

ISSN0372-2864

ТРУДЫ
ВНИРО

том СХХХV

МОРСКОЕ
РЫБОВОДСТВО

ALL-UNION RESEARCH INSTITUTE
OF MARINE FISHERIES AND OCEANOGRAPHY
(VNIRO)

PROCEEDINGS

VOLUME CXXXVII

MARICULTURE

MOSCOW
«PISHCHEVAYA PROMYSHLENNOST»
1979

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МОРСКОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ (ВНИРО)

ТРУДЫ

ТОМ CXXXVII

МОРСКОЕ
РЫБОВОДСТВО

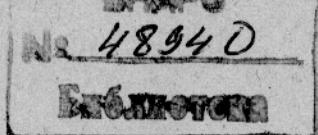
МОСКВА
«ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ»
1979

Редакционная коллегия

Н. Е. Сальников (отв. ред.), *О. Д. Романычева* (зам. отв. ред.),
Л. И. Спешилов, Е. А. Каменская

Editorial Board:

N. E. Salnikov (Editor-in Chief), *O. D. Romanycheva* (Assistant Editor-in Chief),
L. I. Speshilov, E. A. Kamenskaya



ТРУДЫ ВНИРО, Т. СХХХVII

МОРСКОЕ РЫБОВОДСТВО

Редактор В. В. Чернавина

Художественный редактор В. В. Водзинский

Технический редактор Г. Б. Жарова

Корректор М. А. Шегал

Сдано в набор 04.09.78. Подписано в печать 05.02.79. Т-03052. Формат 70×108¹⁶.
Бумага типографская № 3. Литературная гарнитура. Высокая печать.
Объем 6,5 печ. л. Усл. печ. л. 9,10. Уч.-изд. л. 9,28. Тираж 600 экз. Заказ 756.
Цена 1 р. 40 к.

Издательство «Пищевая промышленность»
113035, Москва, М-35, 1-й Кадашевский пер., 12.

Московская типография № 19 Союзполиграфпрома
Государственного комитета СССР
по делам издательств, полиграфии
и книжной торговли.
г. Москва, Б-78, Каланчевский туп., дом 3/5

Издано по заказу Всесоюзного научно-исследовательского института морского
рыбного хозяйства и океанографии.

М 31705—152
044(01)—79 без объявления 4002030000

© Всесоюзный научно-исследова-
тельный институт морского рыбного
хозяйства и океанографии (ВНИРО),
1979 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
Романычева О. Д., Сальников Н. Е. Морское садковое рыболовство и перспективы его развития в морях СССР	7
Краснов Е. В. Об использовании искусственных рифов для повышения биопродуктивности прибрежных зон морей и океанов	15
Коган Р. Ф., Романычева О. Д. Использование плавучих волноломов в морском рыбоводстве	19
Коган Р. Ф., Романычева О. Д. Защита акваторий морских садковых хозяйств от штормовых волн	31
Шевцова Э. Е., Чуксин В. С. Морское товарное лососеводство за рубежом	36
Римщ Е. Я., Кангур М. Л. Основные направления развития морского рыбоводства в Балтийском море	41
Шербинина Т. Б., Сергиева З. М. О гидрологическом и гидрохимическом режиме бухты Тыстамаа Рижского залива	48
Спешилов Л. И. Кижуч как объект морской аквакультуры	56
Висманис К. О., Песлак Я. К., Спешилов Л. И. Борьба с вибриозом лососевых рыб, выращиваемых в солоноватой воде	61
Сергиева З. М. О роли беспозвоночных в питании сеголетков бестера при садковом выращивании в Таганрогском заливе	66
Рыжков Л. П., Полина А. В. Выращивание лосося до покатной стадии в делевых садках	68
Попова Э. К., Заличева И. Н. Ускоренное выращивание молоди семги в условиях благоприятного температурного режима	75
Лавровский В. В. Использование оборотного водоснабжения в форелевых питомниках для морских нагульных хозяйств	83
Мартынюк П. С., Толоконников Г. Ю. Оптимизация кормосмесей при индустриальных методах выращивания рыб	89
Гриценко Б. А., Ларина В. Д. Подращивание молоди белуги в морских сетных садках — один из способов повышения эффективности осетроводства	92
Олейникова Ф. А. Промысловые виды беспозвоночных Азовского бассейна и использование их в рыбоводстве	95
Рефераты	101

CONTENTS

Preface	5
Po many cheva O. D., N. E. Salnikov Net pen mariculture and prospects for its development in the U.S.S.R. waters	7
Kras nov E. V. On artificial reefs	15
Kogan R. F., O. D. Romany cheva. The use of breakwaters in mariculture	19
Kogan R. F., O. D. Romany cheva. Protection of maricultural areas from storm waves	31
Shevtsova E. E., V. S. Chuksin. The development of mariculture abroad	36
Rim sh E. Ya., M. L. Kangur. Main ways of developing mariculture in the Baltic basin	41
Shcherbinina T. B., Z. M. Sergieva. On the hydrological and hydrochemical conditions in the Tystamaa Bight in the Gulf of Riga	48
Speshilov L. I. On a possibility of taking coho salmon for mariculture	56
Vismanis K. O., Ya. K. Peslak, L. I. Speshilov. Control of vibrio in salmonids reared in marine water	61
Sergieva Z. M. The role of invertebrates in the food ration of one-year-olds of bester (hybrid of giant sturgeon x sterlet) reared in cages in the Bay of Taganrog	66
Ry zhkov L. P., A. V. Polina. Rearing of salmon to the smolt stage in net pens	68
Popova E. K., I. N. Zalicheva. An accelerated method of rearing young white fish under favourable temperature conditions	75
Lavrovsky V. V. The use of reclaimed water supply at hatcheries attached to maricultural trout farms	83
Martynuk P. S., G. Yu. Tolokonnikov. Optimization of mixed feeds for commercial methods of fish-culture	89
Gritsenko B. A., V. D. Larina. The rearing of yo tag giant sturgeon in net pens as one of the ways to increase the efficiency of sturgeon culture	92
Oleinikova F. A. Commercial species of invertebrates from the Azov Sea basin and use of them in fish-culture	96

ПРЕДИСЛОВИЕ

Обширные прибрежные мелководья морей СССР благоприятствуют устройству морских садковых хозяйств, что подтверждается опытом выращивания радужной форели, стальноголового лосося и бестера в садках и бассейнах в заливах Азовского и Балтийского морей.

Морское рыбоводство в бассейнах Чёрного, Каспийского морей и морей Дальнего Востока еще находится на этапе поисковых и научно-исследовательских работ. В морях Дальнего Востока развивается главным образом промышленное выращивание и разведение пищевых моллюсков и водорослей, а также воспроизводство тихоокеанских лососей, в Черном море — разведение пищевых моллюсков, в Каспийском — осетровых и полупроходных видов рыб.

В ближайшие годы имеется реальная возможность значительно расширить географию и увеличить мощность садкового выращивания рыб в морских условиях.

В настоящем сборнике рассмотрены перспективы развития морского садкового рыбоводства в СССР (О. Д. Романычева, Н. Е. Сальников, Е. Я. Римш, М. Л. Кангур и др.), обобщен опыт морского товарного лососеводства за рубежом (Э. Е. Шевцова и В. С. Чуксин). В сборнике освещены технические вопросы аквакультуры, в частности проблема защиты от штормовых волн акваторий, используемых для размещения рыбных садков (Р. Ф. Коган и О. Д. Романычева).

Большое внимание уделено вопросам кормления (З. М. Сергиева, П. С. Мартынюк, Г. Ю. Толоконников, Ф. А. Олейникова), а также борьбе с заболеваниями рыб в садковых хозяйствах (К. А. Висманис, Я. К. Песлак, Л. И. Спешилов). Ряд работ в сборнике посвящен ускоренному выращиванию жизнестойкой молоди ценных видов рыб (Л. П. Рыжков, А. В. Полина, Э. К. Попова, И. Н. Заличева, В. В. Лавровский и др.).

В работе Т. Б. Щербининой и З. М. Сергиевой рассмотрен гидрологический и гидрохимический режимы в бухте Тыстамаа, которые необходимо учитывать при выборе места установки садков в морских хозяйствах.

P R E F A C E

There are vast coastal shallow areas in the U.S.S.R. waters where conditions are very favourable for pen-culture. All the involvements in the basins of the Black, Caspian and Far East Seas are still made on a research basis. Attempts are made to cultivate rainbow trout, steelhead and bester in cages and tanks. Edible molluscs and algae are mainly cultivated and reared in the seas of the Far East. The reproduction of salmon is also implemented there. Edible molluscs are cultivated in the Black Sea. The Caspian Sea basin is known for culture of sturgeon and semi-anadromous species of fish, so the objectives are to expand areas suitable for pen-culture and scope of rearing as well as to find new species for cultivation in the nearest future.

Prospects for mariculture and freshwater cage culture in the USSR are discussed and a review of achievement gained in the culture of salmon abroad is presented. Some other problems are investigated e. g. protection of pens of different designs in marine areas from storm waves, availability and composition of feeds, control of diseases in the farms etc.

The hydrological-hydrochemical regime in the Tystamaa Bight (the Gulf of Riga) is investigated to find appropriate places for setting up pens. Several papers deal with the problem of rearing juveniles of valuable species of fish in marine pens at an accelerated rate in the Caspian Sea.

МОРСКОЕ САДКОВОЕ РЫБОВОДСТВО И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО РАЗВИТИЯ В МОРЯХ СССР

О. Д. Романычева, Н. Е. Сальников (ВНИРО)

Морское рыбоводство включает в себя целый комплекс взаимосвязанных рыболовных процессов, который схематично можно представить в следующем виде.

Разведение рыб (содержание маточного стада, стимуляция созревания производителей, получение и инкубация икры, выращивание личинок и мальков) служит для восполнения и приумножения естественных запасов ценных промысловых рыб (так называемый «пастбищный» тип хозяйства). Выращенную на рыболовных заводах молодь выпускают на нагул в естественные водоемы. Коэффициент промыслового возврата составляет 0,5—3%, иногда — до 10%.

Этот тип хозяйства наиболее приемлем в том случае, когда необходимо повысить продуктивность водоемов за счет более целенаправленного и эффективного воспроизводства объектов промысла, обитающих в данном водоеме, по сравнению с естественным, а также при акклиматизации новых промысловых объектов.

В нашей стране, имеющей большие внутренние высокопродуктивные моря с солоноватой водой, именно этот тип хозяйства получил наибольшее развитие. Создана большая сеть рыболовных заводов на Балтике, Европейском Севере, на Дальнем Востоке и в южных морях — Азовском, Каспийском, Черном. Рыболовные заводы страны ежегодно выпускают в прибрежные районы морей 50—60 млн. шт. подрошенной молоди осетровых, 800 млн. шт. лососевых и 2300 млн. шт. молоди полупроходных видов рыб. В морском рыболовстве нашей страны преобладают проходные (лососевые и осетровые) и полупроходные (окуневые, карповые, сиговые и др.) рыбы. Искусственное воспроизводство рыб морских видов (камбаловых, кефалевых, сельдевых и др.) носит пока экспериментальный характер.

