

ЛЕОНИД ПАВЛОВИЧ РЫЖКОВ

доктор биологических наук, профессор кафедры зоологии и экологии эколого-биологического факультета ПетрГУ
rlp@psu.karelia.ru

ИРИНА МИХАЙЛОВНА ДЗЮБУК

кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии и экологии эколого-биологического факультета ПетрГУ
lkrup@petrsu.ru

**БЕЛОЕ МОРЕ –
РЕЗЕРВ РАЗВИТИЯ АКВАКУЛЬТУРЫ В КАРЕЛИИ**

В статье обсуждаются возможности использования для развития аквакультуры в Карелии неосвоенных пресных водоемов и главным образом водных ресурсов Белого моря. Для организации садковой аквакультуры на Белом море предлагается трехэтапная зональная система ее функционирования. Предложен комплекс мероприятий, направленных на сохранение природных качеств водной среды, используемой в садковом рыбоводстве.

Ключевые слова: аквакультура, рыбоводство, садок, Белое море, зональная система, селекционно-генетический центр, питомник, посадочный материал, маточное стадо

На протяжении последнего десятилетия садковая аквакультура в Карелии развивается особенно интенсивно. В 2007 году в садковых хозяйствах республики было произведено 9300 т рыбной продукции, в том числе 6800 т товарной рыбы. По сравнению с 1998 годом общий объем производства рыбной продукции возрос в 9,6 раза и превысил более чем в три раза промысловый вылов рыбы в пресных водоемах. Этому способствовали географическое расположение и благоприятные природные условия Карелии, глубокая научная обоснованность этого направления развития рыбного хозяйства, решение кадровой проблемы и умелая организаторская деятельность квалифицированных специалистов, в том числе Общества форелеводов Карелии. Большое значение для развития этого направления имела всемерная поддержка правительства республики, активизировавшая деятельность фермеров. Уже в 2010 году в садковых хозяйствах планируется произвести не менее 12 тыс. т рыбной продукции, а в перспективе этот объем может быть увеличен вдвое.

Включение аквакультуры в приоритетный национальный проект «Развитие АПК» свидетельствует о признании государством перспективности этого направления в развитии рыбного хозяйства России. Это накладывает особую ответственность на Карелию, ставшую пионером садковой аквакультуры в естественных водоемах. Большинство специалистов и властных структур республики это хорошо понимают. В настоящее время уже имеется научно обоснованная программа развития садковой аквакультуры, созданы схемы ее зональной организации, в основном определены материальные возможности, осуществляется подготовка кадров, а также решается целый комплекс других вопросов, способствующих развитию этого направления.

Однако это не значит, что все проблемы решены. Как и во всей стране, остро ощущается отсутствие законодательной базы в области аквакультуры. Подготовка федерального закона «Об аквакультуре» происходит крайне медленно. В результате возникают сложности с выживанием

существующих и организацией новых рыбоводных хозяйств. В частности, сдерживается создание зональной структуры функционирования садковой аквакультуры, отчего страна может потерять имеющиеся в настоящее время приоритеты.

Несомненно, создание современной законодательной базы и укрепление нормативно-технологической основы аквакультуры обеспечат необходимые условия для дальнейшего ее развития. Этому содействуют формирующиеся новые социально-экономические условия, потребности рынка в свежей рыбной продукции (особенно деликатесных видов) и сочетание огромных водных ресурсов с благоприятными природными условиями.

В Карелии не только названные условия находятся в самом благоприятном сочетании, но и имеется значительный резерв для дальнейшего развития садковой аквакультуры. В настоящее время садковое рыбоводство в республике в основном базируется на внутренних пресных водоемах. Морские же ресурсы практически не используются. Общее производство рыбной продукции в садковых хозяйствах Белого моря составляет около 100 т. Опыт же Финляндии, Норвегии, Швеции показал, что в морских водах можно выращивать сотни тысяч тонн ценной рыбной продукции и что это экономически выгодно.

