированы представления о стратегиях питания креветок и предложена их классификация (Буруковский, 2016).

Это потребовало переосмысления самого понятия "стратегии питания" и введения в научный обиход определения, которое выглядит следующим образом: «стратегия питания есть стереотип трофического поведения, опирающийся на возможности локомоторного и трофического модулей организма. Он не зависит от таксономической принадлежности консумента и его жертв, но зависит от его онтогенетической стадии, отношения к субстрату (у креветок), и строения, а отсюда и возможностей, локомоторного и трофических модулей, изменяющихся в онтогенезе" (Буруковский, 2016).

Подобное понимание стратегии питания интуитивно принято большинством исследователей трофики. Парадоксально, но именно поэтому, сама суть стратегий питания остается за рамками исследования, так как внимание исследователей переключается на физиологические аспекты питания и переходит к проблемам энергозатрат на добывание пищи и других, связанных с ними, вопросов. В результате это привело их к пределу: принципу "рычага": все стратегии были разделены на те, в результате которых экономится время на добывание пищи за счет энергетических потерь, и, наоборот, на те, в результате которых экономится энергия и тратится время. Это своеобразный тупик, упирающийся в общие законы сохранения.

Все это относится к тем случаям, когда сама стратегия питания доступна прямому наблюдению. У гидробионтов это возможно лишь для видов, которые содержатся в аквариумах, или за которыми возможно наблюдение в естественных условиях. Это недоступно для креветок шельфа, его кромки и материкового склона. Они попадают в руки трофологов мертвыми. Поэтому нам доступны лишь состав пищи и его динамика, то есть тактики питания. А о стратегии можно судить только по таким косвенным признакам, как особенности строения челюстного аппарата, или ловчие конечности.

Поэтому нами были предложены методы реконструкции стратегии питания видов, недоступных для прямых наблюдений. Эта проблема никогда ранее не ставилась, и подхода к решению этой проблемы не существовало.

Предлагаемый нами метод – логическое продолжение нашей методики исследования состава пищи в полных желудках. Суть его в оценке доли, занимаемой каждым пищевым объектом в объеме пищевого комка именно в *полном* желудке. Применимы как визуальный, так и весовой методы. Долю в объеме или в массе каждого пищевого объекта выражают в процентах от объема или массы всего пищевого комка. Классовый промежуток равен 10%. По результатам этого рассчитывается усредненный пищевой (реконструированный или виртуальный пищевой комок). Он дает представление о среднем значении в питании объекта исследования тех компонентов пищевого комка, которые хотя бы раз встретились в количестве, равном или превышающем 10% от объема или от массы пищевого комка в полном желудке. Эти доли объема или массы, занимаемые пищевым объектом в полном пищевом комке, мы называем "**порцией**"

пищи (Буруковский, 2016).

Оказалось, что у каждого вида имеется конкретный тип распределения в полных желудках частоты встречаемости разных по относительной величине «порций» пищи, независимо от ее происхождения или таксономической принадлежности жертв (но зависимо от стадии онтогенеза).

На основании изучения очень большого количества видов плотоядных креветок, нами была разработана классификация стратегий питания (Буруковский, 2016). В том числе в отдельную группу были выделены креветки-детритофаги и некрофаги. Но все исследованные нами ранее виды были исключительно плотоядными креветками. Особняком стоит вид *Palaemon elegans* Rathke 1837, который в Вислинском заливе Балтийского моря питается преимущественно детритом растительного происхождения на разных этапах его происхождения и связанным с ним перифитоном (Буруковский, 2012). Однако материал, использованный в упомянутой работе, был недостаточен для выявления стратегии питания данного вида.

Объект данного исследования – *Alpheus lobidens* De Naan 1849, типичный индо-вестпацифический вид. Его ареал на западе ограничен Восточной Африкой, Красным морем. Известен в Средиземном море, куда проник через Суэцкий канал и заселил его восточную часть. Обычен вдоль северного побережья Индийского океана, в том числе в Персидском заливе. Восточная граница его ареала пролегает через Японию (о-ва Рюкю), Тайвань, Филиппины и восточного побережья Австралии. Это литоральный вид, живущий на гравийно-каменистых грунтах, в которых роет укрытия (Naderloo et al., 2015). Образует постоянные гетеросексуальные пары (Dabbagh et al., 2012).

Наш материал был собран вручную в 2014-2015 гг. на литорали Оманского моря (Иран) в точках с координатами 25°26'58" с.ш., 59°30'28" в.д и 25°21'10" с.ш., 60°36'08" в.д., удаленных друг от друга на 110 км. Было поймано около 900 креветок, у которых мы исследовали состав пищи, но из них для данной работы использованы данные лишь по 700 креветкам, имеющим полные желудки.

В качестве минимальных размеров порции, мы приняли 10% от объема полного желудка (как в Буруковский, 2016). Для построения графика распределения частот встречаемости порций разных размеров в полных желудках мы взяли четыре пищевых объекта, играющих главную роль в питании *A. lobidens* (детрит, гифы грибов, остатки мертвых высших ракообразных и высших растений). Они, независимо от места и времени сбора, составляют 70-80% объема виртуального пищевого комка.

Исследование состава пищи у *A. lobidens* показало, что по всем параметрам, характеризующим питание, это вид-бентофаг, облигатный детритофаг, микромикофаг и растительноядный вид. В качестве попутной пищи может использовать трупы животных и яйца какой-то седентарной полихеты (возможно, из семейства Sabellidae: Vybee et al., 2006). Наблюдаются признаки элективности питания. Наиболее доступны для креветки детрит и гифы грибов. Но по предпочтениям основные объекты питания можно расположить по убывающей следующим образом: высшие растения, гифы грибов и детрит. Яйца седентарных полихет явно служат сезонным и, возможно, локальным объектом питания. Признаки этого имеют и такой пищевой объект, как высшие растения. Талломы водорослей, остатки высших ракообразных, представители типа Cnidaria, вероятней всего спорадически доступные для креветки источники пищи.

Информация о составе пищи этого вида в других частях его ареала имеется лишь в работе Corfield, Alexander (1995), которые исследовали содержимое желудков у 30 особей *A. lobidens*, собранных на литорали залива Роуэс-Бей (Таунсвилль, Квинсленд, Австралия, 19°14,34' ю.ш., 146°47,40' в.д.). Авторами было исследовано содержимое 30 желудков. Такой объем материала, в принципе, соответствует критерию достаточности (считается, что в таком числе желудков представлено не менее 80% пищевых объектов, обнаруживаемых в питании исследуемого вида). По данным Картез и Сарда (Cartes, Sarda, 1989), минимальная величина пробы на питание для достижения этого составляет как раз 30 желудков. Степень наполнения исследованных желудков авторы не обсуждают.

Корфильд и Александер (Corfield, Alexander, 1995) использовали объемный метод оценки

относительного количества пищевых объектов в желудках. Для этого пищевые содержимое желудков вымывали из него, в результате оно гомогенизировалось в капле воды, после чего шприцем переносилось под микроскоп. Степень наполнения желудка исследователями не принималась во внимание, хотя при непосредственном обсуждении пищевых объектов упоминалось о том, что какая-то часть желудков были почти пустыми. В какой-то степени этот метод сравним с использованным нами методом Буруковского (2009), однако из-за гомогенизации содержимого желудка и отсутствия информации о степени их наполнения, уточнение объемных соотношений пищевых остатков разного происхождения сопровождалось их обезличиванием, завышением роли скелетных остатков, детрита и потерей возможности обнаружить поведенческие аспекты питания креветки.

Несмотря на это, авторами получены результаты, в общих чертах сравнимые с нашими. Правда, они считают, что *A. lobidens* всеяден (omnivorous), поскольку у него в желудках присутствуют водоросли (например, *Sphacelaria* sp.), какие-то спикулы (предположительно щетинки полихет), высшие растения, диатомовые, ракообразные (амфиподы), фораминиферы и неопределимые остатки (детрит?). Количественная оценка компонентов питания еще более сближает состав пищи *A. lobidens* из Австралии и Оманского моря. У австралийских креветок отсутствуют гифы грибов, но они замещены бурыми водорослями (частота встречаемости почти 90%). На втором месте по частоте встречаемости находится детрит (около 80%), а на третьем месте – щетинки ("spicules" – около 70%), предположительно, полихетные. Однако у креветок из Оманского моря щетинки принадлежали ракообразным, и лишь очень редко – полихетам. Частота встречаемости остатков ракообразных составляет около 50%. Высшие растения и фораминиферы встречаются примерно одинаково редко (около 10%). Что касается диатомовых водорослей, которые у креветок из Оманского моря не были встречены ни разу, то они вполне могут оказаться транзитной пищей. Второй показатель – доле в единице объема. Она названа авторами "frequency of dominance" – частота доминирования, которая никак не соответствует "индексу Гарвердиевой" (Буруковский, 2009). В желудках чаще всего доминируют бурые водоросли и детрит. Это еще более сближает австралийских и иранских креветок. Только у вторых доминируют гифы грибов.

Отсюда следует, что *A. lobidens* все-таки не всеядный вид, как утверждают Corfield, Alexander (1995), а растительноядный и детритофаг. Благодаря этому и в Австралии, и в Оманском море, он фактически служит санитаром литорали, так как использует в пищу органику растительного и животного происхождения. Этим он напоминает амфиподу *Talitrus saltator* Montagu 1817, – санитар песчаных побережий в умеренных климатических зонах (Дитрих, Джабраилова, 2007)

Распределение частот встречаемости порций разных размеров в полных желудках *A. lobidens* оказалось заметно отличающимся от описанного Буруковским (2016) для плотоядных креветок. Его общее описание ближе всего к изображению затухающих колебаний. Первые две "волны" демонстрируют очень хорошее совпадение частот встречаемости всех четырех объектов питания (рис. А). Далее высота "волн" резко уменьшается и их согласованность между пищевыми объектами нарушается. Но на суммарном графике эти "волны" хорошо заметны (рис. Б).

Эта позволяет сделать следующие выводы. Во-первых, метод реконструкции стратегий питания, разработанный Буруковским для плотоядных креветок, применим и к не плотоядным видам. Во-вторых, "порции" пищи имеются и у креветок-детритофагов, растительноядных и микро-микофагов, но размеры этих минимальных порций значительно больше, чем у плотоядных креветок. Причина – в большей дискретности их пищевых объектов. В-третьих, и без суммирования хорошо заметно, что распределение частоты встречаемости этих порций в общих чертах напоминает таковое и у плотоядных креветок-собирателей, по классификации Буруковского (2016). И это объясняет сходство коэффициента Фроермана у *A. lobidens* с таковым у хищников-собирателей.

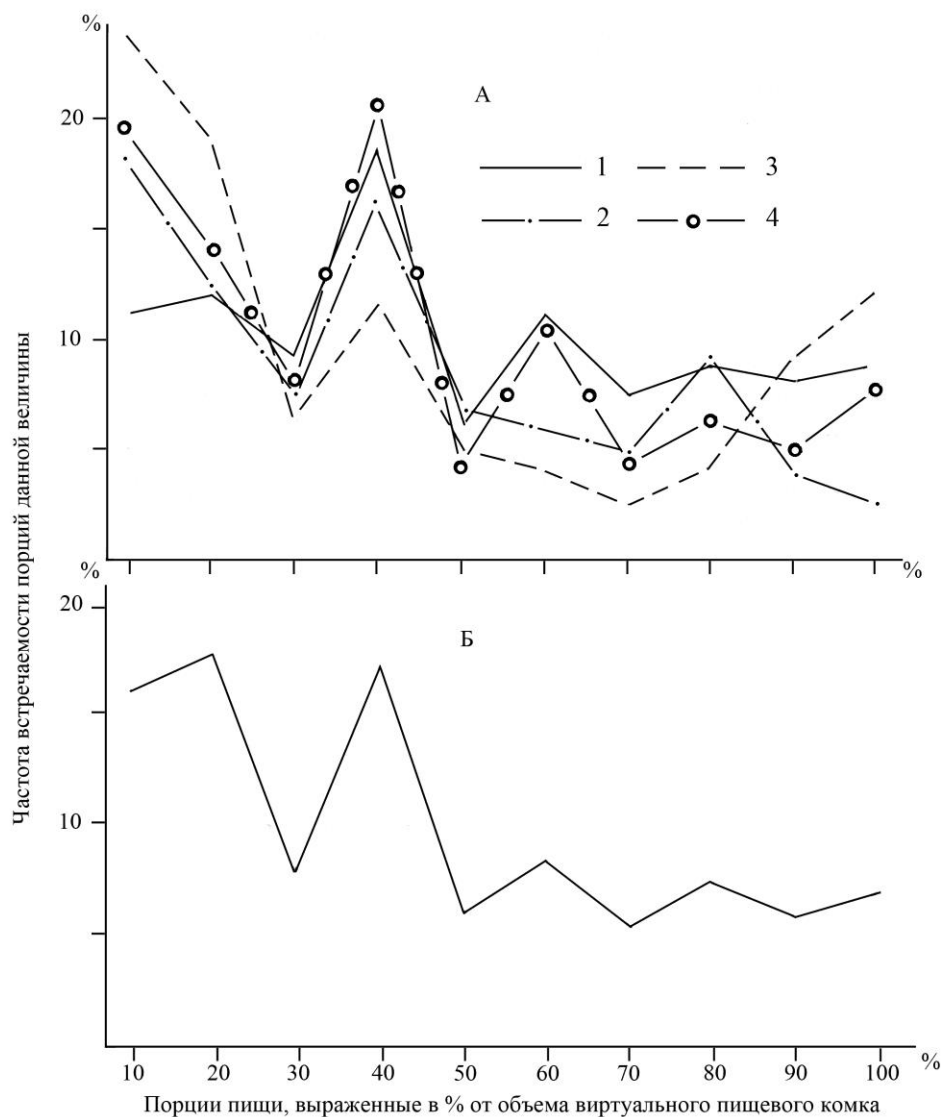


Рисунок - Распределение частоты встречаемости порций пищи у креветки *A. Lobidens*: А – по основным объектам питания; Б – суммарное распределение, 1 – детрит; 2 – высшие растения; 3 – гифы грибов; 4 – остатки высших ракообразных

Список литературы

1. Буруковский, Р.Н. Питание и пищевые взаимоотношения креветок Р.Н. Буруковский. - Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ». 2009. - 408 с.
2. Буруковский, Р.Н. О пищевых стратегиях у креветок / Р.Н. Буруковский // Морские биологические исследования: достижения и перспективы. сб. материалов Всеросс. н-практ. конф. Севастополь. 2016. –Т.1. - С. 126-130.
3. Дитрих, А.Н. Экология морской блохи (*Talitrus saltator* Montagu, 1808) на побережья Юго-Восточной Балтики / А.Н. Дитрих, Г.М. Джабраилова. -Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО "КГТУ". 2007. - 173 с.
4. Bybee, D. R., Bailey-Brock J. H., Tamaru C. S. Larval development of *Sabellastarte spectabilis* (Grube, 1878) (Polychaeta: Sabellidae) in Hawaiian waters // Scientific Advances in Polychaete Scientia Marina 70S3. R. Sardà, G. San Martín, E. López, D. Martín and D. George (eds.). Barcelona

(Spain).2006. - P. 279-286.

5. Cartes, J.E., Sarda F. Feeding ecology of the deep-water aristeid crustacean *Aristeus antennatus* // Marine Ecology Progress Series. 1989. - V. 54. - P. 229–238.

6. Corfield, J.L., Alexander C.G. 1995. The distribution of two species of alpheid shrimps, *Alpheus edwardsii* and *A. lobidens*, on a tropical beach // J. Marine Biol. Ass. UK. V. 75. P. 675-687.)

7. Dabbagh, A.-R., Kamrani E., Taherzadeh M.R. Studies on Social Monogamy in the Snapping Shrimp, *Alpheus lobidens* De Haan, 1849 // Asian Journal of Animal and Veterinary Advances. 2012. - V. 7. - № 4. - P. 361-365.

8. Naderloo, R., Ebrahimnezhad S., Sari A. Annotated checklist of the decapod crustaceans of the Gulf of Oman, northwestern Indian Ocean // Zootaxa. 4028. 2005. - № 3. - P. 397-412.

ON FEEDING STRATEGY IN HERBIVOROUS SHRIMP *ALPHEUS LOBIDENS* DEHAAN, 1849 (DECAPODA, ALPHEIDAE) FROM THE LITTORAL ZONE OF OMAN SEA (IRAN)

Burukovsky R.N., Ansari Z.

The method of reconstruction of feeding strategies in the carnivorous shrimp quite applies to the herbivorous species, but they have larger size of the minimum portions of food. The distribution of their frequency of occurrence corresponds to that in the shrimp-gatherers.

УДК 581.526.325.3; 591.524.12

ВИДОВОЙ СОСТАВ, СТРУКТУРА И ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФИТО- И ЗООПЛАНКТОНА В ИЭЗ ГВИНЕИ-БИСАУ

Грабко О. Г., Дюшков Н. П., Лидванов В.В.

ФГБНУ «Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», г. Калининград, Россия, ksana-glushko@yandex.ru

Проведен анализ видового состава и количественных характеристик планктонного сообщества фито- и зоопланктона в ИЭЗ Гвинеи-Бисау в холодный сезон 2013 г. Максимально высокие значения биомассы планктона зафиксированы в зоне шельфа и были приурочены к распресненным, насыщенным биогенами прибрежным водам. Основными абиотическими факторами, определяющими интенсивность развития как фито-, так и зоопланктона являются температура и содержание биогенных элементов.

ИЭЗ Гвинеи-Бисау - один из высокопродуктивных районов Мирового океана и важный район промысла в ЦВА. Мониторинг состояния планктонных сообществ, как индикатора состояния экосистемы в целом и как кормовой базы для рыб, является неотъемлемым звеном в комплексном изучении среды обитания многих промысловых видов рыб.

Цель представленной работы: анализ состояния планктонного сообщества (фито- и зоопланктона) в водах ИЭЗ Гвинеи-Бисау, оценка качественной и количественной структур, а также пространственного распределения.

Материал и методы

Исследования проводили в промысловом районе ИЭЗ Гвинеи-Бисау в период с 02.01 по 10.01.2013 от 12° до 9°58' с.ш. в ходе 59 рейса СТМ «Атлантида».

Станции отбора проб располагались над глубинами 25 – 500 м на параллельных широтно-ориентированных разрезах, отстоящих друг от друга на расстоянии около 15 миль. Пробы фитопланктона объемом 1 л отбирали батометром на двух горизонтах (0 и 25 м). Всего собрано 53 батиметрические пробы фитопланктона на горизонтах 0 и 25 м на 33 станциях [9].

Фиксацию проводили раствором Люголя с добавлением ледяной уксусной кислоты,

концентрировали методом отстаивания.

Для камеральной обработки проб использовали камеру «Учинская», объемом 0,01 мл и микроскоп «Биомед 5».

По результатам камеральной обработки были рассчитаны численность клеток в пробе, биомасса фитопланктона (с помощью метода геометрического подобия), а также выделены доминантны (составляющие 10% от общей биомассы) и субдоминантны (от 5 до 10% от общей биомассы) [2,8,12,13,15,16].

Сбор проб зоопланктона проведен сетью «БОНГО-20» (площадь входного отверстия 0,03 м², газ №38) в дневное время суток путем ступенчато-косого траления в поверхностном слое 0-100 м или 0-дно. Всего собрано 20 проб на 20 станциях. Камеральная обработка проб проведена по стандартной методике [1,3,7,11].

При анализе трофической структуры выделены три основные трофические группы мезозоопланктона – фильтраторы (тонкие и грубые), организмы со смешанным типом добывания пищи и хвататели (мелкие и крупные) – в соответствии с классификациями [10,17,19], модифицированными с учетом современных данных [4,5]. Изменчивость биотопической структуры мезозоопланктона оценена по распределению трех экологических групп копепод – неритической, неритическо-океанической и океанической. Принадлежность каждого вида копепод к той или иной группе определена на основе классификации Ф. Вивса [19]. По батиметрической приуроченности копеподы разделены на поверхностные и интерзональные в соответствии с классификацией М.Е. Виноградова и данными батиметрического распределения видов Ф. Вивса [18].

Статистическая обработка материала проводилась общепринятыми методами в пакете программ Office Excel. Карты пространственного распределения выполнены в программе Surfer 10 [6,14].

Результаты

Фитопланктон. В районе исследований идентифицировано 180 видов фитопланктона из 6 систематических отделов (Cyanophyta – 5, Euglenophyta – 3, Chlorophyta – 8, Dinophyta – 62, Bacillariophyta – 98, Chromophyta – 4). Наибольшим числом видов были представлены диатомовые водоросли – 54 %, динофитовые – 34 %.

На исследуемой акватории фитопланктон распределялся неравномерно, а показатели его развития и видовой состав заметно различались в океанической и шельфовой зонах. Численность фитопланктона варьировала от 30 тыс.кл./л (ст. 32) до 2,287 млн.кл./л (станция 1). Средняя численность по району составляла – 464 ± 95 тыс.кл./л. Повышенные значения численности – свыше 2 млн.кл./л отмечены в апвеллинговых водах на севере района (станция 1) и обусловлены массовым развитием синезеленых водорослей рода *Trichodesmium*, которые, вероятно, незначительно или вовсе не потребляются зоопланктоном (рис. 1, А).

Биомасса фитопланктона варьировала от 0,01 мг/л (ст. 32) до 19,6 мг/л (ст. 12). Средняя биомасса составила $1,75 \pm 0,72$ мг/л. Максимально высокие значения биомассы зафиксированы в зоне шельфа (станция 12) и были приурочены к распресненным (33,4%), насыщенным биогенами (до 0,3 мкг-ат/л) прибрежным водам, где основу сообщества составляли крупноклеточные формы диатомовых водорослей. (рис. 1, Б).

Выделен комплекс доминирующих и субдоминирующих видов фитопланктона. Доминирующими по биомассе видами, были крупноклеточные представители отдела Bacillariophyta: *Helicotheca thamensis* (35%), *Stephanopyxis turris* (14%), *Odontella chinensis* (18%), *Rhizosolenia cochlea* (10%). К субдоминантам, составляющим 5-10% от общей биомассы, были отнесены также и представители отдела Bacillariophyta: *Thalassiosira oestrupii* (2%), *Guinardia delicatula* (1%), *Lauderia annulata* (1%), *Bacteriastrum hyalinum* (2%) и единственный представитель отдела Dinophyta - *Ceratium tripos* (1%) (рис. 1)

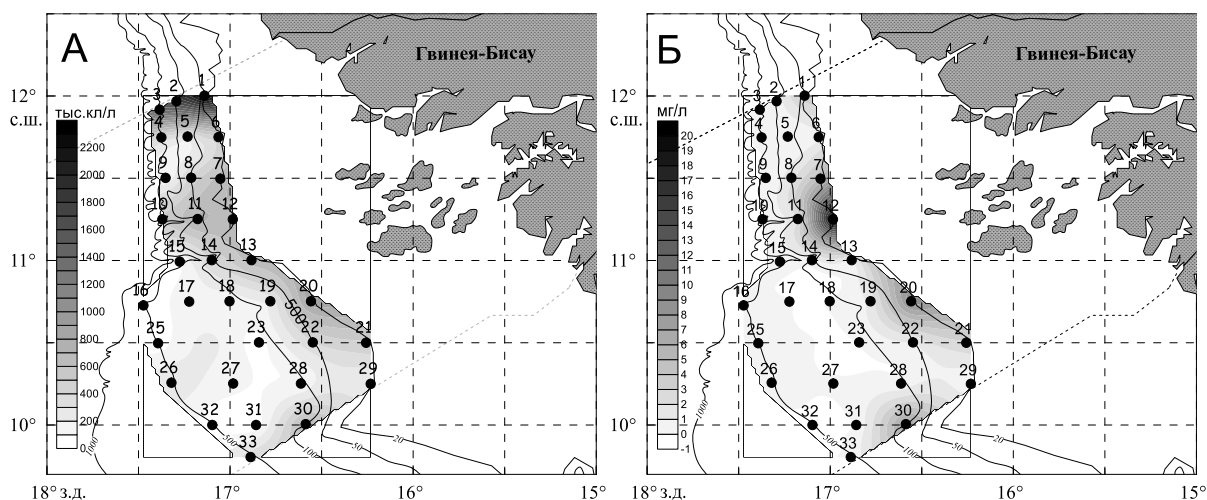


Рисунок 1 - Пространственное распределение численности (А) и биомассы (Б) фитопланктона в ИЭЗ Гвинея-Бисау.

На участке шельфа на станциях: 7, 13, 14, 20, 22 в составе фитопланктона обнаружены пресноводные формы (представители родов синезеленых *Anabaena*, *Woronichinia*, *Merismopedia* и зеленых рода *Tetrastrum*, *Monoraphidium*), где наблюдалось распреснение вод.

Зоопланктон

В пелагиали зоны Гвинея-Бисау в слое 0-100 м (0-дно) идентифицированы меро- и голопланктонные организмы, относящиеся к 18 крупным таксонам зоопланктона: Polychaeta, Copepoda, Cladocera, Cirripedia, Ostracoda, Stomatopoda, Mysida, Cumacea, Isopoda, Amphipoda, Euphausiacea, Decapoda, Mollusca (Bivalvia, Gastropoda, Cephalopoda), Echinodermata, Chaetognatha, Cephalochordata, Siphonophorae, Tunicata (Appendicularia, Doliolida, Salpida), икринки и личинки рыб.

Среди ветвистоусых ракообразных выявлено три вида: *Penilia avirostris*, *Evadne spinifera* и *Pseudevadne tergestina*. Среди веслоногих ракообразных, которым уделялось основное внимание как ведущей по численности и биомассе группе, идентифицировано 122 вида, а также представители 16 родов, которых не удалось определить до вида.

На исследованной акватории среди константных таксонов повсеместно (частота встречаемости $F = 100\%$) были распространены щетинкочелюстные, *Oithona plumifera* и *Paracalanus indicus*.

Среди ветвистоусых ракообразных *Penilia avirostris* распространялась более чем на половине площади исследованной акватории, а *Pseudevadne tergestina* ($F = 35\%$) и *Evadne spinifera* ($F = 10\%$) имели несколько меньшее значение в формировании фауны.

Из 160 таксонов только 36 – константные, распространявшиеся более чем на половине исследованной акватории и формировавшие ее фаунистический фон.

В состав группы второстепенных вошли 46 таксонов. Свыше 48% из числа встреченных в рассматриваемом районе таксонов (77 таксонов) относятся к случайным и малочисленным, периодически дополняющим основной прибрежно-неритический комплекс. Они не оказывают сколько-нибудь заметного влияния на общую численность и биомассу зоопланктона.

В батиметрической структуре фауны Copepoda доминировали поверхностные виды веслоногих ракообразных (78%), доля интерзональных видов была не столь значительной и составила 22%. Единственный батипелагический вид *Pseudochirella major* был обнаружен единично на станции 17 (рис. 2).

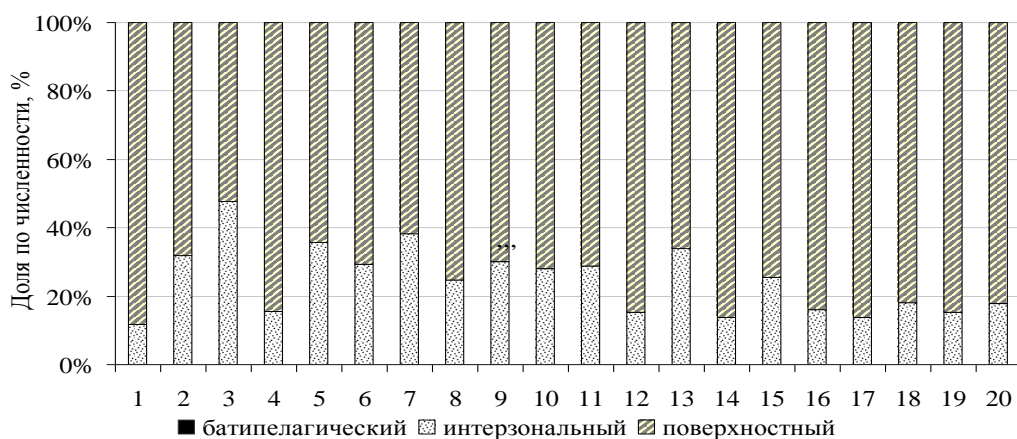


Рисунок 2 - Вертикальное распределение мезозoopланктона в слое 0-100 м (0-дно) в водах ИЭЗ Гвинея-Бисау

В биотопической структуре преобладали неритическо-океанические (66%) и океанические (30,6%) виды. Однако в зоне материкового шельфа величина относительной численности неритических веслоногих ракообразных возрастала до 22% (рис. 3).

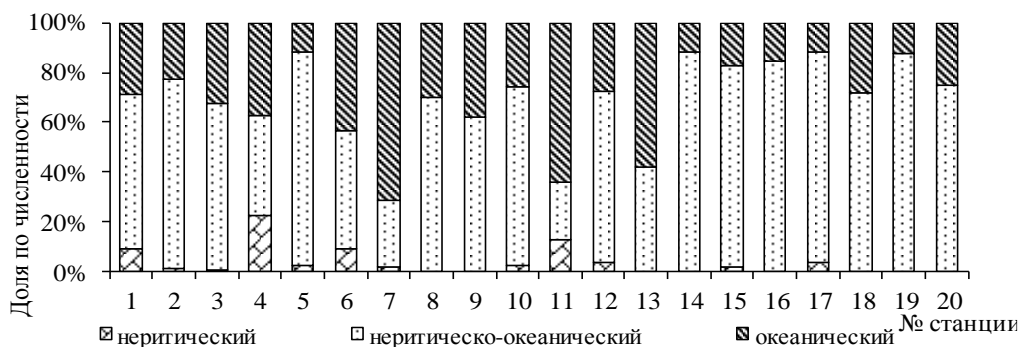


Рисунок 3 - Биотопическая структура мезозoopланктона в слое 0-100 м (0-дно) в водах ИЭЗ Гвинея-Бисау

Средние значения численности и биомассы на акватории исследований составили 9315 экз./м³ и 582 мг/м³ соответственно. Такие высокие значения сопоставимы с показателями обилия мезозoopланктона в прибрежных апвеллинговых районах ИЭЗ Марокко и Мавритании.

Наиболее интенсивное развитие мезозoopланктона (численность, превышающая 20 тыс. экз./м³ и биомасса свыше 1 тыс. мг/м³) зафиксировано в зоне шельфа и было приурочено к более холодным и насыщенным биогенами прибрежным водам в координатах 10°45' с.ш. и 16°30' в.д., а также на севере района т. е. в местах подъема вод. В направлении к открытому океану, где наблюдался приток более теплых и соленых и менее богатых биогенными элементами океанических вод, обилие мезозoopланктона снижалось до 5000 экз./м³ и 200 мг/м³ (рис. 4).

Основу численности формировали остракоды и мелкоразмерные веслоногие ракообразные: неритический широкотропический вид *Paracalanus indicus* и неритическо-океанический широкотропический вид *Oncaea media*. Основу биомассы создавали щетинкочелюстные, остракоды и сальпы (рис. 4).

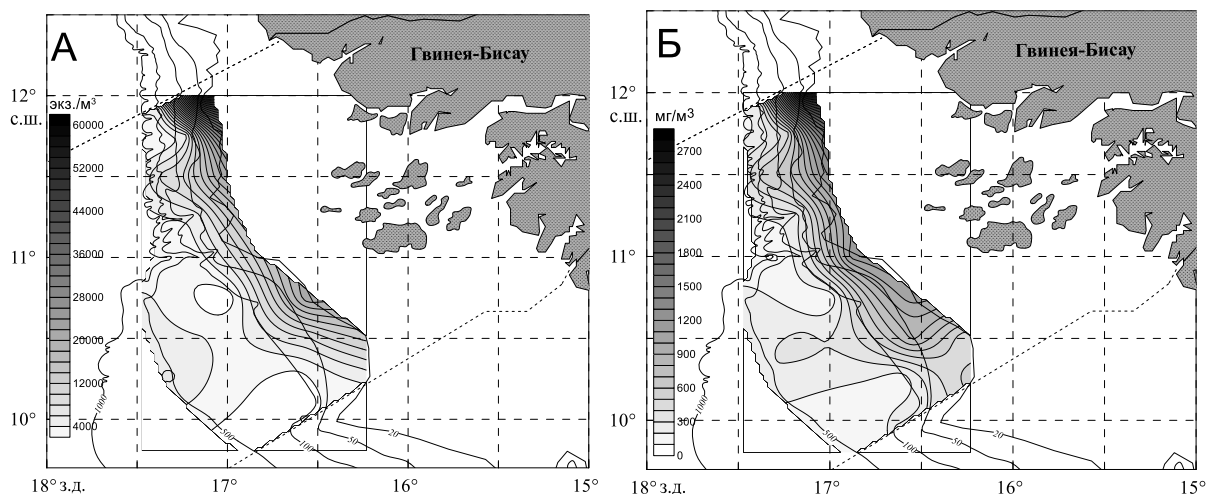


Рисунок 4- Пространственное распределение численности (А) и биомассы (Б) мезозoopланктона в слое 0-100 м (0-дно) в водах ИЭЗ Гвинея-Бисау

Трофическая структура мезозoopланктона характеризовалась доминированием тонких фильтраторов (33%) и мелких хватателей (28%). Такая трофическая структура обеспечивает наиболее эффективную утилизацию пищевых ресурсов, особенно мелкоклеточных видов фитопланктона и бактерий, активно развивающихся в высокопродуктивных зонах. Однако в прибрежной зоне интенсивного развития планктона доминировали грубые фильтраторы и организмы с комбинированным типом питания (рис. 5).

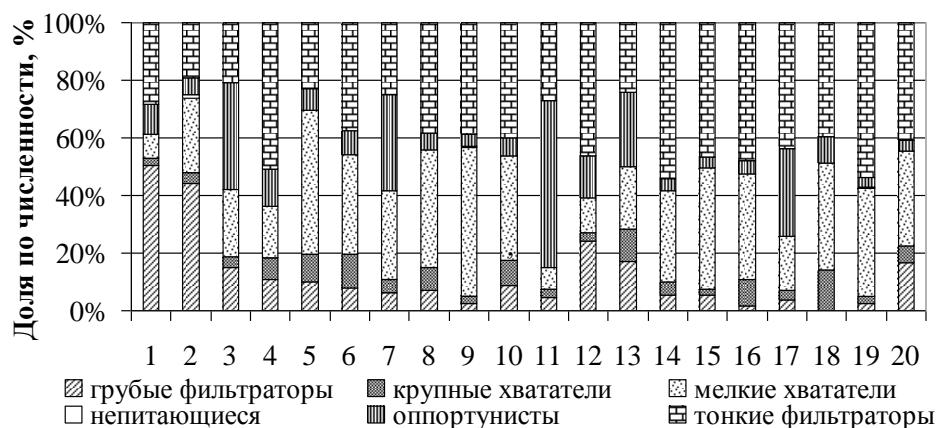


Рисунок 5 - Трофическая структура мезозoopланктона в водах ИЭЗ Гвинея-Бисау

Непараметрический ранговый корреляционный анализ Спирмена с использованием данных, характеризующих, с одной стороны, параметры среды (температуру, соленость, содержание минерального фосфора), а с другой – показатели развития фито- и зоопланктона, свидетельствует о существовании отрицательной умеренной тесноты связи между численностью фитопланктона и температурой ($r = -0,65$). Отрицательной умеренной тесноты связи между температурой – численностью, температурой – биомассой зоопланктона ($r_{\text{числ.}} = -0,63$, $r_{\text{биом.}} = -0,59$), а также о существовании положительно умеренной связи между биомассой фитопланктона и содержанием минерального фосфора ($r = 0,54$). Таким образом, результаты корреляционного анализа свидетельствуют о том, что немалую роль в определении интенсивности развития как фито - так и зоопланктона играют абиотические факторы такие как температура и содержание биогенных элементов. Основной источник пополнения запасов биогенных элементов в фотическом слое - подъем глубинных вод. В исследуемом районе

существуют очаги подъема глубинных вод с разной степенью интенсивности, кроме того, биогенные вещества поступают в прибрежные районы с материковым стоком.

