

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА БАССЕЙНОВ ЮЖНЫХ МОРЕЙ

**П.А. Балыкин, Е.Н. Пономарева, А.В. Казарникова, М.Н. Сорокина,
А.А. Красильникова, В.А. Григорьев, Г.Е. Гуськов**

Аннотация. Выполнен анализ динамики величины и состава российских уловов в Азовском, Чёрном и Каспийском морях в XXI в. Показано, что уловы уменьшаются при одновременном увеличении в них доли собственно морских видов. Дана характеристика фауны паразитов рыб Азовского моря в современных условиях. Приведен анализ и рассмотрены перспективы развития аквакультуры в южных регионах. В настоящее время наблюдается положительная динамика роста производства товарной продукции аквакультуры. С 2000 г. данный показатель увеличился с 77 тыс. т до 356,6 тыс. в 2021 г. Объем аквакультуры в Южном федеральном округе страны в 2021 г. составил более 79 тыс. т (22 % от общероссийского). В Ростовской и Астраханской областях, Краснодарском крае получено 90,6 % продукции аквакультуры. Перспективными направлениями являются пастбищная аквакультура, прудовое и индустриальное рыбоводство, рекреационная аквакультура, марикультура. Расширение видового разнообразия выращиваемых рыб возможно за счет использования аборигенной ихтиофауны и ранее акклиматизированных видов. Приводится обзор научных разработок Южного научного центра РАН в области аквакультуры и воспроизводства ценных видов рыб.

Ключевые слова: рыболовство, южные моря России, соленость, ихтиофауна, паразиты, заболевания рыб, продукция аквакультуры, направления аквакультуры, биотехнология, репродуктивные клетки рыб, криоконсервация, криобанк, биоресурсная коллекция.

Введение

Рыболовство в бассейнах Каспийского, Азовского и Чёрного морей началось одновременно с заселением этих территорий человеком. Еще в первой половине XX в. южные моря были «рыбной житницей» России. Так, в конце второй пятилетки (1937 г.) при добыче, находившейся на уровне от 1375 до 1493 тыс. т, доля Волго-Каспийского бассейна составляла 25 %, Азово-Черноморского – 20 % от общих уловов РСФСР [Макоедов, 2014]. Современные уловы почти на порядок меньше и в 2018–2020 гг. составляли 142–150 тыс. т. при суммарном годовом улове российских рыбаков 4,9–5 млн т [Российские

рыбаки ... 2021]. То есть вклад бассейнов южных морей России в ежегодную добычу водных биоресурсов равен приблизительно 3 %. Предприятия аквакультуры Южного федерального округа выращивают свыше 79 тыс. т [Объем производства ... 2022]. При современном состоянии рыбохозяйственного комплекса потребности населения в рыбной продукции за счет местного производства удовлетворяются меньше чем наполовину [Балыкин и др., 2014].

Цель исследования – охарактеризовать современное состояние рыболовства и на основе данных анализа выработать меры по увеличению объема выпускаемой рыбопродукции.

Материал и методы исследований

Использованы опубликованные данные о составе уловов и объемах аквакультуры в южных морях, а также информация, доступная на официальном сайте Росрыболовства (форма П-1 «Рыба»).

Паразитологические исследования выполнены в ЮНЦ РАН в дельте реки Дон (Свиное гирло) и восточной части Таганрогского залива по общепринятым методикам. Определение паразитов проводили согласно «Определителю паразитов пресноводных рыб фауны СССР» (1984, 1985, 1987 гг.). При обработке данных использовали пакет прикладных программ для ПК Microsoft Office Excel.

Исследования по разработке биотехнологий аквакультуры проводили в модульной установке замкнутого водоснабжения (УЗВ) с регулируемым гидролого-гидрохимическим режимом с использованием биоресурсной коллекции редких и исчезающих видов рыб.

Результаты и обсуждение

Органы государственной власти России предоставляют сведения о вылове водных биоресурсов суммарно по рыбохозяйственным бассейнам [Макоедов, 2014]. По данным Росрыболовства, в прошедшие годы текущего столетия добыча в Азово-Черноморском бассейне составляла 25–103,4 тыс. т. С 2020 г. уловы снизились более чем на 30 %.

Чёрное и Азовское моря. Официальные данные о промысле разных видов на сайте Росрыболовства (форма 1-П «Рыба») содержат информацию об уловах в Чёрном и Азовском морях.

Добыча в Чёрном море в XXI в. варьировала от 11,3 до 74 тыс. т. Однако в период 2018–2020 гг. этот показатель составил менее 50 тыс. в год.

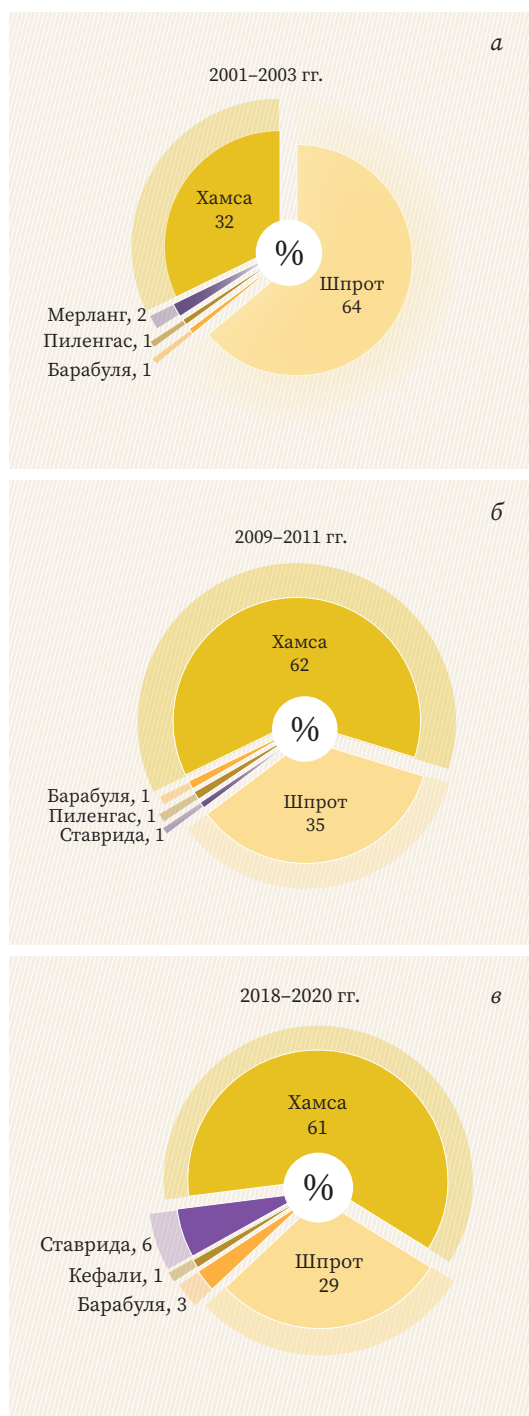


Рис. 1. Видовой состав российских уловов в Чёрном море в разные годы XXI в.

Столь значимые изменения величины улова могут объясняться динамикой его состава. Для проверки этого предположения использовали данные о составе черноморских уловов в 2001–2003 гг. [Луц и др., 2004], в 2009–2011 гг. [Куманцов и др., 2012] и в 2018–2020 гг. (рис. 1).

При этом выявлена смена доминирующих видов. Доля шпрота за исследуемый период уменьшилась более чем в 2 раза, тогда как вклад хамсы увеличился почти на тот же показатель. Из других отличий следует указать на 3-кратное возрастание добычи барабули (до 560–1100 т в год), почти полное исчезновение мерланга и пиленгаса (менее 1 т) и заметное увеличение уловов ставриды (чуть менее 2000 т в год) и черноморских кефалей (224 – 270 т) в 2018–2020 гг. Данные результаты соответствуют изменениям видового состава и численности ихтиопланктона, характеризующимся увеличением доли ранних стадий летнерестующих теплолюбивых рыб, таких как хамса и ставрида, вследствие улучшения условий для их воспроизводства в XXI в. [Надолинский, Надолинский, 2018]. Увеличение урожайности хамсы и снижение численности шпрота отмечают и другие исследователи [Пятинский и др., 2020].