Для Карелии резервом являются не только еще неосвоенные пресные водоемы, но главным образом Белое море с его уникальными природными условиями. Это обусловлено тем, что, в отличие от других арктических водоемов, Белое море слабо связано с океаном, водообмен с Баренцевым морем ограничен узким и неглубоким горлом. В то же время Белое море получает огромный береговой сток, в среднем равный 215 км^3 (колебания от 130 до 360 км^3). При этом своеобразное строение берегов и дна, динамика течений, континентальный арктический климат, смягченный близким теплым течением, и ряд других факторов обуславливают оригинальность облика флоры и фауны со специфическими беломорскими чертами. Все это определяет особенности функционирования экосистемы Белого моря [1], [6], [5] и др.

Площадь Белого моря – около 90 тысяч км^2 , средняя глубина – 67 м, максимальная глубина – 350 м. Объем водной массы – 6 тыс. км^3 . Протяженность береговой линии в карельской части моря – более 850 км. Берега большей частью высокие, скалистые, с весьма причудливыми формами. Карельский берег Белого моря изрезан многочисленными заливами, что еще более усложняет специфичность его экосистемы. Соленость вод в прибрежной зоне составляет около 20 ‰, к центру бассейна она увеличивается до 30–34 ‰. Аналогичным образом соленость изменяется от поверхности ко дну и с юга на север. Содержание кислорода обычно высокое, хотя четко наблюдаются суточные и сезонные колебания. Активная реакция воды в приустьевых

участках рек обычно слабокислая ($\text{pH} = 6,2\text{--}6,8$). По мере удаления от берегов воды приобретают щелочной характер ($\text{pH} = 7,8\text{--}8,5$). Содержание легкоокисляемой органики чаще всего невысокое, перманганатная окисляемость колеблется в пределах $1,5\text{--}7,0 \text{ мгO}_2/\text{л}$. Обычно ее величина к центру моря уменьшается. Такая динамика количественных показателей легко окисляемых веществ обусловлена их высоким содержанием в речном стоке ($\text{ПО} = 10\text{--}30 \text{ мгO}_2/\text{л}$). Нитратный азот в поверхностном слое воды летом обычно отсутствует, так как используется водорослями. На глубине и зимой его содержание возрастает до $40\text{--}100 \text{ мгN}/\text{м}^3$. Нитриты также чаще всего отсутствуют или содержатся в очень незначительных количествах (до $2,5 \text{ мгN}/\text{м}^3$). Аммонийный азот поступает в Белое море главным образом с речным стоком (более $100 \text{ мгN}/\text{м}^3$), поэтому к центру моря его содержание сокращается в 20–30 раз. Минеральный фосфор в прибрежных водах содержится в незначительных количествах ($1\text{--}10 \text{ мгP}/\text{м}^3$), к центру моря его содержание возрастает в 5–10 раз. Кремний в Белом море не лимитирует развитие водорослей [2], [3].

Сильный поток солнечной радиации и большое количество поступающей с речным стоком органики (более 6 млн т в год) обеспечивают интенсивное развитие фитопланктона. Численность фитопланктона в некоторых районах моря достигает $140 \times 10^6 \text{ кл}/\text{м}^3$ при биомассе $7232 \text{ г}/\text{м}^3$ (мидиевые плантации) при колебаниях средних показателей числа клеток от $9,2 \times 10^6 \text{ кл}/\text{м}^3$ до $140 \times 10^6 \text{ кл}/\text{м}^3$ при динамике биомассы в пределах $0,114\text{--}0,23 \text{ г}/\text{м}^3$ [10], [6] и др.

Биомасса зоопланктона, по материалам разных авторов, в зависимости от сезона, года, района исследования и глубины водоема колебалась от 1,7 до $322 \text{ мг}/\text{м}^3$. Максимальная биомасса зоопланктона в бассейне достигала $400 \text{ мг}/\text{м}^3$. В Онежском заливе в 2004 году биомасса летнего зоопланктона была $469 \text{ мг}/\text{м}^3$ [12], [13] и др.