Корреляционный анализ данных обилия зоо- и фитопланктона показал отсутствие выраженных связей ($r < 0,4$) между ними. Слабая зависимость обилия фито- и зоопланктона возможна в случае, когда в фитопланктоне преобладают чрезмерно крупные формы водорослей, например диатомовых, которые мало потребляются зоопланктоном. Более детальный анализ количественных характеристик отдельных видов, в частности - доминирующего по численности *Paracalanus indicus*, выявил прямую зависимость обилия фито- и зоопланктона (коэффициент корреляции = 0,76).

Заключение

В холодный сезон 2012/13 г. в водах ИЭЗ Гвинея-Бисау в составе фитопланктона идентифицировано 180 таксонов, относящихся к шести систематическим отделам. Основу сообществ формировали представители диатомовых (98 видов) и динофитовых (62 вида) водорослей.

Средняя численность и биомасса по району составили – 464 тыс.кл./л и 1,75 мг/л соответственно. По численности в фитопланктоне доминировали виды отдела Cyanophyta (54,8%) и Bacillariophyta (28,6%). Максимальная численность синезеленых водорослей отмечалась в водах на севере района исследований. Высокие биомассы фитопланктона сформированы диатомовыми водорослями (до 89%).

В слое 0-100 м (0 м-дно) в составе мезозoopланктона идентифицированы меро- и голопланктонные организмы, относящиеся к 23 крупным таксонам. Детальный таксономический анализ представителей ветвистоусых и веслоногих ракообразных показал, что район исследований населяют три вида Cladocera и 122 вида Copepoda. Среди ветвистоусых ракообразных фаунистический фон района формировал один вид (*Penilia avirostris* Dana, 1849), среди веслоногих ракообразных – преимущественно поверхностные, неритическо-океанические и океанические. Трофическая структура определялась тонкими фильтраторами и мелкими хватателями. Численность (9,3 тыс. экз./м³) и биомасса (582 мг/м³) сопоставимы с показателями развития мезозoopланктона в других прибрежных апвеллинговых районах экосистемы Канарского течения. Основу численности создавали мелкоразмерные веслоногие ракообразные *Paracalanus indicus* и *Oncaea media*. Биомасса сформирована щетинкочелюстными и остракодами. Зоны повышенных концентраций фито- и зоопланктона совпадают с районами скоплений, в большей степени плоской и круглой сардинел.

Гетерогенный характер пространственного распределения фито- и зоопланктона, обусловленный неоднородностью гидрологических характеристик различных участков, выражался широким диапазоном колебаний численности (от 30 тыс.кл./л до 2287 тыс.кл./л фитопланктона, от 558 экз/м³ до 140 тыс. экз/м³ зоопланктона), биомассы (от 0,01 мг/л до 19,6 мг/л фито, от 97 мг/м³ до 2800 мг/м³ зоопланктона) и образованием пятен локальных скоплений планктона. Выявлена закономерность понижения концентраций планктона с удалением от берега.

Непараметрический ранговый корреляционный анализ Спирмена показал наличие отрицательных умеренных тесных связей между температурой и численностью фитопланктона ($r_{\text{числ. фито}} = -0,65$), а также численностью и биомассой зоопланктона и ($r_{\text{числ. зоо}} = -0,63$; $r_{\text{биом. зоо}} = -0,59$) положительной умеренной связи между биомассой фитопланктона и содержанием фосфора ($r = 0,54$). Таким образом, абиотических факторы: температура и содержание биогенных элементов, а значит и подъем вод являются определяющими интенсивность развития как фито - так и зоопланктона.

Список литературы

1. Виноградов, М.Е. Вертикальное распределение океанического зоопланктона / М.Е. Виноградов. – Москва: Наука, 1968. – 320 с.
2. Водоросли. Справочник / Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.П. и др Киев:

Наукова думка, 1989. - 608 с.

3. Инструкция по количественной обработке морского сетного планктона / сост. Е.П. Каредин; ТИНРО. - Владивосток, 1982. - 29 с.

4. Кондратьева, Т.А. Морфоэкологические группы морских планктонных каляноид (Crustacea, Copepoda, Calanoida): фильтраторы и оппортунисты (часть) / Кондратьева, Г.И. Савельев; Ин-т экол. природ. систем АН Татарстана. Казань, 2003. 30 с. - Деп. в ВИНТИ 11.03.03, - N 429 - 2003.

5. Кондратьева, Т.А. Морфоэкологические группы морских планктонных каляноид (Crustacea, Copepoda, Calanoida): оппортунисты (часть) и хвататели / Кондратьева, Г.И. Савельев; Ин-т экол. природ. систем АН Татарстана. Казань, 2003. 20 с. - Деп. в ВИНТИ 11.03.03, - N 430 - 2003.

6. Лидванов, В.В. Зоопланктонные базы данных и их эксплуатация в АтлантНИРО / В.В. Лидванов, Н.Н. Жигалова, Я.Ф. Бутович // «Комплексные и гидробиологические базы данных: ресурсы, технологии и использование»; «Адаптация гидробионтов»: Материалы молодежных школ, г. Азов, октябрь 2005 г. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2005. С. 67-70.

7. Носков, А.С. Методические указания по сбору проб зоо-, ихтиопланктона планктоносорщиком «БОНГО» и их обработке / А.С. Носков, В.И. Виноградов, А.Н. Романченко. - Калининград: АтлантНИРО, 1983. - 36 с.

8. О методах изучения фитопланктона и его активности. Москва: Изд-во Моск. ун-та. 1979. -168 с.

9. Отчет о 59 рейсе СТМ-1704 «АТЛАНТИДА» (04.11.2012 г. - 01.02. 2013 г.) / Калининград: ФГУП «АтлантНИРО», 2013. - 106 с.

10. Павловская, Т.В. Экспериментальное изучение питания массовых видов зоопланктона Индийского океана / Т.В. Павловская, А.Я. Зесенко, А.Л. Морозова // Экология моря. 2001. - № 56. - С. 80-85.

11. Современные методы количественной оценки распределения морского планктона /Отв. ред. М.Е. Виноградов. - Москва: Наука, 1983. - 280 с.

12. Botes , L. Phytoplankton Identification Catalogue. Saldanha Bay, South Africa / GloBallast Monograph Series No. 7. IMO London. 2001. - 88 p.

13. Carmelo, T. Identifying marine phytoplankton / Academic Press, 1997. 875 p.

14. Clarke, K.R. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation (2nd edition) / K.R. Clarke, R.M. Warwick // Plymouth: Plymouth Marine Laboratory, 2001. -175 p.

15. Hillebrand, H., Durselen C.D., Kirschtel D., Pollinger U., Zohary T. Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae // J. Phycol. 1999. - V. 35. - P. 403-424.

16. Marine phytoplankton atlas of Kuwait's Waters / Kuwait Institute for Scientific Research, 2009. 351 p.

17. Mouchline , J. The Biology of Calanoid Copepods / J. Mouchline // Advances in Marine Biology. 1998. - V. 33. - 149 p.

18. Vives, F. Sur les copépodes de la région CINECA (Parties nord et centrale) / F. Vives // Rapp. P.-v. Réun. Cons. perm. int. Explor. Mer. 1982. - V. 180. - P. 289-296.

19. Wu, Ch.-H. Diets of three copepods (Poecilostomatoida) in the Southern Taiwan Strait / Ch.-H. Wu, J.-Sh. Hwang, J.-S. Yang // Zoological Studies. 2004. - V. 43. - № 2. - P. 388-392.

SPECIES COMPOSITION, STRUCTURE AND SPATIAL DISTRIBUTION OF PHYTO- AND ZOOPLANKTON IN EEZ OF GUINEA-BISSAU

Grabko O., Diushkov N., Lidvanov V.

Atlantic Research Institute of Fisheries and Oceanography, Kaliningrad, Russia, ksana-glushko@yandex.ru

The analysis of the species composition and quantitative characteristics of the plankton community of phyto- and zooplankton in the EEZ of Guinea-Bissau in the cold season of 2013 year. The main abiotic factors determining the intensity of development of both phyto- and zooplankton are the temperature and content of biogenic elements.

УДК 551.46.07:629.783 (269)

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ХЛОРОФИЛЛА «А» В АНТАРКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ АТЛАНТИКИ ПО СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ

²Гулюгин С.Ю., ¹Чурин Д. А.,

¹ ФГБНУ «Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (АтлантНИРО)», г. Калининград, Российская Федерация; Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук (ИО РАН), Атлантическое отделение, г. Калининград, Российская Федерация, churind@atlantniro.ru

² ФГБНУ «Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (АтлантНИРО)», г. Калининград, Российская Федерация; sergulyugin@atlantniro.ru

Введение

В настоящее время наиболее актуальным направлением современных экологических исследований является изучение климатических тенденций в изменении продуктивности вод Мирового океана. Использование контактных измерений биологических параметров в открытых районах океана дает недостаточное количество данных для достоверного описания их нормального сезонного цикла. Особенно это касается таких крупномасштабных районов, как Антарктическая часть Атлантики (АЧА). В этом случае дистанционное зондирование земли из космоса дает уникальную возможность исследования в АЧА сезонной динамики хлорофилла “а”.

В ряде работ по району АЧА производится сопоставление данных по концентрациям хлорофилла “а”, полученных с борта судна контактным способом, и спутниковыми оценками хлорофилла “а” [2, 3, 4, 9, 11]. В целом отмечается хорошая корреляционная связь для поверхностных вод между спутниковыми и контактными значениями. В этих работах, как и в работах Н.В. Мордасовой, также рассматривается вертикальное распределение хлорофилла “а” на гидрологических разрезах [5, 6, 7, 8]. Отмечается, что в Южном океане на большинстве станций наблюдается резкое падение значений хлорофилла с глубиной. Особенно четко поверхностные максимумы выражены в узких прибрежных районах, проливах и заливах. Спутниковые среднемесячные данные по хлорофиллу массива SeaWiFS с 1997 по 2009 гг. были рассмотрены в работе Е.А.Скрипалевой и А.В.Шугаева [10]. Показано, что в открытых районах океана прослеживается связь пространственного распределения и сезонного цикла концентрации хлорофилла “а” с крупномасштабной термохалинной структурой вод.

В представленной работе проанализирована сезонная динамика хлорофилла “а” на основе спутниковых данных поверхностных вод за период 1997–2014 гг. с привязкой к высотам абсолютной динамической топографии (АДТ). Проанализирована связь между областями с повышенными значениями хлорофилла “а” и особенностями гидрологических структур по выделенным ранее авторами субширотным зонам моря Скотия и пролива Дрейка; выполнена привязка зон с повышенным содержанием хлорофилла “а” к изолиниям абсолютной динамической топографии; определены уровни трофности, характерные для среднемноголетнего распределения хлорофилла “а” в декабре, как в периоде их наибольших значений.

Материалы и методы

Основой для исследования послужили спутниковые данные по распределению хлорофилла “а”, альтиметрические наблюдения абсолютной динамической топографии и скоростей течений с сентября 1997 г. по декабрь 2014 г. Анализ проводился по выделенным ранее

субширотным зонам моря Скотия [1]. Данные по среднемесячному содержанию хлорофилла “а” на основе спутниковых измерений взяты с Copernicus Marine Service [12]. Шаг между узлами регулярной сетки координат составляет $0,25^\circ$ по широте и долготе. Всего обработано 21 тыс. узлов сеточной области. Эти данные использованы для расчета среднесезонных месячных норм. В районах повышенной и пониженной концентраций хлорофилла “а” были выбраны точки, для анализа среднего внутригодичного хода. Район исследования ограничен координатами $36\text{--}65^\circ$ ю.ш., $20\text{--}70^\circ$ з.д. (рис. 1).

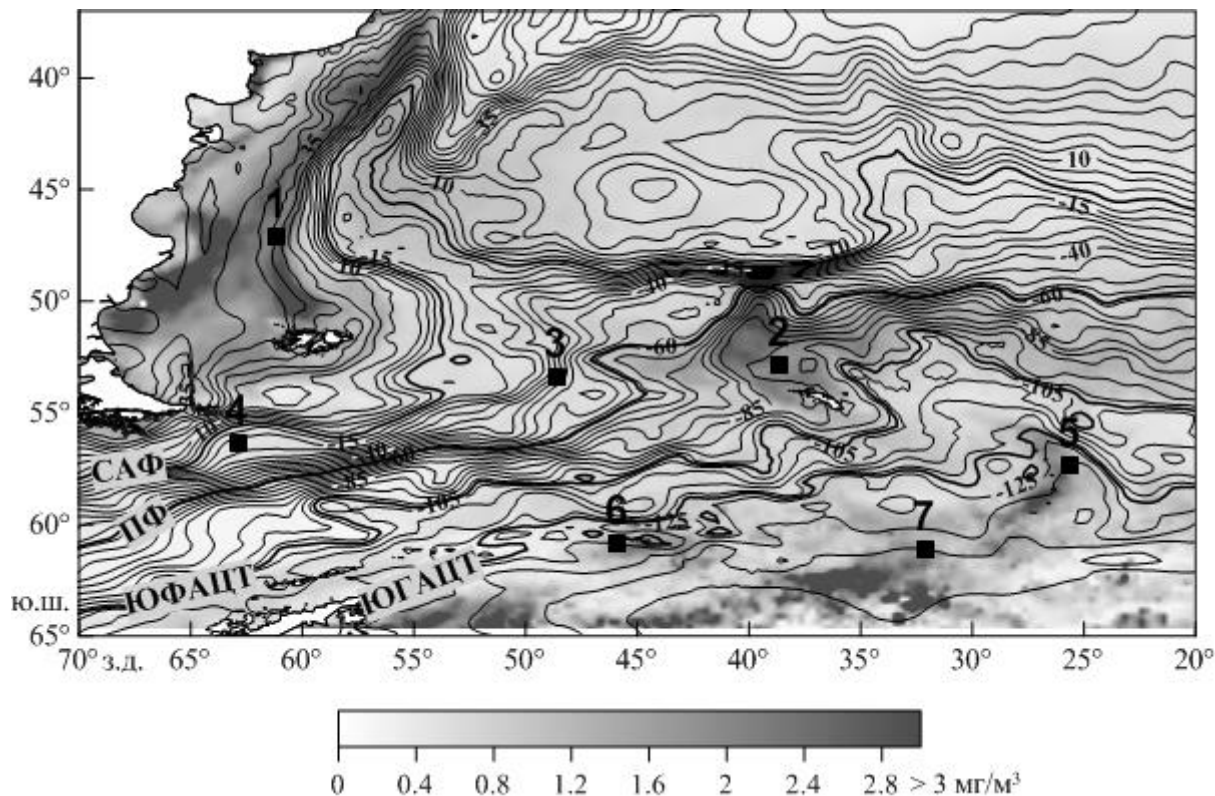


Рисунок 1 - Среднесезонная (1997–2014 гг.) месячная норма распределения хлорофилла “а” на поверхности моря в декабре (цветовая заливка, mg/m^3). Изолиниями нанесены средние значения АДТ (см) для декабря, изолинии проведены через 5 см. Черными точками нанесены места анализа внутригодичного хода концентрации хлорофилла “а”. Расшифровки фронтов приведены в тексте

Для приведенного выше района и периода использованы данные по абсолютной динамической топографии (АДТ, CLS-09) и скоростям течений, представленные в открытом доступе на сайте AVISO [11]. Шаг между узлами регулярной сетки координат составляет $0,25^\circ$ по широте и долготе.

Для разделения районов по уровням трофности используется классификация, приведенная в работе Wasmund et al. [12].

Результаты и обсуждение

Субантарктическая поверхностная водная масса (САПВ) с юга ограничена Субантарктическим фронтом (САФ). Эти воды являются наиболее продуктивной зоной в течение всего года в рассматриваемых районах. Установлено, что интенсивное развитие фитопланктона начинается в северо-западной части в сентябре, достигая наибольшего пространственного развития и максимальных значений ($3,3 \text{ mg}/\text{m}^3$) в ноябре (рис. 2), которые соответствуют мезотрофному уровню трофности. Минимальные значения отмечены с апреля по сентябрь и составляют $0,12 \text{ mg}/\text{m}^3$. Особенностью пространственного распределения в рассматриваемом районе является нахождение области повышенных содержаний хлорофилла “а” над Патагонским шельфом в пределах 20–45 см АДТ. Резкое снижение хлорофилла “а” до значений, близких к нулевым, отмечается в районе основной струи Фолклендского течения. Второй областью с

повышенными значениями хлорофилла ($1,2 \text{ мг/м}^3$, мезотрофный уровень трофности) является район Аргентинской котловины в области взаимодействия Фолклендского и Бразильского течений, где образуется вынос полей хлорофилла в открытый океан в восточном направлении. В районе пролива Дрейка наблюдаются пониженные значения хлорофилла “а” на протяжении всего года в пределах $0,2\text{--}0,3 \text{ мг/м}^3$. Только в шельфовой зоне до изобаты 150 м в период с сентября по март наблюдаются более высокие значения хлорофилла “а”, в декабре в прибрежной зоне значения могут достигать 2 мг/м^3 . За пределами рассмотренных областей наблюдаются низкие значения хлорофилла ($0,5 \text{ мг/м}^3$), относящиеся к олиготрофному уровню трофности.

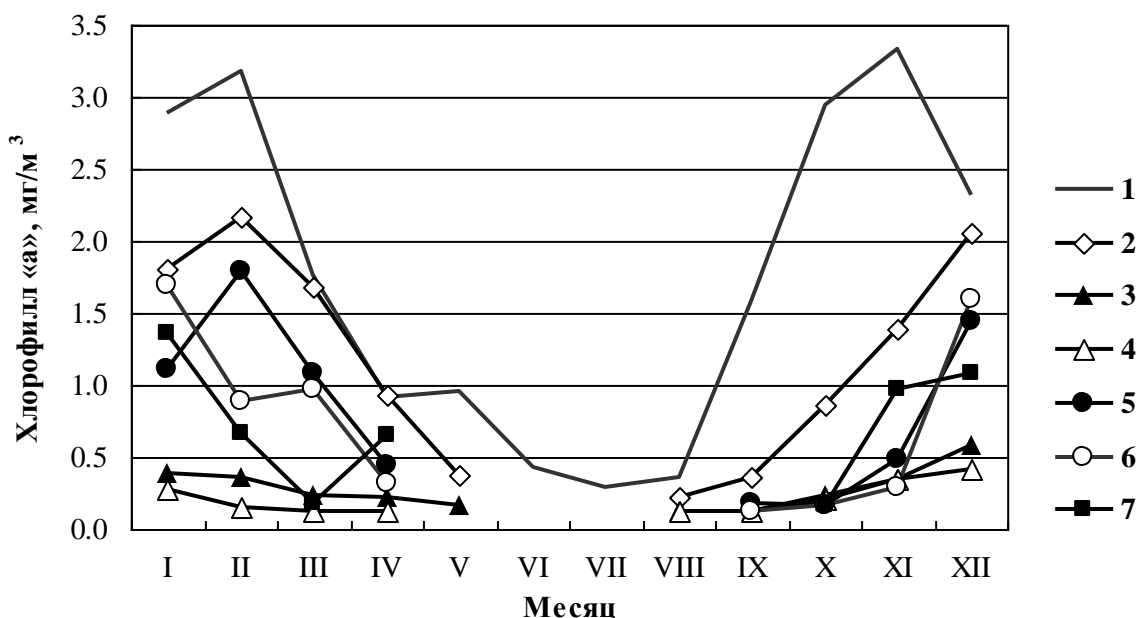


Рисунок 2 - Среднемноголетний (1997-2014 гг.) сезонный ход поверхностного содержания хлорофилла “а” в анализируемых 7-ми точках

Область Южной полярной фронтальной зоны (ЮПФЗ) является районом максимального вихреобразования и наиболее высоких скоростей течений ($> 50 \text{ см/с}$) в море Скотия. Однако по спутниковым оценкам в данной области отмечены наименьшие концентрации хлорофилла “а” на поверхности моря. Для декабрьской нормы они не превышают $0,5 \text{ мг/м}^3$ в проливе Дрейка. Небольшая зона с повышенными концентрациями наблюдаются в области выноса на северо-запад от о. Южная Георгия (до $0,9 \text{ мг/м}^3$). Вторая область с повышенными концентрациями (до $1,5 \text{ мг/м}^3$) отмечается в районе взаимодействия Фолклендского и Бразильского течений. В целом район распространения ЮПФЗ можно отнести к олиготрофному уровню трофности.

В северной части распространения Антарктической поверхностной водной массы (АПВ) между Полярным фронтом (ПФ) на севере и Южным фронтом АЦТ (ЮФАЦТ) на юге, средние скорости течения, полученные по альтиметрическим данным, существенно меньше (17 см/с), чем в ЮПФЗ. Поверхностное содержание хлорофилла “а” в проливе Дрейка ниже, чем в области ЮПФЗ (до $0,2 \text{ мг/м}^3$) и к востоку постепенно повышается. Наибольшие концентрации в данном районе характерны для северо-запада о. Южная Георгия. Содержание хлорофилла “а” в данном районе сопоставимо со значениями Патагонского шельфа и достигает $3,2 \text{ мг/м}^3$, что соответствует мезотрофному уровню трофности. Далее на восток отмечается вынос богатых хлорофиллом “а” вод течениями, связанными с ПФ и ЮФАЦТ, однако концентрации снижаются до $1,3 \text{ мг/м}^3$ и относятся к мезотрофному уровню трофности. Важной особенностью является то, что наибольшие концентрации ограничены изолиниями $-58,4$ на севере и $-102,5$ см на юге в поле АДТ, за пределами этих уровней наблюдается резкое снижение хлорофилла “а”. Это говорит о том, что данная область слабо пополняется за счет выноса течениями из более южных районов и является особой акваторией продуцирования хлорофилла “а” в декабре.

Район распространения АПВ между ЮФАЦТ и Южной границей АЦТ (ЮГАЦТ), некоторые авторы выделяют в особую Вторичную фронтальную зону (ВФЗ). Для данного района характерны наиболее низкие средние скорости течения (до 9 см/с) по данным спутниковой альтиметрии и невысокие значения содержания хлорофилла “а” в поверхностном слое. В приостровной области Южных Шетландских островов в среднем содержание хлорофилла “а” в декабре составляет 0,5–0,9 мг/м³, далее на восток значения понижаются до 0,5 мг/м³, что соответствует олиготрофному уровню трофности. Севернее Южных Оркнейских островов повышенные значения концентрации хлорофилла наблюдаются в октябре–ноябре в пределах 1,0–1,3 мг/м³ (мезотрофный уровень), затем смещаются в декабре на восток к Южным Сандвичевым о-вам. Повторное возникновение таких же повышенных значений севернее Южных Сандвичевых о-вов происходит в январе, но носит более слабовыраженный и краткосрочный характер. Район севернее Южных Сандвичевых островов четко вписывается в пределы -102,5 и -122,4 см АДТ и в течение всего года является олиготрофным с пониженными значениями концентрации хлорофилла в пределах до 0,7 мг/м³.

К югу от ЮГАЦТ находятся смешанные воды морей Уэдделла и Скотия. В этой области также отмечаются наиболее низкие средние скорости течения (4 см/с) и наименее выраженное вихреобразование. В период с ноября по март эта зона характеризуется повышенными значениями хлорофилла “а” с мезотрофными уровнями трофности. Максимального пространственного распространения области повышенных концентраций хлорофилла достигают в декабре после схода ледового покрова. В этот период наиболее высокие значения хлорофилла “а” наблюдаются в приостровных зонах Южных Сандвичевых (3,0 мг/м³), Южных Оркнейских островов (2,7 мг/м³) и на шельфе Антарктического п-ова (2,8 мг/м³). Последние пятна повышенной концентрации хлорофилла “а” (до 1,2 мг/м³) пропадают в северной части Южных Сандвичевых островов в мае.

Заключение

На основе анализа спутниковых данных по содержанию хлорофилла “а” в поверхностных водах за период 1997–2014 гг. были получены ежемесячные среднемноголетние нормы распределения хлорофилла “а” по субширотным зонам пролива Дрейка и моря Скотия. С учетом пространственного распределения были выделены области повышенной и пониженной концентрации хлорофилла “а”. В каждой из рассматриваемых зон были выделены точки, для которых выполнен анализ динамики среднегодового хода значений хлорофилла “а”. Установлено, что максимальное развитие хлорофилла “а” характерно для ноября в районе распространения субантарктической поверхностной водной массы и декабря для более южных районов моря Скотия. Минимальные концентрации хлорофилла отмечаются в июле. В соответствии с классификацией трофности Wasmund и др. [14] впервые получены уровни трофности субширотных зон моря Скотия на основе 17-летнего ряда данных.

Список литературы

1. Бородин, Е.В. Влияние динамики вод на биомассу и распределение биологических ресурсов пелагиали южных частей Атлантического и Тихого океанов / Бородин Е.В., Чурин Д.А., Чернышков П.П. // Вестник БФУ (Естественные науки). - 2014. - №7. - С. 142-154.
2. Вертикальная изменчивость первичной продукции и хлорофилла *a* в проливе Дрейка в весенний период (октябрь–ноябрь) / Демидов А.Б., Мошаров С.А., Гагарин В.И., Мошарова И.В. // Вестн. Моск.ун-т. - Сер.16. - Биология. - 2012. - №4. - С.28-32.
3. Демидов, А.Б. Продукционные характеристики фитопланктона в Южной Атлантике в Атлантическом секторе Южного океана летом 2009-2010 гг. / Демидов А.Б., Мошаров С.А., Гагарин В.И. // Океанология. 2012.- Т.52. -№2. -С.226-238.
4. Демидов, А.Б. Пространственно-временная изменчивость хлорофилла «а» в атлантическом и индийском секторах Южного океана в феврале-апреле 2000 г. по спутниковым и экспедиционным данным / Демидов А.Б., Ведерников В.И., Шеберстов С.В. // Океанология. 2007. - Т.47. - №4. - С.546-558.

5. Мордасова, Н. В. Исследования хлорофилла в юго-западной части Атлантического океана / Мордасова Н. В. // Комплексные рыбохозяйственные исследования ВНИРО в Мировом океане. - Москва: Изд-во ВНИРО. - 1987. - С. 79–95.
6. Мордасова, Н. В. Распределение хлорофилла в водах Атлантического сектора Антарктики / Мордасова Н. В. // Океанология. - 1989. - Т. 29. - Вып. 2. - С. 286–293.
7. Мордасова, Н.В. Исследование хлорофилла в ЮПФЗ Атлантического океана с использованием погружаемого флуориметра «Акватрака» / Мордасова Н.В. // Электроника Карлсберга в южной ПФЗ: биологические аспекты существования и распределения. - Москва: ВНИРО. - 1991. - Т. 2. - С. 5–12.
8. Мордасова, Н.В. Косвенная оценка продуктивности вод по содержанию хлорофилла / Мордасова Н.В. // Среда обитания водных биологических ресурсов. - Труды ВНИРО. - 2014. - Т. 152. - С.41-56.
9. Пространственная изменчивость первичной продукции и хлорофилла «а» в проливе Дрейка в весенний период (октябрь-ноябрь) / Демидов А.Б., Мошаров С.А., Гагарин В.И., Романова Н.Д. // Океанология. 2011.- Т.51.- №2.- С.293-306.
10. Скрипалева, Е.А. Сезонная и межгодовая изменчивость концентрации хлорофилла «а» в Южном океане по спутниковым данным / Скрипалева Е.А., Шугаев А.В. // Сб. Системы контроля окружающей среды. - Севастополь: НПЦ ЭКОСИ-Гидрофизика. - 2011. - Т.16. - С.102-111.
11. Archiving, Validation and Interpretation of Satellite Oceanographic data (AVISO). [Электронный ресурс]: website, France. - Режим доступа: <http://www.avisioceanobs.com/en/>
12. Copernicus - Marine environment monitoring service. [Электронный ресурс]: website, EU. - Режим доступа: <http://marine.copernicus.eu/>
13. Temporal and spatial distribution of chlorophyll-a in surface waters of the Scotia Sea as determined by both shipboard measurements and satellite data / Holm-Hansen O., Kahru M., Hewes C.D., Kawaguchi S. et al. // Deep-Sea Research II. - 2004. - Vol.51. - P. 1323–1331.
14. Trophic Status of the South-Eastern Baltic Sea: A Comparison of Coastal and Open Areas / Wasmund N., Andrushaitis A., Łysiak-Pastuszek E., Muller-Karulis B. et al. // Estuarine, Coastal and Shelf Science. - 2001. - № 53. - P. 849-864.

На основе анализа спутниковых данных по содержанию хлорофилла “а” в поверхностных водах за период 1997–2014 гг. были получены ежемесячные среднемноголетние нормы распределения хлорофилла “а” по субширотным зонам пролива Дрейка и моря Скотия. Проанализирована сезонная динамика хлорофилла в отношении высот абсолютной динамической топографии. С учетом пространственного распределения были выделены области повышенной и пониженной концентрации хлорофилла “а”. В каждой из рассматриваемых зон были выделены точки, для которых выполнен анализ динамики среднегодового хода значений хлорофилла “а”. Установлено, что максимальное развитие хлорофилла “а” характерно для ноября в районе распространения субантарктической поверхностной водной массы и декабря для более южных районов моря Скотия. Минимальные концентрации хлорофилла отмечаются в июле. Разделение районов по уровням трофности проводилась в соответствии с (Wasmund et al., 2001). В соответствии с данной классификацией впервые получены уровни трофности субширотных зон моря Скотия на основе 17-летнего ряда данных.

SEASONAL DYNAMICS OF CHLOROPHYLL "A" IN THE ANTARCTIC PART OF THE ATLANTIC ACCORDING TO SATELLITE DATA

Churin D.A., Gulyugin S.Yu.

Monthly average annual norm of chlorophyll-a distribution at the sublatitudinal zones of the Drake passage and the Scotia Sea were obtained on the basis of the satellite data analysis on the content of chlorophyll-a in surface waters during the period 1997-2014. Correlation between

seasonal dynamics of chlorophyll-a and the heights of the absolute dynamic topography analyses. Taking into account the spatial distribution, the regions of high and low concentration of chlorophyll-a were allocated. In each of these areas the points for analysis of the dynamics of chlorophyll-a average speed values were marked. It is established that the maximum development of chlorophyll-a occurs in November in the area of distribution of the subantarctic surface water mass, and in December it occurs the more southern areas of the Scotia sea. The minimum concentration of chlorophyll-a is observed in July. The division of districts by trophic levels is carried out in accordance with Wasmund et al. (2001). It is for the first time when the trophic levels of sublatitudinal zones of the Scotia Sea based on the 17-year data series were obtained in accordance with this classification.

УДК 574.34:574.587:591.524.11

ДИНАМИКА МАКРОЗООБЕНТОСА В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ В 2001-2016 ГГ.

^{1,2} Гусев А.А., ¹ Рудинская Л.В.

¹ ФГБНУ «Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», Калининград, Россия, e-mail: andgus@rambler.ru

² ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», Калининград, Россия

Исследования макрозообентоса ведутся в ФГБНУ «АтлантНИРО» с 2001 г. В данной работе представлены результаты исследований за 2001-2016 гг.

Район исследования расположен в юго-восточной части Балтийского моря в пределах акватории Исключительной Экономической Зоны России, примыкающей к побережью Калининградской области.

Материал собирали ежегодно на 18 стандартных станциях. По возможности количество станций в различных съемках увеличивали для лучшего понимания состояния макрозообентоса. В наиболее благоприятные годы количество станций достигало 59. На каждой станции отбирали по три пробы дночерпателем Ван-Вина с площадью захвата 0,1 м². Сбор и первичную обработку проб проводили по стандартным общепринятым методикам (Dybern et al., 1976; HELCOM, 1988). Для описания пространственного распределения величин численности и биомассы по акватории были применены шкалы А.А. Ярвекюльга (1979) (таблица).

Таблица - Уровни развития численности и биомассы макрозообентоса по А.А. Ярвекюльга (1979), с дополнением – кормовая обеспеченность демерсальных рыб

Уровень развития	Численность, экз./м ²	Биомасса, г/м ²	Кормовая обеспеченность
Очень низкий	< 1000	< 10	Плохая
Низкий	1000-2500	10-25	Низкая
Средний	2500-5000	25-50	Удовлетворительная
Высокий	5000-10000	50-100	Хорошая
Очень высокий	> 10000	> 100	Высокая

В 2001-2016 гг. в открытых водах юго-восточной Балтики обнаружено 46 видов макрозообентоса. Число обнаруженных видов по годам колебалось от 26 до 36 (рисунок 1). В среднем составило 31 таксон.

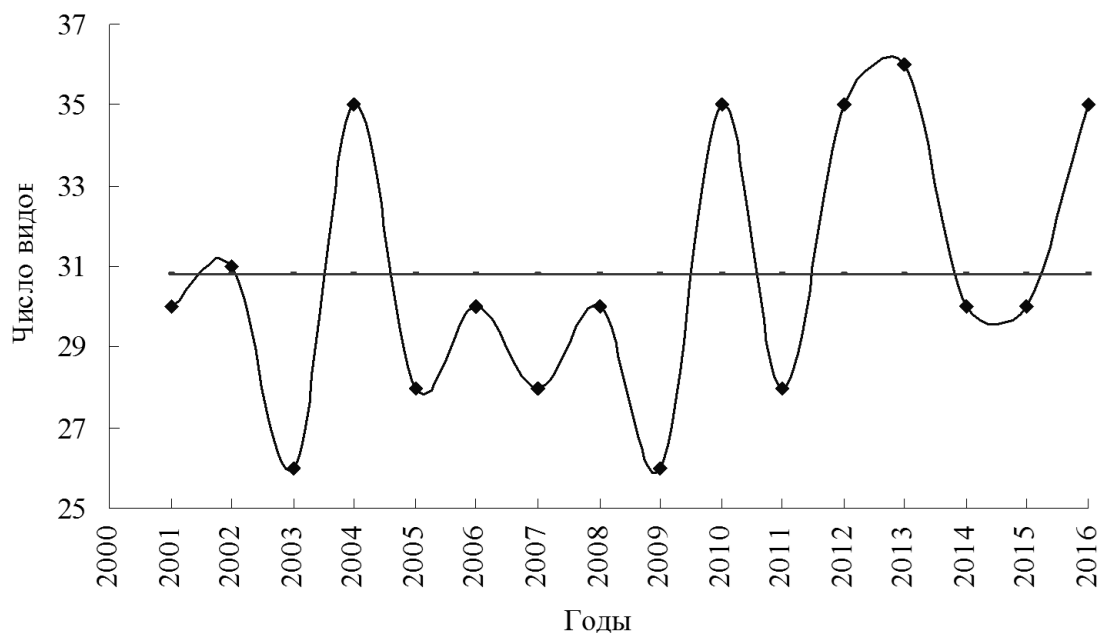


Рисунок 1 - Число видов макрозообентоса в калининградской зоне Балтийского моря в 2001-2016 гг.