Кроме изменения соотношения традиционных для Чёрного моря рыб, наблюдается и обновление состава ихтиофауны за счет средиземноморских видов. Процесс заселения Чёрного моря средиземноморской фауной сравнительно молодой и далеко не завершённый, периодически в нём продолжают появляться новые, ранее не обнаруженные здесь вселенцы из Средиземного моря [Гуськов, 2021; Гуськов и др., 2022].

Надо отметить, что изменения живой природы Чёрного моря, структуры его экосистемы в последние годы тесно связаны с хозяйственной деятельностью человека, что не могло не отразиться и на появлении новых видов организмов. С начала века обнаружено 30 новых видов и подвидов рыб в Чёрном море. Это около 10 % от общего количества всех видов ихтиофауны в этом бассейне. Кроме того, за последние двадцать лет (из ста лет наблюдений) почти на 50 % увеличилось и количество новых видов зообентоса [Шаловенков, 2020].

Рост числа видов биоты Азово-Черноморского бассейна происходит непрерывно [Гуськов, 2021], нестабильность экосистемы Чёрного моря делает чрезвычайно важными наблюдения за процессами, происходящими в популяциях морской фауны, в частности осуществление контроля над появлением инвазивных видов, а также анализ динамики их численности.

За 2001–2020 гг. российские уловы в Азовском море изменялись, согласно данным сайта Росрыболовства, от 6,3 до 43,4 тыс. т в год. В начале XXI в. отмечались наибольшие уловы (свыше 40 тыс. т), а в последнее время годовые уловы не достигают и 20 тыс. т.

Для выявления возможных изменений в ихтиофауне рассчитано соотношение разных видов по массе в общем улове для тех же лет, что и в Чёрном море (рис. 2).

С начала века существенно возросла доля бычков (с 5 до 42 %), тогда как вклад тюльки сократился с более чем 60 до 37 %, а тарани и карася в сумме возрос до уровня 10 % к настоящему времени (рис. 2). Доля пиленгаса снизилась до нескольких процентов вследствие нерациональной эксплуатации его запасов [Балыкин, Старцев, 2017]. Промысловая значимость группы «прочие морские рыбы» (кефали, барабуля, ставрида) в последние годы стала заметной в составе промысловых уловов – порядка 400 т, или 3 % (рис. 2). Уловы проходной черноморско-азовской сельди также преодолели отметку 100 т в год.

Кроме того, в Чёрном и Азовском морях резко увеличилась численность медуз. Так, суммарная биомасса этих кишечнополостных живот-



Рис. 2. Видовой состав российских уловов в Азовском море в разные годы XXI в.

ных в Азовском море оценивается в 1 млн т [Росрыболовство ... 2021]. Поскольку медузы являются пищевыми конкурентами планктоноядных рыб, их влияние на формирование запасов таковых негативно [Из-за нашествия медуз ... 2021].

Таким образом, состав уловов в Чёрном и Азовском морях в текущем столетии заметно изменился в связи с соответствующими изменениями условий внешней среды. Главными причинами изменения ихтиофауны Чёрного и Азовского морей считаются антропогенное воздействие, вселение новых видов, рыболовство, а также влияние крупномасштабных климатических и связанных с ними океанологических и гидрологических процессов на показатели урожайности промысловых рыб [Гаргопа, 2012].

Из глобальных климатических процессов одним из самых значимых и обсуждаемых является потепление, которое, по данным инструментальных наблюдений, наиболее ярко выражено в последние 35 лет. В Азово-Черноморском регионе глобальное потепление тоже находит свои проявления [Рыбак, Рыбак, 2013]. Установлено, что потепление поверхности Чёрного и Азовского морей в 1982–2009 гг. происходило, в среднем, на 0,06 °С год [Гинзбург и др., 2011]. Изменение климата

в Азово-Черноморском регионе реализуется за счет летнего и зимнего сезонов, в течение которых по всей его территории отмечается статистически значимый положительный тренд температуры, достигающий $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ в 10 лет. Так, в районе Сухуми средняя температура черноморских вод в июле увеличилась за период 1994–2016 гг. на $2,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ [Дбар и др., 2018].

Соленость воды в значительной мере определяет состояние биотических компонентов экосистем Чёрного и Азовского морей. С 2009 г. по данным ЮНЦ РАН, наблюдается очередное повышение солености Азовского моря. К 2015 г. средний показатель увеличился с 11 до $12,8\text{ }‰$. В 2018 г. соленость составила уже свыше $14\text{ }‰$ [Бердников и др., 2019], а на некоторых участках достигала $15\text{ }‰$ [Григоренко и др., 2019], что близко к значениям солености Чёрного моря ($17\text{--}18\text{ }‰$).

Каспийское море. Каспийское море – крупнейший в мире солоноватоводный замкнутый бессточный водоем, окруженный территориями пяти стран: Ирана, Азербайджана, России, Казахстана и Туркмении. Российские уловы в XXI в. изменялись от $68,6$ (2001 г.) до $23,2$ (2008 г.) тыс. т (около $1,5\%$ суммарного годового улова), сейчас они состоят из рыб нескольких экологических групп: морские (кильки, сельди, кефали), пресноводные (лινь, карась, сом, щука, окунь и др.), проходные

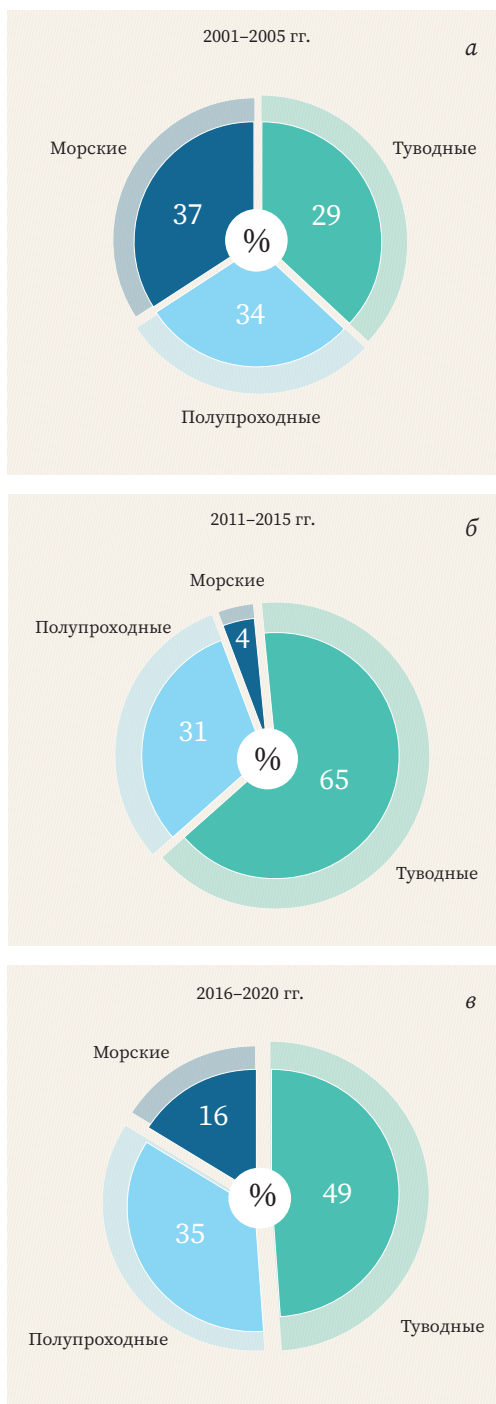


Рис. 3. Состав российских уловов в Каспийском море в разные годы XXI в.

(осетровые, белорыбица, сельдь-черноспинка) и полупроходные (лещ, вобла, судак и др.).