Донные животные также распределяются весьма неравномерно. Биомасса их колеблется от 0,3 до $81,4 \text{ г}/\text{м}^2$ при изменениях численности от 88 до $3504 \text{ экз.}/\text{м}^2$ [4], [11] и др.

Основными промысловыми видами рыб в Белом море являются сельдь, навага, корюшка, семга. В 1998–2002 годах добыча рыбы и других морепродуктов в карельской части Белого моря колебалась от 1653 до 2500 т, что в 2 раза ниже уловов начала 1990-х годов. В результате модернизации флота, изменения условий промысла и социальной среды наметилась слабая тенденция к увеличению объемов добычи рыбы и морепродуктов. Так, если в 2001 году было добыто 1653 т, то в 2002 году этот показатель вырос до 2500 т.

Гидролого-гидрохимические особенности вод Белого моря определяют не только его продукционные возможности, но и пространственную неоднородность распределения раститель-

ных и животных организмов. Особой неоднородностью такого размещения характеризуются водоросли. Так, фукусы обычно занимают верхнюю и среднюю литораль, ламинария и анфельция – сублиторальную зону. По данным О. А. Прониной [7], популяции водорослей Белого моря имеют нормальное развитие. Средняя плотность покрытия водорослями дна составляет в основном 50–70 %, а средняя биомасса фукоидов в разных районах колеблется от 5,3 до 11,9 кг/м². Приведенные выше материалы по зоопланктону и зообентосу также хорошо иллюстрируют пространственную неоднородность животных организмов.

Качественному составу фауны Белого моря свойственен смешанный характер. Обычно выделяются несколько биогеографических групп. Наиболее многочисленной группой является арктическая (более 80 %). В этой группе преобладают высокоарктические формы. Например, из рыб – навага и сайка, из моллюсков – *Bela nowaja-zemliensis* и другие. Наряду с арктическими формами, меньшая часть фауны Белого моря (до 23 %) представлена бореальными формами. Среди них можно назвать сельдей, треску, моллюсков *Cyprina islandica*, *Neptunea despecta typica* и других.

Пространственная неоднородность размещения и совместное существование в одном водоеме двух названных форм фауны, различных по условиям обитания, является одной из особенностей экосистемы Белого моря. Другой особенностью беломорской фауны является наличие в ней видов с разорванным ареалом. Это, прежде всего, бореальные виды, которых в Белом море насчитывается около 60. Среди них можно отметить названных ранее моллюсков. В меньшем числе среди видов с разорванным ареалом представлены высокоарктические формы. Это мизиды, арктический моллюск (*Portlandia arctica*), гамаракантус и другие. Наряду с этим, в Белом море выявлены несколько представителей тихоокеанской фауны [1], в том числе акклиматизированная горбуша.

Названные особенности беломорской фауны обусловлены условиями геологически молодого Белого моря, которые сформировались в результате многочисленных оледенений на Европейском Севере, существования холодного Иольдиевого моря и теплого Лотаринового моря. При этом следует учитывать особенности самой котловины Белого моря, горло которой не способствовало интенсивному водообмену с северными водоемами. В частности, слабый водообмен с северными морями мог способствовать сохранению холодноводной иольдиевой фауны в беломорских глубинах. Изрезанность береговой линии, наличие многочисленных заливов, разнообразие биотопов, различные температурные условия, изменение солёности также способствовали сохранению арктической иольдиевой и бореальной лотариновой фауны.

Краткий обзор природных особенностей Белого моря убедительно показывает, что беломорская водная экосистема весьма перспективна для развития аквакультуры. Особенно благоприятен для садковой аквакультуры карельский берег Беломорья, испещренный многочисленными заливами с опресненной морской водой. Еще одна особенность Белого моря – это возможность использовать для аквакультуры представителей арктической и бореальной фауны, морских и пресноводных сообществ.