В течение всего периода исследования в пробах постоянно присутствовали 20 видов. Доминировали представители одних и тех же систематических групп: ракообразные, полихеты и двустворчатые моллюски. Часто встречаемости была более 75% у нативных видов двустворчатого моллюска *Macoma balthica*, полихеты *Pygospio elegans* и *Oligochaeta indet.*, а также инвазионного вида полихет *Marenzelleria neglecta*.

В межгодовой динамике численности можно отметить три периода (рис. 2). Первый – стабильных средних значений численности с 2001 по 2004 г. Второй – нестабильных значений численности с 2005 по 2012 г. И третий – стабильных низких значений численности с 2013 года по настоящий момент. Анализ данных показал, на колебания величины численности наиболее значимое влияние оказывала инвазионная полихета *Marenzelleria neglecta*. К 2013 г. этот вид окончательно натурализовался в юго-восточной части Балтийского моря, что показывает стабилизация его количественных характеристик последние годы.

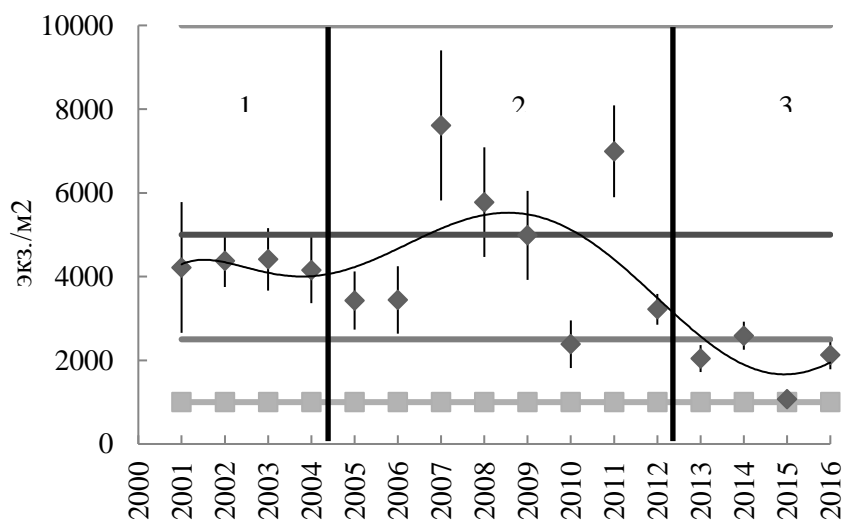


Рисунок 2 - Межгодовые колебания численности в юго-восточной части Балтийского моря в 2001-2016 гг.

В межгодовой динамике биомассы тоже можно выделить три периода (рисунок 3). Первый – повышенных биомасс с 2001 по 2004 г. Второй – промежуточный с 2005 по 2007 г., когда изменения стали заметны, но еще не устойчивы. Третий – пониженных биомасс с 2008 года по настоящий момент. В результате этих изменений, кормовая обеспеченность демерсальных видов рыб понизилась от 2001-2004 гг., когда кормовая обеспеченность была на высоком и хорошем уровне к 2005-2016 гг. до хорошего и удовлетворительного уровней.

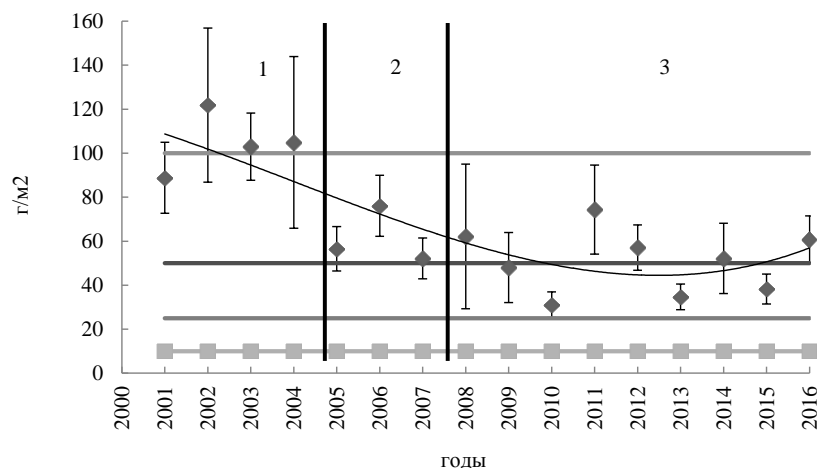


Рисунок 3 - Межгодовые колебания биомассы в юго-восточной части Балтийского моря в 2001-2016 гг.

Представленные данные хорошо согласуются с теорией А.Е. Антонова (1994) о долговременных крупномасштабных процессах изменения гидролого-гидрохимического режима Балтийского моря, в основе которых лежат природные процессы опреснения и осолонения, обусловленные соответствующими флюктуациями атмосферной и океанической циркуляций в Атлантическом секторе Северного полушария. Им была вскрыта определяющая роль солености и особенно ее вертикальных градиентов в эпизодической смене периодов, стагнаций придонных вод и периодов усиленной их вентиляции, определяющих формирование коренных особенностей функционирования экосистемы моря в двух ее противоположных стадиях развития – осолонения и опреснения. Так им показано, что в конце XIX в. была отмечена стадия «осолонения», которая сменилась стадией «опреснения», она продолжалась от начала XX в. до 1930-40-х гг. Затем вновь пришла стадия «осолонения», которая длилась до 1970-80-х гг. В это время отмечены негативные изменения среды в глубинной зоне моря. На рубеже 1970-80-х гг. Балтийское море вступило в стадию «опреснения». Для этого периода характерно повышение содержания фосфатов зимой в слое 0-20 м, увеличение биомассы зоопланктона в Готландской впадине и другие изменения. По прогнозным оценкам Антонова, следующая стадия «осолонения» должна была настать в период 2001-2013 гг.

В то же время смена стадий «осолонения» и «опреснения» Балтийского моря хорошо согласуется с теорией «экосистемных сдвигов» или «климатических сдвигов», или «главных режимных сдвигов», которые отмечены во многих районах Мирового океана. «Эти сдвиги» в Северном полушарии Атлантического океана указаны и другими учеными ФГБНУ «АтлантНИРО». И.К. Сигаев (2013) показал «климатический сдвиг» в динамике гидрологических фронтов в районе шельфа СЗА в 1978-1982 гг., что согласуется наступлением последней стадии «опреснения» в Балтийском море в 1970-80-х гг. В.В. Лидванов (2014) установил «главные режимные сдвиги» в структуре и положении зоопланктонных сообществ в ЦВА. Последний предполагаемый сдвиг был в 2008 г. Он совпадает со снижением биомассы в юго-восточной Балтике, что может означать наступление следующей стадии «осолонения» Балтийского моря.

На основе полученных данных, выдвигаем гипотезу, что в начале 2000-х гг. Балтийское море перешло из стадии «опреснения» в стадию «осолонения», которое отразилось на

макрозообентосе, значительным снижением численности и биомассы макрозообентоса в районе исследования в течение первой декады 2000-х гг. В связи, с чем уровень кормовой обеспеченности демерсальных рыб снизился от 2001-2004 гг., когда она была на высоком и хорошем уровнях к 2005-2016 гг. до хорошего и удовлетворительного уровней.

Список литературы

1. Антонов, А.Е. Настоящее и будущее Балтики (долгосрочный метеорологический прогноз) / А.Е. Антонов. – Санкт-Петербург: Гидрометеоиздат, 1994. – 96 с.
2. Лидванов, В.В. Мезозоопланктон в районе Канарского апвеллинга / В.В. Лидванов. – Санкт - Петербург: 2014. – 26 с.
3. Сигаев, И.К. Динамика гидрологических фронтов в Северо-Западной Атлантике и ее роль в экосистеме шельфовых вод Новой Англии и Новой Шотландии / И.К. Сигаев. – Калининград: АтлантНИРО, 2013. – 102 с.
4. Ярвекюльг, А.А. Донная фауна восточной части Балтийского моря: Состав и экология распределения / А.А. Ярвекюльг. – Таллин: Валгус, 1979. – 382 с.
5. Dybern, B.I. Recommendations on methods for marine biological studies in the Baltic Sea / B.I. Dybern, H. Ackefors, R. Elmgren // *Baltic Marine Biologists*. – 1976. – № 1. – 98 p.
6. HELCOM Guidelines for the Baltic Monitoring Programme for the Third Stage: Part D. Biological Determinants // *Baltic Sea Environment Proceedings*. – 1988. – № 27D, - P. 1-161.

DYNAMICS OF MACROZOOBENTHOS IN THE SOUTH-EASTERN PART OF THE BALTIC SEA IN 2001-2016

^{1,2} Gusev A., ¹ Rudinskaya L.

¹ *Atlantic Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography, Kaliningrad, Russia, e-mail: andgus@rambler.ru*

² *Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia*

Monitoring data of macrozoobenthos in the south-eastern part of the Baltic Sea during 2001-2016 are presented. Long-term changes of the number species, abundance and biomass of macrozoobenthos are described.

УДК 574.583

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ПРОЧИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕСЕННЕГО ЗООПЛАНКТОНА ГУБЫ ЧУПА КАНДАЛАКШСКОГО ЗАЛИВА БЕЛОГО МОРЯ В 2016 Г.

¹Змётная М.И., ²Отченаш Н.Г.

ФГБНУ Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н. М. Книповича (Северный филиал), г. Архангельск, Россия; ¹e-mail: zmetnaya@pinro.ru, ²e-mail: otchenasch@pinro.ru

Материалы и методика исследований

Исследования проводились в мае 2016 г. на юге Кандалакшского залива Белого моря в губе Чупа. Отбор проб зоопланктона осуществлялся планктонной сетью Джеди с диаметром входного отверстия 25 см и мельничным газом № 38 путем вертикального протягивания в слое воды 10-0 м. Всего было отобрано и обработано 23 пробы на 10 станциях. При количественной обработке применялись стандартные методики [6]. Биомасса планктонных организмов

рассчитывалась по их средним весам, приведённым в работах Н.М. Перцовой [5] и В.А. Трошкова [9].

Видовое разнообразие сообщества представлено с помощью графика, где по оси y – средняя численность каждого вида (% от общей численности) и по оси x – последовательность видов от наиболее обильного до наименее (расположение видов по степени значимости), что аналогично кривой доминирования-разнообразия [4].

Результаты исследований и их обсуждение

Губа Чупа является одной из наиболее крупных губ Карельского берега Белого моря, расположена вблизи наибольших глубин Кандалакшского залива и свободно сообщается с ними. Вход в губу прикрыт от волнения с моря островами Кереть, Сидоров и рядом других небольших островов и луд. Длина губы – 37 км, ширина колеблется от 0,7 до 3,3 км. Рельеф дна сложен и представляет собой ряд ложбин и ям различных размеров и конфигураций. По своим морфологическим характеристикам губа Чупа является фьордом, а по океанологическим – приливным эстуарием. По своим морфометрическим характеристикам губу можно разделить на три участка: вершинный, средний и устьевой, к которому примыкает предустьевое пространство [1].

Многолетние исследования качественных и количественных характеристик зоопланктонного сообщества в Кандалакшском заливе Белого моря в губе Чупа проводятся Северным филиалом ПИНРО с 1986 г., работы выполняются в среднем 3 раза в год в разные сезоны [7,8], а также Московским государственным университетом с 1959 г. Кроме того, с 1961 г. по настоящее время проводятся работы по наблюдению за изменениями структуры и обилия зоопланктона Зоологическим институтом РАН [10].

Анализ видового состава зоопланктона губы Чупа Кандалакшского залива Белого моря показал, что зоопланктонное сообщество на момент исследований представлено 32 видами, относящимися к следующим девяти типам: Foraminifera, Ciliata, Cnidaria, Rotifera, Annelida, Nematoda, Arthropoda, Mollusca и Chaetognatha.

К наиболее многочисленной группе относится тип Arthropoda (членистоногие), на долю которого пришлось 68 % от общего числа видов, 10 % – Mollusca (моллюски), остальные группы гидробионтов не отличались видовым разнообразием – на их долю приходилось по 3 % от общего числа видов.

Основная роль в формировании доминирующего комплекса видов принадлежала copeподам отряда Calanoida, доля которого от общего числа таксонов составила 19 %. Отряд Harpacticoida, чуть менее многочисленный, – 13 % от общего числа таксонов. В целом по акватории число обнаруженных видов колебалось в пределах от 7 до 14 и составило в среднем около 10 видов на станцию.

Максимальные количественные значения принадлежали *Oithona similis* и *Pseudocalanus minutus*, численность которых в среднем составляла 7667 и 4527 экз./м³ по акватории, биомасса – 53,67 и 126,78 мг/м³ соответственно. Численность 13 идентифицированных видов была крайне незначительна – менее 1 экз./м³ (табл. 1).

На всей акватории губы Чупа в период исследования доминирующими по численности видами были мелкие copeподы: *Oithona similis*, доля которой от общей численности, в зависимости от станции отбора, составляла от 11 до 71 %, и *Pseudocalanus minutus* – от 10 до 76 % от общей численности. В роли субдоминанта в большинстве случаев выступала copeпода отряда Cyclopoidea – *Oncaea borealis*, доля которой в формировании общей численности максимально достигала 41 %, а в среднем составляла около 11 %. Следует отметить, что в двух случаях из 23 в доминирующий по численности комплекс входила мелкая Harpacticoida – *Microsetella norvegica* с долей в 52 и 27 % от общей численности. Зоопланктон распределялся по участку исследований крайне неравномерно – численность колебалась в пределах от 896 до 49814 экз./м³ и составляла в среднем 16326 экз./м³.

Таблица 1 - Видовой состав и средние количественные показатели губы Чупа Кандалакшского залива

Таксон	Средняя численность вида (экз./м ³)	Средняя биомасса вида (мг/м ³)
Foraminifera		
<i>Foraminifera sp.</i>	29	0,0292
Rotifera		
<i>Synchaeta sp.</i>	4	0,0037
Ciliata		
<i>Ciliata sp.</i>	>1	0,0001
Polichaeta		
<i>Larvae</i>	12	0,1689
<i>Trichophora</i>	9	0,0891
Nematoda		
<i>Nematoda sp.</i>	>1	0,00001
Hydrozoa		
<i>Hydromedusae sp.</i>	21	1,0948
Arthropoda		
Branchiopoda		
<i>Evadne nordmanni Lovén, 1836</i>	>1	0,0015
<i>Podon leuckarti (Sars 1862)</i>	>1	0,0026
Maxillopoda		
Sessilia(Cirripedia)		
<i>Verruca stroemia (O.F. Müller, 1776)</i>	37	0,7809
Calanoida		
<i>Acartia bifilosa (Giesbrecht, 1881)</i>	43	1,2125
<i>Calanus glacialis Jaschnov, 1955</i>	101	15,2960
<i>Centropages hamatus (Lilljeborg 1853)</i>	1	0,0030
<i>Pseudocalanus minutus (Krøyer, 1845)</i>	4527	126,7839
<i>Temora longicornis (Muller 1785)</i>	2	0,0574
<i>Nauplii</i>	1622	4,8984
Cyclopoida		
<i>Oithona similis Claus, 1866</i>	7667	53,6669
<i>Oncaea borealis (=Triconia borealis)(G. O. Sars, 1918)</i>	1741	5,2234
Harpacticoida		
<i>Harpacticus uniremis Krøyer, 1842</i>	>1	0,0030
<i>Harpacticoida sp.</i>	5	0,0261
<i>Microsetella norvegica (Boeck, 1865)</i>	487	4,8713
<i>Tisbe furcata (Baird, 1837)</i>	>1	0,0029
Malacostraca		
Mysidacea		
<i>Erythrops erythrophthalma (Göes 1864)</i>	>1	0,1957
Euphausiacea		
<i>Thysanoessa inermis Krøyer, 1846</i>	>1	0,1300
<i>Thysanoessa raschii (M. Sars 1864)</i>	>1	0,1660
Isopoda		
<i>Isopoda sp.</i>	>1	0,0026

Таксон	Средняя численность вида (экз./м ³)	Средняя биомасса вида (мг/м ³)
Decapoda		
<i>Decapoda sp.</i>	>1	0,9687
<i>Hyas sp.</i>	>1	0,1057
Mollusca		
Pteropoda		
<i>Limacina helicina (Phipps, 1774)</i>	14	0,0365
<i>Clione limacina (Phipps, 1774)</i>	1	0,0162
Gastropoda		
<i>Larvae</i>	1	0,0043
Chaetognatha		
<i>Parasagitta elegans (Verrill, 1873)</i>	>1	0,0006

Комплекс зоопланктонных организмов, доминирующих по биомассе, был представлен мелкими copepodами *Pseudocalanus minutus* и *Oithona similis*. Доля *Pseudocalanus minutus* от общей биомассы колебалась от 26 до 92 % и составляла в среднем 59 %. Вклад *Oithona similis* в формирование общей биомассы не превышал 52 % и составлял в среднем 25 %. Дважды за период исследований со значениями 29 и 39 % от общей биомассы в доминирующий по биомассе комплекс зоопланктонных организмов входила *Microsetella norvegica*. Распределение биомассы весеннего зоопланктона губы Чупа отличалось значительной неравномерностью – минимальная биомасса составляла 8,202 мг/м³, максимальная биомасса – 787,002 мг/м³, средняя биомасса была невысока – 215,242 мг/м³, что, впрочем, не противоречит представленным в литературе данным исследований прошлых лет [2, 3] (табл. 2).

Таблица 2 - Средние количественные показатели весеннего зоопланктона губы Чупа Кандалакшского залива в мае 2016 г.

Численность, экз./м ³	Биомасса, мг/м ³	Виды, доминирующие по численности (% от общей численности)	Виды, доминирующие по биомассе (% от общей биомассы)
16326	215,242	<i>Oithona similis</i> (47) <i>Pseudocalanus minutus</i> (28) <i>Oncaea borealis</i> (11)	<i>Pseudocalanus minutus</i> (59) <i>Oithona similis</i> (25)

Видовое разнообразие зоопланктонного сообщества губы Чупа в исследуемый период характеризуется сильным доминированием по численности нескольких видов (рисунок).

При границе доминирования более 10 %, к данным видам относятся: *Oithona similis*, доля которого от общей численности – 47 %; *Pseudocalanus minutus* – 28 %, *Oncaea borealis* – 11 %, вклад остальных видов был незначителен (от 0,001 до 9 %).

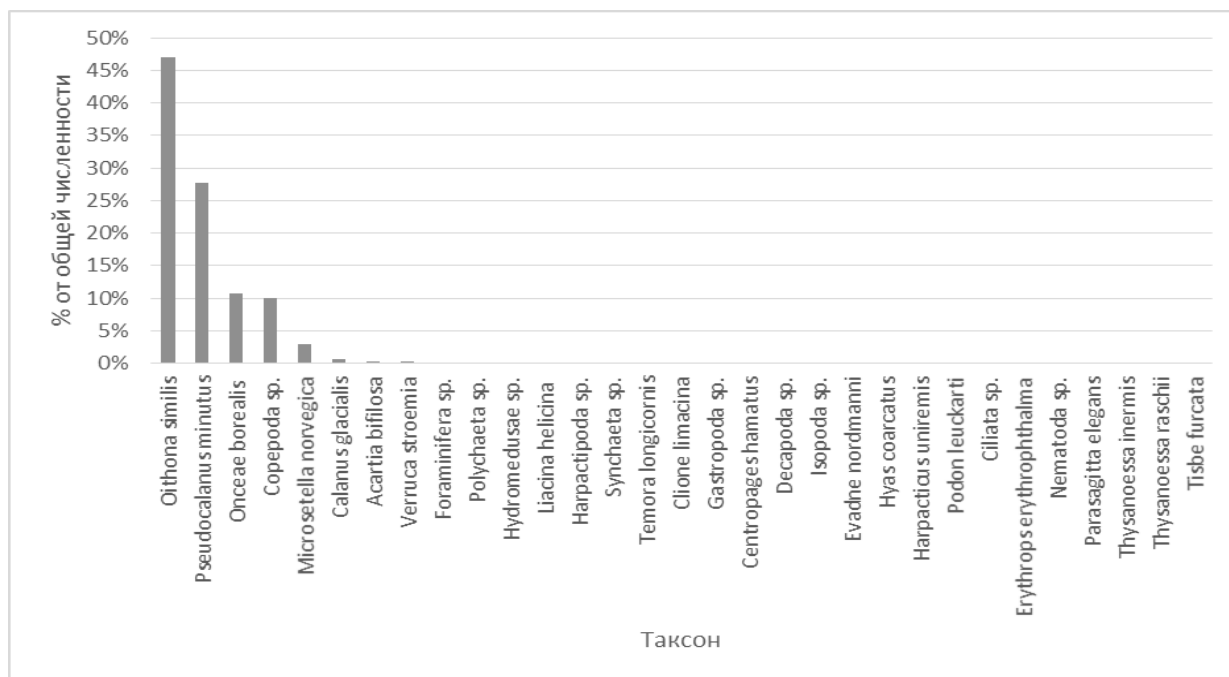


Рисунок - Видовое разнообразие зоопланктонного сообщества губы Чупа в мае 2016 г.

Заключение

Видовое разнообразие зоопланктонного сообщества в 2016 г. характеризовалось наличием комплекса видов, доминирующего как по численности, так и по биомассе. Доминирующий комплекс формировали виды, относящиеся к классу Maxillopoda, отрядам Calanoida (*Pseudocalanus minutus*) и Cyclopoidea (*Oithona similis*, *Oncaea borealis*). Однако большинство видов зоопланктонного сообщества составляли всего 4,7 % от общей численности. Структура и количественные показатели исследованного зоопланктонного сообщества и соответствие полученных результатов среднемноголетним данным говорят о его стабильности и устойчивости.

Список литературы

1. Бабков, А.И. Гидрология Белого моря / А.И. Бабков. – Санкт-Петербург, 1998. - 96 с.
2. Биологические ресурсы Белого моря: изучение и использование / В.Я. Бергер // Исследования фауны морей. – Санкт-Петербург: ЗИН РАН, 2012. - Т. 69. - 377 с.
3. Кутчева, И.П. Результаты весенних планктонных съемок губы Чупа Кандалакшского залива Белого моря (0-5 М) / И.П. Кутчева // Проблемы изучения рационального использования и охраны ресурсов Белого моря: материалы IX междунар. конф. (Петрозаводск, 11-14 окт. 2004 г.). - Петрозаводск, 2005. - С. 184-186.
4. Одум, Ю / Экология / Ю. Одум. - Москва: Мир, 1986. Т.2, – 376 с.
5. Перцова, Н.М. Средние веса и размеры массовых видов зоопланктона Белого моря / Н.М. Перцова // Океанология, 1967. Т.2, вып. 2. - С. 309-313.
6. Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений. / А.В. Цыбань. - Ленинград: Гидрометеиздат, 1980. - 192 с.
7. Слонова, С.А. Распределение зоопланктона западной части Белого моря в летне-осенний период 2004 года / С.А. Слонова // Материалы отчетной сессии Северного филиала ПИНРО по итогам научно-исследовательских работ 2003-2004 гг. - Архангельск, 2007. - 261 с.
8. Трошков, В. А. Воздействие факторов среды на ранние этапы онтогенеза беломорской сельди (Кандалакшский и Онежский заливы) / В.А. Трошков, С.Б. Фролов, С.А. Слонова // Биологические ресурсы побережья Российской Арктики: Материалы к симп. (Беломорск, Апр. 2001 г.). - Москва, 2000. - С. 164-169.
9. Трошков, В.А. Веса некоторых макропланктеров Белого моря [используемые для

определения биомассы и продуктивности гидробионтов]/В. А. Трошков // Проблемы изучения рационального использования и охраны ресурсов Белого моря: материалы IX междунар. конф. (Петрозаводск, 11-14 окт. 2004 г.). - Петрозаводск, 2005. - С.305-309

10. Усов, Н. В. Сезонная и многолетняя динамика обилия зоопланктона в прибрежной зоне Кандалакшского залива Белого моря в связи с изменениями температуры воды / Н. В. Усов: Автореф. дис ... д-ра биол. наук: 03.02.04. – Мурманск, 2015. – 26 с.

SPECIES DIVERSITY AND OTHER CHARACTERISTICS OF THE SPRING ZOOPLANKTON IN THE CHUPA INLET, KANDALAKSHA BAY OF THE WHITE SEA IN 2016

Zmetnaya M. I., Otchenash N. G.

Northern branch FSBSI «Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography», Arkhangelsk, Russia

Species diversity, qualitative and quantitative characteristics of zooplankton community in the Chupa Inlet of the Kandalaksha Bay are presented. Species, which predominant in number and biomass are given.

УДК 597

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ДОННЫХ СООБЩЕСТВ В ЛУЖСКОЙ ГУБЕ

Зуев Ю. А., Тамулёнис А.Ю.

ФГБНУ «ГосНИОРХ», Санкт-Петербург, Россия, zuyev@niorh.ru

ФГБНУ «ГосНИОРХ», Санкт-Петербург, Россия, tamulyonis@yandex.ru

ФГБНУ «ГосНИОРХ» проводит исследования в Лужской губе с 1992 г. С 2000 г. исследования проводятся ежегодно в период открытой воды (май-ноябрь), один-четыре раза в год на сетке из 16 стандартных станций.

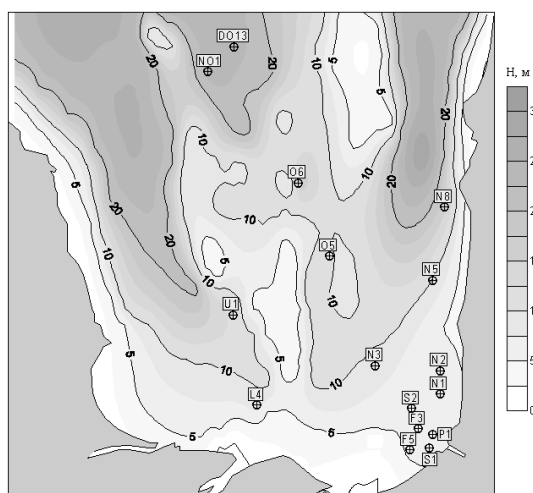


Рисунок 1 – Расположение бентосных станций в Лужской губе, 2016 г.

Для сбора и обработки материалов используются стандартные гидробиологические методики. Пробы макрозообентоса собираются дночерпателем Петерсена площадью 1/40 кв.м. В литоральной зоне пробы собирались с использованием бентосного скребка Панова-Павлова.

Макрозообентос Лужской губы достаточно богат и насчитывает до 100 видов. Основной фон бентоценоза составлен представителями морского эвригалинного (*Macoma baltica*, *Balanus improvisus*), реликтового гляциально-морского (*Saduria entomon*, *Pontoporeia affinis*), солоноватоводного (*Dreissena polymorpha*, *Chelitocorophium curvispinum* и *Corophium volutator*) и пресноводного (некоторые виды *Oligochaeta*, *Chironomidae*, *Herudinea*) комплексов. Доминируют чаще всего моллюски *M. baltica*, ракообразные *S. entomon* и личинки хирономид *Procladius ferrugineus* и *Chironomus gr. plumosus*.

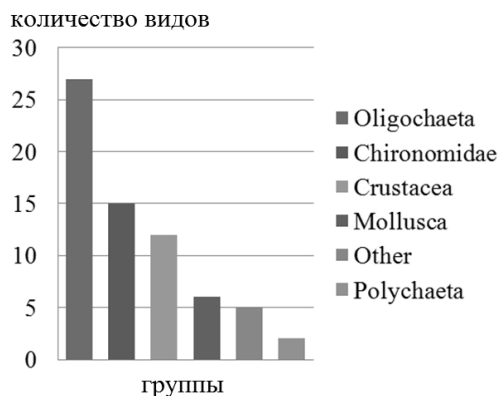


Рисунок 2 – Число видов основных групп бентоса Лужской губы Финского залива в июле 2013 г.

В течение последних 20 лет (с 1999 г.) в Лужской губе проводятся интенсивные гидротехнические работы, связанные со строительством МТП Усть-Луга. Работы включают дноуглубление и дампинг грунта на подводный отвал, а также намыв территорий для строительства портовых сооружений. Пик активности приходился на период 2002–2012 гг. В последние пять лет интенсивность этих работ губе значительно снизилась. Проведенные работы достаточно значительно изменили карту глубин Лужской губы и, как следствие, условия обитания донных сообществ.

Антропогенная нагрузка на Лужскую губу никак не препятствует появлению и развитию в Лужской губе многих чужеродных видов. В конце XX – начале XXI века в восточной части Финского залива, включая Лужскую губу, были обнаружены два новых вида полихет: *Marenzelleria neglecta*, *Manayunkia aestuarina*, а также ракообразные (*Balanus improvisus*, *Chelicerophium curvispinum*, *Gammarus tigrinus*, *Gmelinoides fasciatus*), моллюски (*Dreissena polymorpha*, *Potamopyrgus antipodarum*), несколько видов олигохет (*Paranais frici*, *Tubifex newaensis*, *Potamothrix moldaviensis*, *Potamothrix vejdoskyi*) и другие группы донных беспозвоночных. Массовое развитие некоторых видов привело к значительному изменению характера субстрата, биотурбации мягких грунтов и даже изменению химического состава придонных вод. Другие виды массового развития не получили и, по-прежнему, встречаются единично.

В период активного проведения в губе гидротехнических работ отмечалось значительное снижение обилия донных сообществ (рис. 3). На некоторых станциях в районах дноуглубления и отвала грунта беспозвоночные не отмечались совсем. В настоящее время уже произошла почти повсеместная реколонизация донных сообществ с доминированием чужеродных видов. Однако значений численности и биомассы макрозообентоса, отмечаемых в 1980-е годы, донные сообщества еще не достигли.

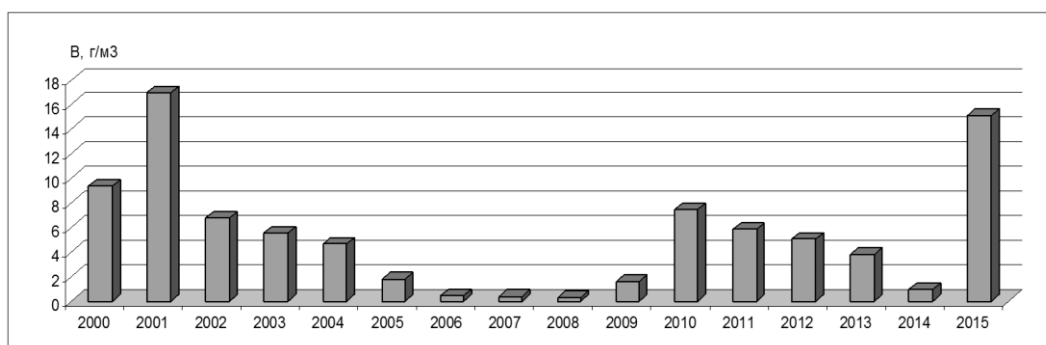


Рисунок 3 – Многолетняя динамика биомассы зообентоса в Лужской губе в период интенсивных работ в МТП Усть-Луга (2000-2015 гг.)

Таким образом, на донные сообщества Лужской губы последние годы действует большое количество разнонаправленных факторов. Это приводит к значительному колебанию видового состава и обилия макрозообентоса Лужской губы. Наблюдения за стабилизацией донных сообществ после таких воздействий может быть крайне полезно для понимания тенденций, наблюдаемых на акватории восточной части Финского залива в целом.

DYNAMICS OF THE BOTTOM COMMUNITIES IN THE LUGA BAY

Zuyev Y.A., Tamulyonis A.Y.

Long-term changes in the bottom communities of the Luga Bay are investigated. The influence of perennial hydraulic engineering works and appearance of alien species have been considered.

УДК 597.553.2-12 (470.21)

БАКТЕРИИ РОДА AEROMONAS КАК ДОМИНИРУЮЩАЯ ГРУППА В СОСТАВЕ УСЛОВНО-ПАТОГЕННОЙ МИКРОФЛОРЫ НЕКОТОРЫХ ПРОМЫСЛОВЫХ ВИДОВ РЫБ КУРШСКОГО ЗАЛИВА

Казимирченко О.В.

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», 236022
Калининград, Советский пр., 1, Россия, E-mail: okazimirchenko@gmail.com

Бактерии рода *Aeromonas* – широко распространённая группа микроорганизмов в пресноводных и морских экосистемах. Благодаря биохимической активности аэромонады способствуют разложению органических веществ и самоочищению воды [7, 13]. Отдельные виды аэромонад могут быть причиной пищевых отравлений у людей. Источниками инфекции обычно служат питьевая вода, морепродукты, овощи, продукты животного происхождения [11].

Бактерии рода *Aeromonas* – грамтрицательные подвижные (монотрихи) или неподвижные палочки, факультативные анаэробы. Бактерии вошли в семейство Vibrionaceae (Poroff, 1984), однако было предложено выделить отдельное семейство Aeromonadaceae (Corwell, MacDonnell, De Ley, 1986). Бактерии хемоорганотрофы, обладающие дыхательным и бродильным типом метаболизма. Аэромонады способны расщеплять углеводы с образованием кислоты и часто газа. По биохимической активности аэромонады схожи с бактериями семейства Enterobacteriaceae, но отличаются по наличию дыхательного фермента цитохромоксидазы [12, 3].

Отдельные виды аэромонад имеют эпизоотическое значение для многих видов рыб естественных популяций и выращиваемых в условиях аквакультуры. Эти виды отличаются по

степени патогенности: высоковирулентные бактерии, бактерии с индуцированной вирулентностью и представители нормального микробиоценоза воды или кишечника рыб [5].

Наиболее часто причиной аэромоноза или аэромонадной септицемии (Motile Aeromonas Septicemia, MAS) являются подвижные виды бактерий *A. hydrophila*, *A. sobria*, *A. caviae*, *A. veronii*, *A. shubertii*, *A. trota*, *A. jandaiei*. Степень развития заболевания зависит от действия нескольких факторов: вирулентности возбудителя, вида и характера стрессового воздействия, устойчивости и физиологического состояния организма рыбы. Вспышки аэромонадной септицемии обычно возникают весной при повышении температуры воды. Однако, например, бактерии *A. hydrophila* способны размножаться при пониженной температуре воды, при этом сохраняя свои патогенные свойства [6, 10].

Аэромоноз может протекать в нескольких формах – острой, скрытой (латентной) и хронической. При острой асцитной форме инфекции регистрируют высокую смертность рыб, клинические признаки обычно не выражены. Подострое течение аэромоноза (асцитно-язвенная форма) характеризуется наличием у больных рыб асцита, серозно-геморрагического дерматита, с образованием изъязвлений на коже. При хроническом течении аэромоноза (язвенная форма) на коже и плавниках рыб обнаруживают очаги воспаления, открытые и рубцующиеся язвы. На месте заживших язв образуются соединительнотканые рубцы. Отмечают незначительную гиперемию отдельных участков слизистой кишечника, анемию печени, увеличение желчного пузыря, отечность почек, выраженный спаечный процесс [4, 5, 10].