Было изучено соотношение перечисленных групп рыб в уловах в 2001–2005, 2011–2015 и 2016–2020 гг. (рис. 3). Проходные рыбы (осетровые) практически исчезли из промысла. Вылов морских рыб резко упал из-за коллапса запасов килек [Седов и др., 2002], однако в последние годы заметно увеличился (с 3,8 до 16,5 %). Вклад полупроходных рыб оставался на уровне приблизительно $\frac{1}{3}$ улова; заметно выросла промысловая значимость пресноводных рыб (с 29 до 49 %). Для более полного представления об изменениях видового состава уловов рассмотрим динамику добычи некоторых видов (рис. 4).

В исследуемый период сократились по сравнению с 2000 г. уловы морских рыб – килек и сельдей, – однако в 2019–2020 гг. добыча этих рыб заметно увеличилась (рис. 4) вследствие подключения к освоению морских рыб Каспия рыбаков из других российских регионов, поскольку добыча этих рыб ограничивается не их малой численностью, а нехваткой специализированного флота. Кефалей стали добывать в десятки раз больше: в последние годы наблюдается изъятие более 500 т ежегодно, что объясняется внедрением в промысел (2008 г.) высокоэффективных орудий лова – обкидных сетей [Васильева и др., 2016]. Уловы массовых полупроходных рыб снизились, по сравнению с их добычей в начале XXI в. (рис. 4). Причиной тому эксперты называют систематическое несоблюдение попусков воды в период весеннего нереста и незаконный промысел. Относительно стабильными оставались лишь уловы пресноводных рыб.

Наиболее известными и часто используемыми показателями состояния вод Каспийского моря являются его уровень, величина годового стока Волги, обеспечивающей порядка 80 % поступления речных вод, и объем ее весеннего паводка. Положение уровня моря является интегральным показателем, характеризующим состояние запасов рыб. В настоящее время уровень Каспия стабилизировался на значении около «–28 м». Понятно, что при понижении уровня соленость увеличивается, при повышении – уменьшается. Максимальных значений соленость вод Каспия достигает в период минимального положения уровня моря. Средняя соленость Северного Каспия в периоды опреснения составляет 7–8 ‰, а в периоды осолонения – 9–11 ‰ [Яицкая, 2012].

По мнению специалистов, современные тенденции (увеличение температуры воздуха, прирост солнечной радиации, уменьшение осадков) в обо-

зримом будущем сохранятся [Водный баланс ... 2016], поэтому можно сделать вывод, что ресурсы морских рыб Каспийского моря (кильки обыкновенной, сельдей, кефалей и др.) будут находиться в удовлетворительном состоянии или даже расти (в зависимости от развития промысла), а ресурсы полупроходных и пресноводных рыб – сокращаться.

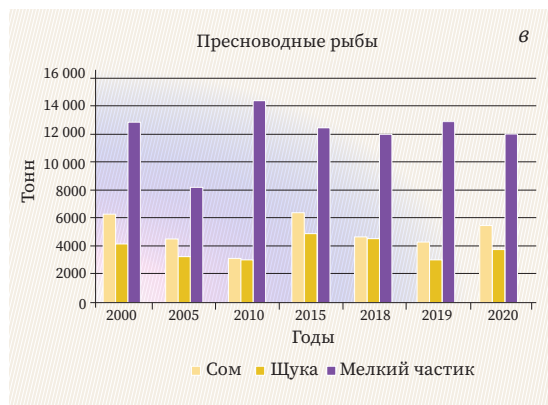
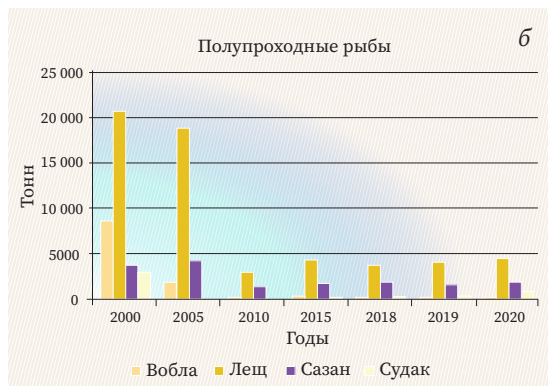
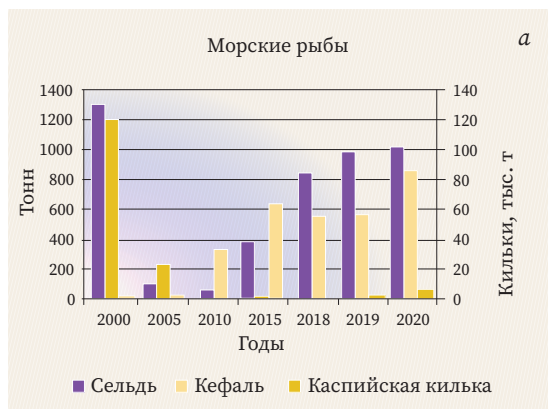


Рис. 4. Динамика уловов рыб разных экологических групп в XXI в.

полупроходных и пресноводных рыб – сокращаться.

Таким образом, в текущем столетии значимость южных морей России как районов промышленного рыболовства остается небольшой (по результатам 2018–2020 гг. примерно 3 % суммарного улова). Наблюдается увеличение доли в уловах собственно морских рыб, воспроизводство и формирование запасов которых в меньшей степени зависит от уменьшения стока рек и других проявлений антропогенной трансформации экосистем.

Можно сделать вывод, что в настоящее время отечественное рыболовство в Азовском, Чёрном и Каспийском морях переживает выраженный кризис, причинами которого называют браконьерство [Макоедов, 2014] и недостатки в организации рыболовства [Куманцов и др., 2012; Надолинский, 2004]. Известно, что промысел в российском территориальном море всеми орудиями лова является многовидовым, однако статистика учитывает только основной вид, а прилов в лучшем случае подпадает под название основного вида,

а в худшем – выбрасывается за борт. Поэтому устанавливаемые территориальными органами Росрыболовства запреты на промысел того или иного вида рыб (например, пиленгаса, леща и судака в Азовском море) эффекта практически не дают. Следует временно запрещать не сам промысел той или иной рыбы, а использование определенных орудий лова. Оправдания в духе «в этом случае не будут выбраны квоты карася» не выдерживают критики. Лучше не выбрать квоты малоценных рыб, чем лишиться ресурсов ценных видов, таких как судак, лещ, пиленгас. Поэтому только применение сблокированных и сбалансированных промышленных квот может способствовать полному освоению биоресурсов и рациональному ведению промысла [Балыкин, 2011; Куманцов и др., 2012; Надолинский, 2004].

Другой нерешенной проблемой отечественного рыболовства является отсутствие полного учета количества выловленной рыбы, поскольку на судах, занимающихся самообработкой улова, до сих пор определение его веса производится путем пересчета от готовой продукции, что создает возможности для занижения уловов [Балыкин, 2011]. Например, на промысле хамсы в Чёрном море современные суда оборудованы сортировочными машинами, которые прямо в море разделяют рыбу по размеру. Мелочь и некондиционная или поврежденная рыба просто выбрасываются в море. Фактически идет уничтожение хамсы, о чем уже говорят руководители Ассоциации рыбодобывающих предприятий Краснодарского края и Северного Кавказа [В Чёрном и Азовском морях ... 2021].

Для разрешения ситуации с неучтенным изъятием морепродуктов следует принять неотложные меры. В морском рыболовстве, прежде всего, нужно законодательно закрепить норму об обязательном взвешивании уловов. Данный вопрос уже обсуждается органами власти. Совет по вопросам агропромышленного комплекса и природопользования при Совете Федерации рекомендовал Минсельхозу проработать техническую возможность и методы взвешивания уловов водных биоресурсов в районах промысла [Полухин, 2021].

Еще одним природным фактором, который может сказаться на результатах рыболовства и аквакультуры на юге России, является эпизоотическая ситуация. Паразитологические наблюдения выполнены с научно-экспедиционной базы ЮНЦ РАН в Таганрогском заливе и в устье р. Дон, поэтому в данной статье характеризуется только эпизоотологическая ситуация в Азовском бассейне.