Для организации садковой аквакультуры на Белом море и в его бассейне целесообразно использовать трехэтапную зональную систему ее функционирования [9]. Однако, учитывая особенности Беломорья, возникает необходимость ввести некоторые коррективы в размещение компонентов предложенной системы.

Конечно, как и в других зонах, вся беломорская система садковой аквакультуры должна быть привязана к конкретному селекционно-генетическому центру (этап 1). Такой центр может быть совмещен с работами по другим направлениям аквакультуры, например, с пастбищным лососеводством (семга, кумжа, кижуч, горбуша и др.), с озерным товарным рыбоводством (лососевые, сиговые, карповые). Разместить этот центр наиболее целесообразно в Карелии, имеющей большой опыт в организации садковой аквакультуры, в создании озерных товарных хозяйств и воспроизводстве рыбных запасов. При этом следует учитывать, что разнообразный состав ихтиофауны в водоемах Карелии будет способствовать использованию в аквакультуре «местных» видов рыб (пресноводный лосось, судак, лещ, сиги). В частности, такой центр можно разместить на Кемском рыбоводном заводе, а также в озерно-речных системах бассейна Белого моря, Онежского озера и т. д. В селекционно-генетическом центре (этап 1) всю работу по формированию маточного стада можно проводить в бассейнах, лотках и даже в прудах. Созданная продукция может реализовываться в виде элитных производителей, оплодотворенной икры на разных этапах развивающегося эмбриона, подращенных личинок, мальков и более крупной молоди для дальнейшего выращивания посадочного материала в специальных питомниках. Хочется особо предупредить рыбоводов, что перевозка рыбной продукции недопустима во время высокой чувствительности организмов к окружающей среде (гаструляция, дифференцировка органов, переход на питание и т. д.).

Питомники для выращивания посадочного материала целесообразно размещать в озерно-речных системах или в приустьевых участках рек в слабосоленой воде (этап 2). Известно, что все проходные лососи начало жизненного цикла проводят в пресноводных водоемах. Молодь же радужной форели успешно развивается в слабосоленой воде.

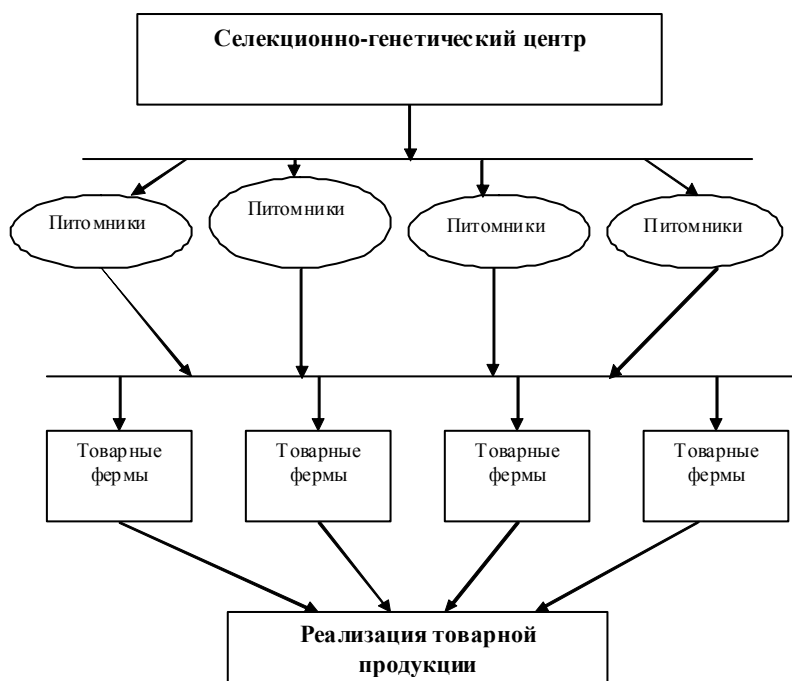


Схема организации садковой аквакультуры на Белом море и в его бассейне

В связи с тем, что требования рынка могут изменяться, создаваемые питомники должны быть приспособлены для выращивания разно-размерного и разновозрастного посадочного материала. Для этого в каждом питомнике целесообразно иметь не только садковые комплексы, но и бассейны. Поступающую в бассейны воду можно подогревать и тем самым ускорять рост молоди. Применение подогрева воды в бассейнах позволяет получать разноразмерную молодь одного возраста. В садках же размерный состав молоди более четко обусловлен ее возрастом. Полученная продукция реализуется на садковые фермы для получения товарной рыбы.