Опыт повышения эффективности хозяйств такого типа, и в первую очередь переход на выпуск в море подрошенной молоди лососевых, говорит о возможности увеличения продукции рыболовных заводов без существенной их реконструкции и расширения. Так, в Японии опытное подращивание молоди тихоокеанских лососей на искусственных кормах в течение 30—60 дней подтвердило возможность повышения таким способом коэффициента промыслового возврата в 10 раз. Аналогичные возможности имеются и при выращивании молоди осетровых. В нашей стране успешно проведено подращивание молоди белуги в морских садках перед выпуском в море, что по предварительным данным позволит увеличить эффективность искусственного разведения этого ценнейшего вида в 7—10 раз. Выращенную на рыболовных предприятиях молодь рыб используют в качестве посадочного материала для дальнейшего выращивания в лиманах, прудовых, садковых или бассейновых хозяйствах, где за один-два сезона получают товарную продукцию.

Морское товарное рыболовство — едва ли не самая молодая отрасль промышленного рыболовства, но уже первые опыты го-

ворят о перспективности морских товарных хозяйств. В последние годы интерес промышленности, и особенно рыбоколхозов, к этому типу рыболовства значительно возрос.

Морское товарное рыболовство нашей страны находится в периоде становления. Только в трех районах оно вышло за рамки опытных работ: прибрежные районы Азовского моря, где осуществляется промышленное выращивание бестера в морских садках, и прибрежные районы Эстонии и Белого моря, где развивается промышленное садковое выращивание радужной форели. В остальных районах страны морское товарное рыболовство только начинает развиваться.

Акклиматизация морских, проходных и полупроходных рыб проводится в соответствии с Генеральной схемой акклиматизации рыб и беспозвоночных в морях СССР. В настоящее время в Баренцевом и Белом морях акклиматизируется горбуша, в Каспийском море — кета, в Азовском море — кутум, полосатый окунь, в Черном море — стальноголовый лосось, полосатый окунь, пиленгас, лаврак, судзуки и т. д. Пока только горбуша в отдельные годы дает заметные промысловые уловы в новом районе своего обитания.

Перед морским рыболовством, кроме того, стоит проблема кормления рыб естественным и искусственным кормом в морской воде, что требует разработки методик и создания специализированных хозяйств по разведению живых кормов и изготовлению искусственных, в том числе сухих гранулированных, часто сложной рецептуры. Большое значение для успешного развития морского рыболовства имеют профилактика и лечение рыб, которые для морских и солоноватых вод еще слабо разработаны, а между тем гибель рыб, например, от вибриоза, может иногда свести на нет все усилия рыболовов. Инженерное обеспечение морских рыболовных хозяйств тоже только начинает развиваться. Некоторые разработки, иногда выполненные без учета биологических данных, к сожалению, оказываются малоэффективными. Ведущие конструкторские бюро рыбной промышленности еще медленно и нерешительно берутся за решение насущных проблем морского рыболовства. Должной координации исследований биологов и инженеров еще нет, и отставание морской инженерии начинает все больше сдерживать промышленное освоение разработанных методов морского товарного рыболовства. Развитие морского товарного рыболовства сдерживается также из-за недостатка специальных металлических сеток и особо прочных синтетических делей для садков, отсутствием надежных способов борьбы с обрастаниями садков и защиты их от воздействия штормов и т. д.

Азовское море. Первые эксперименты по морскому товарному рыболовству, проведенные ВНИРО совместно с рыбоколхозами Ростовского рыбакколхозсоюза в 1969 г. в Таганрогском заливе (бухта Рожок), показали перспективность садкового выращивания рыб. К сожалению, в Азовском море, как впрочем и в других внутренних и окраинных морях, почти нет таких оптимальных условий для развития морского садкового рыболовства, как в Японии, Норвегии, Шотландии и других странах, располагающих глубоководными, хорошо защищенными от ветра бухтами, заливами, фьордами. Бухты и заливы Азовского моря мелководны, слабо защищены от ветра, прибрежная зона их подвержена воздействию волн. Для таких условий необходимы садки особой конструкции, способные противостоять воздействию штормов. Используемые ставные садки (рис. 1), прообразом которых послужили ставные мелкаячейные невода, еще далеки от совершенства: устанавливать их трудно, а обслуживать приходится с лодки, что при

волнении моря не всегда возможно. Наличие глухой крышки затрудняет кормление, смену садков и визуальные наблюдения за рыбой. Однако в целом они отвечают своему назначению: их срыва и повреждения относительно редки. Усовершенствовать плавающие садки можно, только применяя специальную защиту от штормовых волн или обеспечивая другие средства штормоустойчивости.



Рис. 1. Ставные садки для выращивания бестера в Азовском море

Цикл садкового выращивания бестера в прибрежных районах Азовского моря длится два года: в июне — июле из рыбоводных хозяйств привозят мальков средней массой 3 г; за 3—3,5 мес они достигают массы 80—100 и даже 100—120 г (рис. 2). Зимой в период сильных штормов и замерзания залива сеголетков бестера переводят в пруды с пресной водой. За следующий сезон рыбы достигают товарной массы 0,8—1,2 кг (рис. 3). Часть мелких двухлетков остается на третий сезон выращивания. Нормативы выращивания бестера в морских садках приведены в табл. 1.

В бассейне Азовского моря развивается также садковое осетроводство в пресноводных водоемах, но темп роста бестера в пресной воде несколько ниже, чем в Таганрогском заливе, где соленость 10—13‰.

В морских садках, кроме того, подрашивают перед выпуском в море молодь белуги. За 3 мес молодь белуги из 5-граммовой становится 200—250-граммовой. Выпуск в море крупных сеголетков белуги должен обеспечить более высокое их выживание (см. статью Б. А. Гриценко и В. Д. Лариной в данном сборнике).

В Азовском море существенную роль может играть товарное осетроводство. Для этой цели пригодны бухты, заливы, а также бывшие песчаные карьеры, заполненные морской водой. Но существенно расширить акватории морских садковых хозяйств и повысить их надежность можно только при использовании плавучих волноломов (см. статью Р. Ф. Когана и О. Д. Романычевой в данном сборнике). По расчетным данным, окупаемость волнолома составит 1—1,5 года.

По предварительным данным, товарное осетроводство бассейна, включая морское и пресноводное садковое, а также прудовое выращивание, сможет давать 3—4 тыс. т товарного бестера в год, из них 30—40% за счет садковых хозяйств. Улучшение конструкций садков, ограждение акваторий морских хозяйств плавучими волноломами, улучшение условий кормления и качества кормов позволят усовер-

шествовать садковое выращивание бестера в морских хозяйствах и повысить его роль в товарном рыбоводстве бассейна.

Кроме осетровых в морских садках можно выращивать камбаловых, бычковых и других рыб. При акклиматизации кутума и полосатого окуня их молодь перед выпуском в море успешно подращивалась в морских садках. Прирост молоди за 2,5—3 мес составлял 300—600 % при 70—90 %-ной выживаемости.

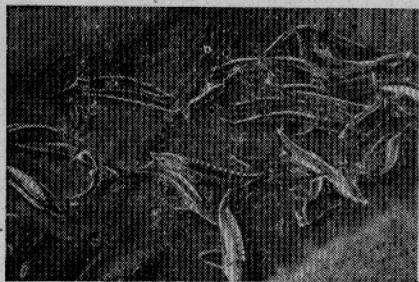
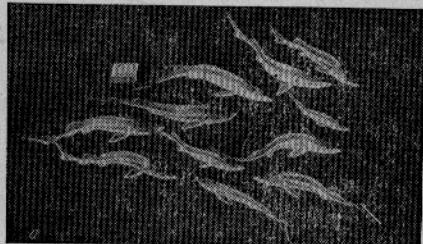


Рис. 2. Сеголетки *а* (средняя масса 100—120 г) и двухлетки *б* (возраст 14 мес) бестера, выращиваемые в садках в Азовском море.

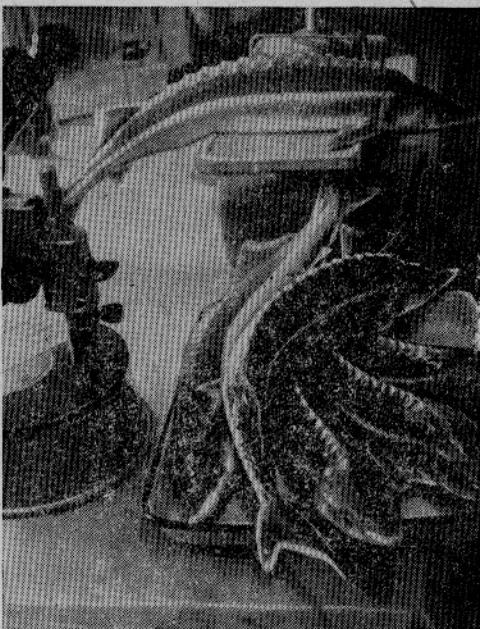


Рис. 3. Товарный бестер, выращенный в морских садках (средняя масса 800—1000 г, возраст 16—17 мес).

Балтийское море (в пределах Советского Союза). В Прибалтике морское рыбоводство развивается в двух основных направлениях — разведение проходных и полупроходных рыб и товарное выращивание в морской воде.

Разведение рыб в рыбоводных хозяйствах Прибалтики имеет почти полуторовековую историю. Ежегодно в прибрежные районы моря выпускают около 1 млн. шт. молоди лосося. Искусственное воспроизводство других видов проходных и полупроходных рыб развито в меньшей степени из-за недостатка выростных площадей (Кангуру, 1977). Часть молоди идет для снабжения посадочным материалом товарных хозяйств.

Морское садковое рыбоводство в основном развивается в прибрежных районах Эстонии, где много бухт, заливов. К сожалению, как и в Азовском море, большинство бухт мелководны и слабо защищены от воздействия штормов. Но в некоторых бухтах островов и Финского залива, где глубина достигает 8 м, условия благоприятны для размещения садковых хозяйств.

Исследования по морскому садковому рыбоводству были начаты в 1972 г. ВНИРО (бухта Тыстамаа Рижского залива) и Таллинским отделением БалтНИИРХ (бухты Кыйгусте и Хара). В настоящее время биотехника садкового выращивания форели в прибрежных рай-

Таблица 1

Рекомендуемые показатели при выращивании бестера в морских садках

Показатели	Азовское море	Балтийское море
<i>Первый год выращивания</i>		
Средняя масса молоди при посадке, г	3—5	5—7
Плотность посадки, шт./м ²	30—40	20—30
Масса сеголетков осенью, г	80—100	50—60
Выживаемость, %	70—80	65—70
Кормовой коэффициент	10	10
<i>Второй год выращивания</i>		
Средняя масса посадочного материала, г	80—100	65—70
Плотность посадки, шт./м ²	15—20	15
Масса рыб осенью, г	700—800	400—500
Выживаемость, %	90	90
Кормовой коэффициент	6—7	7
Рыбопродуктивность, кг/м ²	10—15	4—6
<i>Третий год выращивания</i>		
Средняя масса посадочного материала, г	600	450
Плотность посадки, шт./м ²	10	15
Масса товарных рыб осенью, г	2000—3000	800—1500
Выживаемость, %	95	95
Кормовой коэффициент	6	7
Рыбопродуктивность, кг/м ²	15—25	7—10

онах моря уже разработана и исследуются главным образом новые объекты садкового выращивания (кумжа, кижуч, бестер и др.), кроме того, уточняются и совершенствуются некоторые моменты биотехнического процесса и нормативные показатели.