Рис. 5. Соотношение разных экологических групп паразитических организмов у обследованных рыб в 2017–2021 гг.

Изменения в составе фауны паразитов обследованных рыб за прошедшие 5 лет сохранили тенденцию к увеличению доли эвригалинных и морских форм (рис. 5).

Паразитарные сообщества обследованных рыб были представлены как широко распространенными, так и характерными для определенного круга рыб паразитами, имеющими прямой (56 %) и сложный (44 %) цикл развития. Следует отметить достаточно стабильный ежегодно регистрируемый состав с небольшими вариациями, касающимися единично встречающихся видов паразитов (рис. 6).

У представителей азовской ихтиофауны зарегистрировано 50 видов паразитических организмов, принадлежащих к 9 классам: cl. Mxozoa, cl. Oligohymenophorea, cl. Conoidasida, cl. Monogenea, cl. Trematoda, cl. Cestoda, cl. Nematoda, cl. Bivalvia, cl. Hexanauplia.

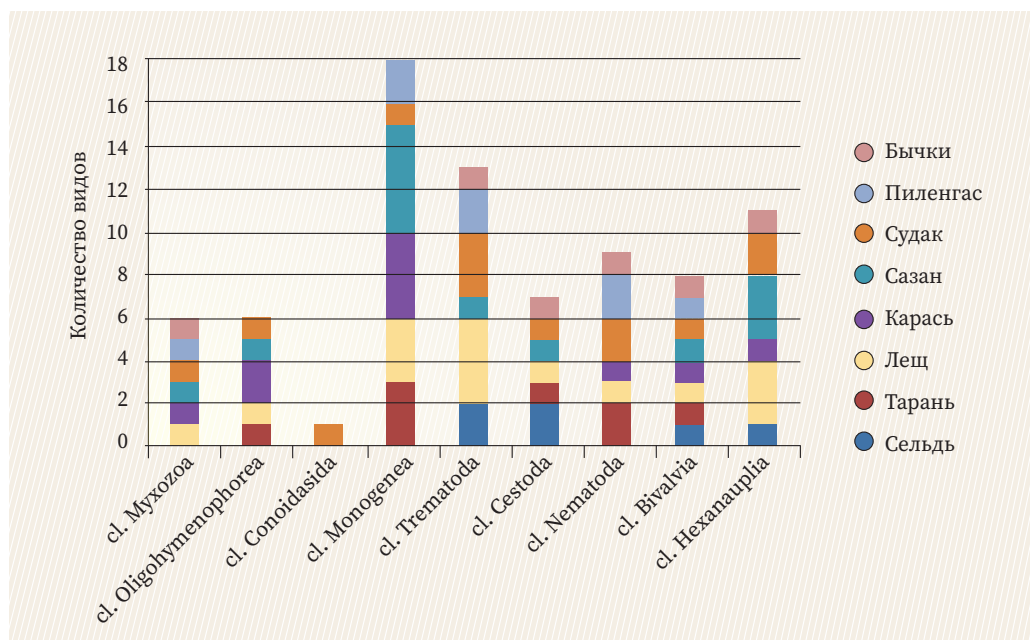


Рис. 6. Таксономический состав фауны паразитов обследованных рыб в 2017–2021 гг.

В составе фауны паразитов была выделена группа видов (условно-патогенных), нередко вызывающих заболевания рыб в естественных водоемах и при выращивании в аквакультуре. К ней были отнесены представители инфузорий (*Ichthyophthirius multifiliis*), микроспоридий (*Myxobolus sandrae*, *M. parvus*), моногеней (*Dactylogyrus extensus*, *D. vastator*, *Diplozoon paradoxum*, *Gyrodactylus zhukovi*, *G. sprostonae*, *Ancyrocephalus paradoxus*, *Solostamenides mugeli*), цестод (*Caryophyllaeus laticeps*, *Khawia sinensis*, *Gryporhynchus cheilancristrotus*), трематод (метацеркарии *Diplostomum spathaceum*), моллюсков (глохидии *Unionidae gen. sp.*) и ракообразных (*Achtheres percarum*).

К потенциально опасным для животных и человека были отнесены метацеркарии трематоды, *Paracoenogonimus ovatus*, нематоды *Hysterothylacium aduncum* и *Eustrongylides excisus* J. Метацеркарии *Paracoenogonimus ovatus* были обнаружены у двухлеток и производителей леща из восточной части Таганрогского залива. С 2005 г. средняя экстенсивность инвазии зараженных рыб изменялась от 30 до 100 %, при максимальных показателях в 2012, 2013 и 2017 гг. [Стрижакова и др., 2014]. Средняя интенсивность инвазии была в пределах 0,4–4,69 экз./г мышечной ткани и определялась как паразитоносительство. Цикл развития *P. ovatus* сложный, происходит с участием трех хозяев. Первыми являются моллюски рода *Viviparus*. В круг вторых промежуточных хозяев *P. ovatus* входят многие виды азовских рыб, окончательными – являются птицы и млекопитающие. Не исключено заражение человека [Гаевская, 2010].

Анализ данных 2017–2021 гг. показывает снижение частоты встречаемости нематоды *H. aduncum* у проходной черноморско-азовской сельди в дельте р. Дон и восточной части Таганрогского залива до 26,7 %. Средняя интенсивность инвазии была в пределах (8,5 ± 5,78) экз. – (32,3 ± 11,69) экз. В начале 2000-х гг. *H. aduncum* была зарегистрирована у 100 % сельдей в центральной части Азовском моря с максимальными показателями инвазии 300 экз. [Низова, Лебедева, 2004]. *H. aduncum* является патогенным для рыб видом и при высокой численности вызывает заболевание.

В Чёрном море хозяином личиночной стадии нематоды выступают многочисленные представители кормового зоопланктона. Функцию второго промежуточного хозяина выполняют массовые виды планктофагов (шпрот *Sprattus sprattus phalericus*, хамса *Engraulis encrasicolus ponticus* и др.). Окончательными хозяевами *H. aduncum* выступают 29 видов разного рода хищников-ихтиофагов, но одна из основных ролей наряду с другими рыбами принадлежит сельди [Гаевская, 2010]. Гистеротилиациум в отдельных

публикациях рассматривается как возможный патоген для человека.

С 2009 г. бычки (кругляк, сирман, песочник) являются основными носителями инвазии *E. excisus* в Азовском бассейне [Казарникова, 2021]. Кроме того, паразита регистрировали у судака, леща, тарани, рыбца и карася. В 2017–2021 гг. частота встречаемости нематод в дельте р. Дон среди бычка-кругляка составила 40–46,7 %, бычка-сирмана – 53,3–100 %, бычка-песочника – 20–26,7 %. Уровень средней интенсивности инвазии (по возрасту) был наиболее низким у бычка-песочника 2,0–3,5 экз., бычка-кругляка (1,5 ± 1,5) – (5 ± 4,42) экз. и бычка – сирмана (4 ± 1,74) – (11 ± 6,23) экз. Одним из факторов, определяющих уровень заражения рыб *E. excisus*, является присутствие в их кормовом рационе олигохет – первых промежуточных хозяев паразита. Окончательными хозяевами служат рыбоядные птицы, а в некоторых случаях – млекопитающие и человек [Deardorff, Overstreet, 1991].

В настоящее время отмечается рост производства продукции товарной аквакультуры. Данный показатель увеличился более чем на 78 % – с 77,1 тыс. т (2000 г.) до 356,6 тыс. (2021 г.).

Объем аквакультуры в южных регионах страны в 2020 г. составил 78,6 тыс. т [Динамика ... 2020]. В 2020 г. в Ростовской и Астраханской областях, Краснодарском крае в 2020 г. получено 90,6 % продукции аквакультуры (рис. 7).

В 2021 г. объем производства продукции товарной аквакультуры (включая выращивание посадочного материала) в России вырос на 8,5 %, по сравнению с прошлым годом, и составил 356,6 тыс. т [Коллегия. Итоги ... 2022].