Вирулентность бактерий рода *Aeromonas* определяется энтеротоксинами, гемолизинами, протеазами. Бактерии обладают адгезивной способностью прикрепляться к эукариотным клеткам. Кроме того, у аэромонад была выявлена четкая корреляция между способностью продуцировать ДНК-азу и вирулентностью культур, выделенных от больных рыб [5, 6, 10].

Цель наших исследований – определение циркуляции условно-патогенных бактерий рода *Aeromonas* в составе микрофлоры некоторых промысловых видов рыб Куршского залива.

Объектами изучения послужили лещ (*Abramis brama* L.), судак (*Stizostedion lucioperca* L.), плотва (*Rutilus rutilus* L.) Куршского залива. Бактериологические исследования рыб были начаты в 2013 г. Первичные посевы осуществляли преимущественно на селективные питательные среды. Идентификацию выделенных штаммов бактерий вели по совокупности признаков, согласно определителям [3, 9, 14].

Видовой состав условно-патогенных аэромонад изученных рыб включал 9 видов бактерий (таблица).

Таблица – Встречаемость видов бактерий рода *Aeromonas* в составе микрофлоры рыб Куршского залива

Виды бактерий	Судак	Лещ	Плотва
<i>A. allosaccharophila</i>	+	-	-
<i>A. caviae</i>	-	+	-
<i>A. encheilia</i>	-	-	+
<i>A. eucrenophila</i>	-	+	-
<i>A. hydrophila</i>	+	+	-
<i>A. shubertii</i>	-	+	-
<i>A. sobria</i>	+	+	-
<i>A. trota</i>	-	+	+
<i>A. veronii</i>	-	+	-
Итого видов:	3	7	2

Данные по встречаемости аэромонад в микрофлоре изученных рыб показали, что наибольшее видовое разнообразие бактерий было характерно для микрофлоры леща Куршского залива. К общим видам, циркулирующим в микрофлоре леща и судака, можно отнести бактерий *A. hydrophila* и *A. sobria*, в микрофлоре леща и плотвы встречали бактерий *A. trota*. Бактерии *A. allosaccharophila* были характерны только для микрофлоры судака, бактерии *A. encheilia* - для микрофлоры плотвы.

Нами была проанализирована численность и динамика сезонной циркуляции условно-патогенных аэромонад в составе микрофлоры исследуемых видов рыб. В микрофлоре судака аэромонады не отличались видовым разнообразием и занимали незначительную долю штаммов. Бактерии в основном обсеменяли рыбу в ассоциациях с другими сапрофитными или условно-патогенными бактериями. Так, аэромонады преобладали в составе микрофлоры кишечника вместе со споровыми бактериями рода *Bacillus*, в микрофлоре кожи, селезенки, желчного пузыря - вместе с условно-патогенными псевдомонадами. Видовой состав аэромонад, обсеменяющих судака, был не постоянным в течение сезонов года. Весной в микрофлоре рыбы доминировали бактерии *A. allosaccharophila*, в незначительных количествах встречали эпизоотически значимых для судака бактерий *A. hydrophila* и *A. sobria*. Летом в микрофлоре судака преобладающими были *A. hydrophila*. При клинико-патологическом исследовании судака не регистрировали патологических изменений, только у некоторых экземпляров рыб отмечали обесцвечивание печени.

При изучении состава микрофлоры леща Куршского залива установили, что условно-патогенные аэромонады занимали значительное число штаммов. Виды аэромонад в различных соотношениях присутствовали в микрофлоре органов и тканей рыб в течение всех сезонов исследования. Нами было также отмечено, что виды аэромонад либо доминируют в составе микрофлоры определенного органа рыбы, либо выделяются в ассоциациях с видами условно-патогенных бактерий рода *Pseudomonas*. При этом клинико-патологоанатомический анализ показал, что 80% лещей имеют патологические изменения кожных покровов – язвы, обширные или локальные покраснения, кровоизлияния. У большинства особей леща отмечали вздутие брюшка, покраснение и воспаление анального отверстия, частичное выпадение чешуи, у единичных экземпляров - пучеглазие. У всех изученных экземпляров лещей выявили патологические изменения в печени - рыхлая консистенция, нехарактерный грязно-зеленый или грязно-желтый цвет; регистрировали некоторое увеличение размеров селезенки, желчного пузыря, почки были текучими, неоднородного цвета.

Развитию на кожных покровах леща обширных покраснений и язв, по нашему мнению, способствовало несколько видов аэромонад - *A. hydrophila*, *A. shubertii*, *A. caviae*, *A. sobria*. Но отмечали доминирование бактерий *A. hydrophila*, которые активно обсеменяли рыбу в весенне-летний сезоны года, но поселялись на коже леща еще зимой. Ферментная активность *A. hydrophila* по протеазе при контаминации кожных покровов леща, по нашему мнению, могла привести к возникновению обширных геморрагий, наблюдаемых нами у пораженной рыбы. Основными путями проникновения аэромонад этого вида в микрофлору внутренних органов леща – селезенки, желчного пузыря, печени и почек – служили жабры и кишечник рыбы, в микрофлоре которых *A. hydrophila* преобладали. Распространение бактерий *A. caviae* ограничивалось не только кожными покровами. В летний сезон бактерий этого вида изолировали из микрофлоры мышц. Штаммы *A. caviae* обладали активными ферментами расщепления эпидермиса, в частности, протеазами. Бактерии *A. sobria* локализовались только в микрофлоре кожи, *A. shubertii* в летний сезон проникали в организм леща и обнаруживались в микрофлоре печени.

Наше внимание было также уделено виду *A. eucrenophila*, впервые встреченному нами в весенний сезон в микрофлоре жабр и почек леща. В летний сезон этот вид бактерий активно расселялся и по другим органам – в селезенку, почки, желчный пузырь, скорее всего, или через кишечник, так как в микрофлоре этого органа бактерии *A. eucrenophila* присутствовали в значительных количествах, или через жабры с током крови. Кроме того, бактерии *A. eucrenophila* присутствовали в микрофлоре внутренних органов рыбы вместе с условно-патогенными псевдомонадами. К «случайным» видам аэромонад, выявленных нами в микрофлоре леща, можно отнести бактерий *A. veronii* и *A. trota* – их обнаружение в составе микрофлоры леща было единичными в разные сезоны: *A. veronii* были зарегистрированы только в зимний сезон в микрофлоре кишечника, *A. trota* - в микрофлоре печени рыбы весной.

Исследование состава микрофлоры плотвы показало, что условно-патогенные бактерии рода *Aeromonas* были доминирующей группой. В зимний сезон года виды аэромонад *A. trota* и *A.*

enchelia формировали основной микробный фон плотвы. В микрофлоре кожи плотвы преобладали только *A. trota*. Основным путем проникновения аэромонад в микрофлору внутренних органов, вероятнее всего, были жабры, через которые бактерии с током крови достигали желчного пузыря, печени и почек. Кроме того, в составе микрофлоры почек наряду с *A. enchelia* присутствовали условно-патогенные псевдомонады. Клинико-патологический осмотр рыбы в зимний сезон не выявил патологических изменений на коже и во внутренних органах.

Весной количество условно-патогенных аэромонад в составе микрофлоры плотвы резко снижалось. Изменился и видовой состав бактерий этой группы - в составе микрофлоры рыбы были встречены только *A. trota*. В этом сезоне года аэромонады достигали своей максимальной численности в бактериофлоре жабр, а также были обнаружены в составе микрофлоры селезенки в ассоциации с псевдомонадами. При клиническом обследовании рыбы у 50% изученных рыб вблизи анального отверстия регистрировали обширные кровоизлияния с зоной воспаления. Геморрагии были также обнаружены вдоль всего брюшка рыбы. Локальные участки патологических изменений кожи плотвы отмечали также на жаберных крышках, вокруг рта. При вскрытии у некоторых экземпляров плотвы обнаруживали разжижение внутренних органов и скопление кровянистого экссудата.

Таким образом, исследования показали, что в составе микрофлоры судака, леща и плотвы Куршского залива условно-патогенные бактерии рода *Aeromonas* занимают определенную долю, устойчиво циркулируют в течение сезонов года. Доминирование в составе микрофлоры патологически измененных кожных покровов у леща и плотвы таких биохимически активных видов аэромонад, как *A. hydrophila*, *A. shubertii*, *A. caviae*, *A. sobria*, *A. trota*, позволяет предположить их ключевую роль в развитии подобных изменений у рыб, что согласуется с данными других исследователей [1, 10]. При этом активная контаминация кожных покровов леща и плотвы потенциально опасными мезофильными подвижными аэромонадами происходила в зимний сезон года, что указывает на устойчивость бактерий к широкому диапазону температур. У всех исследованных видов рыб, в большей степени у леща и плотвы, зарегистрированы изменения и во внутренних органах, прежде всего в паренхиматозных – печени, селезенке и почках. В составе микрофлоры внутренних органов встречены аэромонады нескольких видов, но в большинстве случаев бактерии выделялись из микрофлоры в ассоциации с видами условно-патогенных псевдомонад, что характерно для микробиоценоза многих видов рыб, обитающих в условиях повышенной антропогенной нагрузки [1, 2, 8]. По нашему мнению, высокая контаминация микрофлоры рыб условно-патогенными видами аэромонад определяется органической нагрузкой на Куршский залив, т.е. среда обитания рыб играет ключевую роль в пассировании аэромонад в организм рыбы. Не исключается роль пищевых объектов в передаче потенциально опасной микрофлоры.

Список литературы

1. Ларцева, Л.В. Микрофлора рыб и других гидробионтов / Л.В. Ларцева, О.В. Обухова, И.А. Лисицкая. – Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2008. – 108 с.
2. Морозова, М.А. Микробные сообщества гидрэкосистемы Нижнего Дона и Таганрогского залива / М.А. Морозова, Л.В. Ларцева, // Естественные науки, 2012. – №2(39). – С. 50-56.
3. Определитель бактерий Берджи / под ред. Дж. Хоулта. – Москва: Мир, 1997. - Т. I. – 432 с.
4. Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб. Ч. 1. – Москва: Отдел маркетинга АМБ-агро, 1998. – С. 142-149.
5. Юхименко, Л.Н. Проблема аэромоноза: итоги исследования / Л.Н. Юхименко // Болезни рыб. Сб. науч. тр. – Москва: Компания Спутник+, 2004. – Вып. 79. – С. 206-215.
6. Aoki, T. Motile *Aeromonas* (*Aeromonas hydrophila*) / T. Aoki // Fish Diseases and Disorders, 1999. – Vol. 3. – P. 427-453.
7. Araujo, R.M. Distribution of *Aeromonas* species in waters with different levels of pollution /

- R.M. Araujo, R.M. Arriba, R. Pares // J. Appl. Bacteriol., 1991. – 71(2). – P. 182-186.
8. Austin, B. The bacterial microflora of fish / B. Austin // The Scientific World Journal, 2002. – No 2. – P. 558-572.
9. Buller, N.B. Bacteria from fish and other aquatic animals: a practical identification manual / N.B. Buller. – UK: CABI Publishing, 2004. – 394 p.
10. Cipriano, R.C. *Aeromonas hydrophila* and motile aeromonad septicemias of fish / R.C. Cipriano // Fish Disease Leaflet 68, 2001. – 25 p.
11. Isoonhood, J.H. *Aeromonas* species in food / J.H. Isoonhood, M. Drake // J. Food Prot., 2002. – 65(3). – P. 575-582.
12. Janda, M.J. The genus *Aeromonas*: taxonomy, pathogenicity and infection / M.J. Janda, S.L. Abbot // Clin. Microbiol. Rev., 2010. – 23(1). – P. 35-73.
13. Merih, K. The occurrence of *Aeromonas* in drinking water, tap water and the Porsuk river / K. Merih, Y. Meral, D. Filiz // Braz. J. Microbiology, 2011. – 42(1). – P. 126-131.
14. The Prokaryotes. A handbook on the Biology of Bacteria: Gamma Subclasses / ed. S. Falkow, E. Rosenberg, K-H. Schleifer, E. Stackebrandt. – Springer Science, 2006. – Vol. 6. – P. 564-580.

AEROMONAS SPECIES AS A DOMINATE GROUP IN THE FACULTATIVE MICROFLORA OF SOME FISH FROM CURONIAN LAGOON (BALTIC SEA)

Kazimirchenko O.V.

The Aeromonas bacteria species were determined in pike-perch, bream and roach microflora. Aeromonades circulated in microflora of skin and internal organs. Some pathological changes on fish skin were revealed.

УДК 597.553.1: 591.524.12 (261.24)

О ВЛИЯНИИ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА СРОКИ НАЧАЛА И ОКОНЧАНИЯ МАССОВОГО НЕРЕСТА БАЛТИЙСКОГО ШПРОТА

Карасева Е. М.

ФГБНУ Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (АтлантНИРО), Калининград, Россия, e-mail: karasiova@rambler.ru

Балтийский шпрот *Sprattus sprattus balticus* (Clupeidae) характеризуется продолжительным периодом нереста, длящимся с февраля – марта до июля – августа [1, 2]. Развитие ранних онтогенетических стадий этого вида проходит в среде, подверженной значительной сезонной и межгодовой изменчивости. В наибольшей степени различаются условия обитания потомства, появляющегося в начале и конце нерестового сезона. Эти различия вызваны перемещением размножения шпрота из слоя перманентного галоклина (скачка солености) в феврале-апреле в поверхностный слой в мае - начале июня (1), в котором локализация икры и личинок шпрота обусловлена положением и устойчивостью поверхностного термоклина. Таким образом, в этих двух нерестовых биотопах, глубоководном и поверхностном, выживание потомства шпрота проходит под воздействием различных совокупностей факторов среды [3,4]. Целью данного исследования является выявление связей между численностью икры и личинок шпрота и условиями абиотической среды в начале (февраль-март) и конце (июль) сезона нереста в Гданьской впадине Балтийского моря.

Корреляционный анализ связей между численностью ранних онтогенетических стадий шпрота и параметрами среды в феврале-марте показал, что наиболее важным фактором, влияющим на численность икры и личинок шпрота и, таким образом, на сроки начала массового

размножения, была глубина изогалины 11‰ (рис. 1,2).

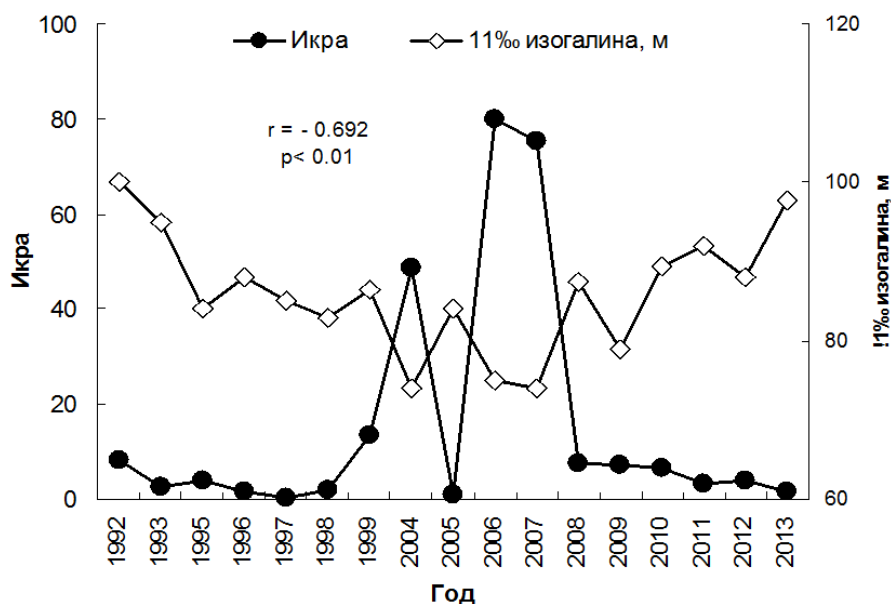
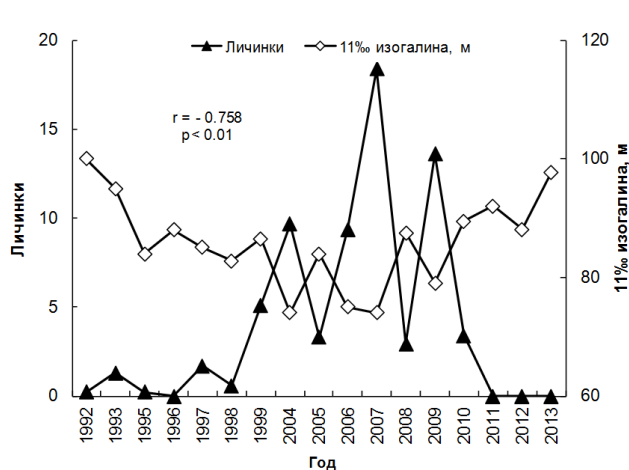


Рисунок 1 - Численность (шт./м²) икры шпрота и глубина локализации изогалины 11‰ в феврале-марте



Рисунгок 2 - Численность (экз./м²) личинок шпрота и глубина локализации изогалины 11 ‰

Была также выявлена положительная связь между придонной соленостью и численностью икры и личинок шпрота. О влиянии этого параметра свидетельствовали достоверные коэффициенты корреляции, составившие 0.52 и 0.49 ($p < 0.05$) для численности икры и личинок шпрота соответственно. Коэффициент положительной корреляции между придонной температурой воды и численностью личинок шпрота был равен 0.57 при уровне значимости $p < 0.05$.

Рост численности икры и личинок шпрота в марте-апреле с уменьшением глубины локализации изогалины 11‰ был вызван увеличением нерестового биотопа шпрота в верхней части галоклина, а также его расхождением с нерестовым биотопом демерсальных рыб.

В итоге подъем изогалины 11 ‰ приводил к более раннему началу массового размножения шпрота в Гданьской впадине. Напротив, при опускании этой изогалины до глубин более 90 м численность икры и личинок шпрота в начале репродуктивного сезона была очень низкой. Подъем указанной изогалины был следствием североморских адвекций различной

мощности и достигал максимума в 2004, 2006 и 2007 гг., когда и была зафиксирована наиболее высокая численность икры шпрота. Проникновение теплых (с температурой более 7°C) вод адвекций могло вести к более раннему созреванию и нересту шпрота. В марте 1992 и 2013 гг., при отсутствии затоков североморских вод, наблюдалось наибольшее заглублиение (до 98 – 100 м) изогалины 11 ‰, что, по-видимому, повлияло на более позднее начало массового нереста шпрота и, соответственно, очень низкий уровень численности его икры и личинок.

В июле, когда в поверхностном слое обычно происходило завершение массовой репродукции шпрота, численность икры этого вида зависела от суровости предшествующей зимы. За период 2004-2011 гг. было отмечено увеличение численности икры шпрота в июле после холодных зим 2006 и 2010 гг. вследствие сдвига пика нереста с конца мая-июня на июль. Коэффициент отрицательной корреляции между численностью икры шпрота и средней температурой воздуха за предшествующие нерестовому сезону январь - февраль составил - 0.779 за июль 2004-2011 гг. при уровне значимости $p < 0.05$.

Однако после холодной зимы 2013г. не наблюдалось роста численности икры шпрота в июле за счет более позднего нереста, а напротив, было отмечено значительное снижение численности его икры. По-видимому, это было следствием уменьшения интенсивности его размножения в Гданьской впадине и сокращением длительности нерестового сезона, в связи с уменьшением численности половозрелой части популяции в этом районе по сравнению с предыдущими годами наблюдений.

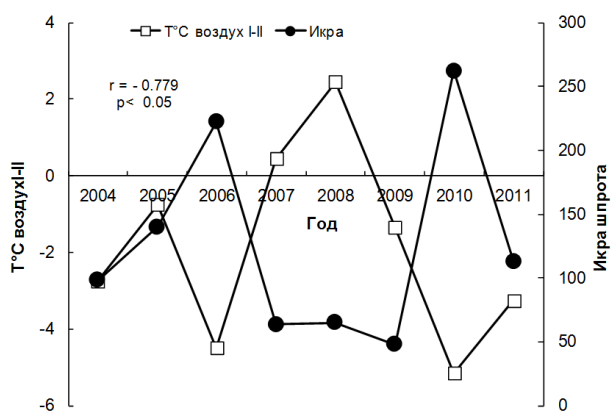


Рисунок 3 - Численность (шт./м²) икры шпрота в июле и средняя температура воздуха за январь-февраль 2004-2011 гг.

Таким образом, репродуктивная стратегия балтийского шпрота заключается в использовании различных нерестовых биотопов в ранний и поздний периоды нереста. В феврале – марте условия размножения шпрота в галоклине, в первую очередь подъем или заглублиение изогалины 11‰, определяются частотой и интенсивностью североморских адвекций. Сроки перехода к размножению в поверхностный слой зависят от повышения температуры поверхности воды до 8-10°C (1) и, соответственно, от суровости предшествующей зимы. Поскольку после холодных зим размножение шпрота в зоне поверхностного термоклина начинается позже, то пик нереста в такие годы смещается на июль. При всем разнообразии процессов, влияющих на выживание потомства шпрота, вышеуказанные абиотические параметры имеют существенное значение для воспроизводства шпрота в нестабильной среде Балтийского моря.

Список литературы

1. Грауман, Г.Б. Условия и результаты нереста балтийского шпрота в 1968-1969 гг.//Труды АтлантНИРО. - Вып. 35. – 1971.- С.76-88.

2. Грауман, Г.Б. Ихтиопланктон / Г.Б. Грауман // Очерки по биологической продуктивности Балтийского моря / под ред. Д.Е. Гершановича.– Москва, 1984. –Т.3. - С. 257-456.
3. Карасева, Е.М. Вертикальное распределение икры и личинок балтийского шпрота *Sprattus sprattus balticus* (Clupeidae) в связи с сезонной и суточной изменчивостью / Е.М. Карасева, В.М. Иванович // Вопросы ихтиологии. 2010. - №2.- С.240-250.
4. Karasiova, E. Shifts in the beginning of spawning time of the Baltic sprat in the current period: reasons and possible consequences / E. Karasiova // ICES CM 2013/ B: 26 - 2 p.

THE ENVIRONMENTAL INFLUENCE ON BEGINNING AND COMPLETION TIME OF THE BALTIC SPRAT SPAWNING SEASON

Karaseva E.M.

FSBSI Atlantic Research Institute of Fisheries and Oceanography (AtlantNIRO), Kaliningrad, Russia, e-mail: karasiova@rambler.ru

*The spawning season of Baltic sprat *Sprattus sprattus balticus* continues from February-March to July – August. Sprat reproductive strategy was realized by using different spawning habitats for early and late spawning terms. During February - March the highest correlation coefficients ($r = - 0.69$; $- 0.77$, $p < 0.01$) were obtained between the early development stage abundances and the position of 11-psu-isohaline. February - March sprat spawning conditions, including 11psu-isohaline depth, were defined by frequency of penetrations of the North Sea saline water inflows. It resulted in a wider depth range and larger sprat spawning habitat in the upper part halocline where the early reproduction of that species took place.*

Terms of sprat spawning transition to the surface layer depended on surface water heating till 8-10°C and correspondingly on the severity of preceding winter. During 2004-2011 the increase of sprat egg abundance was revealed after cold winters 2006 and 2010 due to the shift of peak spawning time from late May-early June to July. The negative correlation coefficient between sprat egg abundance in July and the mean air temperature for preceding January and February amounted to $r = - 0.78$, $p < 0.05$. Under the diversity of processes influencing on the sprat offspring survival the ambient parameters mentioned above have an essential significance for reproduction this species in instable environment of the Baltic Sea

УДК: 574.583 (261.243)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ФИТОПЛАНКТОНА ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ НЕВСКОЙ ГУБЫ (ФИНСКИЙ ЗАЛИВ, БАЛТИЙСКОЕ МОРЕ)

Ланге Е.К.

ФГБНУ Государственный научно - исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства им. Л.С. Берга, Санкт-Петербург, Россия, evlange@gmail.com

В летне-осенний сезон 2012-2015 гг. оценка состояния фитопланктонного сообщества восточной части Невской губы проводилась в связи со строительством Западного скоростного диаметра (ЗСД). Способность фитопланктона быстро реагировать на изменения среды обитания позволяет использовать его структурно-функциональные характеристики в качестве индикатора влияния, в данном случае гидротехнических работ на экосистему водоема. Результатом гидротехнического строительства может быть увеличения в столбе воды концентрации механической взвеси, т.е. возрастания мутности, увеличения содержания химических веществ, в том числе, биогенных элементов (соединения фосфора, азота и др.) и токсичных соединений

(тяжелые металлы, нефтепродукты и т.д.).

Материалом послужили сборы интегральных проб фитопланктона в рамках экологического мониторинга в Невской губе, проводимого ГосНИОРХ на 17 станциях в зоне строительства ЗСД на границе «река-море» в июне-октябре 2012-2015 гг. Анализ и обработка 221 пробы проводилась по стандартным методикам (Пробы 2012-2013 гг. обработаны в.с., к.б.н.Т.В. Терешенко).

Таксономическое разнообразие. В рассматриваемый период число встреченных таксонов водорослей варьировало от 85 (2012 г.) до 195 (2015 г.). В августе 2013-2015 гг. таксономическое разнообразие фитопланктона 109-133 таксонов было самым высоким по сравнению с остальными месяцами, что отличало 2012 г., когда наибольшее число 85 таксонов было отмечено в июле. Указанные различия, по всей видимости, были связаны с температурным режимом. В июле 2012 г. средняя температура воздуха 21,3 °С была выше, чем в августе 17,7 °С тогда, как в остальные годы, наоборот, август был самым теплым в летнем сезоне [13]. В осеннем сезоне (октябрь) с понижением температуры воды отмечалось уменьшение таксономического разнообразия фитопланктона (75-97 таксонов) за счет выпадения из планктона теплолюбивых видов, преимущественно видов зеленых.

Сообщество фитопланктона вблизи устьевой зоны р. Невы в основном составляли пресноводные виды водорослей, характерные для экосистемы Невской губы в летне-осеннем сезоне с преобладанием представителей зеленых и диатомовых водорослей [1, 3, 5, 6].

Отмечена пространственно-временная изменчивость таксономического разнообразия фитоценозов (α -разнообразия) в восточной части губы. В разные сроки 2012 г. экстремумы α -разнообразия фитопланктона не были привязаны к определенному району и локализовались на всех обследованных участках акватории. В летний сезон последующих трех лет все максимальные значения этого показателя фиксировались в районе о. Белый, где расположена Центральная станция аэрации Санкт-Петербурга. Напротив, наименьшее число таксонов в июне-августе в основном отмечалось вблизи устья рек Большой Невки и Малой Невы, а в октябре – вблизи о. Белый.

Экстремумы таксономического разнообразия фитоценозов станций составили пары 11-14 и 30-48. Минимальные значения были сравнимы между собой, наибольшие величины были сходны в 2013-2015 гг. – более 40 таксона/проба.

В отличие от прошлых лет в 2015 г. июньский фитопланктон был богаче по видовому составу по сравнению с таковым в августе и октябре. Существовала достоверная положительная корреляция между прозрачностью воды в 2015 г., измеренной по диску Секки, и α -разнообразием фитопланктона ($R=0,49$; $p<0,05$; $n=51$). Наибольшая прозрачность воды была в июне $1,63\pm 0,07$ м, наименьшая $1,29\pm 0,04$ м – в августе. В октябре величина прозрачности имела промежуточное значение – $1,37\pm 0,04$ м.

Доминанты. Количественные параметры фитопланктона исследованной акватории Невской губы в основном обеспечивали цианобактерии (все сроки), криптофитовые (август, октябрь), диатомовые (все сроки), золотистые (чаще июнь-август), желтозеленые (октябрь).

В июне 2015 г. золотистые водоросли доминировали на большинстве станций наблюдения, в основном в устьевой зоне Б. Невки и Б. Невы, благодаря вегетации колониальных видов *Uroglena sp.* и *Dinobryon sociale*. В более поздние сроки золотистые переставали играть заметную роль в фитопланктоне исследованной акватории Невской губы. В июле-августе и октябре (по биомассе) 2012 г. и в июне-июле 2013 г. в восточной части Невской губы также преобладали золотистые. В отличие от 2014 г., когда преобладала *Uroglena sp.*, в числе доминантов были отмечены виды рода *Dinobryon* преимущественно *Dinobryon divergens*.

Доминирование золотистых *Uroglena sp.* (\equiv *Uroglenopsis americana*) и видов рода *Dinobryon* в первой половине летнего сезона типично для сукцессии фитопланктона Невской губы и р/ Невы, что отмечалось в исследованиях 1962-1963 гг. [7], 1982-1984 гг. [5], 1991-1993, 2002 гг. [9].

В 2012-2015 гг. во все сроки заметную роль в численности фитопланктона практически всей акватории играли цианобактерии (табл. 1).

Таблица 1 – Доля (%) цианобактерий в численности фитопланктона в разные сроки 2012-2015 гг.

Год Месяц	2012	2013	2014	2015
Июнь	-	23,0±3,8	25,6±3,7	54,1±3,9
Июль	46,9 ±4,4	14,6 ±2,1	-	-
Август	23,8±3,0	70,8±2,7	72,6±3,3	65,0±5,8
Октябрь	65,5±2,2	40,0±2,6	59,8±5,7	85,2±3,2

* – среднее ± стандартная ошибка

По биомассе цианобактерии доминировали реже (табл. 2).

Таблица 2 – Доля (%) синезеленых в биомассе фитопланктона в разные сроки 2012-2015 гг.

Год Месяц	2012	2013	2014	2015
Июнь	-	3,2±0,7	5,2±0,6	6,1±0,7
Июль	6,9 ±1,7	2,1 ±0,5	-	-
Август	2,8±0,5	14,4±2,3	22,5±3,9	11,5±3,8
Октябрь	13,4±1,7	5,6±0,6	8,5±1,6	13,9±2,1

* – среднее ± стандартная ошибка

Согласно более ранним исследованиям, начиная с конца 1970-х гг., доминирование цианобактерий в структуре позднелетнего и осеннего фитопланктона типично для Невской губы [1, 5, 6]. По данным СЗУГМС в отдельные годы 1980-е гг. их доля в общей биомассе фитопланктона в среднем по губе могла достигать 30-50 %; в следующее десятилетие отмечено снижение доли синезеленых до 5-20 %, в 2000-2003 гг. – вновь увеличение до 50 % и выше [2, 9].

Сравниваемые между собой годы различались и структурой доминантных видов цианобактерий. Если в период съемок 2012-2013 гг. среди них отмечены хлорококковые *C. kuetzingianum*, *Microcystis aeruginosa*, *Chroococcus limneticus*, *W. naegeliana*, то в 2014 г. эти виды или не являлись доминантами, или становились ими эпизодически. Основную роль в 2014-2015 гг. в обилии фитопланктона играли представители рр. *Cyanodictyon*, *Aphanothece*, *Aphanocapsa*. В 2012-2013 гг. во все сроки по численности лидировали нитчатые формы преимущественно *Planktothrix agardhii*, *Limnothrix planctonica* и *Oscillatoria spp.* Последняя наибольшее значение имела в районе о. Белый, что было отмечено и в 2014-2015 гг. Что касается двух других видов, то в 2014-2015 гг. вид *L. planctonica* в число доминантов не вошел, а *P. agardhii* превалировал только в устье Большой Невы и Малой Невы.

Другая группа фитопланктона, криптофитовые водоросли, в 2012 г. не играли заметной роли в фитопланктоне, превалируя на 1-3 станциях в сезон. В последующие три года они стали доминировать в летне-осенний период на большинстве станций наблюдений в устьевой зоне Невы. В число доминантов входили *Komma caudata* (\equiv *Chroomonas acuta*) и *Cryptomonas spp.* (2013-2015 гг.), *Rodomonas spp.* (октябрь 2014 г.).

Усиление роли криптофитовых в фитопланктоне водной системы Ладожское озеро – р. Нева – Невская губа отмечается с середины 1980-х гг. В настоящее время виды криптомонад, ставшие доминантами в период исследований 2012-2015 гг. в восточной части Невской губы, преобладают в летне-осенний период во всех звеньях водной цепи [3, 4-6, 11]. Следует отметить, что представители криптомонад, обладая способностью к миксотрофному питанию, развиваются в водоемах с разным уровнем трофии от олиготрофного, дистрофного до мезотрофного [12]. Криptomonеды, распространенные по всей водной системе Ладожское озеро – Невская губа – Финский залив с различными гидродинамическими, трофическими и сапробиологическими условиями, не могут служить надежными биоиндикаторами [6].

Среди диатомовых водорослей чаще превалировали *Aulacoseira islandica*, *Aulacoseira granulata*, *Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis*, *Tabellaria fenestrata*, реже – *Aulacoseira italica*, *Skeletonema subsalsum*, виды рода *Cyclotella*. В 2015 г. еще и *Rhizosolenia longiseta*. Появление в 2013 г. в числе доминантов бентосных форм (*Melosira varians*, *Cymbella sp.*, *Navicula sp.*) по всей видимости, было связано с активным строительством ЗСД, включающее

дноуглубление и намыв новых территорий в акватории восточной части Невской губы.

Преобладание диатомовых в вегетационный период, сезонная и межгодовая смена доминантов этой группы водорослей отмечалось в Невской губе и ранее. Диатомеи *A. islandica*, *A. formosa*, *F. crotonensis*, *T. fenestrata* попадают в губу из Ладожского озера со стоком Невы, на что указывает с одной стороны их преимущественное развитие в губе в зоне транзита и северной части, с другой – вегетация в соответствующие сроки в планктоне Ладожского озера [1, 3-6, 8, 10, 11].

В отличие от 2014-2015 гг., в 2012-2013 гг. в зоне ЗСД в восточной части Невской губы заметную роль в определении количественного развития летнего фитопланктона играли зеленые, преимущественно в его численности, благодаря мелкоклеточным видам в основном хлорококковых зеленых. Доминирование зеленых в Невской губе и их численное превосходство отмечалось и в более ранних исследованиях [5, 8].

В октябрьском фитопланктоне на некоторых станциях доминировали желтозеленые, благодаря вегетации *Tribonema affine* – характерный доминантный вид осеннего фитопланктона в различных районах Финского залива [1, 6].

Количественные параметры. В 2012-2013 гг. пределы колебаний количественных параметров фитопланктона в основном были ужи, наблюдаемых в последующие два года, экстремальные сезонные значения различались в 1,5-5 раза. В 2014 г. различия в численности достигали 18-20 раз, биомассы – в 3-4 раза, что в большей степени соответствовало 2015 г. (табл. 3).