Морское садковое форелеводство широко практикуется в промышленных хозяйствах. В 1976 г. морским товарным форелеводством занималось семь промышленных хозяйств, вырастивших 500 ц товарной форели. Для выращивания форели применяют садки различных систем. БалтНИИРХ использует садки разного размера, установленные на плотах, для закрытых бухт применяют садки на понтонах Пярнусского опорного пункта ВНИРО. Штормоустойчивые садки системы рыбколхоза «Маяк» Эстонского рыбакколхозсоюза, имеющие глубину до 6 м, устанавливают на значительных глубинах, и форель в них меньше страдает от перегрева воды, чем в садках, расположенных у поверхности.

В морских садках выращивают радужную форель массой от 100—200 до 1000—1500 г; посадочный материал получают из пресноводных питомников. Испытывался посадочный материал массой от 2 до 400 г. Порционную форель (100—150 г) получают, используя годовиков форели массой от 10 до 40 г. При благоприятных условиях порционную форель можно вырастить от рыб с исходной массой 2—3 г.

Товарную форель 250—500 г можно выращивать из двухгодовиков массой 50—100 г. Форель массой 1000—1500 г (рис. 4) выращивают из двух-трехгодовиков с начальной массой 300—400 г. Темп прироста ихтиомассы такого посадочного материала высок — 700—800 г за сезон. Крупные рыбы легче, чем мелкие, переносят высокие температуры воды (23—25°C) и в значительно меньшей степени болеют и гибнут. Нормативы садкового выращивания форели представлены в табл. 2.

В БалтНИИРХе выращивали в садках кумжу и подращивали ее молодь, а также молодь морского сига в бухтах в сетчатых садках.

За лето масса кумжи увеличилась в пять раз (от 20 до 100 г) при выживаемости 90% (Кангур, 1977).

Успешно выращивают в садках и молодь годовиков кижучка (Спешилов, 1977), расширяются исследования по садковому и бассейновому выращиванию бестера и сибирского осетра.

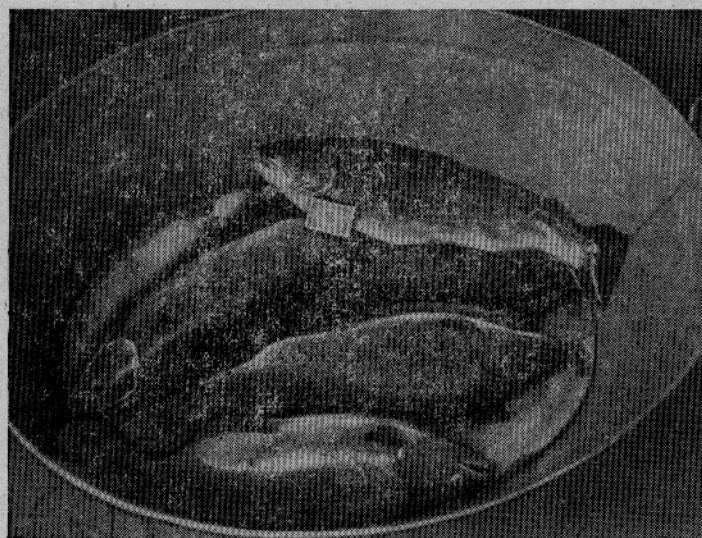


Рис. 4. Товарная форель, выращенная в морских садках в Рижском заливе (масса 1000—1500 г, возраст 3+).

В 1976 г. в Эстонии вступило в строй первое морское бассейновое хозяйство, где получены высокие результаты выращивания радужной форели в морской воде. В Латвии создается бассейновое хозяйство, снабжаемое водой из Рижского залива.

В 1977 г. в Калининградской области в песчаном карьере, снабжаемом водой из Вислинского залива, организовано опытное садковое хозяйство, где проводят исследования сотрудники АтлантНИРО.

Таблица 2

Рыбоводные показатели при выращивании радужной форели в морских садках

Показатели	Мелкая	Средняя	Крупная
<i>Первый год выращивания</i>			
Средняя масса посадочного материала, г	5	30	50
Плотность посадки, кг/м ³	1—2	2—3	3—4
Масса рыб осенью, г	150	200	300—350
Выживаемость, %	70	80	85
Кормовой коэффициент	3—4	3—4	3—4
<i>Второй год выращивания</i>			
Средняя масса посадочного материала, г	100—150	200—250	400
Плотность посадки, кг/м ³	4—5	6—7	6—7
Масса рыб осенью, г	300—400	500—650	1000—1500
Выживаемость, %	90	95	95
Кормовой коэффициент	4—5	4—5	4—5
Рыбопродуктивность, кг/м ³	7—10	9—12	10—20

Получены высокие приrostы молоди бестера (до 230 г) и белуги (до 240 г). По данным Атлантического научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (Атлантический НИРО), в этом водоеме можно выращивать кроме осетровых также лососевых — форель, кижуча, стальноголового лосося, кумжу. Условия Калининградской области благоприятны для развития промышленного товарного садкового рыбоводства.

В Прибалтике, видимо, одновременно будет развиваться и морское садковое, и бассейновое товарное рыбоводство в комплексе. Подращивать и содержать рыб зимой можно в бассейнах, а летом — в садках.

В северных районах советских прибрежных вод Балтики (Финский залив) более перспективно выращивать виды холодолюбивого комплекса (лососевые), а в южных (Вислинский, Куршский заливы) — теплолюбивого (карп, бестер, возможно, и растительноядные — толстолобик, белый амур) (Кантур, 1977). Но, по-видимому, Балтика в основном будет районом морского форелеводства, а остальные виды ценных рыб будут служить дополнительными объектами выращивания.

Белое и Баренцево моря. С начала 70-х годов в прибрежных водах Баренцева и Белого морей начаты экспериментальные (ПИНРО) и опытно-производственные работы по морскому товарному рыбоводству. Побережья Баренцева и Белого морей сильно изрезаны множеством бухт, заливов, губ, где можно создать морские рыбоводные хозяйства. В большинстве случаев — это глубоководные водоемы, защищенные от штормов, но в некоторых случаях необходима специальная волнозащита. Несмотря на суровые климатические условия, результаты исследований говорят о перспективности развития товарного морского рыбоводства на Европейском Севере.

Проводятся работы с местными лососевыми (семга, радужная форель) и дальневосточным кижучем. За один сезон выращивания в солоноватой воде (12—23°C) радужная форель (1+) достигает товарной массы 250—300 г. Зимует форель при температуре около 0°C благополучно (выживаемость рыб 80%), так же как и семга в сильно охлажденных водах Белого моря. Трехлетки семги за 4 мес вырастают от 20 г до 100—150 г, четырехлетки — от 66 до 300 г (максимально до 600—700 г). Первые опыты с молодью кижуча говорят о его хорошей выживаемости и темпе роста. Средняя масса сеголетков в октябре составила 6,2 г, выживаемость — 90 %. Отмечено, что зимой кижуч питается — явление необычное для лососевых в условиях севера — и весной достиг массы 12,7 г, т. е. за зиму масса удвоилась (Душкина и др., 1977).

Интересно использование теплых вод Кольской атомной электростанции для выращивания молоди и товарной радужной форели. От годовиков массой 100 г были получены двухгодовики массой 300 г и трехгодовики 1500—2000 г. От рыб в возрасте около трех лет были получены качественная икра и молоки. В тепловодном хозяйстве за 5—7 мес выращена товарная форель (150—200 г) от годовиков массой 10 г. Успешны опыты по инкубированию икры радужной форели в подогретой до температуры 8—10°C воде на рыбозаводе «Имандр»: выход от икры составил 97,6 %, а выход трехграммовой молоди от икры — 67 %. Совершенствуется биотехника выращивания форели в садках в Кольском форелевом хозяйстве (Рождественская, Юдина, 1977).

В Северном бассейне перспективно товарное выращивание главным образом лососевых, в садковых, бассейновых и тепловодных хозяйствах наиболее перспективны радужная форель, семга, морской голец, кумжа, а также лососи рода *Oncorhynchus* — кижуч, горбуша и др.

В ПИНРО продолжаются поиски новых объектов выращивания в морских и солоноватых водах; рассматривается возможность ис-

пользования для морского рыбоводства проходных и полупроходных сигов (пыхъян, омуль, муксун).

В производственных масштабах в Мурманской области выращивание радужной форели, семги, а в последнее время также стального лосося и озерного лососей проводит Управление морепродуктов и озерно-речного рыболовства производственного объединения Мурманрыбпром. Годовая продукция хозяйства 25—40 ц, но в ближайшие годы ожидается ее увеличение до 100—150 ц.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Морское товарное рыбоводство в нашей стране начало развиваться в последние 6—8 лет. К настоящему времени наметились три основных района развития промышленного товарного рыбоводства: Азовское и Балтийское моря и побережье Кольского полуострова (Белое море).

На юге (Таганрогский залив Азовского моря) получило развитие садковое выращивание бестера. В Рижском заливе Балтийского моря выращивают преимущественно лососевых рыб (радужная форель, кумжа, кижуч и др.). На севере европейской части СССР развивается садковое и бассейновое выращивание радужной форели, семги, кижуча.

Проводится успешное опытное и опытно-производственное выращивание в морских садках бестера в Вислинском заливе (песчаный карьер), радужной форели в лиманах северо-западной части Черного моря, подращивание молоди белуги в садках в Азовском и Каспийском морях и т. д. Большие, но пока еще нереализованные возможности для развития товарного морского рыбоводства имеются в морях Дальнего Востока.

Опыт морского товарного рыбоводства в Азовском, Балтийском и Белом морях говорит о перспективности этого направления, имеется реальная возможность в ближайшие годы значительно расширить географию и увеличить продуктивность товарного выращивания рыб в морских условиях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Гриценко Б. А., Ларина В. М. Подращивание молоди белуги в морских сетных садках — один из способов повышения эффективности осетроводства. Опубликована в настоящем сборнике.

Кангур М. Л. Основные направления развития аквакультур в прибрежных районах Балтийского моря. — В кн.: Материалы 4-го советско-японского симпозиума. Япония, Изд-во университета Токай, 1977, с. 79—83.

Коган Р. Ф., Романычева О. Д. Защита акватории морских садковых хозяйств от штормовых волн. Опубликована в настоящем сборнике.

Результаты и перспективы развития марикультуры в Северном бассейне [Л. А. Душкина, А. Д. Рождественская, А. Ф. Федоров, В. М. Зеленков]. — В кн.: Тезисы докладов шестого советско-японского симпозиума по вопросам аквакультуры и повышению биопродуктивности мирового океана. М.: ОНТИ ВНИРО, 1977. — с. 49.

Рождественская А. Д., Юдина К. А. Результаты садкового выращивания форели и семги в Мурманской области. — Труды ВНИРО, 1977, т. 126, с. 62—66.

Спешилов Л. И. Предварительные результаты выращивания дальневосточного кижуча в пресной и соленой воде. — В кн.: Тезисы докладов 6-го советско-японского симпозиума по вопросам аквакультуры и повышению биопродуктивности мирового океана. М.: ОНТИ ВНИРО, 1977, с. 108—110.