Фермы для выращивания товарной рыбы в садках могут создаваться в морских заливах (этап 3). Конечно, не исключается возможность формирования их в озерно-речных системах. Для создания товарных ферм необходимо четко определить их функциональные возможности и обязательно разработать рыбоводно-биологическое обоснование. Конечно, необходимо получить положительное решение государственной экологической экспертизы на формируемое хозяйство. Рыбная продукция реализуется в условиях рыночной экономики.

Опыт зарубежных стран показывает, что второй и третий этапы зональной организации садковой аквакультуры в Беломорье могут быть совмещены. При совмещении питомники разме-

щаются в устьевой или в приустьевой части озерно-речной системы, а товарная ферма – в заливе этой же системы. Практически разместить садковые комплексы можно в бассейнах всех рек, впадающих в Белое море, хотя предпочтение следует отдать северо-западному побережью Белого моря.

Садковое рыбоводство на Белом море может сочетаться с промышленным выращиванием других видов гидробионтов. В этом направлении особенно перспективной является организация форелево-мидиевых ферм. При таком сочетании может существенно сократиться отрицательное воздействие форелеводства на окружающую среду. Мидии, являясь фильтраторами, будут использовать для своей жизнедеятельности большую часть органических компонентов остатков пищи форели и ее конечных продуктов метаболизма. Небольшие садковые хозяйства могут стать привлекательными для туристов. На их базе возможно организовать отличную рыбалку.

По материалам многих исследователей, на Белом море в садках можно выращивать не менее 10–20 тыс. т рыбной продукции. Достижению этих объемов будут способствовать достаточно высокое качество водной среды, ее невысокая соленость в прибрежных районах моря (что стимулирует рост рыб по сравнению с пресными водоемами на 15–20 %), наличие свободной рабочей силы, близость рынка и т. д.

Однако развитие садковой аквакультуры, помимо положительного эффекта, сопряжено с неизбежным отрицательным воздействием на водные экосистемы. При функционировании садковой аквакультуры в водную среду попадают остатки корма, выделяемые рыбами фекалии и отторгаемые конечные продукты метаболизма. В результате их трансформации в водной среде образуются продукты распада, оказывающие отрицательное влияние на качество водной среды (соединения фосфора, азота и др.) и общее состояние экосистемы. Чтобы вовремя предупредить негативные воздействия, процесс функционирования садковой аквакультуры должен сопровождаться экологическим мониторингом состояния водной среды и экосистемы в целом. Необходимость мониторингового сопровождения работ по аквакультуре была отмечена на X Международной научной конференции «Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря» [8].

В заключение следует отметить, что, наряду с пресноводными водоемами, имеются широкие возможности для развития садковой аквакультуры на Белом море. Об этом свидетельствуют как природные условия Беломорья, так и социально-экономическое состояние этого региона. Большинство исследователей считают, что на Белом море, особенно в его северо-западной части, можно выращивать в садках до 20 тыс. т рыбной продукции.

Основным путем садкового рыбоводства на Белом море должен стать зональный принцип организации хозяйственной деятельности, позволяющий сочетать выращивание посадочного материала в пресных водах и производство товарной рыбы в морских водах. Этому способствуют природные особенности Беломорья: ограниченная связь Белого моря с холодными и очень солеными водами северных морей и наличие опресненных эстуариев многочисленных рек этого бассейна.