Таблица 3 – Количественные параметры фитопланктона в восточной части Невской губе в разные годы

Год Месяц	2012	2013	2014	2015
Июнь	-	<u>0,76 (0,40-1,40)*</u> 0,42 (0,23-0,72)	<u>4,53 (2,30-6,84)</u> 0,89 (0,46-1,32)	<u>2,41 (1,25-3,67)</u> 0,43 (0,22-0,68)
Июль	<u>0,98 (0,74-1,29)</u> 0,52 (0,38-0,63)	<u>0,44 (0,24-0,64)</u> 0,27 (0,15-0,76)	-	-
Август	<u>0,51 (0,34-0,85)</u> 0,46 (0,36-0,60)	<u>2,36(1,40-3,73)</u> 0,64 (0,54-0,78)	<u>6,65(1,51-27,78)</u> 0,49 (0,30-1,22)	<u>2,49 (0,52-5,54)</u> 0,46 (0,25-1,50)
Октябрь	<u>0,87 (0,70-1,09)</u> 0,23 (0,20-0,32)	<u>1,22 (0,88-1,92)</u> 0,58(0,45-0,70)	<u>2,11 (0,65-12,93)</u> 0,23 (0,10-0,36)	<u>6,39 (1,09-15,07)</u> 0,53 (0,22-0,92)

* – средняя численность (диапазон колебания), млн.кл./л
средняя биомасса (диапазон колебания), г/м³

В 2014 и 2015 гг. летняя максимальная биомасса превышали таковую 2012-2013 гг. (0,6-0,8 г/м³) и достигала, соответственно, 1,3 и 1,5 г/м³, что согласовывалось с величиной максимальной биомассы фитопланктона Невской губы в период 1978-2002 гг. [9]. В августе 1999-2002 гг. величина биомассы фитопланктона губы варьировал от 0,2 до 3,8 г/м³, биомасса свыше 1 г/м³ отмечалась в основном в южной зоне и на северо-западе губы [3].

В среднем биомасса летне-осеннего фитопланктона за последние четыре года составила в: 2012 г. – 0,41±0,02, 2013 г. – 0,48±0,02, 2014 г. – 0,54±0,05, 2015 г. – 0,48±0,03 г/м³, что не вышло за рамки межгодовых флуктуаций.

К одному из основных абиотических факторов, препятствующему вегетации микроводорослей в восточной части Невской губы, относится создаваемое невскими водами сильное течение. Негативное влияние также оказывают штормовые условия, индуцирующие в акватории губы сильные ветровые волнения, и часто наблюдавшиеся в последние годы в летне-осенний период.

Сравнительно низкие количественные показатели фитопланктона, регулярно регистрируемые в восточной части Невской губы вблизи устьевой зоны, характерны для акваторий, расположенных вблизи портовых комплексов, являющимися источником загрязнению тяжелыми металлами и нефтепродуктами. Одним из источников техногенного

загрязнения, в той или иной степени влияющего на уровень вегетации фитопланктона в дельтовой части Невской губы, является интенсивное движение разнообразного водного транспорта (от маломерных моторных лодок до крупных морских судов).

Таким образом, сезонная и многолетняя динамика структурно-функциональных показателей фитопланктона восточной части Невской губы в большой степени зависит от состояния ладожского фитопланктона, климатических условий, особенностей гидрохимических и гидрологических параметров вблизи устьевой зоны р/ Невы, которые подвержены существенным изменениям на фоне гидротехнической деятельности.

Список литературы

1. Басова, С.Л. Характеристика состояния Невской губы по гидробиологическим показателям за 1977-1999 годы / С. Л. Басова, Е.К. Ланге, Н.И. Силина, В.В. Ковалева, А.А. Максимов // Охрана окружающей среды, природопользование и обеспечение экологической безопасности в Санкт-Петербурге за 1980-1999 годы. – Санкт-Петербург: Сезам, 2000. – С. 175–187.
2. Басова С.Л. Качество вод Невской губы по гидробиологическим показателям // Водные объекты Санкт-Петербурга / Под ред. С.А. Кондратьева, Г.Т. Фрумина. – Санкт-Петербург: Символ, 2002. – С. 300–311.
3. Ланге, Е.К. Анализ структурных показателей позднелетнего фитопланктона Невской губы за 90-летний период: сб. науч. трудов ФГНУ ГосНИОРХ/ Е.К. Ланге // Экологические аспекты воздействия гидростроительства на биоту акватории восточной части Финского залива. Санкт-Петербург: ИРТ, 2006. - Вып.331- Т.1.– С.146–231.
4. Летанская, Г.И. Современное состояние фитопланктона и тенденции его изменения в период летней стратификации озера / Г.И. Летанская //Ладожское озеро – прошлое, настоящее, будущее. Санкт-Петербург, Наука. 2002. – С. 165-175.
5. Никулина, В.Н. Динамика численности и биомассы фитопланктона / В.Н. Никулина // Невская губа, гидробиологические исследования. – Ленинград: Наука, 1987. – С. 20 – 29.
6. Никулина, В.Н. Фитопланктон / В.Н. Никулина, И.С. Трифонова, Г.И. Летанская, О.А. Павлова // Финский залив в условиях антропогенного воздействия. – Санкт-Петербург, 1999. – С. 108–126.
7. Раскина, Е.Е. Фитопланктон и обрастания реки Невы и ее притоков / Е.Е. Раскина // Загрязнение и самоочищение реки Невы. – Ленинград:, 1968. – С. 168 – 192.
8. Силина, Н.И. Характеристика состояния Невской губы по гидробиологическим показателям в 2000 году // Охрана окружающей среды, природопользование и обеспечение экологической безопасности в Санкт-Петербурге в 2000 году: Обзор / Под ред. Д.А. Голубева, Н.Д. Сорокина. – Санкт-Петербург: Сезам, 2001. – С. 150–158.
9. Силина, Н.И. Характеристика состояния Невской губы по гидробиологическим показателям в 2002 году // Охрана окружающей среды, природопользование и обеспечение экологической безопасности в Санкт-Петербурге в 2002 году: Обзор / Под ред. Д.А. Голубева, Н.Д. Сорокина. – Санкт-Петербург: Сезам, 2003. – С. 190–201.
10. Сухопарова, Е.Ю., Терешенкова Т.В. Характеристика фитопланктона южной части Ладожского озера по материалам рыбохозяйственного мониторинга (1989-1992 гг.): сб. науч. тр. ГосНИОРХ. / Е.Ю Сухопарова.1995. - Вып. 314. – С. 101-134.
11. Терешенкова, Т.В. Современное состояние летнего фитопланктона южной части Ладожского озера (по данным рыбохозяйственного мониторинга) / Т.В. Терешенкова, О.А. Ляшенко //Рыбохозяйственное исследование больших озер Северо-Запада европейской части России: сб. науч. трудов / Н.И. Силина, Е.К. Ланге, А.А. Максимов, В.В. Ковалева, И.В. Степаненко – Санкт-Петербург: ДЕАН, 2009. - Вып. 334.– С. 5–32.
12. Lepistö, L. Phytoplankton assemblages reflecting the ecological status of lakes in Finland / L. Lepistö // Monograph of the Boreal Env. Res., 1999. - No 16. – 43 p.
13. Погода в 243 странах мира. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rp5.ru>

CURRENT STATUS OF THE PHYTOPLANKTON IN THE EASTERN PART OF THE NEVA BAY (GULF OF FINLAND, BALTIC SEA)

Lange E.K.

The dynamics of the phytoplankton indicators of the eastern part of the Neva Bay depends from the Ladoga phytoplankton, climatic conditions, the hydrochemical and hydrological parameters near the estuary zone of the Neva River, which are subject to significant changes against the background of hydrotechnical activities.

УДК 591.524.12(261.77)

МЕЗОЗООПЛАНКТОН ПРИБРЕЖНЫХ ВОД СЕНЕГАЛА

Лидванов В.В., Грабко О.Г.

ФГБНУ «Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства»,
Калининград, Россия, slavalidvanov@mail.ru

*Проведен анализ видового состава и количественных характеристик мезозoopланктона прибрежных вод Сенегала. Идентифицированы меро- и голопланктонные организмы, относящиеся к 23 крупным таксонам. Среди Cladocera выявлено три вида; среди Copepoda – 76 видов, из которых только 25 видов формировали фаунистический фон района. Средние значения численности и биомассы составляли 13500 ± 4000 экз./м³ и 1050 ± 400 мг/м³. Наиболее интенсивное развитие мезозoopланктона (биомасса превышала 1 г/м³) зафиксировано на севере и на юге района исследований. Основу численности формировали *Paracalanus indicus*, *Oncaea media*, а также науплии р. *Eucalanus*. Основу биомассы создавали *Penilia avirostris* и *Chaetognatha*.*

В рамках межправительственного Соглашения Российской Федерации с Республикой Сенегал о сотрудничестве в области рыболовства и Протоколом первой сессии Российско-Сенегальской Смешанной комиссии по рыболовству в декабре 2012 г. в исключительной экономической зоне Сенегала выполнены научно-исследовательские работы в ходе 59-го рейса СТМ-1704 «АТЛАНТИДА». Главная цель экспедиции заключалась в оценке численности и биомассы эксплуатируемых пелагических видов рыб и исследовании условий среды пелагической экосистемы в ИЭЗ Сенегала.

Цель представленной работы – оценка состояния мезозoopланктона прибрежных вод Сенегала на основе собранных материалов

Материал и методы

Материалом для исследования послужили 30 проб мезозoopланктона, собранных в ходе комплексной тралово-акустической и гидробиологической съемки, выполненной в 59-м рейсе СТМ «Атлантида» в период с 16.12.12 по 27.12.12 в водах побережья Сенегала. Зоопланктонные станции на полигоне съемки располагались над глубинами 20-1000 м на параллельных, ориентированных по широте разрезах, отстоящих друг от друга на расстоянии около 15 миль. На каждом разрезе обычно выполнялось 2-3 станций таким образом, чтобы обеспечить максимальный охват акватории съемки.

Пробы собраны в дневное время суток в поверхностном слое 0-100 м (дно) планктоносборщиком "БОНГО-20" (площадь входного отверстия 0,03 м², фильтрующее сито из капронового газа №38). Методика сбора проб, их камеральной обработки, расчет величин численности и сырой биомассы зоопланктона (экз./м³, мг/м³) статистический анализ материала детально описаны в [2]

Результаты и обсуждение

Фаунистический состав. В пелагиали зоны Сенегала в слое 0-100 м (0-дно) идентифицированы меро- и голопланктонные организмы, относящиеся к следующим крупным таксонам: Polychaeta, Copepoda, Cladocera, Cirripedia, Ostracoda, Stomatopoda, Mysida, Cumacea,

Isopoda, Amphipoda, Euphausiacea, Decapoda, Mollusca (Bivalvia, Gastropoda, Cephalopoda), Echinodermata, Chaetognatha, Cephalochordata, Siphonophorae, Tunicata (Appendicularia, Doliolida, Salpida), икринки и личинки рыб. Среди ветвистоусых ракообразных выявлено три вида: *Penilia avirostris*, *Evadne spinifera* и *Pseudevadne tergestina*. Среди веслоногих ракообразных идентифицировано 76 видов, а также представители четырех родов, которых не удалось определить до вида.

Среди представителей крупных константных таксонов (за исключением Copepoda и Cladocera) повсеместно были распространены щетинкочелюстные и ракушковые ракообразные (табл. 1). Реже встречались десятиногие ракообразные (особенно Luciferidae), аппендикулярии, личинки рыб, гиперииды; на 50-60% исследованной акватории встречались полихеты, эуфаузииды, личинки десятиногих ракообразных, гиперииды. Среди ветвистоусых ракообразных *Penilia avirostris* распространялся более чем на половине исследованной акватории, а *Pseudevadne tergestina* и особенно *Evadne spinifera* играли меньшее значение в фауне (табл. 1).

Из 76 видов веслоногих ракообразных только 25 видов формировали фаунистический фон района, и повсеместно были распространены только 3 вида: *Oithona plumifera*, *Paracalanus indicus* и *Temora styliifera* (табл. 1).

Таблица 1 - Константные таксоны мезозoopланктона в водах побережья Сенегала. Fr – встречаемость, полужирным выделены виды Copepoda

Таксон	Fr, %	Таксон	Fr, %
Chaetognatha	100	<i>Farranula gracilis</i>	75
Ostracoda	100	<i>Temora turbinata</i>	75
<i>Oithona plumifera</i>	100	<i>Calanoides carinatus</i>	69
<i>Paracalanus indicus</i>	100	<i>Oithona similis</i>	69
<i>Temora styliifera</i>	100	<i>Oncaea mediterranea</i>	69
Luciferidae	94	Polychaeta	63
<i>Pareucalanus attenuatus</i>	94	<i>Acrocalanus longicornis</i>	63
<i>Clausocalanus furcatus</i>	88	<i>Calocalanus contractus</i>	63
<i>Oncaea media</i>	88	<i>Centropages velificatus</i>	63
<i>Subeucalanus pileatus</i>	88	<i>Oncaea curta</i>	63
Appendicularia	81	Decapoda (личинки)	56
Pisces (личинки)	81	Euphausiacea	56
<i>Centropages chierchiae</i>	81	<i>Corycaeus speciosus</i>	56
<i>Clausocalanus jobei</i>	81	Pisces (икринки)	56
<i>Corycaeus giesbrechti</i>	81	Hyperiididae	50
<i>Eucalanus monachus</i>	81	<i>Acartia danae</i>	50
<i>Nannocalanus minor</i>	81	<i>Neocalanus gracilis</i>	50
<i>Penilia avirostris</i>	75	<i>Pseudevadne tergestina</i>	50
<i>Euchaeta marina</i>	75		

В батиметрической структуре фауны Copepoda доминировали поверхностные (76%) виды, в биотопической структуре – океанические (40%) и неритическо-океанические (40%) виды, в зоогеографической структуре – преимущественно широкоэкваториальные (84%) и в меньшей степени южноэкваториальные (12%) виды.

Численность и биомасса мезозoopланктона. Средние значения численности и биомассы на акватории исследований составили 13500 ± 4000 экз./м³ и 1050 ± 400 мг/м³, что сопоставимо с показателями развития мезозoopланктона в прибрежных апвеллинговых районах Марокко и Мавритании, характеризующиеся как высокопродуктивные акватории с водами эвтрофного типа [1].

Наиболее интенсивное развитие мезозoopланктона (биомасса превышала 1 г/м³) зафиксировано на севере и на юге района исследований (рис. 1). Такое обилие мезозoopланктона

характерно для гипертрофных вод западного побережья Африки [1].

Первая зона развивалась под действием более холодных и насыщенных биогенными элементами вод прибрежного апвеллинга. Вторая более высокопродуктивная зона была приурочена к менее соленым и насыщенным биогенными элементами прибрежным водам, которые находились под влиянием речного стока Гамбии и Казаманса. В направлении к открытому океану обилие мезозoopланктона снижалось до значений менее 5 тыс. экз./м³ и 200 мг/м³ (рис. 1).

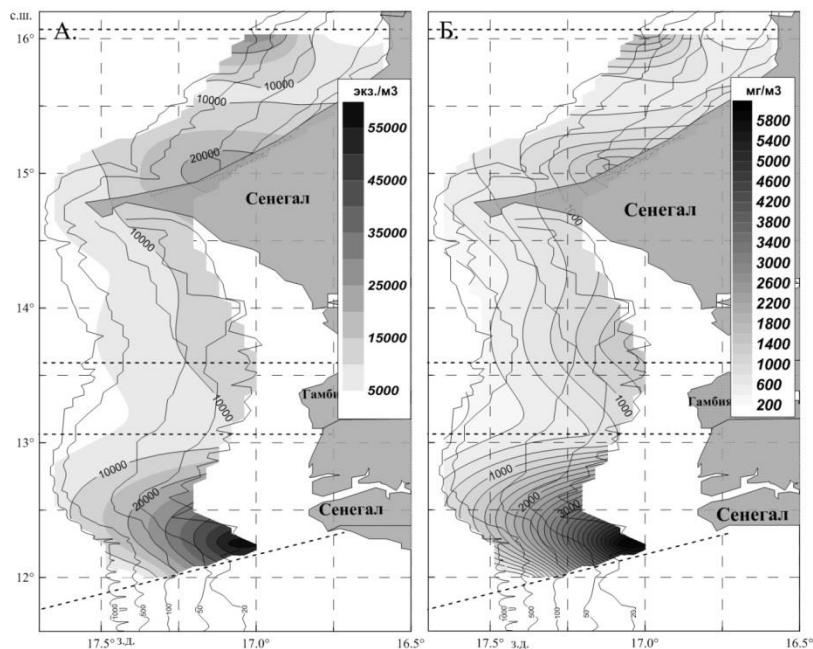


Рисунок 1- Пространственное распределение численности (А), биомассы (Б) мезозoopланктона в слое 0-100 м (0-дно) в прибрежных водах Сенегала

Характер мезомасштабного распределения мезозoopланктона определялся особенностями динамики вод: как правило, локальные участки наиболее интенсивного его развития приурочены к циклонической циркуляции, а адвекция океанических вод в сторону побережья сопровождалась снижением обилия мезозoopланктона.

Структура населения мезозoopланктона. Население мезозoopланктона было сформировано преимущественно неритическими (44%) и неритическо-океаническими (37%) видами. Неритические виды доминировали в прибрежной зоне (рис. 2), а относительная численность океанических видов увеличивалась в сторону открытого океана.

Трофическая структура определялась, главным образом, тонкими фильтраторами (41%) и, в меньшей степени, мелкими хватателями (25%) и грубыми фильтраторами (21%). Относительная численность первых двух трофических групп была максимальна в зонах интенсивного развития мезозoopланктона. Такая трофическая структура обеспечивает наиболее эффективную утилизацию пищевых ресурсов, особенно мелкоклочных видов фитопланктона и бактерий, активно развивающихся в высокопродуктивных зонах.

Основу численности в районе исследований формировали неритический широкоотропический вид *Paracalanus indicus*, неритическо-океанический широкоотропический вид *Oncaea media*, а также науплии р. *Eucalanus* (табл. 2). Основу биомассы создавали ветвистоусые ракообразные *Penilia avirostris*, а также щетинкочелюстные.

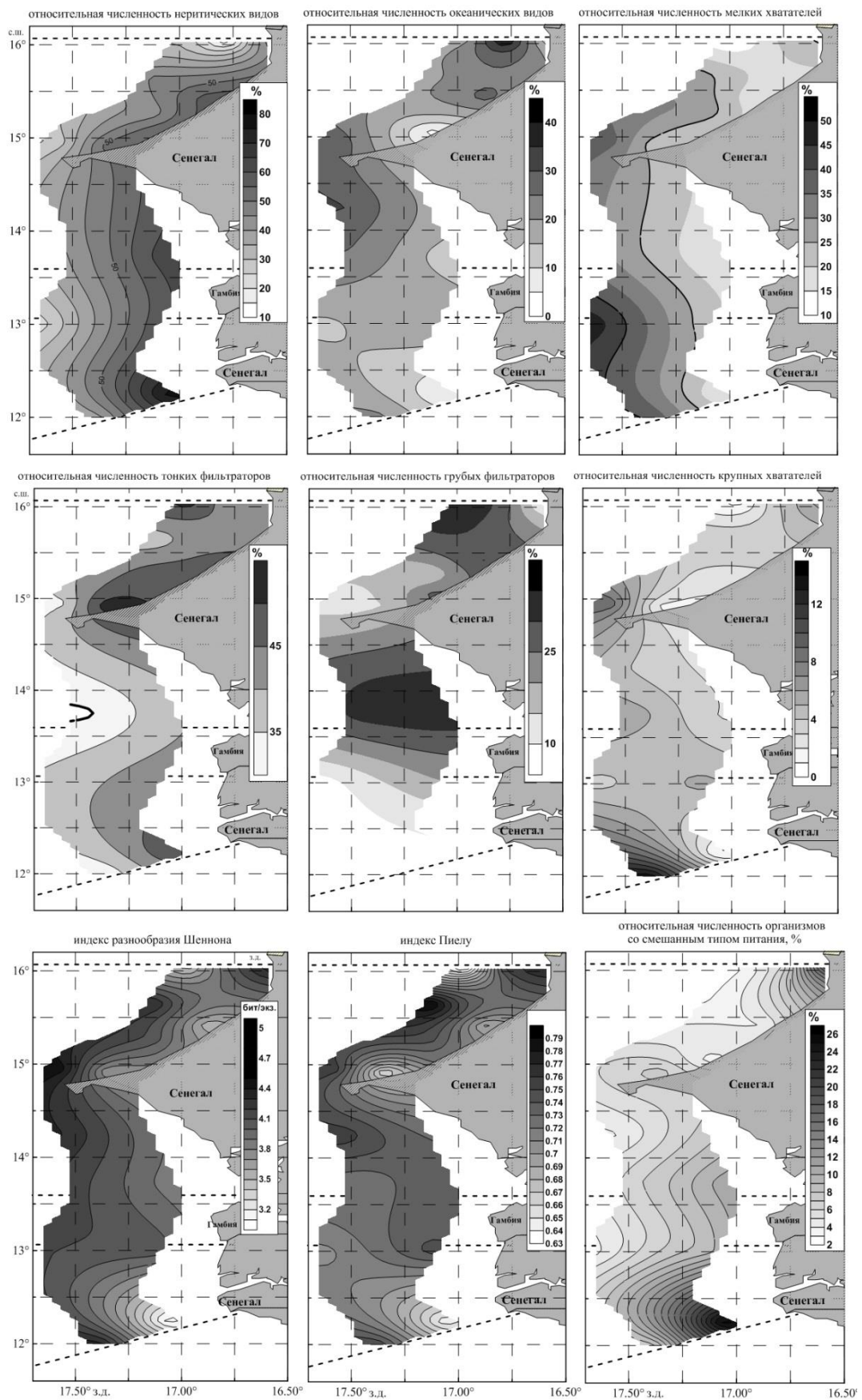


Рисунок 2 - Пространственное распределение биотопических и трофических групп, а также индексов видового разнообразия и выравнивания мезозoopланктона в прибрежных водах Сенегала

Таблица 2 - Относительная численность (N) и биомасса (B) таксонов мезозoopланктона в прибрежных водах Сенегала

Таксон	N, %	Таксон	B, %
Paracalanus indicus	19	Penilia avirostris	20%
Nauplia Eucalanus spp.	8	Chaetognatha	15%
Oncaea media	8	Paracalanus indicus	6%
Temora stylifera	5	Calanoides carinatus	6%
Penilia avirostris	5	Ostracoda	5%
Temora turbinata	4	Temora stylifera	5%
Eucalanus monachus	4	Luciferidae	4%
Ostracoda	3	Eucalanus monachus	2%
Oithona plumifera	3	Euchaeta marina	2%
Прочие	41	Прочие	35%

Список литературы

1. Александров, С.В. Биологическая продуктивность вод прибрежной экосистемы у побережья Северо-Западной Африки в 1994-2004 годах по показателям продукции фитопланктона и содержанию хлорофилла / С.В. Александров // Промыслово-океанологические исследования АтлантНИРО в 2004-2005 годах. Биопродуктивность вод и экология промысловых популяций: сб. науч. тр. / Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Калининград: АтлантНИРО, 2007. - Т.2. - С. 5-16.

2. Лидванов, В.В. Таксономический состав и структура мезозoopланктона у побережья Марокко в 1994-1999 гг. / В.В. Лидванов, С.К. Кудерский, О.Г. Грабко, Е.И. Кукуев, Т.Г. Королькова // Промыслово-биологические исследования АтлантНИРО в 2010-2013 годах. Биопродуктивность вод и экология промысловых популяций: сб. науч. тр. / Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Калининград: АтлантНИРО, 2014. – Т.2. - С. 73-94.

MESOZOOPLANKTON OF THE COASTAL WATERS OF SENEGAL

Lidvanov V., Grabko O.

Atlantic Research Institute of Fisheries and Oceanography, Kaliningrad, Russia, slavalidvanov@mail.ru

*The analysis of the species composition and quantitative characteristics of the mesozooplankton of the coastal waters of Senegal was carried out. Mero- and holoplankton organisms belonging to 23 large taxa have been identified. Among Cladocera, three species are identified; among Copepoda - 76 species, of which only 25 species formed the faunistic background of the area. The average abundance and biomass were $13500 \pm 4000 \text{ ind./m}^3$ and $1050 \pm 400 \text{ mg/m}^3$. The most intensive development of mesozooplankton (biomass exceeded 1 g/m^3) was recorded in the north and in the south of the study area. The basis of the number was formed by *Paracalanus indicus*, *Oncaea media*, and *Nauplius r. Eucalanus*. The basis of biomass was created by *Penilia avirostris* and *Chaetognatha*.*

ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЕ ПИГМЕНТЫ ФИТОПЛАНКТОНА, ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ И ДЕСТРУКЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА НА АКВАТОРИИ НЕВСКОЙ ГУБЫ В ПЕРИОД СТРОИТЕЛЬСТВА ЗАПАДНОГО СКОРОСТНОГО ДИАМЕТРА Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Максимова О.Б.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства им. Л.С. Берга» (ФГБНУ «ГосНИОРХ», Санкт-Петербург, Россия, olgamaximova@mail.ru

Функциональные характеристики фитопланктона и соотношение фотосинтетических пигментов позволяют оценить активность сообщества планктонных водорослей, а в целом – экологическое благополучие водоема.

Основные показатели, используемые в работе для оценки функционального состояния фитопланктона – концентрации хлорофилла «а», хлорофилла «в», хлорофилла «с», каротиноидов, первичная продукция и деструкция органического вещества.

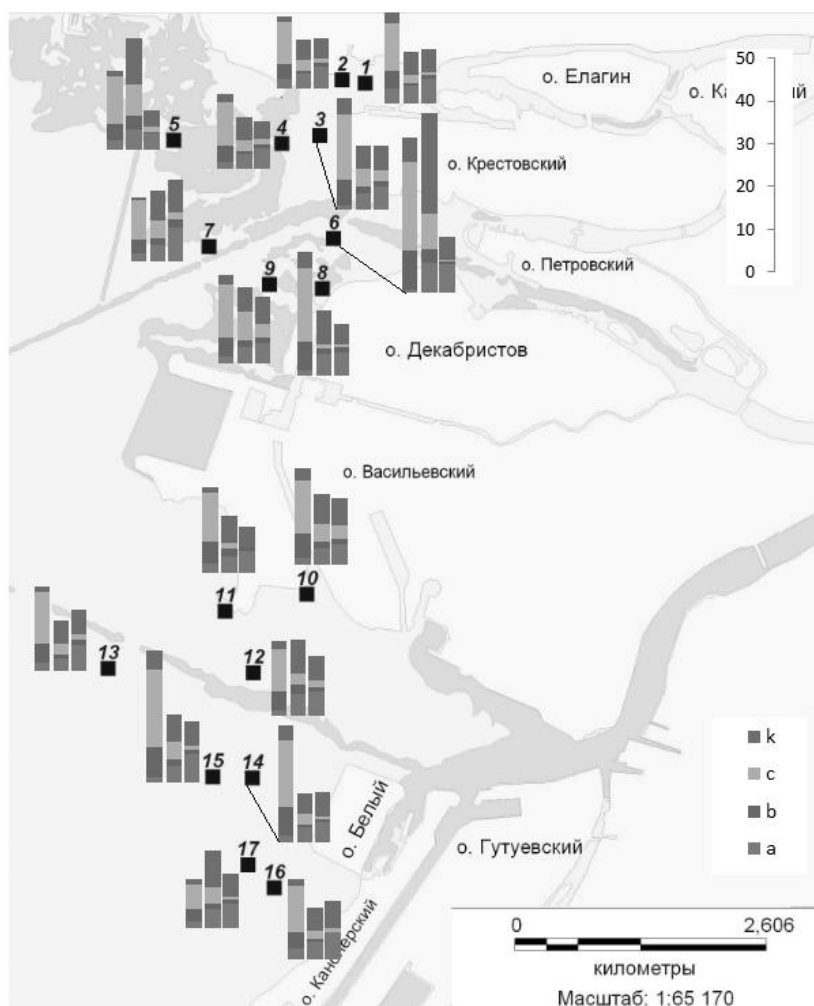


Рисунок 1 - Концентрация хлорофилла «а» (а, мкг/л), хлорофилла «в» (b, мкг/л), хлорофилла «с» (с, мкг/л) и каротиноидов (k, мкг/л) в Невской губе в районе строительства ЗСД в 2015 г. (слева направо: июнь, август, октябрь)

фотосинтетических пигментов в эвфотном слое Невской губы, собранные на 17 станциях в июне, августе и октябре 2015 г. Съёмки выполнялись по стандартной сетке станций в районе строительства Западного скоростного диаметра (ЗСД) и на прилегающей к нему акватории Невской губы (рис. 1).

Станции отбора проб: устьевая часть Большой Невки – ст. 1, 2; Северная Лахтинская отмель – ст. 5; остров Крестовский – ст. 4, 3; Петровский фарватер – ст. 7; устьевая часть Малой Невы – ст. 6, 8, 9; остров Белый – ст. 14, 15; Канонерская отмель – ст. 16, 17; устьевая часть Большой Невы – ст. 10, 11, 12, 13.

Содержание хлорофиллов «а», «в» и «с» определялись в ацетоновом экстракте стандартным спектрофотометрическим методом, рекомендованным ЮНЕСКО [6], каротиноидов (каротин и ксантофиллы) - методом Парсона и Стрикленда [5]. Величина пигментного индекса рассчитывалась как отношение концентраций каротиноидов и хлорофилла «а».

Первичная продукция планктона и деструкция органического вещества определялась в зоне оптимального фотосинтеза, приуроченного в данной акватории к верхнему слою воды. Определение проводилось скляночным методом в кислородной модификации [1] на пяти станциях: 2, 6, 11, 12 и 14.

Для расчета суточного фотосинтеза под 1 м² водоема (ΣA), использовалось уравнение [1]:

$$\Sigma A = K_s A_{opt} S, \quad (1)$$

где ΣA - первичная продукция планктона в столбе воды;

K_s – коэффициент, равный для восточной части Финского залива 0,8 [4];

A_{opt} – суточная скорость фотосинтеза на глубине с оптимальными световыми условиями;

S – прозрачность воды по белому диску Секки, м.

Для расчета суточной деструкции органического вещества под 1 м² полученные величины указанного показателя в поверхностном слое воды умножали на глубину.

Результаты исследования приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1- Средние величины ($\pm SD$) концентрация хлорофилла «а» (а, мкг/л), хлорофилла «б» (b, мкг/л), хлорофилла «с» (с, мкг/л), каротиноидов (k, мкг/л) и пигментного индекса (k/a) в Невской губе в районе строительства ЗСД в июне, августе и октябре 2015 г.

Месяц	a	b	c	k	k/a
Июнь	1,66 \pm 0,49	5,01 \pm 1,31	12,56 \pm 2,87	2,46 \pm 1,10	2,04 \pm 1,50
Август	4,04 \pm 0,65	1,52 \pm 0,53	3,53 \pm 1,61	7,62 \pm 2,46	1,81 \pm 0,30
Октябрь	5,43 \pm 0,71	1,00 \pm 0,30	1,26 \pm 0,70	5,53 \pm 0,70	1,03 \pm 0,12

Таблица 2 - Средние величины ($\pm SD$) первичной продукции планктона (A) и деструкции (D) органического вещества в поверхностном слое и столбе воды, выраженные в углероде, в Невской губе, в районе строительства ЗСД в июне, августе и октябре 2015 г.

Месяц	A мгС/л сут.	D мгС/л сут.	ΣA мгС/м ² сут.	ΣD мгС/м ² сут.	$\Sigma A/\Sigma D$ (мгС/м ²)
Июнь	0,22 \pm 0,16	0,10 \pm 0,00	295 \pm 216	274 \pm 103	1,07
Август	0,23 \pm 0,16	0,12 \pm 0,03	215 \pm 133	236 \pm 85	0,91
Октябрь	0,17 \pm 0,12	0,27 \pm 0,31	149 \pm 110	574 \pm 667	0,25

Концентрация хлорофилла «а» - основного фотосинтетического пигмента фитопланктона, на акватории Невской губы за исследованный период в среднем составила 3,70 мкг/л, она была минимальна в июне (0,61 мкг/л) и максимальна в октябре (7,92 мкг/л) (рис. 1), что несколько ниже средних значений данного пигмента для Невской губы в последнее десятилетие. Это объясняется общими тенденциями снижения количества фотосинтезирующих продуцентов в Финском заливе [2]. В 2012-2015 гг. на исследованной акватории концентрация хлорофилла «а» составляла 3-4 мкг/л, и следовательно, эту акваторию можно отнести к водоемам мезотрофного

типа.

Концентрация хлорофилла «а» в июне по станциям изменялась в 5-6 раз и в среднем имела самое низкое значение за 2015 г. – 1,66 мкг/л, что в пять раз меньше, чем наблюдалось в июне 2014 г. Минимальные значения наблюдались, как и в 2014 г., в устьевой части Малой Невы (ст. 6). Максимальные величины были отмечены в устьевой части Большой Невки (ст. 1).

В отличие от предыдущих лет исследований концентрация вспомогательных пигментов была относительно высокой и определялась как видовым составом фитопланктона, так и негативным воздействием гидростроительства. В июне 2015 г. 26-71% биомассы составляли диатомовые водоросли, содержащие хлорофилл «с». При этом концентрация данного пигмента, как и концентрация хлорофилла «в» (рис. 2) значительно превышала их нормальное содержание в фитопланктоне [3]. Значение пигментного индекса превышало единицу (2,04), что характерно для фитопланктона, находящегося под воздействием негативных факторов.

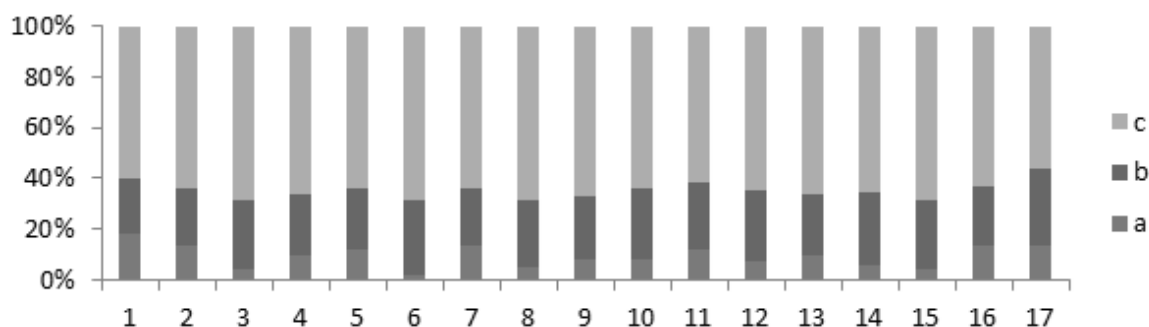


Рисунок 2 – Относительное содержание фотосинтетических пигментов в пробах воды Невской губы в районе строительства ЗСД в июне 2015 г.

Первичная продукция планктона характеризует уровень биологической продуктивности водоема. Скорость фотосинтеза в Невской губе в июне 2015 г. по станциям различалась в 10 раз и в среднем была невысокой (0,22 мгС/л сут), что в целом характерно для данного района. Однако она была в 5 раз ниже данных, полученных в предыдущие годы исследований. Деструкция органического вещества в среднем по станциям в поверхностных водах составляла 0,1 мгС/л и была невысокой, что типично для данного сезона.

В целом, на исследованной акватории скорость образования органического вещества в столбе воды была практически равна скорости его разложения, что не столь характерно для летнего периода, когда должно идти накопление органического вещества. На станциях у о. Белый данное соотношение было максимальным и существенно больше единицы (4,80), что, вероятно, связано с увеличением первичной продукции из-за поступления биогенных веществ со стоком с очистных сооружений, находящихся на о. Белый. Учитывая невысокую концентрацию хлорофилла «а», низкие значения первичной продукции, повышенное содержание вспомогательных пигментов, а также высокие значения пигментного индекса (больше единицы), можно заключить, что фитопланктон находился в депрессивном состоянии и испытывал негативное воздействие от гидростроительства.