Net pen mariculture and prospects for its development in the USSR waters

Romanycheva O. D., Salnikov N. E.

SUMMARY

Mariculture is rapidly developed in the Azov Sea (net pen culture of bester and young giant sturgeon), off Estonia in the Baltic (net pen tank culture of rainbow trout, Baltic trout, coho salmon, bester etc.), in the White Sea (culture of rainbow trout and other salmonids in the inshore waters and discharged waters from the Atomic Power Station).

Experimental net pen mariculture of various species of fish is developed in the Caspian, Black and other seas of the U.S.S.R.

The experience gained in mariculture on the Azov, Baltic and White Seas is very promising, so it can be extended to the development of other projects in certain marine areas.

УДК 639.3.04 + 626.88

**ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИСКУССТВЕННЫХ РИФОВ
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БИОПРОДУКТИВНОСТИ
ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН МОРЕЙ И ОКЕАНОВ**

Е. В. Краснов (ИБМ ДВНЦ АН СССР)

Специалисты по аквакультуре в Японии и некоторых других странах уделяют большое внимание созданию систем искусственных рифов на континентальном и островном шельфе для повышения биопродуктивности прибрежных зон морей и океанов. Для рифовых построек используют бетонные и песчано-цементные блоки различных конструкций. По оценкам японских ученых, наиболее эффективны для этих целей полые цилиндрические конструкции на железобетонной основе с несколькими круглыми отверстиями (рис. 1). В США для сооружения рифов используют связки старых автомобильных шин и даже металлический лом.

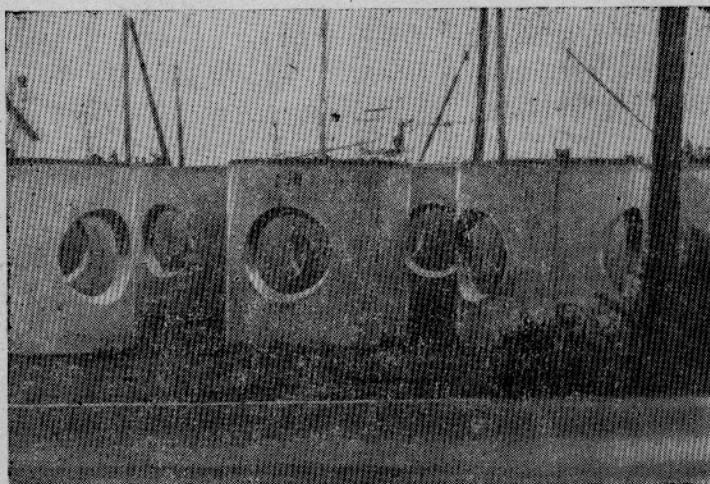


Рис. 1. Элементы морского искусственного рифа (Япония).

Главное назначение придонных рифовых построек — оптимизация условий среды обитания животных: они увеличивают поверхность субстрата, благоприятную для осаждения и развития личинок промысловых животных и спор растений. В рифах организмы находят дополнительные убежища, предохраняющие их от хищников, разрушительного воздействия волн, более аэрируемую водную массу и пищу.

По распределению водных масс, грунтов, течений, солености, температуры, рельефа дна и других физико-географических условий в морях СССР наиболее благоприятны для создания придонных искусственных

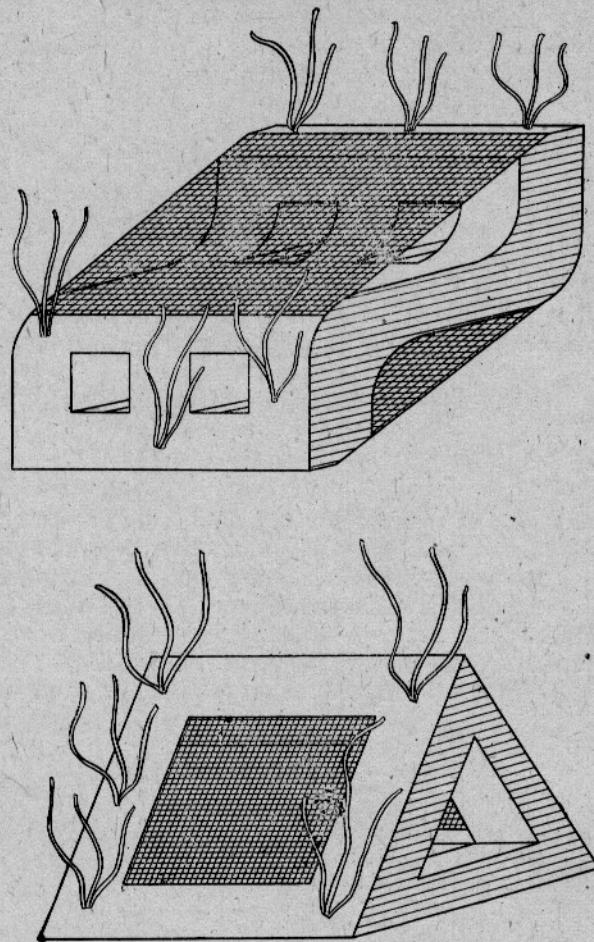


Рис. 2. Различные элементы искусственных японских перстилищ.

венных рифов залив Петра Великого и шельф острова Монерон в Японском море, залив Анива в Охотском море и Южно-Курильское мелководье Тихого океана. В этих районах перспективно воспроизводство запасов приморского гребешка, камчатского и других видов крабов, трепанга, ламинарии, анфельции.

В северо-западной части Черного моря для постройки придонных рифов может быть использован местный ракушечный известняк, месторождения которого известны в Одесской, Херсонской и Крымской областях УССР. Создание придонных рифов позволит увеличить поверхности скальных грунтов и число убежищ молоди рыб и беспозвоночных в местах наибольшего оседания личинок.

Продуктивность сообществ скалистых субстратов у островов и мысов в морских заливах может быть увеличена путем разведения донных рыб *Limanda aspera*, *Liopsetta obscura*, водоросли *Laminaria* и травы *Zostera*. По данным Охотской лаборатории ТИНРО, в прибрежных водах Охотского моря естественные нерестилища сельди *Clupea harengus pallasi* приурочены к подводным каменистым грядам и ри-

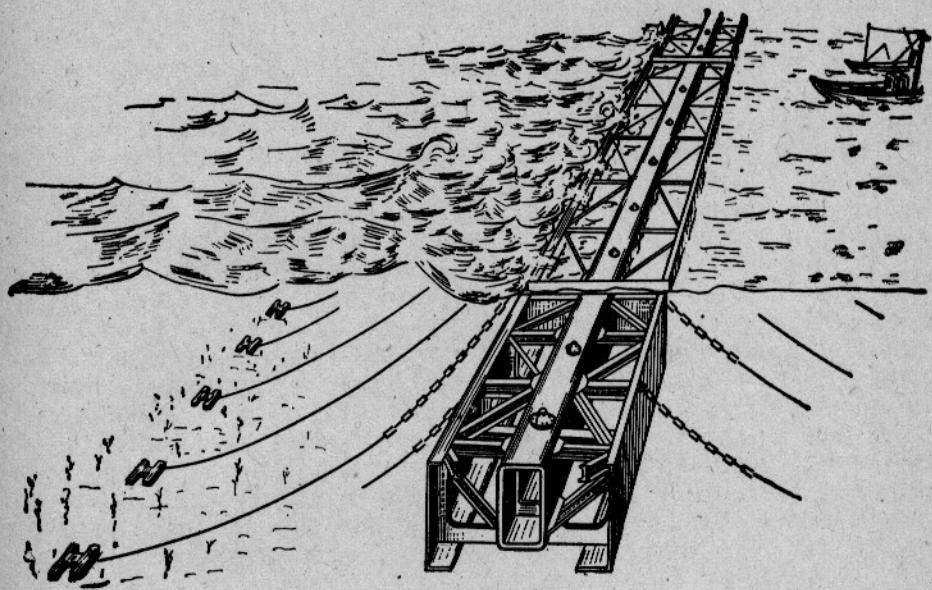


Рис. 3. Схема японского волнолома.

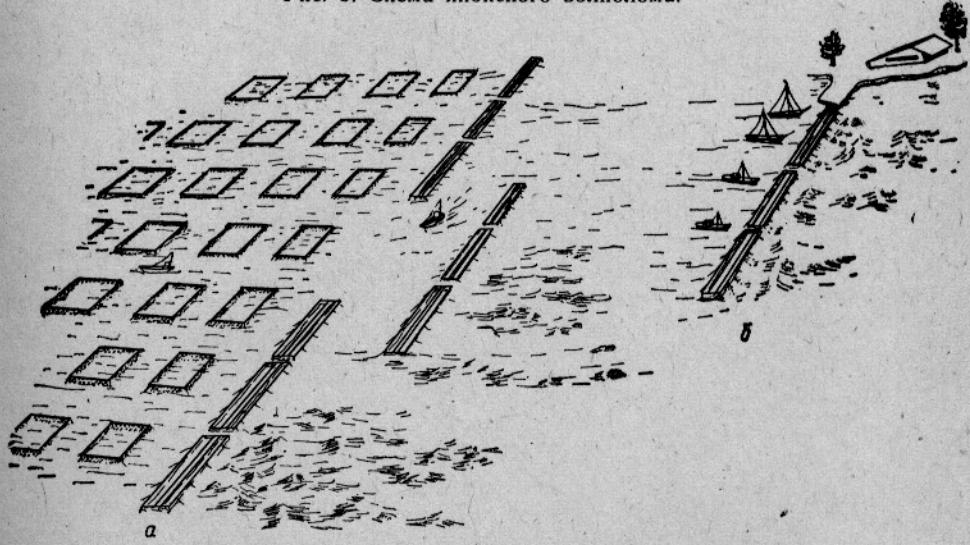


Рис. 4. Схема использования волноломов:

- a* — садковое хозяйство;
- b* — стоянка судов в море.

фам, простирающимся вдоль берегов. Поэтому на этом шельфе для возрождения стада сельди целесообразно широко применять искусственные рифы (рис. 2), так как из-за отсутствия достаточного коли-

чества нерестилищ в этом бассейне ежегодно гибнет большое количество икры.

Согласно расчетам Б. Н. Тюрина*, каждый квадратный метр дна охотоморского шельфа, покрытого зарослями водорослей и используемого для нереста сельдью, воспроизводит от 0,5 до 0,7 ц ее запасов. Создание здесь искусственных нерестилищ на основе рифовых построек позволило бы ежегодно пополнять промысловый запас стада в размере 1,8—2,5 млн. ц.

Для повышения продуктивности прибрежных районов шельфа морей СССР могут служить волноломы, защищающие участки прибрежной зоны, хозяйства аквакультуры и естественные нерестилища от штормов. Известно, что волноломы японской фирмы IHI (Floating Breakwater) (рис. 3) уже применяются в заливе Миаки на северо-восточном побережье острова Хонсю (рис. 4), что создает благоприятные условия для садкового выращивания устрицы *Grassostrea gigas* и гребешка *Patinopecten yessoensis*. В СССР волноломы для защиты рыболовных хозяйств Балтики разрабатываются сотрудниками ЦНИИС и ВНИРО (см. ст. Когана и Романычевой в данном сборнике).