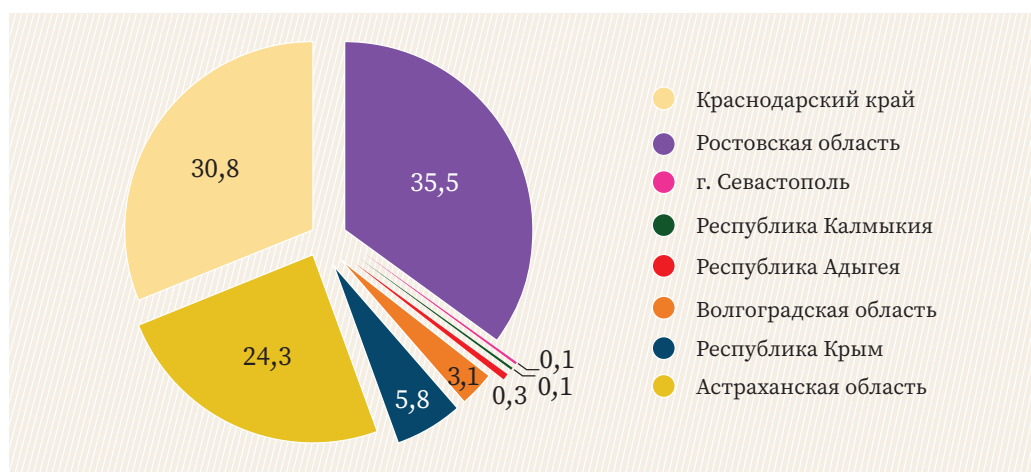


Рис. 7. Производство продукции товарной аквакультуры в Южном федеральном округе в 2020 г. (%)

По данным Росрыболовства, Южный федеральный округ входит в тройку лидеров: здесь было выращено свыше 79 тыс. т товарной аквакультуры (22 % от общероссийского). Перспективными направлениями являются пастбищная аквакультура, прудовое и промышленное рыбоводство, рекреационная аквакультура, марикультура. Расширение видового разнообразия выращиваемых рыб возможно за счет использования аборигенной ихтиофауны и ранее акклиматизированных видов.

В последнее время активно обсуждаются вопросы выращивания объектов аквакультуры в специализированных модульных системах с замкнутым циклом водообеспечения. Ученые ЮНЦ РАН разработали комплексную биотехнологию, позволяющую исключить климатические риски; интегрированные биокомплексы с применением «зеленых» технологий, благодаря которым возможно выращивать гидробионтов в УЗВ с использованием этажного культивирования рыбы, гидропоники (растений), раков и вермикультуры [Матишов и др., 2016; 2017; Пономарева и др., 2020; Способ совместного выращивания ... пат. № 2738382; Устройство для совместного выращивания ... пат. № 188779]. Выполняются исследования по разработке методов по управлению генеративным обменом производителей осетровых видов рыб [Metallov et al., 2018; Ponomareva et al., 2020, 2021a, b], разработке биотехнологий адаптации и выращивания хозяйственно-ценных видов рыб (кефаль-пиленгас, рыбец, судак) для производства и внедрения в аквахозяйства [Нерестовое устройство ... пат. № 2755820; Пономарева и др., 2020; Способ адаптации кефали ... пат. № 184695].

На основании проведенных исследований разработан метод определения степени зрелости гонад осетровых рыб и проведена его апробация на основе физиологических маркеров, биохимических индексов мочи. Анализ динамики солености мочи у самок в процессе созревания подтвердил установленный ранее факт, что созревание гонад вызывает у осетровых рыб изменение регуляции метаболизма воды и электролитов. Это приводит к задержке воды в организме рыб и снижению концентрации солей в моче. Исследования по влиянию витаминно-минерального комплекса на репродуктивные характеристики осетровых рыб подтвердили действие комплексного препарата, в состав которого входят селенит натрия и токоферол (витамин Е) для нормализации процесса генеративного обмена при выращивании в искусственных условиях водной среды [Ковалева и др., 2021]. Разработана многоступенчатая схема адаптации кефали-пиленгаса *Planiliza haematocheila* (Temminck & Schlegel, 1845) к искусственным усло-

виям содержания, которая позволяет за 45 суток полностью адаптировать рыб из естественной среды обитания [Тажбаева, 2021].

В Южном научном центре РАН совместно со специалистами Астраханского государственного технического университета ведутся многолетние научные исследования по разработке и усовершенствованию методов криоконсервации репродуктивных клеток различных видов рыб южных морей России.

На сегодняшний день низкотемпературное консервирование является одним из наиболее доступных и приемлемых способов долгосрочного хранения клеток. Целью исследований является разработка методик криоконсервации и хранения репродуктивных клеток рыб с целью обеспечения их структурно-функциональной сохранности, а также отработка приемов использования замороженного материала в аквакультуре.

Одними из важнейших вопросов низкотемпературного консервирования являются скоростной режим замораживания и состав криозащитных смесей. Сотрудники лаборатории рыбоводства проводили научные исследования по оптимизации режимов замораживания и подбору составов крио-защитных растворов для разных видов рыб (русский осетр, белуга, севрюга, стерлядь, белорыбица) [Красильникова, Тихомиров, 2016; Пономарева и др., 2012; Тихомиров и др., 2011].

Усовершенствованная благодаря результатам исследований методика криоконсервации спермы осетровых рыб предусматривает электростимуляцию половых клеток [Тихомиров, Пономарева, 2008], что способствует увеличению скорости проникновения протектора в клетки осетровых рыб. В 2010 г. получен патент на способ повышения выживаемости половых клеток осетровых рыб при криоконсервации [Пат. № 2399201].

Совместно с сотрудниками Института биофизики клетки РАН разработан способ снижения низкотемпературного скачка при кристаллизации растворов криопротекторов, позволяющий повысить целостность дефростированных клеток после криоконсервации. Он заключается в том, что до операции замораживания криораствора с биологическим материалом в жидком азоте (раствора криопротекторов с клетками живых организмов) осуществляют дистанционное воздействие на замораживаемый раствор ультразвуковым излучением частотой 0,50–10 МГц [Способ снижения ... пат. № 2540598]. В результате научных исследований показана зависимость объема замораживаемого материала и выживаемости после оттаивания [Красильникова, Тихомиров, 2014], предложена возможность заморажи-

вания семенной жидкости на сетках в виде тонкой пленки [Krasilnikova, Tikhomirov, 2014]. Также установлена эффективность снижения объемов отравляющих веществ в составе криозащитной среды для сперматозоидов осетровых видов рыб, что в свою очередь уменьшило токсическое воздействие последней на объект и привело к повышению времени жизни дефростированных клеток [Красильникова, Тихомиров, 2015]. Полученные результаты позволяют рекомендовать корректировку концентрации проникающих протекторов в криозащитном растворе, в зависимости от количества внутриклеточной воды для повышения выживаемости репродуктивных клеток самцов рыб после двойного температурного шока.

Для повышения уровня гетерогенности получаемого потомства и исключения негативных последствий инбридинга, предложена схема формирования маточного стада осетровых рыб в промышленных условиях с использованием криоконсервированных репродуктивных клеток самцов (сперматозоидов), сохраняющихся в низкотемпературном банке спермы. При формировании и эксплуатации маточного стада рыб рекомендовано ежегодное использование 10 % долгосрочно хранившихся в жидком азоте репродуктивных клеток самцов из криобанка, что дает возможность применения высококачественной спермы в любое время, исключения риска несвоевременного созревания рыб и использования большего числа самок в репродуктивных целях [Способ создания ... пат. № 2518442].

Проведены работы по получению потомства и определению физиологической полноценности молоди, полученной с использованием криоконсервированной спермы [Богатырева, 2010; Красильникова, 2015; Красильникова, Тихомиров, 2018; Пономарева и др., 2017]. Полученное потомство оказалось жизнеспособным и по реактивности центральной нервной системы и рецепторного комплекса практически не отличалось от молоди, полученной по традиционной технологии. Рыбы, полученные с использованием дефростированной спермы, имели лучшие показатели выживаемости, темпа роста, плодовитости, физиолого-биохимические показатели, по сравнению с полученными традиционными методами, за счет селективного действия низкой температуры жидкого азота.