Концентрация хлорофилла «а» в августе на акватории Невской губы по станциям изменялась незначительно (в 2-2,5 раза) и в среднем имела невысокое значение – 4,04 мкг/л (см. рис. 1). Однако она была в два раза ниже, чем в предыдущий год исследований и приблизительно равна данным, полученным в 2013 г. Минимальные концентрации хлорофилла «а» наблюдались в устье Большой Невы (ст. 12), максимальные – в устье Малой Невы (ст. 6).

В этот период зарегистрирована относительно высокая концентрация вспомогательных пигментов (рис. 3), и значение пигментного индекса превышало единицу, что указывает на негативное влияние гидростроительства, однако этот процесс был менее выражен, чем в июне.

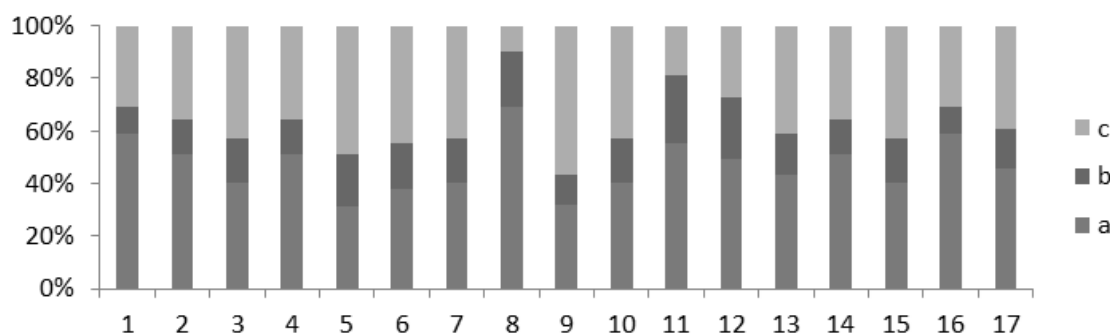


Рисунок 3 – Относительное содержание фотосинтетических пигментов в пробах воды Невской губы в районе строительства ЗСД в августе 2015 г.

Скорость фотосинтеза в Невской губе в августе 2015 г. различалась по станциям в 5 раз, и ее среднее значение было практически таким же, как в июне и в предыдущие годы исследований (0,23 мгС/л сут). Деструкция органического вещества по станциям различалась в 2 раза и в среднем была невысокой (0,12 мгС/л сут) относительно предыдущего года исследований, когда, благодаря высоким значениям температуры воды, она достигала 0,44 мгС/л сутки. В целом, на исследованной акватории скорость образования органического вещества в столбе воды была, как и в июне, практически равна скорости его разложения, что, как уже упоминалось, не столь характерно для летнего периода.

Учитывая невысокую концентрацию хлорофилла «а», низкие значения первичной продукции, повышенное содержание вспомогательных пигментов, а также высокие значения пигментного индекса (больше единицы), можно заключить, что в августе фитопланктон находился в депрессивном состоянии и испытывал негативное воздействие гидростроительства, но в меньшей степени, чем в июне.

Концентрация хлорофилла «а» в октябре на акватории Невской губы в районе исследований по станциям изменялась незначительно (в 2-2,5 раза) и в среднем имела самое высокое значение за сезон – 5,43 мкг/л, что в два раза превышает данные, полученные в предыдущие годы исследований. Минимальное и максимальное значения хлорофилла «а» (ст. 5 и 7, соответственно) отмечались в устьевой зоне Малой Невы, на станциях, расположенных мористее, что, по-видимому, обусловлено особенностями гидрологического режима данного участка. В отличие от летнего периода концентрация вспомогательных пигментов (рисунок 4) и значение пигментного индекса на исследованной акватории в октябре было низким, что свидетельствует об активном функциональном состоянии фитопланктона.

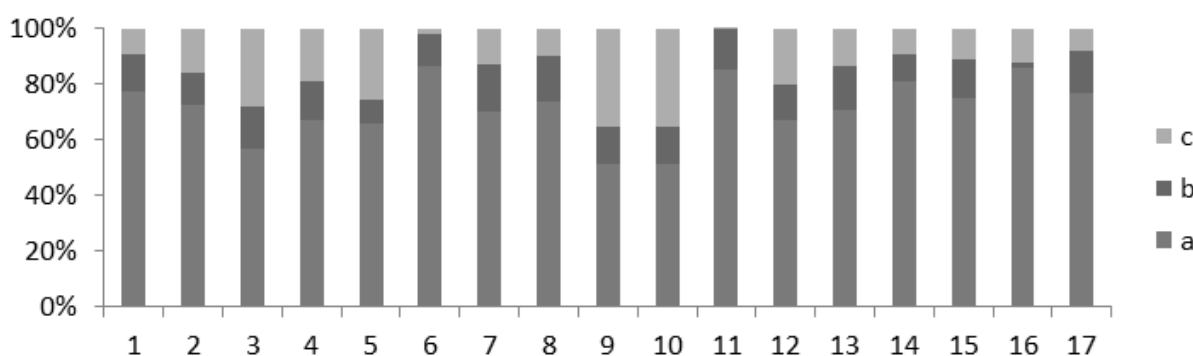


Рисунок 4 – Относительное содержание фотосинтетических пигментов в пробах воды Невской губы в районе строительства ЗСД в октябре 2015 г.

Скорость фотосинтеза в Невской губе в октябре 2015 г. по станциям изменялась в 4 раза и в среднем была чуть меньше, чем в летний период, что, в общем, характерно для осеннего сезона. Деструкция органического вещества в октябре увеличилась в 2-3 раза, что обусловлено

запускаемыми процессами самоочищения водной толщи в осенний период. Скорость образования органического вещества в столбе воды было значительно ниже скорости его разложения, что характерно для осеннего периода. Учитывая высокую концентрацию хлорофилла «а», низкие значения вспомогательных пигментов, значение пигментного индекса и первичной продукции можно заключить, что фитопланктон находился в нехарактерном для осеннего периода физиологически активном состоянии, что вероятно вызвано его стимуляцией дополнительными порциями биогенов, поступающих в водоем при гидростроительстве. Такая реакция фитопланктона на гидростроительство наблюдается при снижении интенсивности последнего. Однако были отмечены тенденции запуска процесса осеннего самоочищения водоема.

В целом, среднее значение концентрации хлорофилла «а» в Невской губе в 2015 г. составило 3,71 мкг/л - почти столько же, сколько в 2012, 2013 и 2014 гг.

В 2015 г функциональные характеристики фитопланктона, как и в предыдущие годы исследований во время строительства ЗСД (2013-2014 гг.), изменялись как в зависимости от вегетационного сезона, так и под воздействием гидростроительных работ. В 2012 г. были отмечены только сезонные изменения.

В июне и августе 2015 г. фитопланктон находился в депрессивном состоянии под воздействием гидростроительства, при этом в августе оно было менее выражено, что в целом повлияло на баланс органического вещества в столбе воды, выразившись в отсутствие характерного для летнего сезона процесса накопления органики в водоеме.

В октябре, несмотря на повышенную активность фитопланктона, обусловленную стимулирующим воздействием гидростроительных работ, баланс органического вещества в столбе воды был отрицательным, что характерно для осеннего сезона.

Таким образом, функциональные характеристики фитопланктона в период исследований изменялись как под воздействием сезонных изменений, происходящих в фитопланктоне, так и под воздействием строительства ЗСД. Средние значения первичной продукции и концентрации хлорофилла «а» в период исследований существенно не отличались от данных за предыдущие годы и были близки к минимальным пределам их межгодовых колебаний. Учитывая величину указанных показателей, всю обследованную акваторию можно отнести к водоемам мезотрофного типа.

Список литературы

1. Бульон, В.В. Первичная продукция планктона внутренних водоемов. / В.В. Бульон. - Ленинград: Наука, 1983. - 150 с.
2. Максимов, А.А. Режимная перестройка экосистемы восточной части Финского залива вследствие инвазии полихет *Marenzelleria arctica* / А.А. Максимов, Т.Р. Еремина, Е.К. Ланге, Л.Ф. Литвинчук, О.Б. Максимова // Океанология. 2014. - Т. 54. - №1. - С. 52–59.
3. Максимова, О.Б. Функциональные характеристики фитопланктона в районах гидростроительства / О.Б. Максимова // Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон ЭКОГИДРОМЕТ Материалы VI междунар. конф. (2-4 июля) – Санкт-Петербург: Изд-во РГГМУ, 2012 - 180с.
4. Шишкин, Б.А. Основные характеристики биоты вершины Финского залива и ее роль в формировании качества воды / Б.А. Шишкин, В.Н. Никулина, А.А. Максимов, Н.И. Силина. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1989.– 95с.
5. Parsons, T.R. Discussion of spectrophotometric determination of marine-plant pigments with revised equations for ascertaining chlorophylls and carotinoides / Parsons T.R., Strickland J.D.H. // – J. Mar. Res., - 1963 - Vol. 21. - P. 155–163.
6. Report of SCOR- UNESCO working group 17 on determination of photosynthetic pigments, june 4-6, 1964. UNESCO, Paris. – 1964 - 12 p.

PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS OF PHYTOPLANKTON, PRIMARY PRODUCTION AND DESTRUCTION OF ORGANIC MATTER IN THE WATER AREA OF THE NEVA BAY DURING THE CONSTRUCTION OF THE WESTERN HIGH-SPEED DIAMETER) ST. PETERSBURG

Maximova O.B.

Functional characteristics of phytoplankton changed under the impact of seasonal changes in the phytoplankton, and under the impact of the WHSD construction. Area of construction refers to the waters of mesotrophic type.

УДК [597-169:576.895.3]

МИКРОБНАЯ ОБСЕМЕНЕННОСТЬ СУДАКА ПРИ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ЕГО ИНВАЗИРОВАННОСТИ *Achtheres percarum*

¹Обухова О.В., ²Ларцева Л.В.

¹ ФГБОУ ВО Астраханский государственный технический университет, Астрахань, Россия, E-mail: obuhowa-ov@yandex.ru

² ФГБОУ ВО Астраханский государственный университет, Астрахань, Россия, E-mail: lartsevaolga@mail.ru

В природе не существует так называемых «чистых» биосистем и подавляющее большинство явлений, наблюдаемых в естественных условиях гидросистем, являются результатом эволюционно сложившихся форм существования различных представителей этих систем, часто состоящих из разных систематических групп [2, 4].

Микроорганизмы характеризуются широким диапазоном толерантности к абиотическим факторам водоемов, адаптацией к низким и высоким температурам, содержанию кислорода в воде и ее рН. Они обладают миксотрофным, автотрофным и биотрофным типом питания. При этом могут вступать в многообразные связи с другими сочленами своего биоценоза [13].

Между тем, как в естественных условиях, так и в условиях искусственного разведения рыб, часто возникают различные заболевания, порой смешанной этиологии [8]. Если в естественных водоемах массовая гибель от различных заболеваний рыб происходит относительно редко, то в условиях аквакультуры по отдельным возрастным группам рыб она может достигать 100% [6, 7]. В рыбоводстве резистентность рыб к болезнетворным агентам значительно снижена, что во многом определяется условиями ее содержания, а также стресс-факторами (перепады температуры воды, кислородного режима, многофакторное антропогенное загрязнение и т.д.). В результате повышается обсемененность воды и рыбы, обуславливая различные бактериозы. В то же время, изменение микробного ценоза свидетельствует о нарушениях в технологиях выращивания рыбы или их резервирования в прудах или бассейнах [1, 11].

В связи с вышеизложенным, изучение взаимодействия некоторых паразитов рыб, в частности, *Achthtres percarum* (Nordmann, 1832), паразитирующего на жабрах судака в сочетании с его микробной обсемененностью, актуально и важно как для рыболовства, так и при искусственном разведении рыб, поскольку работы такого плана немногочисленны.

Ахтериоз судака инициирует паразитический рачок вида *Achtheres percarum* (Nordmann, 1832), относящийся к семейству Lernaerodidae. Локализуется он в жаберной и ротовой полости рыб, его тело имеет уплощенную грушеовальную форму с сегментацией на брюшной стороне, при этом длина тела самца 1,5 – 2,0 мм, самки – 3,0 – 5,0 мм. В его передней части головогруды расположен мощный фиксаторный аппарат в виде крупной присоски. *A. percarum* относится к веслоногим ракообразным, имеет прямое развитие с метаморфозом и ярко выраженным половым

диморфизмом [3].

Ахтериоз распространен повсеместно: от севера (оз. Ладожское, Белое) до юга России (дельта р. Волги), отмечен в естественных водоемах и в условиях аквакультуры [8].

Заражение рыб происходит в вегетационный период с ярко выраженной сезонностью, при которой первый пик инвазии формируется с конца апреля до начала июня; второй – с конца августа до начала ноября, что совпадает с сезонными миграциями судака. На Главном и Белинском банках ахтериоз регистрировали ежегодно у 1,6 - 6,25% обследованных рыб, при интенсивности инвазии 11-34 экз. С 1998 по 2000 гг. данное заболевание отмечали только на Главном банке в среднем у 2% обследованных судаков, при интенсивности инвазии 18-64 экз. С 2003г. пораженные судаки стали встречаться на Белинском банке, что было обусловлено, гидролого- гидрохимическим режимом в дельте Волги [9]. С 2000г. выявили изменение локализации рачка: у 72,0% инвазированных судаков были поражены не только жабры, но и ротовая полость [11, 16].

Результаты паразитологического мониторинга, проведенного в дельте и авандельте р. Волги в 2009-2014гг., позволил установить широкое разнообразие различных паразитарных сообществ обследованных промысловых видов рыб. При этом, крустацеоз, инициируемый паразитическими копеподами *A. reicatum*, был выявлен у судака только в 2009-2010 гг. со всеми клиническими проявлениями и патогенезом. Интенсивность инвазии варьировала от 12 до 19 ракообразных. Численность поддерживалась за счет их локализации у 75% инвазированных рыб, кроме жаберного аппарата, в ротовой полости и глотке. С 2011г. уровень инвазии судака этим ракообразным стал соответствовать бессимптомному паразитоносительству [5].

Проведенный гистологический анализ показал, что в местах локализации рачков отмечена деформация филаментов и респираторных ламелл, которые были значительно укорочены, иногда полностью отсутствовали, помимо этого отмечена воспалительная инфильтрация эпителия клетками крови. Все выявленные изменения приводили к ухудшению газообмена и нарушению кровоснабжения в жабрах, что в свою очередь, способствует развитию гипоксии ткани и снижению жизнеспособности особи. При этом снижался темп роста и упитанность рыбы, которая становилась более чувствительной к различным стрессовым факторам внешней среды и поверженной воздействиям вторичных инфекций: бактериозам, микозам [10].

Анализ материала, проведенного в 1999-2000 гг., выявил достоверные различия среди показателей красной крови, так и морфологии форменных элементов сильно- и слабопораженных рыб. При увеличении зараженности судака патогенным рачком, в первую очередь, реагировали эритроциты, среди которых появились группы молодых клеток – базофильные, полихроматофильные и оксифильные нормобласты, а также гипохромные эритроциты, свидетельствующие о слабом насыщении гемоглобином. С повышением интенсивности инвазии доля клеток с дегенеративными изменениями увеличивалась. Патологические изменения эритроцитов (анизоцитоз, наличие клеток в состоянии митотического деления) могли быть вызваны ухудшением газообмена у рыб. Значительные изменения установлены по некоторым биохимическим показателям – при сильной инвазии в мышцах судака уровень белка понизился на 30,0%, сульфидгидрильных групп – на 12,0% [10, 11].

В Астраханской области судака активно используют для искусственного воспроизводства, при этом длительное выдерживание производителей, заготовленных с осени, в зимовальных прудах, бассейнах, приводит к значительной гибели рыбы [14]. В связи с этим, особое внимание уделяется микробиологическим показателям обсемененности жабр судака в динамике от заготовки производителей осенью на тоне до окончания зимовки в прудах. Установлено, что при слабой зараженности ахтериозом обсеменность жабр составляла $9,5 \times 10^4$ КОЕ/г, при интенсивной инвазии, она была на два порядка выше - $6,4 \times 10^6$ КОЕ/г.

В результате наших исследований, было установлено, что обсеменность жабр перезимовавших рыб, при одном уровне инвазированности (не более 4 рачков) составляла $4,7 \times 10^5$ КОЕ/г, что было на порядок выше осенних показателей: $9,5 \times 10^4$ КОЕ/г. Качественный состав микрофлоры больных и здоровых рыб был идентичен. При этом, доминирующими видами в воде и рыбе были представители сем. *Enterobacteriaceae* ($24,6 \pm 0,3$ и $26,5 \pm 0,3\%$), родов *Aeromonas*

($20,4 \pm 0,4$ и $21,1 \pm 0,4\%$), *Pseudomonas* ($17,7 \pm 0,6$ и $18,3 \pm 0,6\%$) и *Flavobacterium* ($16,5 \pm 0,5$ и $14,9 \pm 0,6\%$), соответственно. Причем, в жабрах рыб и воде они часто выделялись в ассоциациях с другими микроорганизмами, дрожжами и грибами.

Следует отметить, что ихтиопатологическое состояние судака в дельте р. Волги в течение многих лет остается напряженным. Он уязвим для дерматофибросаркомы, высок процент заболеваемости ахтериозом [5, 10, 11, 16]. Следовательно, в сочетании с антропогенезом, резистентность судака, особенно при искусственном его разведении, значительно снижена, о чем свидетельствует его повышенная микробная обсемененность при зимнем резервировании в прудах [15]. Обращает на себя внимание достоверное увеличение в воде и рыбе в этот период грампозитивной микрофлоры (бацилл) в $2,2 \pm 0,8$ и $2,4 \pm 0,7$ раза, соответственно, и представителей микофлоры рр. *Alternaria*, *Aspergillus* и *Penicillium*, которые в среднем в этих биотопах, составляли в $2,4 \pm 0,7$ и $2,8 \pm 0,8$ раза, соответственно. При этом следует отметить, что выделенные микромицеты контаминировали исследуемые органы рыб только в виде спор и конидий, их активные структуры отсутствовали.

Осенью, во время заготовки производителей судака для рыбоводных целей, все представители микробиоценоза весьма активны [15]. В связи с этим, условно-патогенная микрофлора, имеющая высокий патогенный потенциал, существенно отягощает у рыб патологический процесс, обусловленный ахтериозом. Следовательно, весенняя заготовка производителей этого вида рыб была бы предпочтительнее и проходила бы с меньшими потерями рыб. При заготовке производителей судака для рыбоводных целей необходимо просматривать жабры рыб на наличие рачков. При выявлении характерной картины заболевания сильно пораженных особей следует выбраковывать.

Полученные данные свидетельствуют об актуальности совместных исследований в области паразитологии и бактериологии, которые дополняют знания по эпизоотической обстановке на водоеме.

Список литературы

1. Авдеева, Е.В. Оценка эпизоотического состояния форелевого рыбоводного хозяйства «Прибрежное» (Калининградская об.) / Е.В. Авдеева, О.В. Казимирченко // Проблемы иммунологии, патологии и охраны здоровья рыб: материалы III Междунар. конф., Борок, (18–22 июля 2011). Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2011. - С. 267–268.
2. Балашов, Ю.С. Паразитизм и экологическая паразитология / Ю.С. Балашов // Паразитология, 2011. - Т.45. - №2. – С.81-93.
3. Бауэр, О.Н. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР / О.Н. Бауэр. - Ленинград: Наука, 1987. – 583с.
4. Бухарин, О.В. Инфекция – модельная система ассоциативного симбиоза // Микробиология, эпидемиология и иммунология / О.В. Бухарин. - Москва, 2009. № 1. С. 83–86.
5. Володина, В.В. Инвазионные заболевания промысловых видов рыб дельты Волги / В.В. Володина, А.В. Конькова, Е.А. Воронина // Рыбное хозяйство, 2015. - №4. – С. 91-93.
6. Воронин, В. Н. Болезни рыб в аквакультуре России: практ. Руководство / В.Н. Воронин, Е.В. Кузнецова, Ю.А. Стрелков, Н.Б. Чернышова. - Санкт-Петербург: ГОСНИОРХ, 2011. - 263с.
7. Головин, П. П. Стресс рыб и его связь с эпизоотическим благополучием рыбоводных хозяйств России / П.П. Головин // Эпизоотологический мониторинг в аквакультуре: состояние и перспективы: расш. материалы Всерос. науч.- практ. конф. Москва: Россельхозакадемия, 2005. - С. 27–29.
8. Головина, Н. А. Ихтиопатология / Н.А. Головина, Ю.А. Стрелков, В.И. Воронин, П.П. Головин: учеб. 2-е изд. Москва: Колос, 2010. - 512 с.
9. Кагунин, Д.Н. Гидроэкологические основы формирования экосистемных процессов в Каспийском море и дельте реки Волги / Д.Н. Кагунин // Астрахань. Изд-во КаспНИИР, 2014.- 478с.
10. Ларцева, Л.В. Современное состояние Волго-Каспийского бассейна по инвазионным заболеваниям рыб / Л.В. Ларцева, Л.А. Вьюшкова, В.В. Проскурнина, И.А. Лисицкая, С.Ю.

Касаева // Мат-лы Межд. конф. «Современные проблемы Каспия», посвященной 105-летию КаспНИРХ. Астрахань, 2002. - С. 176-182.

11. Ларцева, Л.В. Состояние паразитофауны и микрофлоры гидробионтов Волго-Каспийского региона на рубеже XXI века / Л.В. Ларцева, В.В. Проскурина // Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2003. – 80с.

12. Ларцева, Л.В. Клинико-гистопатологическая характеристика инвазионных заболеваний рыб дельты Волги / Л.В. Ларцева, В.В. Проскурина, А.В. Дубовская // Проблемы патологии, иммунологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов. Тез.докл. Всерос. научно-практ. конф. Москва: Россельхозакадемия, 2003. – С. 72-74.

13. Литвин, В. Ю. Природная очаговость болезней: развитие концепции к исходу века / В.Ю Литвин, Э.И. Коренберг // Паразитология, 1999. - №3. 33. - С.179-191

14. Мищенко, А.В. Созревание обыкновенного судака (*Zander lucioperca*) в искусственных условиях на естественном температурном режиме р. Бахтемир / А.В. Мищенко, А.Б. Бегманова, И.А. Богатов, А.А. Калашникова // Мат-лы III межд. научно-практической конф. молодых ученых «Комплексные исследования биол. ресурсов южных морей и рек (25-27.09.2012г.) – Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2012. – С.81.

15. Обухова, О.В. Микробиоценоз воды и судака (*Sander lucioperca*) в дельте р. Волги / О.В. Обухова, Л.В. Ларцева. - Санкт-Петербург: Проспект Науки, 2015. - 224с.

16. Проскурина, В.В. Распределение и экологические особенности инвазий промысловых рыб в дельте Волги: сб. научных трудов Болезни рыб / В.В. Проскурина. - Москва: Компания Спутник, 2004.- Вып. 79. – С.131-138.

MICROBIAL SEPARATION OF SUDAC WITH DIFFERENT DEGREE OF ITS INVASION ACHTHERES PERCARUM

Obukhova O. V., Larctseva L. V.

The article presents data on microbiological contamination of zander pikeperch of a natural population in the delta of the Volga River at different degrees of its invasion by the parasitic Achtheres percarum crustacean.

УДК 595.384, 57.063.6

РАЗМЕР ЗРЕЛЫХ ООЦИТОВ КАК ОДИН ИЗ ПАРАМЕТРОВ СОЗРЕВАНИЯ САМОК КРЕВЕТОК, ЕГО СВЯЗЬ С ЭКОЛОГИЕЙ ВИДОВ

Судник С.А.

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: svetlana.sudnik@klgtu.ru

Экология репродуктивного процесса – важнейший аспект исследования экологии креветок, поскольку вся совокупность процессов и явлений, связанных с размножением, играет ведущую роль в формировании численности, смертности, особенностей функциональной структуры ареала, поведения и т.д. [5]. Единовременная откладка яиц у креветок [7] позволяет считать размер зрелых ооцитов одним из основных количественных параметров созревания репродуктивной системы самок креветок. В работе сравниваются размер зрелых ооцитов у преднерестовых самок креветок двух групп, отличающихся в эволюционном плане (наименее специализированных и наиболее древних пенеоидных (надсемейство Penaeoidea) и каридных креветок (инфраотряд Caridea) – более специализированной молодой группы) [2] и экологически (есть зарывающиеся, эпибентосные донные, придонные и пелагические виды). Цель работы – описать вариации размера зрелых у креветок из разных таксономических и экологических групп.

Материал: данные биоанализов 200 преднерестовых самок 9 пенеоидных и 14 каридных видов из разных экологических групп, литературные сведения по размеру зрелых ооцитов у самок еще 27 видов (18 из Penaeoidea и 9 из Caridea). В целом, анализируемые виды Penaeoidea принадлежат к 6 семействам (Benthescymidae, Aristeidae, Penaeidae, Sergestidae Solenoceridae и Sicyoniidae), каридных – к 8 семействам (Nematocarcinidae, Acanthephyridae, Oplophoridae, Pasiphaeidae, Pandalidae, Crangonidae, Atyidae и Procarididae) (таблица). Материал собран различными промысловыми и научными орудиями лова в экспедициях Управления «Запрыбпрозраведки», «АтлантНИРО» и ИО АН СССР в Атлантическом, Индийском, Тихом и Южном океанах в периоды 1963-1964, 1966, 1969-1989, 1996, 1999, 2004-2005 гг. и с официального разрешения передан автору на обработку. Экологические группы видов: 1. зарывающиеся шельфа (**З/Ш**); 2. зарывающиеся кромки шельфа (**З/КШ**); 3. зарывающиеся материкового склона (**З/МС**); 4. эпибентосные шельфа (**ЭБ/Ш**); 5. эпибентосные кромки шельфа (**ЭБ/КШ**); 6. эпибентосные материкового склона (**ЭБ/МС**); 7. придонные материкового склона (**ПД/МС**); 8. эпи-, мезо- и батипелагические (**ЭП**, **МП** и **БП**). Длина тела самок (ДТ) измерялась от орбит рострума до заднего края тельсона, с точностью до 0,5 мм. Ооциты, фиксированные формалином, чаще имеют полигональную форму; у каждой самки измерялся размер 10 ооцитов вдоль их длинной оси с точностью до 0,01 мм, и подсчитывался средний размер зрелого ооцита (РЗО).

В общем, РЗО изменялся от 0,2 мм (**МП**) *G. brevirostris* до 6,4 мм (**М-БП**) *G. marsupialis* (таблица 1). У видов Penaeoidea РЗО варьировался от 0,15-0,2 мм (**ПД**) батипелагический *A. antennatus* и пелагический *G. brevirostris* до 0,68 мм (**З/КШ**) *S. membranacea* и (**Э-МП**) *F. danae*). Виды сем. Penaeidae можно разделить на 3 группы: 1. РЗО небольшой (0,25-0,35 мм при ДТ 98-336 мм): *P. atlantica*, *P. longirostris*, *P. stylifera*, *M. dobsoni*, *F. duorarum*, *F. aztecus*, *L. setiferus*, *L. vannamei*, *F. monodon*, *M. japonicus*, *T. curvirostris* – (**З/Ш**), обитающие от уреза воды до глубин **КШ** (кроме *P. longirostris*, **КШ** и верхняя часть **МС**) [17-19,21-26,29-32]; 2. средний РЗО (0,35-0,45 мм при ДТ 139-240 мм): *M. kerathurus*, *F. notialis*, *F. indicus*, *F. merguensis*, *F. semisulcatus*, *M. stebbingi* – (**З/Ш**) виды [1,16,18,20,22,26]; 3. наибольший РЗО (0,45-0,7 мм): *F. danae* с РЗО до 0,68 мм при ДТ до 90 мм – (**ЭП** и **МП**), днем опускается до 500-1200 м [10].

В сем. Sergestidae у интерзонального (**МП**) *S. robusta* РЗО – 0,28 мм при ДТ до 84 мм). В сем. Solenoceridae РЗО – 0,35-0,65 мм при ДТ 77-138 мм: *S. membranacea*, *S. africana* – (**З/Ш**) и (**З/КШ**) на глубине 30-550 м [7]. В сем. Sycionidae у (**З/Ш**) *S. ingentis* РЗО – около 0,22 мм при ДТ 105 мм. В целом, у пенеоидных видов РЗО небольшой (до 0,68 мм), изменчив у видов из разных семейств, внутри семейств у разных родов; у видов одного рода, также как и у одного вида из разных районов ареала (таблица, [12,31]). Возможно, наибольший среди Penaeoidea РЗО у *F. danae*, объясняется уходом фунхалий от своих прибрежных донных родственников в мезопелагиаль и усилением заботы о потомстве через возникновение эмбрионизации.

У видов Caridea РЗО изменялся от 0,3-0,4 мм (**ЭБ/МС**) *N. gracilipes*, *P. ascensionis* из морских пещер и (**ЭБ/КШ**) *P. edwardsii* до 4,98-6,4 мм (**М-БП**) *G. marsupialis*). В сем. Nematocarcinidae РЗО – 0,30-0,6 мм при ДТ 68-104 мм: *N. gracilipes*, *N. africanus* – (**ЭБ/МС**) креветки [4], что, близко к таковому у большинства пенеоидид. У пелагических каридид РЗО значительно больше, чем у нематокарцинид. В сем. Acanthephyridae у (**БП**) *A. purpurea* с ДТ 60 мм РЗО – 0,9 мм, – 0,9-3,18 мм при ДТ до 63 мм. В сем. Oplophoridae РЗО – около 3,2-3,3 мм при ДТ 54-63 мм: интерзональный (на глубине 50-4500 м) *S. debilis*, (**МП**) *S. pellucida*, (**М-БП**) *O. spinosus*. В сем. Pasiphaeidae РЗО – 1,3-6,4 мм при ДТ 52-172 мм: у пасифей и *P. sulcatifrons* РЗО – не более 2,15 мм – (**М-БП**) креветки; у интерзонального (**БП**) (до 1560 м) *G. marsupialis* РЗО 6,4 мм – наибольший как среди пасифейд, так и среди всех исследованных креветок.

В сем. Pandalidae РЗО варьировался от 0,4 мм (у бореально-арктического *P. borealis*) до 1,31 мм (у субтропически-тропического *P. edwardsii*) при ДТ 51-160 мм – (**ЭБ**) и (**ПД**) (**КШ**) и верхней части (**МС**). В сем. Crangonidae у соразмерных (**З/МС**) *M. jackueti* и *P. gracilis* (ДТ до 40 мм) РЗО – 0,5-1,48 мм. В сем. Atyidae у пресноводной (**ЭБ**) *N. denticulata* РЗО – 0,82 мм при ДТ 30 мм [23]. У прибрежных *P. ascensionis* (сем. Procarididae) из подводных пещер, соединяющихся с морем, РЗО составил 0,3 мм при ДТ до 25 мм [15], что среди каридид сравнимо только с РЗО у более крупного *N. gracilipes* – (**ЭБ/МС**), а из пенеоидид – с РЗО многих видов из разных семейств

(таблица 1). Величина РЗО варьирует у каридных видов шире, чем у пенеидных креветок – в 16-21 раз, в отличие от 3-4 раз – у вторых. Она также изменчива у видов из разных семейств и внутри семейств у разных родов.

Таблица – Размер зрелого ооцита у преднерестовых самок креветок (РЗО), мм

Семейство	Вид	Макс. ДТ, мм	Кол-во	Макс. РЗО, мм	Авторы
Aristeidae	<i>Aristeus antennatus</i>	220	—	0,15	[27]
	<i>Aristeus varidens</i>	165	—	0,25	[3]
	<i>Aristaeomorpha foliacea</i>	225	—	0,41	[27]
	<i>Aristaeopsis edwardsiana</i>	239	2	0,35	ориг.
Benthescymidae	<i>Gennadas brevirostris</i>	33	1	0,2	ориг.
Penaecidae	<i>Melicertus kerathurus</i>	225	3	0,4	ориг., [18]
	<i>Parapenaopsis atlantica</i>	140	2	0,3	ориг.
	<i>Parapenaopsis stylifera</i>	145	—	0,35	[22,26]
	<i>Parapenaeus longirostris</i>	186	3	0,34	ориг., [11]
	<i>Farfantepenaeus notialis</i>	160	—	0,44	[1]
	<i>Farfantepenaeus duorarum</i>	280	—	0,32	[17,18,21]
	<i>Farfantepenaeus aztecus</i>	236	—	0,28	[17,18,21]
	<i>Fenneropenaeus indicus</i>	228	—	0,38	[22,26]
	<i>Fenneropenaeus semisulcatus</i>	228	—	0,45	[20]
	<i>Fenneropenaeus merguensis</i>	240	—	0,4	[22,26]
	<i>Fenneropenaeus monodon</i>	336	—	0,3	[24,29]
	<i>Litopenaeus setiferus</i>	235	—	0,29	[17,18,21]
	<i>Litopenaeus vannamei</i>	230	—	0,3	[25]
	<i>Metapenaeus stebbingi</i>	139	—	более 0,35	[16]
<i>Metapenaeus dobsoni</i>	130	—	0,32	[22,26]	
<i>Marsupenaeus japonicus</i>	200	—	0,29	[19,32]	
<i>Trachysalambria curvirostris</i>	98	—	0,27-0,35	[16,31]	
	<i>Funchalia danae</i>	90	3	0,68	ориг.
Sergestidae	<i>Sergia robusta</i>	84	2	0,28	ориг.

Окончание таблицы

Семейство	Вид	Макс. ДТ, мм	Кол-во	Макс. РЗО, мм	Авторы
Solenoceridae	<i>Solenocera membranacea</i>	81	2	0,65	ориг.
	<i>Solenocera africana</i>	138	2	0,35	ориг.
Sycionidae	<i>Sycionia ingentis</i>	105	—	0,22	[14]
Nematocarcinidae	<i>Nematocarcinus gracilipes</i>	86	2	0,35	ориг.
	<i>Nematocarcinus africanus</i>	104	—	0,6	[4]
Acanthephyridae	<i>Acanthephyra purpurea</i>	60	1	0,9	ориг.
Oplophoridae	<i>Oplophorus spinosus</i>	54	1	3,26	[9]
	<i>Systellaspis debilis</i>	63	11	3,31	[8]
	<i>Systellaspis pellucida</i>	60	13	3,24	ориг.
Pasiphaeidae	<i>Glyphus marsupialis</i>	172	1	6,4	[6]
	<i>Pasiphaea multidentata</i>	103	6	2,15	ориг.
	<i>Pasiphaea semispinosa</i>	52	9	1,34	ориг.
	<i>Pasiphaea sivado</i>	60	9	1,60	ориг.
	<i>Parapasiphaea sulcatifrons</i>	98	16	3,88	[28]
Pandalidae	<i>Heterocarpus gibbosus</i>	100	4	1,11	ориг.
	<i>Heterocarpus sibogae</i>	104	20	1,17	ориг.
	<i>Pandalus borealis</i>	130	79	1,31	[12]
	<i>Pandalus montagui</i>	160	—	0,6	[13]
	<i>Plesionika heterocarpus</i>	51	16	0,56	ориг.
	<i>Plesionika edwardsii</i>	77	2	0,4	ориг.
	<i>Plesionika ensis</i>	80	3	0,62	ориг.
	<i>Plesionika martia</i>	84	8	0,61	ориг.
Crangonidae	<i>Parapontophilus gracilis</i>	40	2	0,5	ориг.
	<i>Metacrangon jackueti</i>	36	1	1,48	ориг.
Atyidae	<i>Neocaridina denticulata</i>	30	—	0,82	[23]
Procarididae	<i>Procaris ascensionis</i>	25	—	0,3	[15]

У каридных видов одного рода РЗО может быть сравним (у пелагических *Systellaspis*, у (ЭБ) *Plesionika*, (ПД) *Heterocarpus*, а может варьироваться в 1,5-4 раза: у (ЭБ) *Nematocarcinus*,

пелагических *Pasiphaea*, (**ЭБ**) *Pandalus*, также как и у одного вида из разных районов ареала [12]. Холодноводные виды продуцируют более крупные яйца в более высоких широтах [8,14]. Можно сделать вывод, что, внутри крупных таксонов креветок (*Penaeoidea* и *Caridea*) размер зрелого ооцита – экологическая характеристика.