Заливы полуоткрытого типа и лагуны Балтийского, Черного, Азовского и других морей СССР, хорошо прогреваемые летом, с высокими показателями первичной продукции бактериопланктона и фитопланктона, благоприятными гидродинамическими и другими условиями могут использоваться для создания хозяйств аквакультуры многоцелевого назначения, направленных на комплексное использование организмов нескольких трофических уровней экосистемы. Применение придонных и поверхностных рифовых устройств в заливах и лагунах, функционирующих аналогично естественным рифам, в условиях дальневосточного шельфа может оказаться эффективным для расширенного воспроизводства запасов устриц, мидий и других видов промысловых моллюсков, придонных рыб и водорослей. В Японии, например, в некоторых заливах и лагунах ежегодно производят свыше 500 ц мяса устриц с гектара.

Повысить биопродуктивность водоемов путем использования искусственных рифов невозможно без всесторонних исследований биологии и экологии естественных морских сообществ рифового типа, их структуры и функционирования как целостных систем. Необходим также тщательный анализ технологии и технических средств, используемых при создании рифовых конструкций, материалов и форм построек. Важны дальнейшие исследования рельефа дна, термогалинных, гидродинамических и других абиотических условий среды морских организмов и их сравнительный анализ для выбора оптимальных мест обитания промысловых животных и растений.

ВЫВОДЫ

1. Для увеличения субстрата хозяйствственно ценных морских животных, оптимизации условий среды и повышения биопродуктивности морских акваторий служат искусственные рифовые сооружения.

2. Для повышения продуктивности и защиты хозяйств аквакультуры и естественных нерестилищ от штормов могут служить волноломы.

3. Применение придонных и поверхностных рифовых устройств в заливах и лагунах морей эффективно расширяет возможности воспроизводства запасов мидий, устриц, придонных рыб и водорослей.

* Данные предоставлены Б. Н. Тюриным.

On artificial reefs

Krasnov E. V.

SUMMARY

The construction of reefs of reinforced concrete, metal scrap, worn-out tyres and other material makes the living conditions better for fish and invertebrates since the substrate surface increases and some additional protection against waves and predators is provided. They may be also used as breakwaters protecting fish-cultural farms and natural spawning grounds.

It is suggested that artificial reefs should be constructed in the Peter the Great Bay, in the Okhotsk Sea, in the northwest part of the Black Sea and some other areas to increase their bioproductivity.

УДК 639.3.04 + 639.3.06:626.887

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАВУЧИХ ВОЛНОЛОМОВ
В МОРСКОМ РЫБОВОДСТВЕ**

Р. Ф. Коган (ЦНИИС), О. Д. Романычева (ВНИРО)

Мелководные участки открытых морских побережий благоприятны для садкового выращивания рыб, поскольку вся толща воды хорошо прогревается и освещается солнцем; среднестатистические характеристики биологических режимов достаточно устойчивы; морские течения вдоль берега обеспечивают обмен воды на акватории, занятой рыбными садками, и ее очистку; кормовая база, включающая компоненты, которые пока невозможно включить в искусственные корма, богата; расширение производственных площадей не встречает больших трудностей и т. д.

Однако именно на мелководье рыболовное хозяйство в наибольшей степени страдает от волнения, что связано с особенностями взаимодействия морских волн с дном. При подходе к мелководью изменяется форма и структура волн — гребни заостряются, а впадины делаются более пологими. На глубинах менее половины длины волны гребни начинают забурениваться, волны становятся короче и крутизна их возрастает. При достижении глубин, равных одной-двум высотам волн, гребни запрокидываются, волны разрушаются и образуются мощные волнно-прибойные потоки. Для этих потоков характерно резко выраженное возрастание местных давлений, сопровождаемых сильными ударами о преграду. Заякоренные садки, представляющие собой преграду на пути такого потока, испытывают большое давление и часто срываются с якорем. Штормы, нарушающие нормальную эксплуатацию рыболовного хозяйства на открытых акваториях, во многих районах делятся значительную часть года. Поэтому прибрежные зоны морей, отведенные для садкового рыболовства, необходимо защитить от штормовых волн.

Большое разнообразие гидрогеологических и биологических условий используемых акваторий, особенностей садкового выращивания рыб требуют индивидуального подхода к этой проблеме. Целесообразность использования какого-либо типа волнолома в каждом случае должна быть обоснована технико-экономически. Однако во всех случаях конструкция волноломов должна отвечать следующим основным требованиям: не нарушать естественные установившиеся режимы вод-

ной среды (биологические, температурные, соленость, течение и т. д.) и геологические условия на защищаемой акватории; обеспечивать необходимую степень волногашения; не сказываться на рентабельности хозяйства; допускать увеличение размеров акваторий без роста дополнительных капиталовложений; обеспечивать нормальную эксплуатацию при различной ледовой обстановке.

В той или иной мере этим требованиям могут отвечать стационарные волноломы волнонепроницаемой и сквозной конструкции, волноломы качающиеся и плавучие, пневматические и гидравлические.

Наиболее надежным средством защиты от штормовых волн являются гравитационные волноломы (рис. 1, I), выполняемые в виде сплошной волнонепроницаемой стенки (каменная наброска, бетонные блоки, массивы-гиганты). Полностью отражая волны, они, однако, способствуют изменениям условий обитания морских организмов на огражденной акватории, что приводит к неожиданным и во многих случаях нежелательным последствиям; являясь препятствием на пути перемещений наносных грунтов вдоль берега, волноломы могут служить причиной переформирования береговой линии и нарушить нормальную эксплуатацию береговых объектов, кроме того, они дороги. В силу этих причин возможности применения волноломов волнонепроницаемой конструкции в морском садковом рыбоводстве, видимо, ограничены.

Стационарные волноломы сквозной конструкции (см. рис. 1, II) в отличие от сплошных волнонепроницаемых стенок, обеспечивая необходимую степень волногашения, не изменяют биологических режимов защищаемой акватории, почти не влияют на перемещения наносных грунтов.

Сквозной волнолом состоит из волногасителя 1, располагаемого в верхнем слое воды, и опорных конструкций (свай, оболочек и др.), предназначенных для крепления гасителя. В качестве волногасителя применяются экраны, pontoны, решетки и другие конструкции. Основными параметрами сквозного ограждительного сооружения, определяющими его волнозащитное действие, являются заглубление верхнего строения под воду или его осадка и возвышение его над водой. Из этих двух параметров наибольшее значение имеет осадка рабочей части волнолома, которая в значительной мере обеспечивает требуемую эффективность волногашения. Эти волноломы несколько дешевле гравитационных. Потребность в постепенном расширении производственных площадей развивающегося рыбоводческого хозяйства вызывает необходимость перемещения волнозащитных устройств и увеличения периметра всего ограждения. Жесткое крепление стационарного волнолома на акватории усложняет эту задачу и требует больших дополнительных капиталовложений. К тому же эксплуатация таких волноломов сильно осложняется зимой, когда на акватории образуется мощный ледовый покров. По указанным соображениям стационарные волноломы сквозной конструкции в настоящее время, по мнению авторов, не найдут широкого применения.

Стремление уменьшить воздействие волновых нагрузок на конструкцию волнозащитных устройств привело к созданию «качающегося волнолома», состоящего из отдельных звеньев, каждое из которых включает в себя плавучий волногасящий элемент различной конфигурации, крепящийся с помощью жестких стоек через шарнир к массивной опоре, установленной на дне акватории. Качающиеся волноломы (см. рис. 1, III) изучены мало. Авторам неизвестны попытки использования их на практике. Однако результаты исследований на моделях в волновом лотке говорят о хороших волногасящих свойствах волноломов такого типа. Самые тяжелые ледовые условия на акватории не

помеха для их эксплуатации, поскольку в период ледостава они опускаются на дно (см. рис. 1, III).

Установка качающихся волноломов на акватории связана с большими трудностями вследствие необходимости обеспечения строгой со-

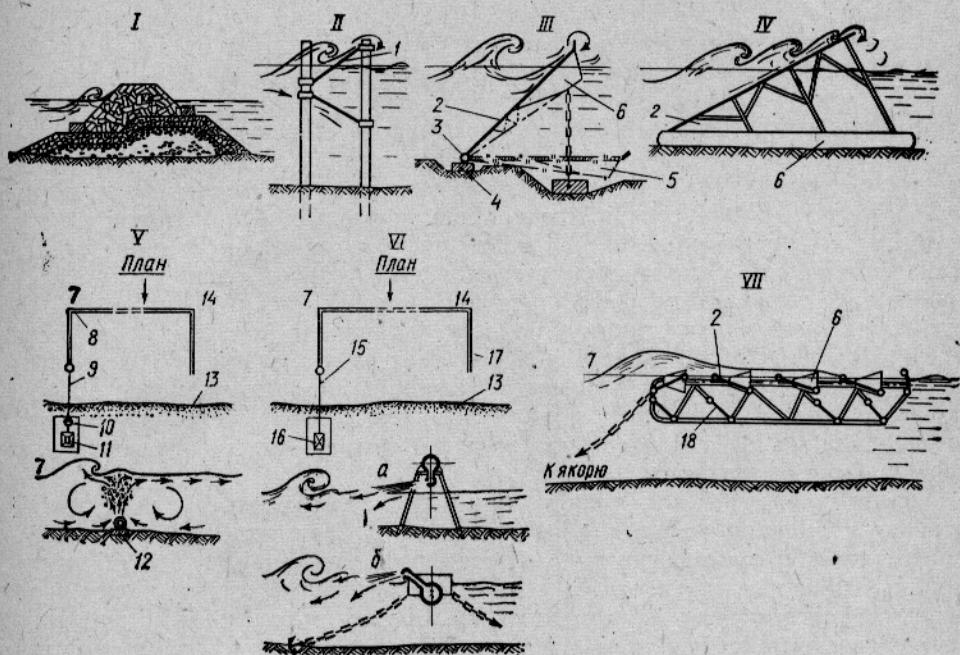


Рис. 1. Различные типы волноломов:

I — гравитационный, II — стационарный сквозной конструкции, III — качающийся, IV — с наклонным волногасителем, V — пневматический, VI — гидравлический (а — стационарный, б — плавучий), VII — плавучий; 1 — волногасящий экран; 2 — волногаситель; 3 — шарнир; 4 — опора; 5 — волноподвод; 10 — рециркулятор; 11 — компрессор; 12 — фундамент; 13 — берег; 14 — волны; 15 — соединительный трубопровод; 16 — насос; 17 — рабочий трубопровод; 18 — стабилизаторы качки.

основы опорных шарниров многих звеньев волнолома при различных рельефе дна и грунтовых условиях. Расположение шарниров под водой делает невозможным прямые наблюдения за их состоянием, а отсутствие технических решений, обеспечивающих надежную и долговечную работу опорных устройств при больших нагрузках, не позволяет рекомендовать применение качающихся волноломов в настоящее время.