На протяжении нескольких лет в Южном научном центре Российской академии наук ведутся работы по созданию биоресурсной коллекции замороженных клеток рыб. По программе обновления приборной базы научных учреждений, для целей криоконсервации были приобретены программируемый замораживатель Planer-560 и криохранилище LS-6000 (рис. 8).



Рис. 8. Оборудование для криоконсервации

Сбор материала производится на рыбоводных предприятиях Астраханской, Волгоградской, Ростовской областей, что обеспечивает возможность обмена генетическим материалом между организациями Южного федерального округа РФ (табл. 1).

Сохраненный генетический материал может использоваться для восполнения дефицита производителей и коррекции существующих технологий искусственного воспроизводства рыб.

Таблица 1. Коллекция репродуктивных клеток рыб в криобанке

Вид	Количество образцов
Русский осетр (<i>Acipenser gueldenstaedtii</i> Brandt et Ratzeburg, 1833)	398
Сибирский осетр ленской популяции <i>Acipenser baerii</i> Brandt, 1869	224
Севрюга (<i>Acipenser stellatus</i> Pallas, 1771)	38
Шип (<i>Acipenser nudiiventris</i> Lovetsky, 1828)	196
Бестер (<i>Huso huso</i> Linnaeus, 1758 × <i>Acipenser ruthenus</i> Linnaeus, 1758)	125
Белуга (<i>Huso huso</i> Linnaeus, 1758)	105
Стерлядь (<i>Acipenser ruthenus</i> Linnaeus, 1758)	337
Веслонос (<i>Polyodon spathula</i> Walbaum, 1792)	20
Амурский осетр (<i>Acipenser schrenckii</i> Brandt, 1869)	50
Белорыбица (<i>Stenodus leucichthys leucichthys</i> (Güldenstädt, 1772)	140

Заключение

Учитывая высокую экологическую пластичность многих паразитических организмов, их способность использовать разных хозяев для завершения своего жизненного цикла, необходимо особое внимание уделить мониторингу эпизоотической ситуации в условиях осолонения дельты р. Дон и восточной части Таганрогского залива. Возникает необходимость разработки критериев оценки паразитарного прессинга в зависимости от зараженности рыб, прогноза изменения эпизоотической ситуации в водоемах Азовского бассейна в меняющихся условиях среды.

Чтобы оценить дальнейшие последствия происходящих процессов для экосистем Чёрного, Азовского и Каспийского морей, следует проанализировать весь имеющийся массив научных наблюдений (гидрологических, гидробиологических, ихтиологических) в рамках «Программы совместных научных исследований Росрыболовства и РАН».

Азово-Черноморский и Каспийский бассейны – самые южные регионы нашей страны. Учитывая их рекреационную значимость и небольшой вклад в российское рыболовство, можно предположить дальнейшее сокращение рыбного промысла. Наиболее реальным цивилизованным путем увеличения продукции водного происхождения представляется развитие аквакультуры во всех ее формах [Matishov et al., 2012]. Следует ожидать развития отраслей рыбного хозяйства, таких как выращивание деликатесных рыб (осетр, форель, лосось) и моллюсков (устрицы, мидии), а также туристическо-рекреационной сферы и строительства в этих целях океанариумов, аквариумов, дельфинариумов.

Публикация подготовлена в рамках реализации ГЗ ЮНЦ РАН, № гр. проекта 122020100328-1 с использованием УНУ «МУК» ЮНЦ РАН и Биоресурсной коллекции редких и исчезающих видов рыб ЮНЦ РАН № 73602.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Балькин П.А. Насущные вопросы российского рыболовства // Известия ТИНРО. Владивосток: ТИНРО, 2011. Т. 165. С. 56–64.

Балькин П.А., Пономарева Е.Н., Пономарев С.В. Современное состояние производства рыбы в южных регионах России // Рациональное использование и сохранение водных биоресурсов: мат-лы Междунар. науч. конф., приуроченной к пятилетию открытия базовой кафедры ЮНЦ РАН «Технические средства аквакультуры» в ДГТУ (г. Ростов-на-Дону, 17–18 февраля 2014 г.). Ростов н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2014. С. 134–136.

Балькин П.А., Старцев А.В. Некоторые особенности биологии пиленгаса в Таганрогском заливе // Труды ВНИРО. 2017. Т. 166. С. 72–80.

Бердников С.В., Дашкевич Л.В., Кулыгин В.В. Климатические условия и гидрологический режим Азовского моря в XX – начале XXI в. // Водные биоресурсы и среда обитания. Т. 2. 2019. № 2. С. 7–19.

Богатырева М.М. Оптимизация методов криоконсервации спермы для сохранения генофонда осетровых рыб: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Астрахань, 2010. 20 с.

В Чёрном и Азовском морях исчезает знаменитая рыба хамса. URL: <https://wildfoto.ru> (дата обращения: 05.08.2021).

Васильева Т.В., Шипулин С.В., Канатьев С.В., Ткач В.Н., Лепилина И.Н., Калмыков В.А., Власенко А.Д., Булгакова Т.И. Современное состояние сырьевой базы и ее использование промыслом в Южном рыбохозяйственном районе Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна // Труды ВНИРО. 2016. Т. 160. С. 26–40.

Водный баланс и колебания уровня Каспийского моря. Моделирование и прогноз: науч.-метод. пос. / под ред. д.г.н. Е.С. Нестерова. М.: Триада-ЛТД, 2016. 378 с.

Гаевская А.В. Особенности функционирования паразитарной системы нематоды *Hysterothylacium aduncum* (Nematoda: Ascaridata) в Чёрном море // Морской экологический журнал. 2010. Т. 9. № 2. С. 37–50.

Гаргона Ю.М. Климатические изменения экосистем южных морей в условиях антропогенного воздействия // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона: мат-лы VII Междунар. конф. Керчь: ЮгНИРО, 2012. Т. 1. С. 219–225.

Гинзбург А.И., Костяной А.Г., Шеремет Н.А. Чёрное и Азовское моря: сравнительный анализ изменчивости температуры поверхности (1982–2009 гг., спутниковая информация) // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т. 8. № 4. С. 208–218.

Григоренко К.С., Олейников Е.П., Григоренко Е.Г. Влияние половодья Дона 2018 г. на термохалинную структуру Азовского моря // Наука Юга России. 2019. Т. 15. № 3. С. 63–69.

Гуськов Г.Е. Анализ распространения атлантического землероя *Lithognathus portuugus* (Linnaeus, 1758) (Actinopterygii: Sparidae) в Чёрном море // Российский журнал биологических инвазий. 2021. Т. 14. № 1. С. 64–70. DOI: 10.35885/1996-1499-2021-14-1-64-70

Гуськов Г.Е. Антропогенный фактор, влияющий на натурализацию чужеродных видов в Чёрном море // Закономерности формирования и воздействия морских, атмосферных опасных явлений и катастроф на прибрежную зону РФ в условиях глобальных климатических и индустриальных вызовов: мат-лы III Междунар. науч. конф. памяти чл.-корр. РАН Д.Г. Матишова. Ростов н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2021. С. 257–259.

Гуськов Г.Е., Жердев Н.А., Бухмин Д.А. Новые и редкие виды рыб у северного побережья Черного моря и антропогенные факторы, влияющие на их проникновение и натурализацию (обзор) // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2022. № 1. С. 66–81. DOI: 10.22449/2413-5577-2022-1-66-81

Дбар Р.С., Гицба Я.В., Экба Я.А. Термический режим поверхностного слоя вод и окислительные процессы в прибрежной зоне сухумской акватории Чёрного моря // Наука Юга России. 2018. Т. 14. № 4. С. 53–60.