Поскольку размер яиц может существенно отличаться у близко родственных видов, он должен быть объектом значительного давления отбора, для которого важны история вида (филогенетическое положение), особенности оплодотворения, длина эмбриона и период его развития до начала питания, размер яйца и содержание в нем органики [30].

Размер зрелых ооцитов, яиц отражает степень заботы самок креветок о потомстве: слабо развитую – у пенеидных креветок, откладывающих многочисленные мелкие яйца в воду, из которых вылупляются слабо развитые планктотрофные личинки – науплии; и хорошо развитую заботу о потомстве – у каридных креветок, в большинстве своем вынашивающих относительно крупные яйца на плеоподах, из которых вылупляются хорошо развитые лецитотрофные личинки – зоэа.

Список литературы

1. Буруковский, Р. Н. Некоторые аспекты оогенеза у розовой креветки (*Penaeus duorarum*) / Р. Н. Буруковский // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. – Ленинград, 1970. – № 6. – Т. LVIII. – С. 56-66.
2. Буруковский, Р. Н. Об эволюционном процессе у креветок (Crustacea, Decapoda, Natantia) / Р. Н. Буруковский // Проблемы гидробиологии и ихтиопатологии: сб. трудов / Калининград: Изд-во «КГТУ», 2003. – С. 33–43.
3. Буруковский, Р. Н. Некоторые аспекты оогенеза креветки *Aristeus varidens* Holthuis 1952 (Decapoda, Aristeidae) / Р. Н. Буруковский, С. А. Судник // Зоологический журнал. – Москва, 2004. – Т. 83. – N 3. – С. 288-298.
4. Буруковский, Р. Н. Оогенез и созревание яичников как базис репродуктивной стратегии самок креветки *Nematocarcinus africanus* Crosnier et Forest 1973 (Crustacea, Caridea, Nematocarcinidae) / Р. Н. Буруковский, С. А. Судник // Science and world. ISSN 2308-4804. – 2014. – №12(16). – Vol. II. – С. 16-24.
5. Касьянов, В. Л. Репродуктивная стратегия морских двустворчатых моллюсков и иглокожих / В. Л. Касьянов. – Ленинград: Наука, 1989. – 179 с.
6. Судник, С. А. Оогенез креветки *Glyphus marsupialis* Filhol, 1884 (Decapoda, Pasiphaeidae) / С.А. Судник // Морские промысловые беспозвоночные и водоросли: биология и промысел. К 70-летию со дня рождения Б. Г. Иванова: труды ВНИРО. Москва: Изд-во «ВНИРО», 2007. – Т. 147. – С. 237-253.
7. Судник, С. А. Экологические аспекты репродуктивных стратегий креветок / С. А. Судник // Диссер. на соискание уч. степени канд.биол.наук. Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ». – 2008. – 313 с.
8. Судник, С.А. Созревание яичников глубоководной пелагической креветки *Systellaspis debilis* (A. Milne Edwards, 1881) (Crustacea: Decapoda: Caridea) / С.А. Судник // XI Междунар. науч. конф. «Современные проблемы использования потенциала морских акваторий и прибрежных зон»: материалы; в 2-х ч. / под ред. А.В. Семенова, Н.Г. Малышева, Ю.С. Руденко. Москва: ЧОУВО «МУ им. С.Ю. Витте», 2015. – Ч. 1. ISBN 978-5-9580-0201-6 2015. – С. 242-257.
9. Судник, С. А. Некоторые аспекты биологии креветки *Oplophorus spinosus* (Brulle, 1839) (Caridea: Oplophoridae) в восточно-атлантических водах / С.А. Судник, Пожидаев Е.Н. // III Балтийский морской форум. Междунар. науч. конф. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов»: труды. Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2015. С. 140–143.
10. Судник, С.А. Созревание самок пелагической креветки *Funchalia danae* Burkenroad, 1940 (Crustacea: Decapoda: Penaeoidea) / С.А. Судник // II Междунар. конф. «Актуальные проблемы планктонологии»: тезисы докладов. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2015. – С. 83-85.

11. Судник, С.А. Созревание самок промысловой креветки *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) (Crustacea, Decapoda, Penaeoidea) / С.А. Судник // Промысловые беспозвоночные: VIII Всероссийская научная конференция по промысловым беспозвоночным: материалы докладов. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2015. – С. 130-134.
12. Allen, J. A. On the biology of *Pandalus borealis* Kroyer, with reference to a population off the Northumberland coast / J. A. Allen // U. K., J. Mar. Biol. Assoc. – U. K., 1959. – Vol. 38. – P. 189-220.
13. Allen, J. A. Observations on the biology of *Pandalus montagui* (Crustacea: Decapoda) / J. A. Allen // U. K., J. Mar. Biol. Assoc. – U. K., 1963. – Vol. 43. – P. 665-682.
14. Clark W. H. Egg production, release and activation in the marine shrimp, *Sycionia ingentis* / W. H. Clark, M. C. Pillai // Crustacean egg production. – 1991. – № 7. – P. 3-8.
15. Felgenhauer, B. E. Reproductive morphology of the anchialine shrimp *Procaris ascensionis* (Decapoda: Procarididae) / B. E. Felgenhauer, L. G. Abele, W. Kim // Journal of crustacean biology. – 1988. – № 8(3). – P. 333-339.
16. Gab-Alla, A. A.-F. A. Biology of penaeid prawns in the Suez Canal lakes / A. A.-F. A. Gab-Alla, R. G. Hartnoll, A. -F. Ghobashy // Marine biology. – 1990. – № 107. – P. 417-426.
17. Guitart, B. Estadíos de maduraciòn gonadal en las especies comerciales importantes del género *Penaeus* en el banco de campeche / B. Guitart, Quintana M.A. // Rev. cubana invest. pesq. – 1978. – № 1. – P. 82-126.
18. Heldt, J. H. La reproduction chez les Crustacés Décapodes de la famille des Penaeides / Heldt J. H. // Annales Inst. Océanogr. Monaco. – 1938. – Vol. 18. – № 2. – P. 31-206.
19. Hudinaga, M. Reproduction, development and rearing of *Penaeus japonicus* Bate / M. Hudinaga // Japan. Jour. Zool. – 1942. – Vol. 10. – № 2. – P. 305-393.
20. Khayat, M. Molecular characterization and high expression during oocyte development of a shrimp ovarian cortical rod protein homologous to insect intestinal peritrophins / M. Khayat, P. J. Babin, B. Funkenstein, M. Sammar, H. Nagasawa, A. Tietz, E. Lubzens // Biology of reproduction. – 2001. – № 64. – P. 1090-1099.
21. King, J. E. A study of the reproductive organs of the common marine shrimp, *Penaeus setiferus* (Linnaeus) / J. E. King // Biological Bulletin. – 1948. – № 94. – P. 244-262.
22. Kirkegaard, I. Synopsis of biological data on the banana prawn *Penaeus merguensis* de Man 1888 / I. Kirkegaard, D. J. Tuma, R. H. Walker / CSIRO Fisheries and oceanography. – 1970. – Fisheries Synopsis. – № 8. – 36 p.
23. Oh, C.-W. Reproduction and population dynamics of the temperate freshwater shrimp, *Neocaridina denticulata* (De Haan, 1844) in a Korean Stream / Oh C.-W., Ma C.-W., Hartnoll R.G. // Crustaceana. – 2003. – № 76 (8). – P. 993-1015.
24. Peng, W. Preliminary study on the artificial propagation of *Penaeus monodon* in ponds in pond stock / W. Peng, X. Yijang, C. Cunli [et al.] // Transactions of the Chinese crustacean society. – 1992. – № 3. – P. 136-144.
25. Quackenbush, L. S. Yolk synthesis in the marine shrimp, *Penaeus vannamei* / L. S. Quackenbush // Amer. Zool. – 2001. – № 41. – P. 458-464.
26. Rao, P. V. Maturation and spawning of the penaeid prawns of the southwest coast of India / P. V. Rao // Proc. World Scientific Conference on the Biology and Culture of Shrimps and Prawns. / Fao fisheries Rep. – 1968. – № 57. – Vol. 2. – P. 285-302.
27. Relini, L. O. Oogenesis and fecundity in bathial penaeid prawns, *Aristaeus antennatus* and *Aristaeomorpha foliacea* / L. O. Relini, M. Semeria // Rapp. Comm. int. Mer Médit. – 1983. – № 28 (3). – P. 281-284.
28. Sudnik, S. Maturation, fecundity and embryos development in three deep-water shrimps (Decapoda: Caridea: Pasiphaeidae, Ophlophoridae) along the mid-Atlantic Ridge from Iceland to the Azores / S. Sudnik, T. Falkenhaus // Arthropoda selecta. – 2015. – № 24(4). – P. 401-416.
29. Tan-Fermin, J. D. Ovarian maturation stages of the wild giant tiger prawn, *Penaeus monodon* Fabricius / J. D. Tan-Fermin, R. A. Pudadera // Aquaculture. Elsevier Science Publishers B.V. –

Amsterdam, 1989. – № 77. – P. 229-242.

30. Vance, R. R. On reproductive strategies in marine benthic invertebrates / R. R. Vance // *The American naturalist*. – 1973. – Vol. 107. – № 955. – P. 339-352.

31. Yamada, R. Growth and reproductive biology of the small penaeid shrimp *Trachysalambria curvirostris* in Tokyo Bay / R. Yamada, K. Kodama, T. Yamakawa, T. Horiguchi, I. Aoki // *Marine Biology*. – 2007. – № 151. – P. 961-971.

32. Yano, I. Oocyte development in the kuruma prawn *Penaeus japonicus* / I. Yano // *Marine Biology*. – 1988. – № 99. – P. 547-553.

THE SIZE OF MATURE OOCYTES AS ONE OF THE PARAMETERS OF FEMALE MATURATION IN SHRIMPS, ITS RELATIONSHIP WITH THE SPECIES ECOLOGY

Sudnik S.

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, e-mail: svetlana.sudnik@klgtu.ru

Within two shrimp macrotaxons (Penaeoidea u Caridea) the size of mature oocytes is mainly an ecological characteristic. The size of mature oocytes shows in shrimps the level of parental care: low – in Penaeoidea and high – in Caridea.

УДК 574.583 (261.243)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕАКЦИИ ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ЭКОСИСТЕМЫ (ФИТОПЛАНКТОН, ЗООПЛАНКТОН, МАКРОЗООБЕНТОС) ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ФИНСКОГО ЗАЛИВА НА ТЕХНОГЕННЫЕ НАГРУЗКИ

Суслопарова О.Н.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства им. Л.С. Берга» (ФГБНУ «ГосНИОРХ»). Санкт-Петербург, Россия, olga_susloparova@mail.ru

Введение

Восточная часть Финского залива со времен начала строительства Санкт-Петербурга испытывает техногенный пресс, масштабы которого особенно сильно возросли в конце 90-х гг. прошлого века и начале текущего.

В последние два десятилетия на акватории Финского залива наиболее масштабные гидротехнические работы связаны со строительством новых морских портов: МТП Усть-Луга в Лужской губе, МП Высоцк в Выборгском заливе, МТП Приморск в проливе Бьеркезунд, ПП «Морской фасад» и ММПК «Бронка» в Невской губе, а также с завершением строительства Комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений, строительством Западного скоростного диаметра. На акватории залива регулярно выполняются эксплуатационные дноуглубительные работы по поддержанию глубин каналов и фарватеров существующих портов с дампингом грунта в подводные отвалы, а так же добыча песка на подводных месторождениях.

Строительство всех основных объектов связано с разработкой и складированием грунта (дноуглубление, подводная добыча нерудных полезных ископаемых, прокладка и засыпка траншей, дампинг грунта на подводные отвалы и пр.).

Основные факторы воздействия на водные биоресурсы при дноуглублении и дампинге грунта: разрушение или нарушение донных биотопов, изменение структуры грунта, повышение мутности воды, изменение химизма воды при попадании и растворении в воде захороненных в грунте и освобожденных при его разработке химических веществ, изменение газового режима и

т.п.

Все виды воздействия на водный объект в той или иной степени влияют на видовой состав, структуру и количественные показатели обитающих в них водных биологических ресурсов. Реакции водных сообществ на факторы воздействия зависят как от характера и интенсивности воздействия, так и от состава, структуры и биологических особенностей гидробионтов.

Материал и методы

Мониторинг водных биологических ресурсов и среды их обитания в восточной части Финского залива в районах наиболее масштабныхстроек, осуществляемых на его акватории, проводится ФГБНУ «ГосНИОРХ» на протяжении уже почти 20 лет.

Основные сообщества гидробионтов, которые исследовались в рамках мониторинга: фитопланктон, зоопланктон, зообентос. Для отбора и обработки проб использовалось стандартное оборудование и общепринятые методики.

Интегральные пробы фитопланктона объемом 0,5 л отбирались батометром Паталаса в трофогенном слое, фиксировалась раствором Утермеля. Численность фитопланктона подсчитывалась в камере "Нажотта" объемом 0,01 мл, биомасса определялась счетно-объемным методом. Пробы зоопланктона отбирались количественной планктонной сеткой Джели (входное отверстие диаметром 18 см, сито № 64) тотально (от дна до поверхности), фиксировались 2-4% формалином. Материал обрабатывался счетно-весовым методом с определением размерно-возрастного состава популяции каждого вида. Пробы макрозообентоса отбирались дночерпателем Петерсена с площадью захвата 0,025 м². Пробы, отмытые от грунта с использованием сита № 23, фиксировались 4% формалином.

Результаты и обсуждение

Основной негативный фактор при их производстве гидротехнических работ - повышенная мутность воды, может оказывать на фитопланктон разнонаправленное воздействие. Отрицательное влияние мутности на фитопланктон происходит за счет снижения прозрачности воды, а также механического воздействия взмученных частиц. Положительное воздействие повышения мутности воды обусловлено обогащением воды биогенными элементами из перемещаемых донных отложений.

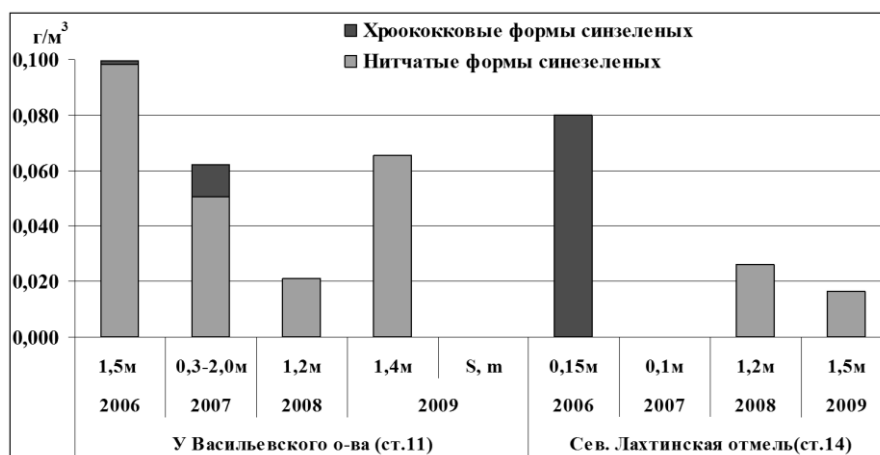
Негативное воздействие на фитопланктон выражается в снижении числа видов (в 1,5-5 раз по сравнению с исходным состоянием – перед началом интенсивных работ)

Ингибирующее влияние проведения работ в наибольшей степени сказывается на нитчатых синезеленых и диатомовых. На участках акватории с прозрачностью воды менее 15 см происходит замещение нитчатых синезеленых хроококковыми, а нитчатых диатомовых другими формами данной таксономической группы (рис. 1).

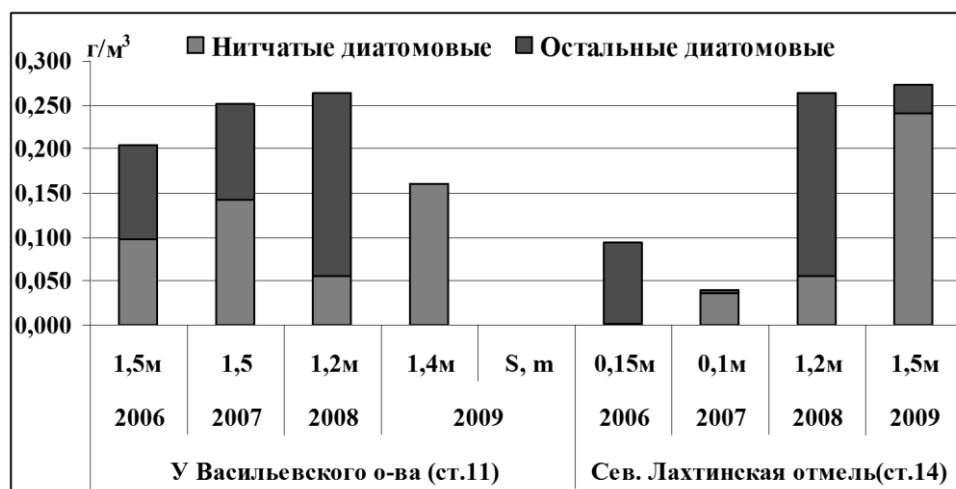
Для фитопланктона акваторий в районах проведения гидротехнических работ характерно снижение доли синезелёных и повышение - миксотрофных водорослей, в частности, криптофитовых.

Производство дноуглубительных работ и дамлинг грунта практически всегда приводит к обеднению и изменению видового состава фитопланктона, однако, во многих случаях существенного негативного влияния на его обилие не прослеживается.

В период интенсивного строительства порта в Лужской губе (имеющей свободный водообмен с Финским заливом) биомасса фитопланктона в районе дноуглубления была незначительно ниже, чем на остальной акватории губы. В то же самое время на подводном отвале биомасса в результате обогащения воды биогенными элементами из перемещаемых донных отложений (так называемый эффект удобрения) превышала таковую, и в районе дноуглубления, и на других участках губы.



А



Б

Рисунок 1 - Замещение синезеленых водорослей (*Planktothrix agardhii* и др.) хроококковыми формами (*Aphanothese clathrata* и др.) (А) и угнетение нитчатых диатомовых водорослей (виды р.*Aulacoseira*) (Б) в Невской губе в период интенсивного строительства ПП «Морской фасад» в 2006 и 2007 гг.

Иная реакция фитопланктона была отмечена в мелководной Невской губе, имеющей крайне ограниченный водообмен с Финским заливом, при строительстве ПП «Морской фасад», когда на протяжении всех лет строительства биомасса сообщества была 1,5-7 раз ниже фоновых. Средняя за сезон ее величина в 2006-2008 гг. не превышала 0,5 г/м³ даже в ранее наиболее продуктивном районе - Южной Лахтинской отмели, где обычно они в летний период равнялись 3,0-3,5 г/м³. Практически в течение трех лет отсутствовали весенние пики в сезонной динамике биомассы.

Производство любых гидротехнических работ вызывает сокращение числа видов зоопланктона во всех основных таксономических группах, в наибольшей степени - коловраток, в несколько меньшей – кладоцер. Из состава группы массовых видов выпадают беспанцирные коловратки и мелкие кладоцеры. Несмотря на некоторое обогащение видового состава зоопланктона за счет придонных форм общее сокращение числа видов в сообществе, по сравнению с исходным, достигает 45 - 60 %.

В районе строительства порта Усть-Луга число видов зоопланктона убавилось в 3-4 раза: с 145 в 1994 до 46 в 2003, 37 и 39 - в 2008 и 2011 гг., соответственно. В группе коловраток отмечались только панцирные коловратки.

В последние годы особенно четко изменения зоопланктона проявлялись при строительстве ММПК «Бронка» в юго-западной части Невской губы, где обычно планктонное

сообщество характеризуется наиболее высоким для губы обилием. В августе 2014 г. на участках с концентрацией взвешенных веществ от 236 до 985 мг/л было отмечено полное исчезновение коловраток (рис. 2).

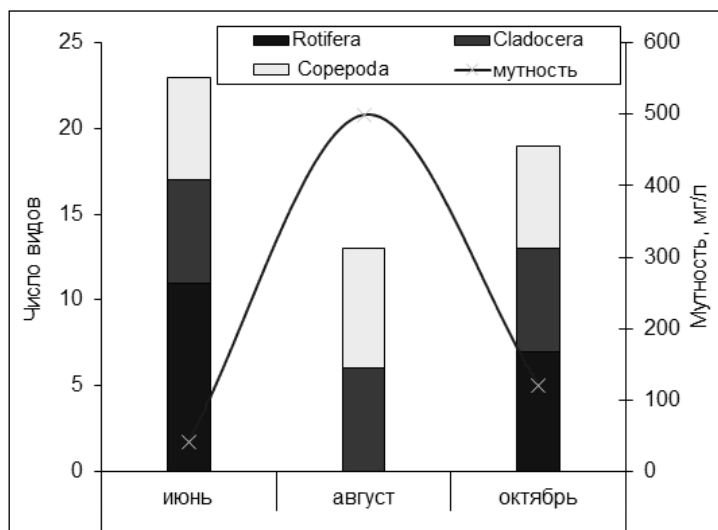


Рисунок 2 - Изменение числа видов зоопланктона в 2014 г. в районе строительства ММПК «Бронка»

Изменение видового состава приводит к изменению соотношения основных функциональных групп сообщества, которое выражается в сокращении доли «мирных» - седиментаторов (большинство коловраток) и фильтраторов (большинство клadoцеры и часть копепод) и возрастании доли «хищников» (крупные каланоиды и циклопы), более устойчивых к внешним воздействиям.

Кроме того, в сообществе увеличивается средний размер особи вследствие сокращения доли мелкоразмерной фракции зоопланктона (коловратки, мелкие клadoцеры, молодь копепод) и изменение естественной временной динамики размерной структуры сообщества (рис. 3).

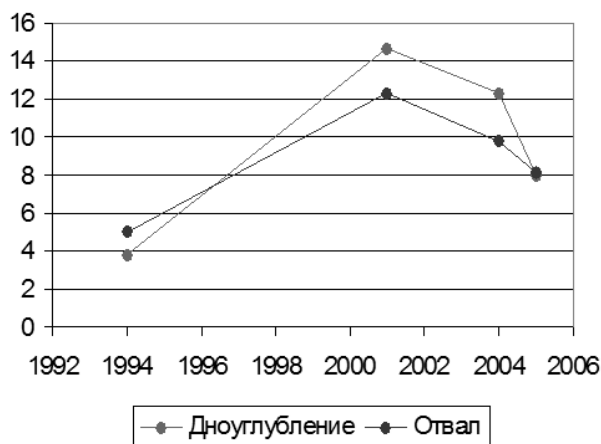


Рисунок 3 - Средняя масса особи (мкг/экз.) в зоопланктоне Лужской губы в районах дноуглубления и подводного отвала грунта до начала (1994 г.) и в период строительства МТП Усть-Луга (2001-2005 гг.)

В местах с повышенной мутностью воды численность и биомасса зоопланктона снижается, по сравнению с исходными величинами, с кратностью от двух до нескольких десятков, а в некоторых случаях и сотен раз, что отмечалось в период наиболее сильного техногенного пресса на экосистему Невской губы при строительстве ПП «Морской фасад» в 2006-2008 гг.

В указанные годы биомасса зоопланктона не превышала $0,05 \text{ г/м}^3$, а в 2007 г. среднелетняя биомасса в районе Южной Лахтинской отмели упала до крайне низких величин - $0,016 \text{ г/м}^3$.

В 2014 и 2015 гг. значительное снижение численности и биомассы зоопланктона отмечено в районе строительства ММПК «Бронка». На станциях с концентрацией взвешенных веществ более 600 мг/л снижение биомассы составило до двух порядков величин при полном отсутствии коловраток и сокращении на этих станциях доли клadoцеры до 7 раз. В зонах максимальных концентраций взвешенных веществ численность и биомасса зоопланктона упали до нижней границы многолетних количественных значений ($6-10 \text{ тыс.экз./м}^3$; $0,07-0,08 \text{ г/м}^3$), отмеченных для данного района Невской губы (рис. 4).

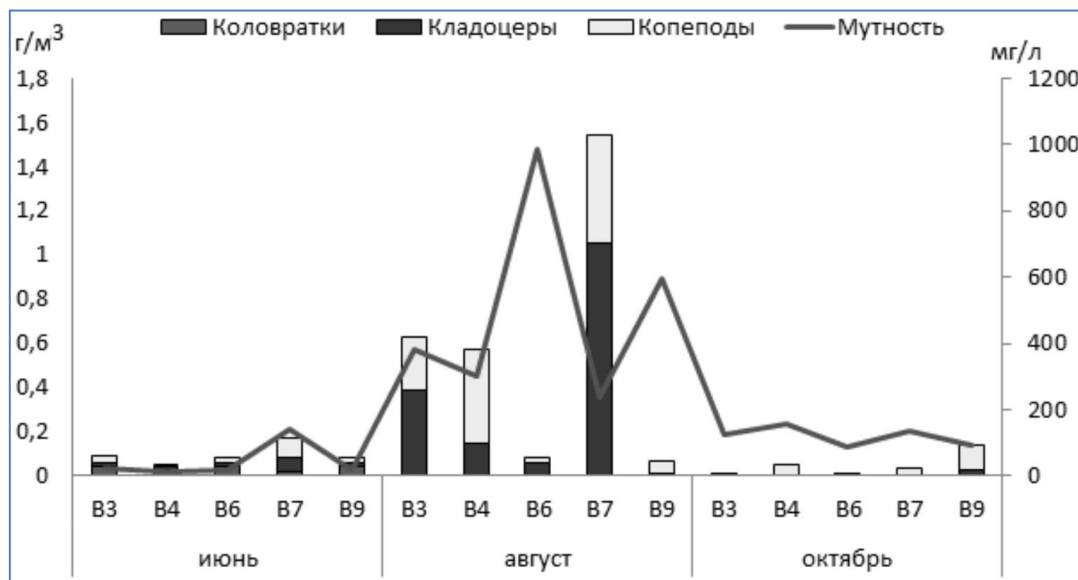


Рисунок 4 - Распределение биомассы зоопланктона по станциям в районе строительства ММПК «Бронка» в 2014 г.

При производстве гидротехнических работ основными негативными факторами для зообентоса, в отличие от планктона, служит не столько повышенная мутность воды, как разрушение донных биотопов при изъятии грунта или его сбросе. Как в районах дноуглубительных работ, так и дампинга резко снижается (до полного отсутствия) количество видов, составляющих зообентос. Из состава сообщества в первую очередь исчезают моллюски, а также вторичноводные животные, такие как хирономиды.

Так, в 2014 г. ММПК «Бронка» в Невской губе общее для района исследований число видов уменьшилось с июня по октябрь в 1,5 раза. Видовое богатство снизилось практически во всех группах, за исключением олигохет, в наибольшей степени - в группе моллюсков (2,7 раз) и хирономид (1,7 раз). На участках, расположенных вблизи территории порта, произошло почти полное выпадение моллюсков, личинок хирономид, ручейников и некоторых других, зообентос был представлен 5 видами, из которых 4 вида – олигохеты (рис. 5).

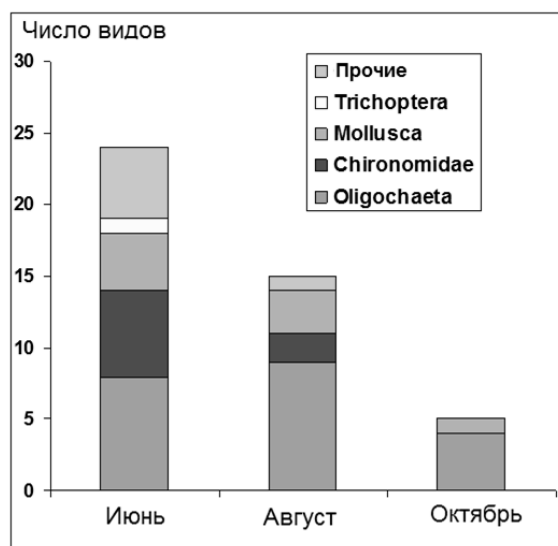


Рисунок 5 - Изменение числа видов зообентоса в районе строительства ММПК «Бронка» в 2014 г.

Степень воздействия на зообентос в значительной степени зависит от биологических особенностей организмов.

В Лужской губе снижение обилия зообентоса происходило по мере возрастания интенсивности строительных работ и расширения площадей производства работ. В 2006 -2008 гг. уровень развития зообентоса был крайне низок, на обширных площадях в районе строительства порта бентос вовсе отсутствовал.

Ситуация изменилась с массовым появлением в восточной части Финского залива чужеродных видов полихет. В Лужской губе практически исчезли участки акватории, лишённые бентоса, а биомассы его возросли, достигая даже в районе расположения порта 5 г/м² и более. На некоторых участках залива в районах подводных месторождений песка, где их разработка осуществляется ежегодно, к осени зообентос бывает представлен только полихетами *Marenzelleria sp.*

Снижение обилия макрозообентоса к зиме в районах производства гидротехнических работ противоречит естественной сезонной динамике - нарастание биомассы сообщества к осени по мере соматического роста организмов.

Особенно беден зообентос по видовому составу и количественно на действующих подводных отвалах. Этим бентос отличается от зоопланктона, показатели которого на глубоководных отвалах меняются менее значительно, и фитопланктона, у которого даже может происходить стимуляция развития за счет поступления в воду с грунтом биогенов (эффект удобрения).

Выводы

Реакция планктонных и донных сообществ гидробионтов на техногенные факторы во многом сходны и заключаются в следующем:

- снижение общего числа видов, численности и биомассы, а зообентоса - до полного исчезновения локально;

- смена доминантов - в фитопланктоне уменьшается доля нитчатых синезеленых и диатомовых, в зоопланктоне – седиментаторов и фильтраторов, в первую очередь беспанцирных коловраток и мелких кладоцер, в зообентосе - моллюсков и вторичноводных животных, например, хирономид;

- нарушение сезонного хода динамики численности и биомассы сообщества - не отмечается весенних и летних пиков в планктоне, не происходит возрастания биомассы зообентоса к осени.

ECOLOGICAL ASPECTS OF THE REACTION OF THE MAIN COMPONENTS OF THE ECOSYSTEM (PHYTOPLANKTON, ZOOPLANKTON, MACROZOBENTOS) OF THE EASTERN PART OF THE GULF OF FINLAND INTO TECHNOGENIC LOADS

Susloparova O. N.

The response of planktonic and benthic communities to technogenic factors are largely similar: decrease in the total number of species, abundance and biomass, change of the dominants, distortion of the seasonal dynamics of number and biomass.

УДК: 591.524.11:597.585.1(262.5)

КОРМОВАЯ БАЗА БЫЧКОВ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ КЕРЧЕНСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Терентьев А.С., Семик А.М., Милованов А.И.

Керченский филиал («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ», 298300, Керчь, Свердловка, 2

Численность кормового зообентоса бычков в юго-восточной части Керченского полуострова была 220 ± 33 экз./м², биомасса – $8,4 \pm 1,5$ г/м². Основную роль в нем играли мелкие двустворчатые моллюски, а также полихеты и ракообразные.

Семейство бычковых (Gobiidae) являются наиболее многочисленным по количеству видов в ихтиофауне Черного моря. Здесь отмечено 28 видов этого семейства [1]. Многие из этих видов широко распространены вдоль всего ченоморского побережья и у некоторых его районов именно бычки составляют основу донной ихтиофауны, особенно в узкоприбрежной зоне. Бычки встречаются на все донных биотопах и в каждом играют значительную роль как одни из основных потребителей макрозообентоса.

В настоящей работе приводится характеристика видового состава бычков и количества их кормового зообентоса в районе у юго-восточной части Керченского полуострова в зависимости от пространственного положения, глубины и типа биотопа.

Материал и методика

В работе были использованы материалы, собранные в июне - октябре 2015 г. Пробы отбирались дночерпателем ДЧ-0025 на глубинах от 2 до 12 м. Всего выполнено 58 станций. Сбор материала осуществлялся по общепринятым методикам [2]. На каждой станции оценивалось количество видов, их численность и биомасса. Крупных животных взвешивали на торсионных весах с точностью до 0,1г, мелких – до 0,001г.

Степень влияния различных факторов оценивалась с помощью дисперсионного анализа [4, 6]. Для оценки связи между различными показателями уровня развития зообентоса использовался широко известный коэффициент корреляции Пирсона (r).

В основу классификации грунтов была положена схема, предложенная Элригхом [7].

Результаты и обсуждение

В прибрежной зоне его южной части отмечено 13 видов [5]. Среди бычков, обитающих в исследуемом районе, по характеру питания можно выделить моллюскоедов, ракоедов и хищников. К типичным моллюскоедам относятся кругляк, песочник и звездчатая пуголовка. Хищный образ жизни свойственен мартовнику, ширману и травянику. Остальные виды предпочитают питаться ракообразными.

В зообентосе юго-восточной части моря было обнаружено 54 вида донных животных. Большая часть видового богатства приходилась на двустворчатых моллюсков, ракообразных и полихет. Немалую роль в видовом богатстве зообентоса также играли брюхоногие моллюски.

На долю кормового зообентоса в разные сезоны в среднем приходилось от 51 до 56% общей численности и от 34 до 38% биомассы макрозообентоса юго-восточной части Керченского

полуострова (табл. 1).