Интересна конструкция волнолома из отдельных звеньев, занимающего промежуточное положение между стационарным и плавучим устройствами, выполненного в виде платформы-понтоном, который соединен металлическими трубами с волногасящим щитом, наклонным к горизонту под углом 30° (см. рис. 1, IV). Размеры одного звена волнолома $11,4 \times 4,5 \times 2,7$ м, осадка в плавучем состоянии $60-65$ см. Волнолом предназначен для гашения волн высотой 2,1 м на глубине 4,5 м. Волнолом с заполненными водой понтонами, погруженный на дно, работает как стационарный. В случае необходимости понтоны звеньев продувают сжатым воздухом, они всплывают и волнолом транспортируют. Он обладает хорошими волногасящими качествами. Однако другие эксплуатационные свойства не позволяют рекомендовать его для широкого применения. Так, стоимость его зависит от глубины защищаемой акватории; значительные колебания уровня воды на акватории существенно влияют на эффективность волногашения, наличие слабых грунтов не позволяет устанавливать звенья волнолома на дно.

Постоянным волнозащитным устройством могут служить сравнительно простые пневматические волноломы (см. рис. 1, V), состоящие в основном из компрессорной установки с необходимым комплексом механизмов, устройств и приборов, ресивера, перфорированных рабочих труб, магистрального трубопровода, соединяющего воздухонагнетающую (компрессорную) установку с перфорированными трубами.

Компрессорная установка подает сжатый воздух в рабочие трубы только в период волнения, представляющего опасность для защищаемого объекта. Воздух, выходя из отверстий в рабочих трубах, в виде огромного количества небольших пузырьков, образует по всей длине волнолома конусообразную завесу. Поднимаясь сплошным потоком, пузырьки воздуха увлекают за собой окружающие массы воды, в результате чего образуется вертикальный поток водно-воздушной смеси, который достигнув поверхности воды, расходится в обе стороны от линии волнолома. Непрерывное перемещение массы воды вызывает в нижних ее слоях компенсационные течения, направленные со всех сторон к рабочей части волнолома и к границам воздушной завесы. П. С. Никеров (1965) и другие исследователи показали, что основным волногасящим фактором в пневматическом волноломе является встречное поверхностное течение; роль пузырьков воздуха здесь заключается в основном в создании восходящего потока воды, вызывающего образование поверхностного течения.

Взаимодействие пузырьков воздуха с окружающей водой существенно улучшает условия обитания рыб на защищаемой акватории, поскольку образуются донные и поверхностные течения, способствующие увеличению кратности обмена воды в рыбных садках; пузырьки воздуха способствуют насыщению кислородом масс воды, переносимых течениями к рыбным садкам; круговорот воды, образованный донными и поверхностными течениями, способствует выравниванию температур в толще воды.

Кроме того, при работе пневматические волноломы не пропускают сквозь себя вещества с меньшим, чем у воды удельным весом: зимой поверхность воды под волноломом не покрывается льдом даже в сильные морозы. Исследования показали, что двух-, трехрядная воздушная завеса может прекратить или заметно уменьшить поступление соленой морской воды на защищаемую акваторию с сильно опресненной водой, что может оказаться полезным для условий Таганрогского залива с меньшей соленостью воды, чем в Азовском море.

Отсутствие в пневматическом волноломе конструкций, выступающих над поверхностью воды, делает перспективным его применение на замерзающих акваториях.

Стоимость волнолома (включая оборудование и механизмы) невелика и, по мнению японских специалистов, составляет от $\frac{1}{3}$ до $\frac{1}{4}$ стоимости гравитационного волнолома из бетона.

Однако эффективность волногашения пневматического волнолома на мелководье, которое в настоящее время осваивается морским садковым рыбоводством, мала, что связано как с особенностями волнового потока на мелководье, так и с уменьшением глубины заложения рабочей (перфорированной) трубы, от которой в решающей степени зависят скорость, толщина и турбулизирующие свойства поверхностного потока, производящего гашение набегающих волн.

Широкому применению пневматического волнолома препятствуют также большие эксплуатационные расходы. Потребность в огромном расходе воздуха и большая мощность компрессорно-силовой установки снижают ценность пневматического волнолома для морского садкового рыбоводства на современном этапе его развития. И наконец,

морские организмы, разрастаясь на внешней и внутренней поверхности рабочих труб пневматического волнолома, перекрывают отверстия для выхода воздуха и закупоривают трубы, что может вывести волнолом из рабочего состояния и вызвать аварийную ситуацию.

Принцип разрушения волн встречным потоком использован в гидравлических волноломах (Новые облегченные конструкции ограждительных сооружений морских портов, 1965). Гидравлический волнолом (см. рис. 1, VI), похожий по конструктивной схеме на пневматический, состоит из насосной станции, рабочего трубопровода с отверстиями и магистрального (соединительного) трубопровода. Волнолом может выполняться в стационарном или плавучем варианте. Гидравлические волноломы не изменяют условий защищаемой акватории; строительная стоимость их невелика. Однако их нельзя рекомендовать для садкового рыбоводства, поскольку для обеспечения требуемой степени волногашения необходимы большие затраты энергии; коэффициент полезного действия установки не превышает 14%; стоимость их эксплуатации высока.

В последние годы предложены волноломы из мягких оболочек. Однако их высокая стоимость и дефицитность материала конструкции не позволяют им в настоящее время при многих достоинствах конкурировать с волноломами, конструкция которых может быть выполнена из металла, дерева или бетона.

Плавучие волноломы — самый представительный класс волнозащитных устройств, и в последние годы интерес к ним заметно возрос. Это объясняется их эксплуатационными и экономическими преимуществами перед другими типами волноломов. Плавучие волноломы особенно эффективны при гашении коротких и крутых волн, которые мешают нормальной эксплуатации рыбных садков. Плавучие волноломы не нарушают естественных условий, сложившихся на защищаемых акваториях, они пригодны для акватории любой формы и не препятствуют изменению ее размеров; стоимость их конструкции и эксплуатации мало зависит от гидрогеологических условий на акватории; выполнять их можно из недефицитных материалов; колебания уровня воды мало влияют на их волногасящие качества; зимой их либо вытаскивают на берег, либо затапливают.

Принцип гашения волн плавучими волноломами основан на явлении концентрации большей части волновой энергии в верхних слоях воды и ее резком уменьшении с глубиной. Заякоренные плавучие волноломы разрушают энергию волнового потока верхних слоев воды, а незначительная часть энергии волнового движения глубинных слоев воды не вызывает опасного волнения.

Плавучие волноломы гасят волновую энергию отражением, разрушением гребней волн, а также при помощи явления резонанса. Конструкция плавучего волнолома определяется тем, какой из этих способов должен превалировать. По мнению многих специалистов, наиболее перспективны плавучие волноломы, приспособленные для разрушения волн (рис. 1, VII).

Звенья плавучих волноломов соединены межзвеньевыми устройствами различной конструкции. Каждое звено волнолома включает в себя волногасящие элементы, элементы, создающие плавучесть, разные по форме и расположению на корпусе звена волнолома, стабилизаторы качки, несущие связи корпуса звена.

Волногасящие элементы перехватывают часть волнового потока, преобразуют его в поток со струйным течением и отклоняют в нижележащие слои воды, создавая глубоко проникающие течения различных направлений и мощные вихревые образования. Это приводит к сильнейшей турбулизации и аэрации масс жидкости по глубине, к ак-

тивному разрушению орбитальных колебаний частиц жидкости в волне. Плавучие волноломы могут уменьшить высоту исходной волны на 70—80%, однако они не могут существенно изменить ее длину. Поэтому волноломы, во-первых, должны обеспечивать требуемое снижение высоты набегающих волн, а во-вторых, размеры плавучих оснований садков (по отношению к длине исходных волн) должны обеспечивать нормальную эксплуатацию садков.

Плавучие волноломы из всех волнозащитных ограждений в наибольшей мере отвечают требованиям морского садкового рыболовства на современном этапе его развития. Их успешно применяют для защиты от волн акваторий, используемых рыболовными хозяйствами. На юго-восточном побережье Аляски, например, эксплуатируется волнолом из объединенных между собой в блоки размером 6,4 на 18 м заякоренных железобетонных pontонов. Расположенный по кругу он защищает выростные бассейны и рыболовецкие суда от волн высотой до 0,9 м. Плавучий волнолом конструкции Касаока (Япония) защищает от волн бухту, акватория которой используется для маркшейдерской деятельности (рис. 2).

При конструировании плавучих волноломов учитывают гидрологические особенности акваторий, используемых для размещения садков, и современное состояние производственных баз рыболовных хозяйств.

Конструкция волнолома и схема его заякорения определяются расположением рыбных садков на акватории и направлением перемещения волн при штормах. Длина волнолома должна быть такой, чтобы все садки располагались в зоне волновой тени с требуемой степенью гашения энергии набегающих волн.

При конструировании звена волнолома (рис. 3) учитывают не только требования волногашения, но и возможности изготовления и условия его эксплуатации. Так, габариты и масса звена плавучего волнолома должны быть такими, чтобы его можно было поднять на берег в условиях малой механизации. Осадка звеньев волнолома должна обеспечивать нормальную эксплуатацию волнолома при солнечно-нагорных явлениях, вытаскивание звеньев волнолома на берег в условиях обширного мелководья, очистку на плаву подводной части конструкции от морского обрастаания без применения водолазных работ.

Необходимое для волногашения водоизмещение волнолома достигается его балластировкой водой, увеличением массы воды, присоединенной при качке. Запас водоизмещения каждого звена должен обеспечивать нормальное функционирование волнолома в течение всего навигационного периода с учетом возможности его обрастаания морскими организмами и наноса ила при штормах. Звено волнолома должно быть достаточно устойчивым во всех случаях эксплуатации.

Надежность и эффективность работы плавучего волнолома во многом зависит от межзвеньевых соединений. Их конструкция должна быть простой и удобной в обслуживании.

Якорные устройства должны обеспечивать надежную стоянку волнолома при нагрузках, соответствующих неблагоприятным сочетаниям ветро-волновых режимов и течений. Схемы заякорения плавучих волноломов должны быть по возможности более простыми, предпочтительно меньшее число якорных цепей при больших их калибрах. Якорные системы должны удерживать волнолом в заданном положении не только при фронтальном, но и при косом подходе волн к волнолому, не допуская его дрейфа. В качестве якорных связей рекомендуется применять литые якорные цепи; якоря можно использовать гравитационные, свайные и кольцевые. Желательна эксплуатация

ция якорных устройств в течение нескольких лет без извлечения их из воды.

Каждое звено плавучего волнолома должно иметь швартовные устройства для лодок или катеров службы технического надзора. Швартовка других плавсредств к волнолому запрещается.

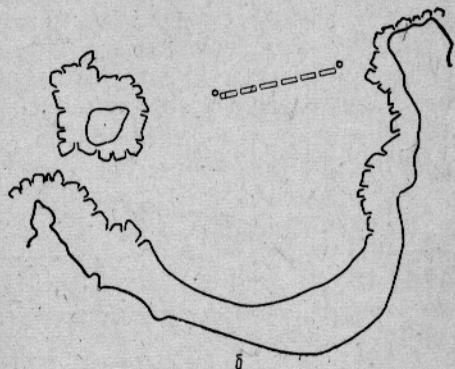


Рис. 2. Плавучий японский волнолом в заливе;
а — общий вид; б — схема.