Динамика производства продукции товарной аквакультуры в Российской Федерации в 2016–2020 гг. // Федеральное агентство по рыболовству. URL: https://fish.gov.ru/wp-content/uploads/documents/otraslevaya_deyatelnost/akvakultura/proizvodstvo_akvakultury/statistika/dinamika_proizvodstva_produkcii_2016-2020.pdf (дата обращения: 20.08.2020 г.)

Из-за нашествия медуз в Азовском море может исчезнуть хамса и тюлька // Информационное агентство «Тихоокеанский вестник». 04.06.2021. URL: <http://fishkamchatka.ru/articles/russia/41030/> (дата обращения: 06.06.2021)

Казарникова А.В. Анализ эпизоотического состояния рыб дельты реки Дон и восточной части Таганрогского залива в современных условиях // Наука Юга России. 2021. Т. 17. № 1. С. 97–108.

Ковалева А.В., Пономарева Е.Н., Григорьев В.А., Гераскин В.А., Сорокина М.Н. Действие витаминно-минеральной добавки е-селен на рост и развитие стерляди при выращивании в УЗВ // Перспективные технологии аквакультуры. М., 2021. С. 92–97.

Коллегия. Итоги деятельности федерального агентства по рыболовству в 2021 г. и задачи на 2022 год. Материалы к заседанию апрель 2022 г. // Федеральное агентство по рыболовству. URL: https://fish.gov.ru/wp-content/uploads/2022/03/kollegiya_itogi_2021_zadachi_2022.pdf (дата обращения: 30.11.2022).

Красильникова А.А. Совершенствование процесса криоконсервации репродуктивных клеток самцов рыб: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Астрахань, 2015. 24 с.

Красильникова А.А., Тихомиров А.М. Корреляция объемов эндоцеллюлярного протектора в криозащитных средах и внутриклеточной жидкости сперматозоидов осетровых рыб // Естественные науки. 2015. Т. 3. № 52. С. 105–111.

Красильникова А.А., Тихомиров А.М. Новые биотехнологические подходы при криоконсервации спермы рыб // Морские биологические исследования: достижения и перспективы: сб. мат-лов Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, приуроч. к 145-летию Севастопольской биологической станции: в 3 т. 2016. С. 398–400.

Красильникова А.А., Тихомиров А.М. Объем замораживаемого образца как один из факторов выживаемости сперматозоидов осетровых видов рыб при криоконсервации // Естественные науки. 2014. № 2. С. 62–69.

Красильникова А.А., Тихомиров А.М. Получение жизнеспособной молоди русского осетра с применением криоконсервированной спермы и оценка поведенческих реакций крипотомства // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53. № 4. С. 762–768.

Куманцов М.И., Кузнецова Е.Н., Лапшин О.М. Комплексный подход к организации российского рыболовства на Черном море // Современные проблемы науки и образования: [электронный журнал]. 2012. № 5. URL: <http://www.science-education.ru> (дата обращения: 18.03.2019).

Луц Г.И., Надолинский В.П., Дахно В.Д., Рогов С.Ф., Кузнецов С.А., Филатов О.В. Состояние ихтиофауны и сырьевая база промысла на черноморском шельфе России в современный период // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна: сб. науч. тр. АзНИИРХ (2002–2003 гг.). Ростов н/Д.: АзНИИРХ, 2004. С. 86–102.

Макоедов А.Н. Научные основы рыболовства. М.: Медиа М, 2014. 464 с.

Матишов Г.Г., Пономарева Е.Н., Казарникова А.В., Ильина Л.П., Григорьев В.А., Соколова Т.А., Польшина Т.Н., Коваленко М.В., Кузов А.А., Корчунов А.А. Инновационная биотехнология получения экологически чистой продукции аквакультуры в модульной установке замкнутого водоснабжения // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Сер.: Естественные науки. 2016. № 3 (191). С. 41–48.

Матишов Г.Г., Пономарева Е.Н., Казарникова А.В., Ильина Л.П., Соколова Т.А., Коваленко М.В., Григорьев В.А., Металлов Г.Ф. Интегрированное выращивание рыбы и растений в модульной установке замкнутого водоснабжения // Рыбное хозяйство. 2017. № 1. С. 66–71.

Надолинский В.П. Структура и оценка запасов водных биоресурсов в северо-восточной части Чёрного моря: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Краснодар: АзНИИРХ. 2004. 28 с.

Надолинский В.П., Надолинский Р.В. Изменения в видовом составе и численности ихтиопланктона Азовского и северо-восточной части Чёрного морей за период 2006–2017 гг. под воздействием природных и антропогенных факторов // Водные биоресурсы и среда обитания. 2018. Т. 1. № 1. С. 51–66.

Нерестовое устройство для судака. У1: пат. № 184695 РФ. № 2017147098/13; заявл. 29.12.17; опубл. 06.11.18, Бюл. № 31. МПК А01К 61/00 (2006.01) / Матишов Г.Г., Пономарева Е.Н., Сорокина М.Н., Коваленко М.В., Григорьев В.А., Яковлев Д.А.; заяв. и патентообл. ЮНЦ РАН, ООО «Симеон АкваБиоТехнологии».

Низова Г.А., Лебедева Е.А. Современное эпизоотическое состояние промысловых рыб Азово-Черноморского бассейна // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна: сб. науч. тр. АзНИИРХ. Ростов н/Д., 2004. С. 309–314.

Полухин А. К минтаю подошли взвешенно: Сенаторы поручат Минсельхозу проработать новый учет улова // Коммерсантъ. 16.11.2021. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5078002> (дата обращения: 17.11.2021).

Пономарева Е.Н., Григорьев В.А., Сорокина М.Н., Корчунов А.А. Современные биотехнологические методы в индустриальной аквакультуре юга России // Современные рыбные ресурсы и аквакультура в Азово-Черноморском бассейне: сб. совместных публикаций сотрудников ЮНЦ РАН и ДГТУ / под общ. ред. Г.Г. Матишова, Б.Ч. Месхи, И.В. Карманова (отв. ред.). Ростов н/Д., 2020. С. 24–26.

Пономарева Е.Н., Неваленный А.Н., Белая М.М., Красильникова А.А. Использование криоконсервированной спермы для формирования маточного стада стерляди // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер.: Рыбное хозяйство. 2017. № 4. С. 118–127.

Пономарева Е.Н., Тажбаева Д.С., Коваленко М.В., Безверхий В.А., Сорокина М.Н. Адаптация пиленгаса (*Liza Naematocheilus* (Temminck & Schlegel, 1845)) к индустриальным условиям // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер.: Рыбное хозяйство. 2020. № 2. С. 116–125.

Пономарева Е.Н., Тихомиров А.М., Богатырева М.М., Красильникова А.А. Криоконсервация репродуктивного материала рыб: разработки ЮНЦ РАН // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона: мат-лы VII Междунар. конф. 2012. С. 55–58.

Объем производства аквакультуры в России вырос на 8,5 % – до 357 тыс. т // Федеральное агентство по рыболовству. 28.11.2022. URL: <https://fish.gov.ru/news/2022/02/09/obem-proizvodstva-akvakultury-v-rossii-vyros-na-85-do-357-tys-tonn> (дата обращения: 29.11.2022).

Пятинский М.М., Шляхов В.А., Шляхова О.В. Динамика запасов шпрота в Чёрном море и перспективы его освоения // Вопросы рыболовства. 2020.Т. 21. № 4. С. 396–410.

Росрыболовство назвало медуз серьезной угрозой для промысловых видов в Азовском море // Информационное агентство ТАСС. 01.06.2021. URL: <https://tass.ru/obschestvo/11531197> (дата обращения: 02.06.2021).

Российские рыбаки завершили 2020 год с прибавкой в 1,2 % – добыто 4,97 млн тонн ВБР. 2021. URL: <http://www.fish.gov.ru/obiedinennaya-press-sluzhba/novosti/32750>. (дата обращения: 14.01.2021).

Рыбак О.О., Рыбак Е.А. Климатические изменения в Черноморском регионе и разработка стратегии его устойчивого развития // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 90. С. 108–143.