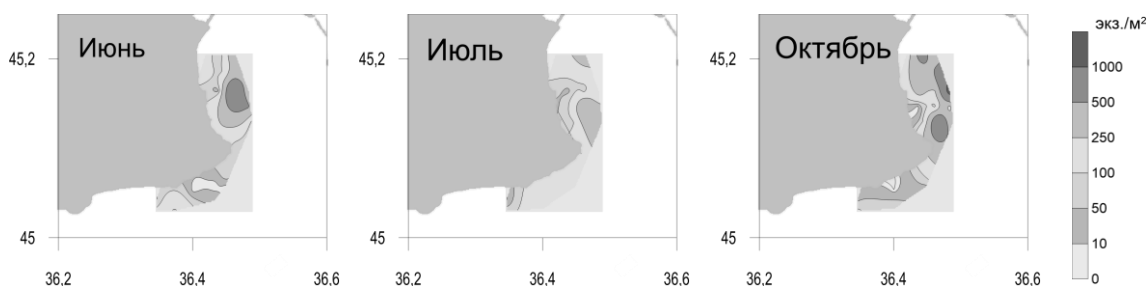
Таблица 1- Средняя численность и биомасса кормового зообентоса в юго-восточной части Керченского полуострова

Сезон	Численность		Биомасса	
	экз./м ²	Доля в общей численности (%)	г/м ²	Доля в общей биомассе (%)
Июнь	195±51	43-60	7,5±1,9	28-46
Июль	193±31	42-61	10,0±3,4	24-44
Октябрь	278±82	47-65	7,8±2,7	28-49

Так как статистически значимой разницы в средних значениях численности и биомассы кормового зообентоса не наблюдается, то можно считать, что в рассматриваемые сезоны на данной акватории средняя численность кормового зообентоса равнялась 220 ± 33 экз./м², а биомасса – $8,4 \pm 1,5$ г/м². На его долю приходилось 47-58% общей численности зообентоса и 31-42% биомассы. В целом доля кормового зообентоса в общей численности больше чем в его биомассе.

Распределение кормового зообентоса по акватории юго-восточной части Керченского полуострова было неравномерным (рис. 1).

Численность



Биомасса

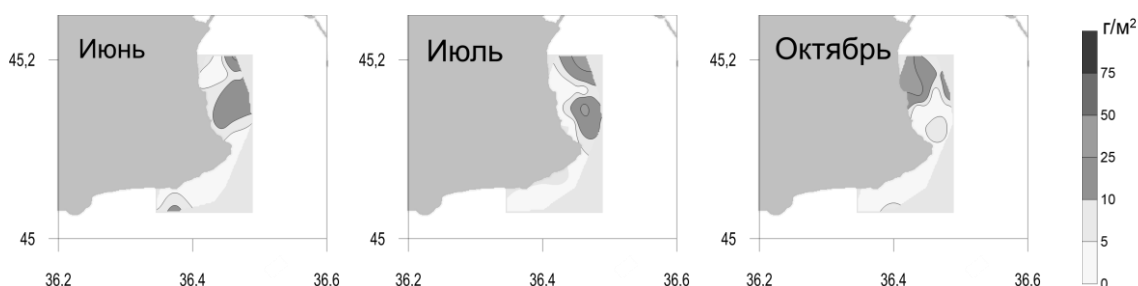


Рисунок 1 - Динамика численности и биомассы кормового зообентоса юго-восточной части Керченского полуострова в июне - октябре 2015 г.

Численность и биомасса кормового зообентоса во все рассматриваемые сезоны в проливе были выше чем в предпроливье. Также следует отметить, что наиболее высокие значения этих показателей наблюдаются на некотором удалении от берега. Наиболее высокая численность кормового зообентоса наблюдалась в Керченском проливе и доходила до 1280 экз./м², а биомасса до 39 г/м².

Доля кормового зообентоса в общей численности и биомассе на различных акватории была не одинаковой (рис. 2).

Численность

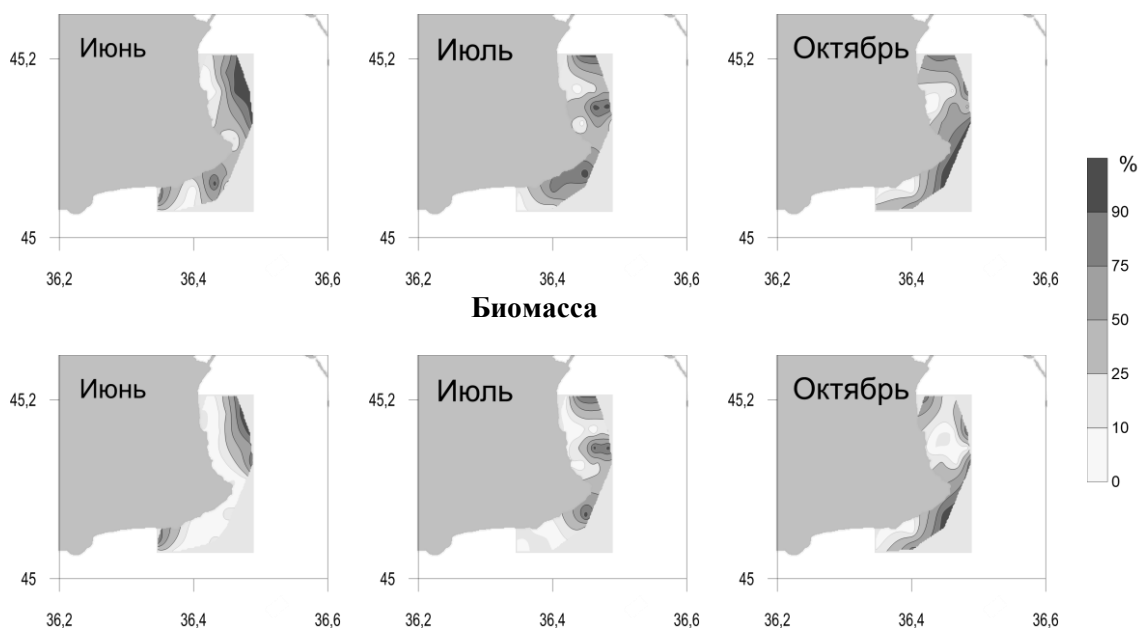


Рисунок 2 - Доля кормового зообентоса в общей численности и биомассе зообентоса юго-восточной части Керченского полуострова в июне - октябре 2015 г.

На долю кормового зообентоса в среднем приходилось 47-58% общей численности и 31-42% общей биомассы зообентоса. При этом, на отдельных участках практически весь зообентос был представлен кормовыми объектами, а на некоторых кормовой зообентос практически полностью отсутствовал. Обращает на себя внимание тот факт, что доля кормового зообентоса повышается по мере удаления от берега. Причем, в случае с биомассой эта тенденция более заметна. Так же обращает на себя внимание то, что в южной части акватории доля кормового зообентоса по биомассе с течением времени увеличивается.

Несмотря на то, что сезонность не играет большой роли в распределении кормового зообентоса на данной акватории необходимо учитывать и другие факторы. Так его численность на 10-40%, а биомасса на 12-31% зависит от глубины.

Численность кормового зообентоса возле берега в среднем равнялась 120 ± 100 экз./м², доходя на отдельных участках до 200 экз./м² (рис. 3).

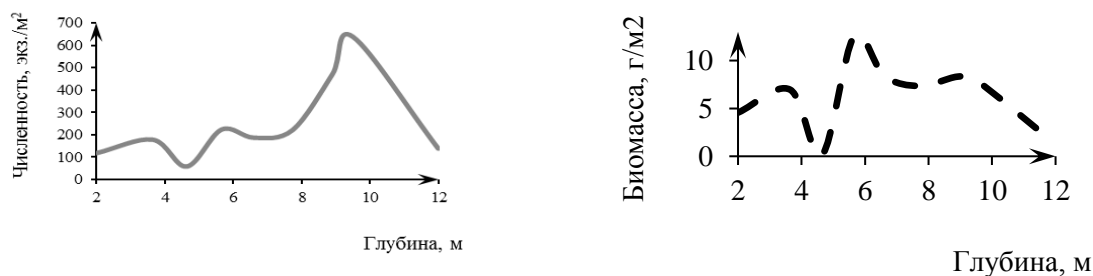


Рисунок 3 - Численность и биомасса кормового зообентоса на различных глубинах юго-восточной части Керченского полуострова в 2015 г.

Далее она снижается. На глубине 5 м в среднем равняется 60 ± 31 экз./м². На глубине 6 м она увеличивается до 220 ± 50 экз./м². Такая численность кормового зообентоса удерживается до глубины 8 м. Далее наблюдается ее быстрый рост и на глубине 10 м она достигает максимума 640 ± 400 экз./м². Затем наблюдается быстрое снижение численности кормового зообентоса и на глубине 12 м она падает до 140 ± 71 экз./м². Максимальная численность на этой глубине не превышала 240 экз./м².

Средняя биомасса кормового зообентоса на глубине 2 м равняется $4,6 \pm 2,6$ г/м². На глубине 3-4 м она выросла до $7,0 \pm 1,8$ г/м². После наблюдается быстрое ее снижение. На 4-5 м она достигает своего минимума $0,110 \pm 0,057$ г/м². Далее идет быстрый рост биомассы и на 6 м она достигает максимума $12,5 \pm 2,3$ г/м². На глубине 7 м она уменьшается в среднем до $8,4 \pm 2,2$ г/м² и такая биомасса удерживается до глубины 9 м. Затем биомасса кормового зообентоса непрерывно понижается и на глубине 12 м она уменьшается до $1,28 \pm 0,90$ г/м². Максимальная биомасса на этой глубине не превышала $6,6$ г/м². Следует отметить, что изменение численности и биомассы кормового зообентоса с глубиной имеют сходный, но не одинаковый характер ($r^2 = +0,47 \pm 0,12$).

Другим важным фактором может быть тип грунта. От него на 18-39% зависит численность кормового зообентоса и на 39-54% его биомасса. Средняя численность колеблется от $20,9 \pm 9,4$ экз./м² на скале до 181 ± 90 экз./м² на илистом песке (рис. 4, табл. 2).

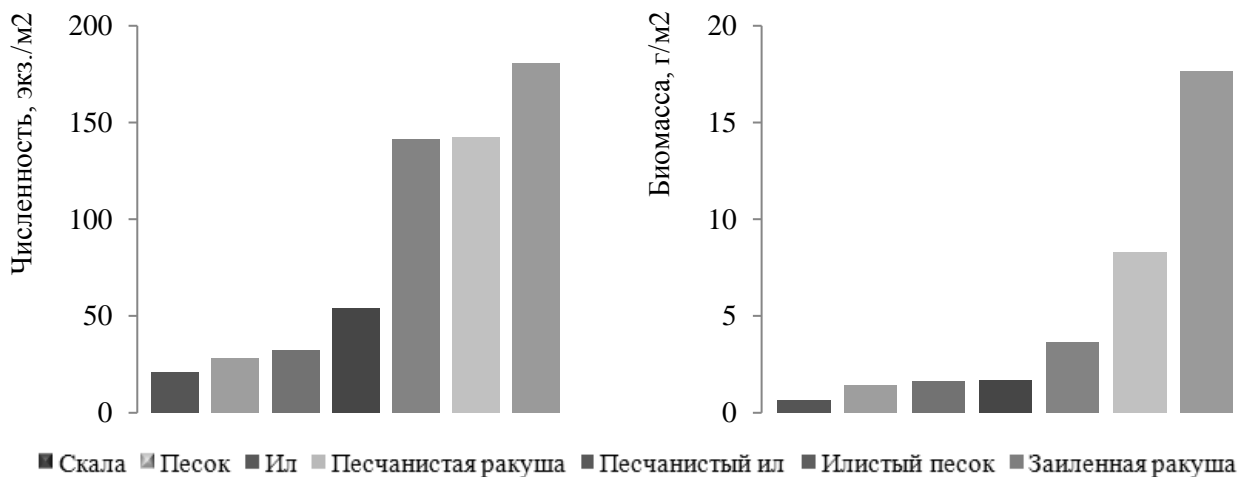


Рисунок 4 - Численность и биомасса кормового зообентоса на различных грунтах юго-восточной части Керченского полуострова в 2015 г.

При этом, низкая численность также наблюдалась на песке и песчаной ракушке. Биомасса кормового зообентоса изменялась от $0,63 \pm 0,28$ г/м² на скальных выходах до $17,6 \pm 7,9$ г/м² на заиленной ракушке. Низкая его биомасса также была на песчаной ракушке, илистом песке и песке. Невысокой биомассой кормового зообентоса отличался также ил. Здесь она в среднем равнялась $3,67 \pm 0,95$ г/м².

Не весь зообентос может быть использован в качестве кормового. Из пищевого спектра выпадают крупные (более 6 мм) двустворчатые и брюхоногие моллюски с массивной прочной раковиной. Такие как *Anadara cornea* (Reeve, 1844), *Cerastoderma glaucum* (Bruguère, 1789), *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), *Donax trunculus* Linnaeus, 1758 и др. В пищевом комке практически отсутствуют актинии. Усоногий рак *Amphibalanus improvisus* (Darwin, 1854) по-видимому является случайным кормовым объектом. Он часто селится на раковины моллюсков и заглатывается вместе с ними. Рак-отшельник *Diogenes pugilator* (Roux, 1829) также быстро выходит из спектра питания бычков, т.к. в пищу употребляются только его мелкие молодые особи. В среднем из всего зообентоса доступным в качестве кормового может быть только 47-57% численности и 31-42% биомассы.

Глубина на 21-47% определяет долю кормового зообентоса в общей численности и на 26-51% в общей биомассе зообентоса. Доля кормового зообентоса как по численности, так и по биомассе увеличивается с глубиной (рис. 5).

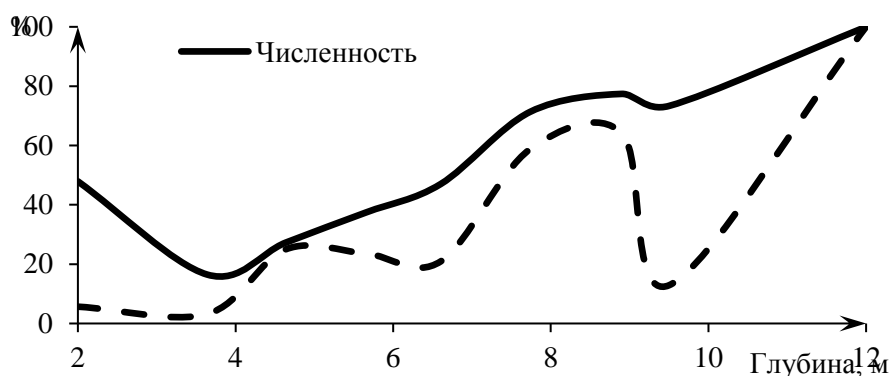


Рисунок 5 - Доля кормового зообентоса в численности и биомассе общего зообентоса на различных глубинах юго-восточной части Керченского полуострова в 2015 г.

При этом, наиболее низкая доля как по численности, так и по биомассе наблюдается на глубине 3,5-4 м. Здесь на его долю в среднем приходилось 12-21% общей численности и 2-4% биомассы зообентоса. Далее наблюдается увеличение его доли как по численности, так и по биомассе. Если рост доли по численности имеет практически линейный характер, то рост доли кормового бентоса по биомассе имел более сложный характер. На фоне общего увеличения его доли в биомассе наблюдается 2 снижения. На глубине 6-7 м доля кормового зообентоса в среднем равнялась 16-26%. Глубже 9 м наблюдается быстрое ее уменьшение до 4-21%, после чего она быстро увеличивается. На 12 м глубине практически весь зообентос был кормовым. В целом процесс изменения доли кормового зообентоса по мере увеличения глубины как по численности, так и по глубине имеет сходный характер ($r^2=+0,86\pm 0,07$).

Тип грунта на 45-59% определяет долю кормового зообентоса по численности и на 41-55% по биомассе. На долю кормового зообентоса приходится от 0,6 до 83% общей численности и от 0,4 до 95% общей биомассы зообентоса (табл. 2).

Таблица 2 - Численность и биомасса в общем и кормовом макрозообентосе на различных грунтах юго-восточной части Керченского полуострова

Тип грунта	Зообентос	Численность		Биомасса	
		экз./м ²	Доля кормового (%) в общем зообентосе	г/м ²	Доля кормового (%) в общем зообентосе
Скала	Общий	3400,0±1200,0	0,6	175,00±62,00	0,4
	Кормовой	20,9±9,4		0,63±0,28	
Песок	Общий	156,0±43,0	17,9	44,0±12,0	3,8
	Кормовой	28,0±9,3		1,67±0,56	
Илистый песок	Общий	770,0±320,0	23,5	570,0±330,0	0,3
	Кормовой	181,0±90,0		1,64±0,82	
Песчанистый ил	Общий	170,0±85,0	82,9	9,10±4,50	91,2
	Кормовой	141,0±71,0		8,30±4,10	
Песчанистая ракуша	Общий	490,0±170,0	6,5	97,0±34,0	1,5
	Кормовой	32,0±13,0		1,41±0,58	
Заиленная ракуша	Общий	1310,0±460,0	10,8	1510,00±700,0	1,2
	Кормовой	142,0±64,0		17,60±7,90	
Ил	Общий	76,0±19,0	71,1	3,87±0,99	94,8
	Кормовой	54,0±16,0		3,67±0,95	

Наибольшая доля доступного кормового бентоса наблюдается на песчанистом иле и иле, а наименьшая – на скальных выходах. На илистом песке довольно значительна доля кормового зообентоса по численности, но по биомассе она минимальна. На песчанистом иле также

наблюдается не только высокая доля доступного кормового бентоса, но и высокие его значения как по численности, так и по биомассе. На иле, несмотря на высокую долю комового зообентоса, его численность и биомасса была небольшой. В тоже время на заиленной ракуше, несмотря на относительно невысокую долю в общем зообентосе, численность и биомасса кормового зообентоса наиболее высокая. По-видимому, наиболее перспективными в качестве кормовых районов для бычков здесь являются песчанистый ил и заиленная ракуша.

Большая доля численности и биомассы кормового зообентоса (21 и 40% соответственно) приходится на долю двустворчатых моллюсков. На них же приходится основная доля численности и биомассы общего зообентоса. В качестве кормового в среднем могут быть использованы только около 3% численности и биомассы двустворчатых моллюсков. Это связано с тем, что крупные, более 6 мм, особи в частности, доминирующей здесь *Ch. gallina* (Linnaeus, 1758), выпадают из пищевого спектра бычков. Общие потери доступного кормового бентоса от общего зообентоса за счет двустворчатых моллюсков в среднем равнялись 92% по численности и 97% по биомассе. Основная часть рациона доступного для бычков в этом районе приходилась на двустворчатых моллюсков и полихет. Довольно значительная его доля по численности приходилась на ракообразных.

Список литературы

1. Васильева, Е.Д. Рыбы Черного моря. (Определитель морских, солоноватоводных, эвригаллиных и проходных видов с цветными иллюстрациями, собранными С.В. Богородским) / Е.Д. Васильева. - Москва: ВНИРО – 2007 - 238 с.
2. Жадин, В.И. Методы гидробиологических исследований / В.И. Жадин. - Москва: Изд-во Высшая школа. – 1960 – 191 с.
3. Любищев, А.А. Дисперсионный анализ в биологии / А.А. Любищев. - Изд-во МГУ, 1986, 200С.
4. Милованов, А.И. Особенности пространственного распределения бычков (Gobiidae, Perciformes) в Керченском проливе / А.И. Милованов // Тр. ЮгНИРО, 2015. - Т. 53. - С. 75-79.
5. Плохинский, А.Н. Биометрия. 2-е издание / А.Н. Плохинский / Москва, Изд. МГУ, 1970, 368С.
6. Eltringham, S.K. Life in Mud and Sand / S.K. Eltringham // The English Universities Press Ltd., London, 1971, - 218 P.

FOOD RESOURCES OF GOBIES OFF THE SOUTH-EASTERN KERCH PENINSULA

Terentyev A.S., Semik A.M., Milovanov A.I.

Kerch Branch ("YugNIRO") of FSBSI "AzNIIRKH", 298300, Kerch, Sverdlov 2
Keywords: zoobenthos, Kerch Strait, food resources, marine fish, gobies.

The abundance of forage zoobenthos in the south-eastern part of Kerch Peninsula (Crimea, Black Sea) made up $220 \pm 33 \text{ ind./m}^2$, whereas the biomass equaled $8.4 \pm 1.5 \text{ g/m}^2$. Small bivalve molluscs as well as polychaetes and crustaceans prevailed in the forage zoobenthos of the studied area.

СТРУКТУРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗООПЛАНКТОНА ЗАПАДНОЙ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ КУРШСКОГО ЗАЛИВА В 2015-2016 ГОДАХ

Цыбалёва Г. А., Кузьмин С. Ю.

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Российская Федерация.

Введение

В национальном парке «Куршская коса» располагается система озёр Рыбачинской группы, образуя единый природный комплекс, связанный с Куршским заливом. Излишки воды из озёр по канаве сбрасываются в залив, а по высокой воде весной в озёра из залива может заходить рыба. Озёра Куршской косы изучаются сотрудниками КГТУ с 2006 г. [9]. Единая водная система обусловила необходимость изучения района залива, связанного с озёрами.

Зоопланктон у западного побережья Куршского залива рассмотрен ранее в работах, изучающих гидробионтов прибрежной зоны от п. Лесное до п. Морское по съёмкам в мае, июле и сентябре [2]. В них приводились данные количественных характеристик зоопланктона по сезонам и их средние показатели. Большое внимание уделялось вопросу токсичности вод залива в период массового развития цианей, а также бактериальной микрофлоре в этот период [6,7]. Доказана токсичность прибрежных вод Куршского залива в период циано-бактериального «цветения» для организмов. Показано увеличение численности сапрофитных и санитарно-показательных бактерий в 2014 г. В связи с этими данными актуальным становится изучение состава зоопланктона и микрофлоры прибрежных вод в районе п. Рыбачий, что было предпринято нами ещё в 2014 г. [6,7]. В 2015–2016 гг. зона исследований расширилась от дюны Матросова до высоты Эфа. Была поставлена задача изучить структурные сапробно-трофические показатели зоопланктона с целью выявления неблагоприятных зон для гидробионтов в этом районе и дать характеристику воды по этим показателям.

Материал и методы исследования

Работа проводилась в 2015–2016 г. методом отбора проб воды вдоль побережья залива от дюны Матросова до высоты Эфа. Сбор материала проводился в конце июня и в начале июля. Отбор проб проводился на 8 станциях. Температура воды изменялась в пределах 20–24°C, Ph = 6–7. Зоопланктон отбирался стандартным методом путём зачёрпывания воды 10-литровым мерным сосудом над глубинами 0,5–1 м с последующим процеживанием через сеть Апштейна с ячейей 0,015 мм. Обработка проб проводилась общепринятыми методами [3,8]. Материал включал 36 проб зоопланктона.

Результаты исследования и обсуждение

В период исследования развитие цианобактерий в этом районе не превышает 10% всех водорослей и влияние их на развитие зоопланктона незначительно [2]. В это время в районе п. Рыбачий доминировали диатомовые водоросли. Нами отмечены также массовые цианобии *Pediastrum boryanum* и *P. duplex* (отдел Chlorophyta), виды, обильные при антропогенном загрязнении и эвтрофии водоёмов [1]. Как кормовая база тонких фильтраторов эти виды не имеют какого-либо значения. У *Daphniidae* ограничен доступ крупных частиц, они предпочитают мелкие протококковые, зелёные водоросли [4]. По данным 2014–2016 годов в составе зоопланктона обнаружен 41 таксон: 15 видов Copepoda, 11 – Cladocera, 13 – Rotifera. Встречались виды прибрежных и открытых биотопов пресноводных водоёмов, а также обитатели солоноватых вод: *Eurytemora affinis* (район высоты Эфа), *E. lacustris* (п. Рыбачий, ст. 1). Встречаемость 100% была зафиксирована у ветвистоусых ракообразных вида *Chydorus sphaericus*, 87% встречаемости имели *Thermocyclops oithonoides* и *Eudiaptomus graciloides*, 78% – у *Mesocyclops leuckartii*. Общая средняя численность зоопланктона составляла 42–43 тыс. экз./м³, биомасса – 0,5–1,0 г/м³. Состав основных групп зоопланктона показан по годам (табл. 1).

Таблица 1 - Состав основных групп зоопланктона и доминанты по годам (в % от общего числа)

Года	Основные группы зоопланктона			Доминанты
	Copepoda	Cladocera	Rotifera	
2015	82,0	17,0	1,0	Mesocyclops leuckarti (23%), Thermocyclops oithonoides (19%) – викарные виды, обычные компоненты зоопланктона. Chydorus sphaericus (6%) – эврибионтный вид
2016	74,0	20,0	6,0	Mesocyclops leuckarti (18%) Chydorus sphaericus (20%) Acanthocyclops viridis (12%) – тривиальный вид

Как общие трофические показатели, так и развитие основных групп зоопланктона в 2015-2016 годах изменялись незначительно.

Общие закономерности характеризуются следующими показателями:

1) Незначительная роль коловраток - фильтраторов в составе зоопланктона, что определяется, как и у тонких фильтраторов, отсутствием достаточного количества мелких протококковых форм. Кроме того, большинство коловраток требовательны к кислороду и интенсивно развиваются в незагрязнённых водоёмах [5].

2) У ветвистоусых рачков преимущество имеет *Chydorus sphaericus*, у которого слабое развитие функции фильтрации, больше возможности использовать крупные частицы и не только в воде, но и с поверхности растительных и животных останков [4]. На развитие тонких фильтраторов, как и на структуру фитопланктона оказывает существенное значение структура и количественное развитие бактериоценоза воды залива. Общее микробное число воды изменялось в течение 2014-2016 г. в пределах от 1 тыс. до 750 тыс. КОЕ/мл, не достигая минимальной концентрации, необходимой для активного размножения тонких фильтраторов (Cladocera) – млн. кл./мл [5,6,10].

3) Наличие в бактериоценозе значительного количества сапрофитов, спорных видов, анаэробов, санитарно-показательных микроорганизмов свидетельствует о загрязнении вод залива органическими веществами, ухудшении гидрохимических показателей, присутствии факторов антропогенного характера, что определяет специфику зоопланктона в этом районе: доминирование хищных копепоид, слабое развитие фильтраторов.

Индекс видового разнообразия по станциям небольшой – 0,1-0,3 бит./экз.

Особенностью прибрежной зоны Куршского залива является изрезанность береговой линии, наличие относительно изолированных участков, что обусловило небольшое сходство видового состава, составляющее 0,2 - 0,6, а также относительную изоляцию от открытой части залива, где планктонных организмов всегда больше. Кроме того, эти районы находятся под значительным влиянием стоков с побережья – рекреационной зоны и зоны проживания.

Средние показатели количественных характеристик не дают возможности провести анализ района, поэтому эти характеристики и сапробно-трофические условия рассматривались по станциям (табл. 2).

Развитие зоопланктона по сапробно-трофическим показателям на станциях (кроме ст. 4 «Высота Эфа») оценивается как низкое и очень низкое. В районе «Высота Эфа» этот показатель был на уровне ниже среднего. Здесь доминировали хищные копепоиды *Mesocyclops leuckarti*, *Acanthocyclops viridis*, субдоминантами были ветвистоусые рачки - *Chydorus sphaericus*. По показателям эвтрофирования это мезо-эвтрофная зона.

Аналогичная ситуация наблюдалась на станции 3 (мыс, основание дюны Стародеревенская), но численность зоопланктёров здесь меньше. Доминировали хищные копепоиды. Доля хидорусов увеличилась, возросли эвтрофикация и коэффициент трофности, видовое разнообразие уменьшилось.

Таблица 2 - Трофические и количественные характеристики зоопланктона прибрежной зоны Куршского залива в районе п. Рыбачий по данным 2015-2016 годов

Показатели	Станции							
	4	3	2	1	5	6	7	8
Численность зоопланктона, тыс.экз/м ³	167,2	49,7	39,9	50,8	19,0	6,0	2,4	5,0
Биомасса зоопланктона, г/м ³	2,5	0,7	0,75	0,63	0,13	0,05	0,02	0,2
Количество видов зоопланктона	11	12	11	12	14	11	8	9
Видовое разнообразие, бит/экз.	0,23	0,19	0,08	0,24	0,11	0,20	0,22	0,21
Сапробность	1,6	1,7	2,5	2,3	1,7	1,7	1,9	1,8
Коэффициент трофности	0,5	0,8	1,0	1,0	0,7	0,5	0,9	0,8
Развитие зоопл-на	ниже среднего	низкое	низкое	низкое	низкое	очень низкое	очень низкое	очень низкое

На ст. 2 (бухта Черногорская, район пос. Рыбачий) количественное развитие зоопланктона низкое, повышены коэффициенты трофности и сапробности, а видовое разнообразие очень мало. В планктоне доминировали хидорусы (*Ch. sphaericus*), *Acanthocyclops vernalis*. По данным 2014 г. в этом районе активно размножались споровые сапрофиты и бактерии *Pseudomonas putrefaciens*, деятельность последней сопровождалась выделением в воду H₂S, CO₂, то есть в этой зоне было много органических веществ и сложились анаэробные условия. В планктоне встречались только 3 вида, 80% организмов были мёртвыми, разлагающимися. Статус зоны в 2015-2016 гг. характеризовался как мезо-эвтрофная.

В районе канала в п. Рыбачий (ст. 1) были повышенные показатели сапробности и коэффициента трофности. Видовое разнообразие возрастает в основном за счёт хищных копепод (*Acanthocyclops viridis*, *Mesocyclops leuckarti*). В бактериопланктоне преобладали споровые формы и санитарно-показательные виды, что определяет в водоёме дистрофные условия, когда скапливаются трудноусвояемые части органического вещества. Это ведёт к низкому развитию зоопланктона. Зона оценивается как мезо-дистрофная.

В районе пирса в п. Рыбачий (ст. 5), как и на ст. 2, были повышенные значения коэффициентов трофии и сапробности. В бактериопланктоне преобладали санитарно-показательные виды *Plesiomonas shigelloides*, отмечены значительные концентрации *Escherichia coli*, обилие мелких форм бактерий обеспечило пищей фильтраторов. Доминируют *Eudiptomus graciloides*, *Daphnia cucullata*, *Chydorus sphaericus*. Развитие зоопланктона низкое. Зона оценивается как мезо-эвтрофная.

Район окраины п. Рыбачий к югу от орнитологической станции отличался очень низким развитием зоопланктона, низким видовым разнообразием, повышенным коэффициентом трофности. В бактериопланктоне доминировали санитарно-показательные виды и *Escherichia coli*, что является показателем антропогенного загрязнения воды. В планктоне ведущую роль играли хищные копеподы. Зона характеризуется как мезо-эвтрофная.

На ст. 7 в бактериопланктоне преобладали споровые бактерии и псевдомонасы, благодаря которым в воде накапливается H₂S что создавало неблагоприятные гидрохимические условия. Это привело к уменьшению видового разнообразия зоопланктонов с доминированием хидоруса. Зона имела характер эвтрофированного района.

На ст. 8, ближе к дюне Матросова преобладали споровые бактерии. Доминировали хищные копеподы. Зона имела характер мезо-дистрофных водоёмов.

Заключение

1. В составе зоопланктона в прибрежной зоне Куршского залива в 2015-2016 годах обнаружен 41 вид. Средняя численность составила 42-43 тыс. экз/м³.

2. Ведущей группой зоопланктона были копеподы с доминированием хищных Cyclopoida. Тонкие фильтраторы Daphnia, Rotifera имели незначительное развитие, что определялось трофическим фактором: недостаточным количеством доступного для них бактерио- и фитопланктона.

3. Структуры бактерио и зоопланктона определяются загрязнением воды органическими веществами, гидрохимическими показателями воды, антропогенным загрязнением.

4. Количественные показатели и трофические характеристики по станциям выявили зоны наибольшего воздействия неблагоприятных факторов на развитие гидробионтов: пирс в п. Рыбачий, район севернее дюны Матросова.

5. Состояние воды в исследуемой зоне характерно для мезосапробных систем; в районе п. Рыбачий и дюны Матросова – мезо-дистрофных систем.

Список литературы

1. Водоросли, вызывающие «цветение» водоёмов Северо-запада России / под ред. К.Л. Виноградова. - Москва, 2006. – 367 с.

2. Герб, М.А., Характеристика биологических сообществ литорали западного побережья Куршского залива по данным гидробиологического мониторинга в 2015 году / М.А. Герб, Ю.Ю. Полунина, Е.К. Ланге, М.Ф. Маркиянова [и др.] // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса»: сб. науч. ст., Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2016, - Вып. 12. - С. 97-118.

3. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресных водоёмах. Зоопланктон и его продукция / под ред. А.А. Салазкина, М.Б. Ивановой, В.А. Огородниковой. Ленинград: ГосНИИ озёрного и речного рыбного хозяйства, 1984.

4. Монаков, А.В. Питание пресноводных беспозвоночных /А.В. Монаков. – Москва, 1998. – 319 с.

5. Пашкова, О.В. Зоопланктон как индикатор органического и токсического загрязнения и экологического состояния гидросистем / О.В. Пашкова // Гидробиол. ж. – 2012. – Т.48. - № 6. - С. 3-25.

6. Смирнова, М.М. Бактериальная микрофлора, сопутствовавшая осеннему «цветению» фитопланктона в 2014 году в прибрежной части Куршского залива в НП «Куршская коса» / М.М. Смирнова // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса» : сб. научных статей, Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2015. - Вып. 11. - С. 23-31.

7. Смирнова, М.М. Присутствие токсичных метаболитов цианобактерий из группы микроцистинов в Куршском заливе Балтийского моря в 2011-2014 гг. /М.М. Смирнова, Е.Е. Ежова // IX Международн. научн. -практ. конф. Молодых учёных по проблемам водных экосистем «Potus-Euxinus – 2015», посвящ. 100-летию со дня рожд.

8. Унифицированные методы исследования качества вод // СЭВ. Соповещание руководителей водохозяйственных органов стран – членов СЭВ. Москва, 1975. ч. 3: Методы биологического анализа.

9. Цыбалёва, Г.А. Структурные показатели зоопланктона озёр национального парка Куршская коса / Г.А. Цыбалёва, С.Ю. Кузьмин // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса»: сб. научных статей, Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2015. - Вып. 11, - С. 60-68.

10. Цыбалёва, Г.А. Гидробиологическая и микробиологическая характеристика западной прибрежной зоны Куршского залива в 2014 году / Г.А. Цыбалёва, С.Ю. Кузьмин, О.В. Казимирченко // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия

национального парка «Куршская коса»: сб. научных статей, Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2016. - Вып. 12, - С. 138-148.

Показано, что структуры бактерио- и планктоценоза определяются загрязнением воды органическими веществами и антропогенными загрязнениями. По структурным сапробно-трофическим показателям выявлены зоны, неблагоприятные для гидробионтов и определён статус районов исследования как мезосапробный и мезо-дистрофный.

STRUCTURAL INDICATORS OF THE ZOOPLANKTON OF THE WESTERN COASTAL ZONE OF THE CURONIAN LAGOON IN 2015-2016

Tsibaliova G. A., Kuzmin S. U.

It is shown that the structure of bacterial- and zooplankton community determined by the water pollution with organic matter and anthropogenic contaminants. Structural saprobe and trophic indicators identified areas of adverse conditions for hydrobionts and determined the status of the study areas as mesosaprobic and meso-dystrophy.

**V БАЛТИЙСКИЙ МОРСКОЙ ФОРУМ
ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Водные биоресурсы, аквакультура
и экология водоемов»**

23-24 мая 2017 года

ТРУДЫ

Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
236022, Калининград, Советский проспект, 1
Лицензия №05609 от 14.08.01
Подписано в печать 13.05.2017 г. Формат 60x88 1/8
Печ.л. 23,0 Уч.-изд. л. 19,8. Тираж 150 экз. Заказ 26.