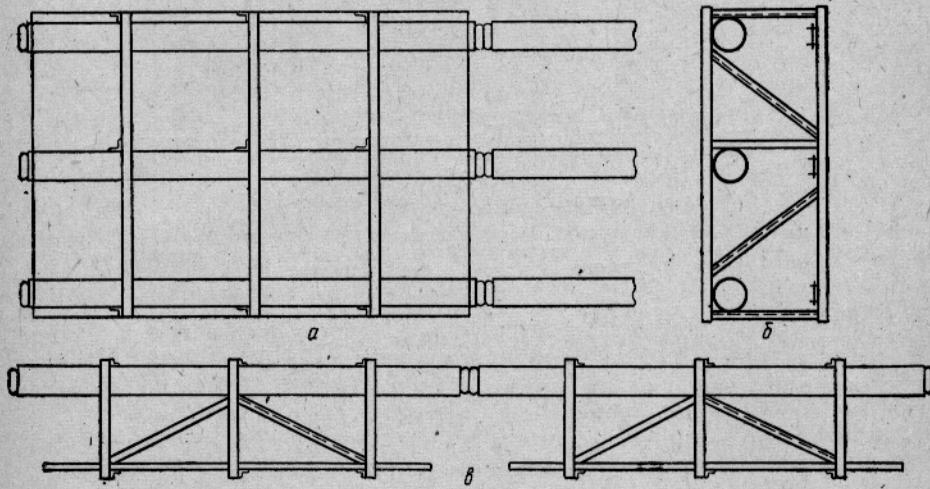


Рис. 3. Звено плавучего японского волнолома:
а — общий вид; б — вид спереди; в — сбоку.

При разработках проектной документации и строительстве плавучего волнолома необходимо использовать рекомендации и нормы, составленные Регистром СССР применительно к судовым конструкциям.

Для одной из бухт Таганрогского залива Азовского моря в ЦНИИС была разработана конструкция плавучего волнолома, рассчитанного на гашение ветровых волн высотой до 1,5 м и длиной до 12 м. Волнолом состоит из однотипных звеньев, соединяемых шарнирами и оборудованных устройствами для зажимки, буксировки и швартовки. Главные размерения волнолома определяются условиями получения необходимой площади волновой тени, в которой размещаются рыбные садки, и гидрогеологической обстановкой. При волнении, характеризуемом параметрами, не превышающими расчетных, за волноломом образуется волновая тень параболического очертания, в пре-

делах которой высота волны составляет 30—35% высоты исходной волны. Глубина волновой тени составляет примерно 1,2—1,5 длины волнолома (L) по фронту волны.

Каждое звено волнолома (рис. 4) включает в себя носовой вакуумный стабилизатор, выполняющий одновременно функции потокообразующего элемента, потоконаправляющий элемент, систему вихреобразующих плоскостей и кормовой вакуумный стабилизатор и трубчатые плавучести. Носовой и кормовой вакуумные стабилизаторы снабжены обратными клапанами для пропуска воздуха. В каждой плавучести с носа и кормы установлены балластные цистерны.

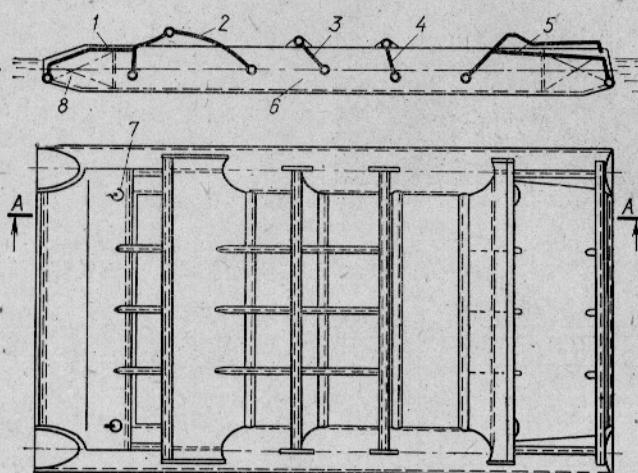


Рис. 4. Плавучий волнолом ЦНИИС:

1 — носовой вакуумный стабилизатор; 2 — потоконаправляющий элемент; 3 и 4 — вихреобразующие плоскости; 5 — кормовой вакуумный стабилизатор; 6 — трубчатые плавучести; 7 — обратные клапаны для пропуска воздуха; 8 — балластные цистерны.

Корпус звена волнолома строят в основном из листовой и сортовой стали марки «В Ст 3 сп» в соответствии с ГОСТ 380—71, поддерживающие pontoны — из труб 630×4 по ГОСТ 10704—63, волногасящие элементы и переборки балластных цистерн — из листовой стали толщиной 3 мм.

Главные размерения звена волнолома

Длина (по лучу волны), м	8,0
Ширина (по фронту волны), м	4,5
Осадка, м	0,5
Общее весовое водоизмещение звена волнолома (с учётом балласта), т	3,6

Звено волнолома не должно иметь ни крена, ни дифферента, однако незначительный дифферент на нос временно допускается.

Продольная прочность звена волнолома обеспечивается трубчатыми pontoнами, поперечная — конструкциями волногасящих элементов. Каждые два соседних звена волнолома соединены двумя межзвеньевыми шарнирами, установленными по концам звеньев.

Схема постановки волнолома на якорную стоянку должна обеспечивать точную фиксацию волнолома на акватории, а также возможность свободного размещения рыбных садков в пределах волновой тени, образуемой волноломом. Волнолом зажимается при помощи носовых и кормовых якорных связей, каждая из которых состоит из якоря, бриделя, швартовной бочки и швартовов. Рекомендуются ме-

тальные винтовые якоря, которые при незначительной массе (не более 0,2 т) обладают большой удерживающей силой (до 60 т), обеспечивая длительную надежную эксплуатацию зажженного волнолома, надежную работу якорных связей под любым углом, отсутствие всякого «дрейфа», возможность довольно точной установки на акватории. Конструкция этих якорей проста, устанавливают их зимой со льда. Бридель изготавливают из литых якорных цепей калибра 49 по ГОСТ 6348—65 длиной 30—35 м. Калибр якорных цепей зависит не только от внешних нагрузок. Вследствие трудоемкости установки якорей и растяжки якорных цепей необходимы такие конструкции, которые позволяют эксплуатировать их без извлечения из воды в течение нескольких лет. Поэтому цепь бриделя имеет запасы на коррозию и истирание.

Металлические швартовные бочки имеют балластные отсеки, балласт в которых используется для поддержания заданной рабочей осадки бочки, затопления бочки зимой, всплытия при осмотрах, ремонтах и окраске. Общее водоизмещение швартовной бочки (с учетом балласта) обеспечивает поддержание провисающей части бриделя. В период становления льда на акватории швартовные бочки затапливают. Запас плавучести бочки позволяет поддерживать свободно провисающий отрезок цепи длиной примерно 1 м, что не позволяет бочке лечь на дно и заилиться. Глубина в месте затопления бочки должна исключать возможность ее примерзания к нижней кромке льда. К бочкам волнолома крепится швартовным стальным канатом, диаметр которого выбирают по разрывному усилию с коэффициентом запаса не менее 5.

Для большей части прибрежных мелководий Азовского и Балтийского морей с благоприятными для рыб условиями обитания целесообразно использовать плавучий волнолом ЦНИИС (А. С. № 541917, 1975), конструкция которого в полной мере отвечает приведенным требованиям: он имеет малую осадку, хорошие волногасящие свойства при относительно малой массе, приемлемые якорные нагрузки и недорог в изготовлении. К тому же при его взаимодействии с волной возникает сильнейшая турбулентность водных масс в районе установки волнолома, что насыщает воду кислородом на значительную глубину и образует слабые горизонтальные потоки, способствующие лучшему обмену воды в рыбных садках.

Волногасящие свойства плавучего волнолома изучались на его модели, составленной из пяти звеньев и объединенных между собой упругими межзвеньевыми соединениями (рис. 5). Каждое звено модели волнолома выполнялось в масштабе 1:5.

Габариты звена модели волнолома

Размер, см	
по лучу волны b	160
по фронту волны l	88
Осадка средняя в полном грузу (с балластом) T_b , см	9,3
Высота H , см	18
Диаметр плавучестей d , см	12,6
Водоизмещение в полном грузу D , кг	32

Исследования проводились в волновом бассейне (19,7×13,6 м) Черноморского отделения ЦНИИС глубиной 0,42 м с бетонным горизонтальным дном. Волнение создавалось при помощи волнопродуктора типа «качающегося щита». Со стороны, противоположной волнопродуктору, из камней насыпали откосный волногаситель с уклоном 1:3 и высотой 60 см.

Изучали характер волновых колебаний за волноломом и определяли площадь волновой тени при разной степени волногашения при фронтальном подходе волн к волнолому. Высота волн 14—17 см, длина = 200—300 см.

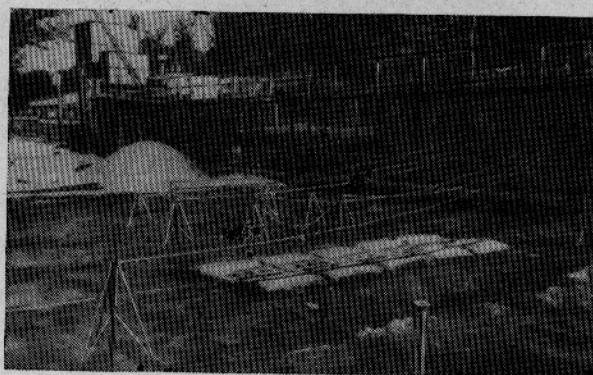


Рис. 5. Испытание плавучего волнолома в волновом бассейне ЦНИИС.

Структура и конфигурация волновой тени (рис. 6) зависят от дифракции и интерференции волн за плавучим волноломом. В зоне волновой тени взаимодействуют волны, дифрагирующие с обоих концов волнолома, и волна, проникшая через тело волнолома, которая не по всей длине испытывает одинаковое гашение. По краям волнолома гашение менее эффективно, чем в его средней части, вследствие более сильной качки концевых звеньев волнолома.

Установлено, что при правильном регулярном волнении колебания взволнованной поверхности воды за волноломом в каждой отдельной точке носят постоянный характер, что позволило построить планы изолиний коэффициентов проникания K_p , представляющие собой отношение амплитуд колебаний поверхности воды за волноломом к высоте исходной волны и характеризующие площадь волновой тени с гашением энергии исходного волнения не менее заданного. Планы изолиний строились для значений K_p , равных 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7 и при отношениях ширины волнолома к длине волны $(\frac{b}{\lambda})$ равных 0,65 и 0,8. На рис. 7 приведен пример плана изолиний коэффициентов проникания K_p . Поверхность в пределах волновой тени колеблется с периодом исходной волны, но не совпадает по фазе с колебаниями взволнованной поверхности в точках, расположенных вне пределов волновой тени. Амplitуды колебаний взволнованной поверхности внутри волновой тени плавно возрастают из центра волновой тени и довольно резко — на ее внешних границах. Это хорошо видно на планах изолиний коэффициентов K_p . На границах волновой тени изолинии располагаются очень густо.

В общем случае область наилучшего гашения находится на некотором расстоянии от кормы волнолома на геометрической оси площади волновой тени. Величина площади области наилучшего гашения и положение ее относительно кормы волнолома зависят в основном от отношений $\frac{b}{\lambda}$ и $\frac{L}{\lambda}$.