Седов С.И., Парицкий Ю.А., Колосюк Г.Г., Канатьев С.В. О гибели килек в Среднем и Южном Каспии в 2001 г. // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: результаты НИР за 2001 г. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2002. С. 340–346.

Способ адаптации кефали пиленгаса к искусственному корму С2: пат. № 2755820 РФ. № 2019140697/10; заявл. 09.12.19; опубл. 21.09.21, Бюл. № 27. МПК 01К 61/00 (2006.01), А23К 50/80 (2016.01) / Матишов Г.Г., Пономарева Е.Н., Арутюнян Т.В., Старцев А.В., Тажбаева Д.С., Григорьев В.А., Сорокина М.Н.; заяв. и патентообл. ЮНЦ РАН.

Способ повышения выживаемости половых клеток осетровых рыб при криоконсервации. С2: пат. № 2399201 РФ. Бюл. № 26. МПК А 01 N, 1/02 (2006.01); / Пономарёва Е.Н., Тихомиров А.М., Богатырева М.М., Болонина Н.В., Джаригаев Е.С.; заяв. и патентообл. АГТУ, ЮНЦ РАН. 5 с.

Способ снижения низкотемпературного скачка растворов криопротекторов. С2: пат. № 2540598 РФ. № 2013125414/13; заявл. 31.05.2013; опубл. 10.02.2015, Бюл. № 4. МПК А 01 N, 1/02 (2006.01) / Андреев А.А., Садикова Д.Г., Пономарева Е.Н., Красильникова А.А., Белая М.М.; заяв. и патентообл. АГТУ, ЮНЦ РАН. 5 с.

Способ совместного выращивания объектов аквабиокультуры и растений. С2: пат. № 2738382 РФ. № 2016150731/20; заявл. 22.12.2016; опубл. 11.12.2020, Бюл. № 35. МПК 01К 61/40 (2017.01), А01К 61/50 (2017.01), А01G 31/00 (2006.01) / Матишов Г.Г., Пономарева Е.Н., Казарникова А.В., Ильина Л.П., Григорьев В.А., Сорокина М.Н., Коваленко М.В.; заяв. и патентообл. ЮНЦ РАН.

Способ создания репродуктивных маточных стад осетровых рыб. С1.: пат. № 2518442 РФ. № 2012146207/13, заявл. 29.10.2012; опубл. 10.06.2014, Бюл. № 16. МПК А 01 К, 61/00 (2006.01) / Пономарева Е.Н., Сорокина М.Н., Григорьев В.А., Ковалева А.В., Белая М.М.; заяв. и патентообл. ЮНЦ РАН. 8 с.

Стрижакова Т.В., Мирзоян А.В., Шевкоплясова Н.Н., Бортников Е.С. Паразиты промысловых рыб нижнего Дона и Азовского моря, потенциально опасные для человека // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна: сб. науч. тр. (2012–2013 гг.). Ростов н/Д.: 2014. С. 236–254.

Тажбаева Д.С. Процесс адаптации и выращивания кефали-пиленгаса (*Liza haematocheilus* (Temmink & Schlegel, 1845)) в системе установки замкнутого водоснабжения // Труды ЮНЦ РАН. Т. 9: Исследования молодых ученых ЮНЦ РАН. Ростов н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2021. С. 52–59.

Тихомиров А.М., Богатырева М.М., Красильникова А.А. Разработка криозащитных сред для низкотемпературного консервирования сперматозоидов белорыбицы (*Stenodus leucichthys* Gldenstdti, 1772) в целях сохранения генофонда // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. № 1. 2011. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2011. С. 58–62.

Тихомиров А.М., Пономарева Е.Н. Электростимуляция мембран спермиев русского осетра облегчает проникновение криопротекторов внутрь клеток // Биофизика живой клетки. Консервация генетических ресурсов. Пушино, 2008. Т. 9. С. 129–130.

Устройство для совместного выращивания гидробионтов и растений. U1: пат. № 188779 РФ. № 2018147657/10; заявл. 28.12.2018; опубл. 23.04.2019, Бюл. № 12. МПК A01G 31/00 (2006.01), A01K 61/00 (2006.01), A01K 63/00 (2006.01) / Пономарева Е.Н., Сорокина М.Н., Григорьев В.А., Александрова У.С.; заяв. и патентообл. ЮИЦ РАН; АГТУ.

Шаловенков Н.Н. Тенденции вселения чужеродных видов зообентоса в Чёрное море // Российский журнал биологических инвазий. 2020. № 1. С. 72–80.

Яицкая Н.А. Термохалинный режим Каспийского моря при изменении уровня: автореф. дис. ... канд. геогр. наук / Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН. Мурманск: ММБИ, 2012. 28 с.

Deardorff T.L., Overstreet R.M. Seafood-transmitted zoonoses in the United States: the fishes, the dishes, and the worms // *Microbiology of Marine Food Products* / ed. D.R. Ward, C.R. Hackney, V.N. Reinhold. New-York: Springer SBM, 1991. P. 211–265.

Krasilnikova A.A., Tikhomirov A.M. Alternative methods of preparation of fish sperm to freeze at ultra-high values of cooling rate // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер.: Рыбное хозяйство. Астрахань: Изд-во АГТУ. 2014. № 2. С. 72–78.

Matishov G.G., Balykin P.A., Ponomareva E.N. Russia's fishing industry and aquaculture // *Herald of the Russian academy of sciences*. 2012. Vol. 82. No. 1. P. 55–62.

Metallov G.F., Ponomareva E.N., Sorokina M.N., Grigoryev V.A., Korchunov A.A. Functional orientation of biochemical processes in female beluga × sterlet (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758 × *Huso huso* Linnaeus, 1758) hybrids in the reproductive cycle // *Doklady Biological Sciences*. 2018. Vol. 478. No. 1. P. 37–39. (In English).

Ponomareva E., Grigoriev V., Sorokina M., Kovaleva A., Geraskin P., Tazhbaeva D. Estimation the influence of vitamin-mineral complex on reproductive characteristics of sterlet (*Acipenser ruthenus* L.) // E3S Web of Conferences. 14. Rostov-on-Don, 2021. C. 03011. (In English).

Ponomareva E., Sorokina M., Kovaleva A., Grigoriev V., Geraskin P. Features of the reproductive system development in the installations of closed water supply system // 13th International Scientific and Practical Conference on State and Prospects for the Development of Agribusiness, INTERAGROMASH-2020: E3S Web of Conferences (Rostov-on-Don, 26–28.02.2020). 2020. Vol. 175. C. 02012. (In English).

Ponomareva E.N., Geraskin P.P., Metallov G.F., Nevalennyi A.N., Grigoryev V.A., Sorokina M.N., Fedorovykh Yu.V. Features of Changes in the Functional State of Sturgeon during Maturation in Closed Water-Supply Installations // *Inland Water Biology*. 2021. Vol. 14. No. 1. P. 87–93.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Балыкин Павел Александрович – д.б.н., г.н.с. отдела водных биологических ресурсов бассейнов южных морей (ВБРБЮМ) ЮНЦ РАН; balykin.pa@rambler.ru

Пономарева Елена Николаевна – д.б.н., г.н.с., зав. отделом ВБРБЮМ ЮНЦ РАН; kafavb@mail.ru

Казарникова Анна Владимировна – д.б.н., зав. лаб. ихтиологии ЮНЦ РАН; kazarnikova@ssc-ras.ru

Сорокина Марина Николаевна – к.б.н., с.н.с. лаб. водных биоресурсов и аквакультуры ЮНЦ РАН; sor-marina@yandex.ru

Красильникова Александра Андриановна – к.б.н., с.н.с. лаб. водных биоресурсов и аквакультуры ЮНЦ РАН; alexandra.kras@yandex.ru

Григорьев Вадим Алексеевич – к.б.н., в.н.с., зав. лаб. водных биоресурсов и аквакультуры ЮНЦ РАН; labastu@yandex.ru

Гуськов Глеб Евгеньевич – н.с. лаб. ихтиологии ЮНЦ РАН; gleb_guskov@mail.ru