Однако широкие возможности использования водных ресурсов Беломорья в рыбохозяйственном отношении будут определять растущую антропогенную нагрузку на экосистемы. Поэтому главным условием дальнейшего успешного развития рыбного хозяйства на Белом море, как и в других регионах Европейского Севера, становится эффективная защита водных экосистем и их биологических ресурсов от негативного воздействия интенсивно развивающейся садковой аквакультуры. Защита включает в себя комплекс мероприятий, направленных на сохранение природных качеств водной среды, используемой в садковом рыбоводстве. При освоении зональной структуры организации садковой аквакультуры эти мероприятия включают в себя следующее:

- научную оценку возможностей использования в рыбоводстве морских и пресноводных водоемов с учетом их экологической емкости;
- обязательную разработку биологического обоснования при создании каждого конкретного садкового хозяйства (РБО);
- мониторинговое сопровождение функционирования садковых хозяйств (экологический мониторинг);
- разработку конкретных мероприятий по сохранению водных экосистем от возможных отрицательных воздействий садковых хозяйств;
- ежегодную оценку и прогноз развития садкового рыбоводства для каждого региона с учетом типа и характера водоемов.

Таким образом, развитие садковой аквакультуры в морских и пресных водоемах будет и в дальнейшем эффективным только при предлагаемом научном подходе и использовании современных технологий. В настоящее время Белое море является морским резервом для дальнейшего успешного развития садковой аквакультуры в Карелии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гурьянова Е. Ф. Белое море и его фауна. Петрозаводск: Госиздат КФССР, 1948. 132 с.
2. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Карелия в 2005 году. Петрозаводск: Петро-Пресс, 2006. 343 с.
3. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Карелия в 2006 году. Петрозаводск: ГУ РК Издательский дом Карелия, 2007. 308 с.
4. Денисенко Н. В. Предварительные результаты современных исследований зообентоса сублиторали губы Чупа Белого моря // Тезисы докл. VIII регион. научно-практ. конф. «Проблемы изучения рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря» ЗИН РАН. Архангельск, 2001. С. 74–75.
5. Ин же бей кин Ю. И. Особенности мезомасштабных вариаций абиотических компонентов экосистемы Белого моря // Тезисы докл. VIII регион. научно-практ. конф. «Проблемы изучения рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря» ЗИН РАН. Архангельск, 2001. С. 36–39.
6. Лапин Ю. Е. Экология рыб Белого моря. М.: Изд-во «Наука», 1978. 199 с.
7. Пронина О. А. Современное состояние сырьевых ресурсов водорослей Белого моря // Тезисы докладов VIII регион. научно-практ. конф. «Проблемы изучения рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря» ЗИН РАН. Архангельск, 2001. С. 20–29.
8. Рекомендации X Международной научной конференции «Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря». Архангельск, 2007. 8 с.
9. Рыжков Л. П., Нечаева Т. А., Евсеева Н. В. Садковое рыбоводство – проблемы здоровья рыб. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2007. 120 с.

10. Тараненко М. Н. Предварительные данные по распределению фитопланктона в районе мидиевого хозяйства бухты Сонострова Белого моря // Мат. докл. конф. «Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря» ЗИН РАН. Кандалакшский гос. заповедник. СПб, 1985. С. 99–100.
11. Телицина Л. А. К характеристике бентосных сообществ вершины Онежского залива в условиях антропогенного воздействия // Тезисы докл. VIII регион. научно-практ. конф. «Проблемы изучения рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря» ЗИН РАН. Архангельск, 2001. С. 107–108.
12. Трошков В. Ф., Слонова С. А. Зоопланктонные сообщества вершин заливов Белого моря // Тезисы докл. VIII регион. научно-практ. конф. «Проблемы изучения рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря» ЗИН РАН. Архангельск, 2001. С. 108–111.
13. Трошков В. А., Слонова С. А., Македонская И. Ю. К итогам пятилетних исследований планктона Белого моря // Материалы 2-й Международной конференции «Экологические исследования беломорских организмов». СПб., 2007. С. 135–136.
14. Экосистема Онежского озера и тенденции ее изменения. Л.: Изд-во «Наука», 1990. 264 с.