Наибольший интерес с точки зрения защиты рыбных садков представляют характеристики волновой тени при гашении энергии исход-

ной волны не менее чем на 60 %, что соответствует значению коэффициента проникания $K_{\pi} = 0,4$.

Удалось с достаточной степенью точности аппроксимировать интересующую нас зону волновой тени с гашением в 60 % и более условным прямоугольником. Площадь F этого прямоугольника равна действительной площади волновой тени, имеющей сложное криволинейное

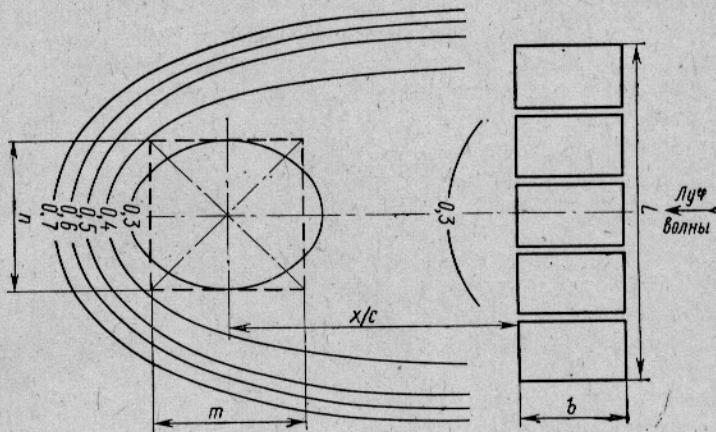


Рис. 6. Форма площади волновой тени при различных значениях коэффициента проникания (K_{π})

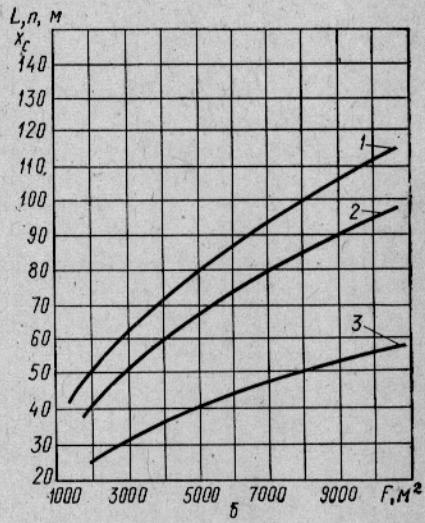
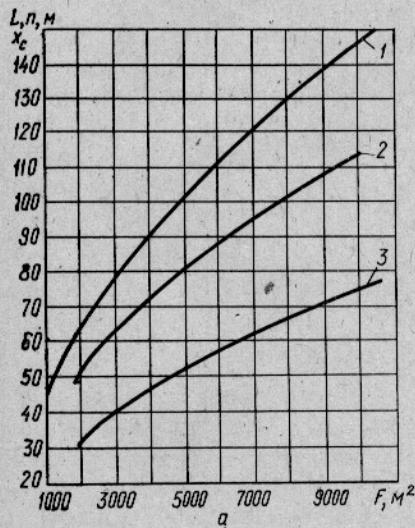


Рис. 7. Графики зависимости площади волновой тени от длины волны и положение ее центра тяжести ($a - \frac{b}{\lambda} = 0,65$, $\sigma - \frac{b}{\lambda} = 0,8$):
1 — L ; 2 — n ; 3 — x_c

очертание. Ширина прямоугольника n принимается равной действительной ширине волновой тени на уровне ее геометрического центра, а высота t находится расчетным путем, как частное от деления площади волновой тени на ее ширину. Координата x_c определяется положение центра тяжести площади волновой тени относительно кормы волнолома. Характеристики волновой тени и длину волнолома по фронту волны определяют при помощи зависимостей $L = f_1(F)$, $n = f_2(F)$,

$x_c = f_3(F)$, приведенных при значениях $\frac{b}{\lambda}$, равных 0,65 и 0,8 (см. рис. 7). При помощи графиков можно определить необходимую длину волнолома L и его положение относительно защищаемой группы рыбных садков, а также дать характеристику волновой тени при изменении параметров исходного волнения в пределах значений отношения $\frac{b}{\lambda} = 0,65 \div 0,8$.

Возможность выбора размеров плавучих волноломов позволяет предварительно оценить экономическую эффективность их применения, так как зная размеры волнолома и его конструкцию, можно определить ориентировочные затраты материалов на его изготовление по укрупненным показателям.

ВЫВОДЫ

1. Гидрологический и гидробиологический режимы мелководных прибрежных участков морских побережий благоприятны для садкового выращивания рыб. Однако на мелководье рыболовные хозяйства страдают от волнения, что связано с особенностью взаимодействия морских волн с дном.

2. Для защиты акваторий, используемых для садкового рыбоводства, можно применять различные волноломы: гравитационные, качающиеся, пневматические, гидравлические, плавающие.

3. Из всех волнозащитных ограждений плавучие волноломы в наибольшей мере отвечают требованиям садкового рыболовства на современном этапе.

4. Конструкция плавучих волноломов должна учитывать возможности изготовления и условия их эксплуатации, гидрогеологические особенности акваторий, современное состояние производственных баз рыболовных хозяйств.

5. Для большей части прибрежных районов Азовского и Балтийского морей целесообразно использовать плавучий волнолом системы ЦНИИС, конструкция которого в полной мере отвечает необходимым требованиям: имеет малую осадку, хорошие волногасящие свойства при небольшой массе, приемлемые якорные нагрузки и относительно недорог в изготовлении.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

А. С. № 541917 — Б. И. 1975, № 1.

Никеров П. С. Пневматический волнолом. — М.: Транспорт, 1965.—134 с.

Новые облегченные конструкции оградительных сооружений морских портов. М.: СоюзморНИИПРОЕКТ. 1965.—153 с.

Floating breakwaters: useful, but expensive. „Civ. Eng.” (USA), 44, № 9, 1974, p. 22.

The use of breakwaters in mariculture

Kogan R. F., Romanycheva O. D.

SUMMARY

Anchored fish-cultural cages block up the flow and under its pressure they get often unchanged. They may be protected from waves with breakwaters in the inshore area.

Various types of breakwaters, e. g. gravitation, stationary, swinging, pneumatic, floating, hydraulic, with an inclined wave-damper can be used to protect certain areas chosen for maricultural projects. However the priority is given to floating breakwaters which are the most economic and effective for damping waves.

ЗАЩИТА АКВАТОРИИ МОРСКИХ САДКОВЫХ ХОЗЯЙСТВ ОТ ШТОРМОВЫХ ВОЛН

Р. Ф. Коган (ЦНИИС), О. Д. Романычева (ВНИРО)

Для исключения вредного воздействия морского волнения на садковое рыбоводство необходимы волноустойчивые садки, полная автоматизация выращивания рыбы, эффективные волнозащитные ограждения.



Рис. 1. Общий вид модели рыбного садка конструкции ВНИРО.

При конструировании морских садков и волнозащитных ограждений необходимы сведения об опыте эксплуатации рыбных садков в условиях морского волнения, об авариях с заякоренными садками и результаты изучения взаимодействия заякоренных садков с волнами. К сожалению, в литературе содержится крайне мало информации по этим вопросам.

Было исследовано поведение заякоренных плавучих садков конструкции ВНИРО (рис. 1) на волнении в волновом лотке ЦНИИС. Основное внимание уделялось взаимодействию заякоренных садков с волнами, работе межсадковых соединений при различных параметрах исходных волн, определению нагрузок в якорных связях при различном числе садков, установленных на одном якоре, гашению волн рыбными садками. Опыты проводились с одним, двумя и тремя садками, выполненнымными в масштабе 1:5.

Главные размерения и водоизмещение модели садка

Параметры плавучего основания, см	
длина	108,5
ширина	84,0
осадка	3,0
Наибольшее заглубление сетной части садка, см	50,0
Площадь сетной части садка в плане, м ²	0,64
Рабочий объем сетной части садка, м ³	0,30
Водоизмещение, кг	5,60

Схема опытной установки с расположением садков в волновом лотке ЦНИИС приведена на рис. 2. В опытах высоты волн h были 10; 15 и 20 см, а длины $\lambda = 100 \div 350$ см. Опыты показали, что при взаимодействии с правильной и регулярной волной заякоренные рыбные садки в условиях плоской задачи совершают вертикальные, угловые и горизонтальные колебания. Величины амплитуд колебаний садков зависят от параметров исходного волнения, динамических характеристик плавучего основания садка, жесткости межсадковых соединений и от положения садка в цепочке других садков.

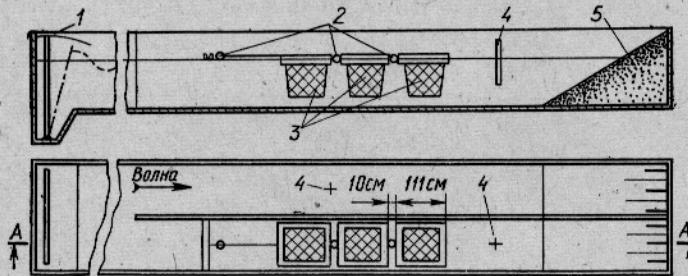


Рис. 2. Схема опытной установки:

1 — волнопродуктор; 2 — тензометрические датчики; 3 — рыбные садки; 4 — волномеры; 5 — откосный волногаситель.

При взаимодействии группы заякоренных садков с волнами, длина которых λ равна или меньше длины плавучего основания садка l , амплитуда качки наибольшая у первого к волне садка, затем постепенно уменьшается, почти исчезая у последнего в группе, так как при очень коротких волнах (при $\frac{l}{\lambda} > 1$) передние садки, взаимодействуя с волной, почти полностью разрушают ее и концевые садки оказываются в зоне с уже погашенной волновой энергией.

Рабочие площадки первого и второго садков полностью заливаются водой. Первое к волне межсадковое соединение испытывает большие динамические нагрузки. Якорные связи сильно натянуты. Сетная часть переднего садка значительно деформируется. Качка переднего к волне садка носит резкий и порывистый характер.

При волнах, длины которых соответствуют значениям $0,4 < \frac{l}{\lambda} < 0,7$, сильной качке подвержены не только передние садки, но и последние в группе, причем иногда даже больше, чем передние. Большинство садков заливается водой. При подходе гребня крутой волны передняя часть садка подныряивает под него и на какое-то время рабочие площадки скрываются под водой. Вода в садке бурно и беспорядочно колеблется. Боковые стенки сетной части садка прогибаются внутрь (даже при наличии тяжелых отвесов по нижним углам сети), значительно уменьшая рабочий объем садка; тем самым ухудшаются условия обитания рыб.

При взаимодействии садков с крутыми волнами $(\frac{h}{\lambda} > \frac{1}{15})$ значительно возрастают якорные нагрузки; сильные и частые рывки разрушают межсадковые соединения. Резкая порывистая качка садков не позволяет обслуживать их в этих условиях.

На длинных и пологих волнах $(\frac{l}{\lambda} < 0,1 \text{ и } \frac{h}{\lambda} < \frac{1}{30})$, группа заякоренных садков плавно изгибаются по поверхности воды, принимая форму волны. Качка садков носит спокойный характер; рабочие

площадки не заливаются, амплитуды качки всех садков почти одинаковы и равны высоте исходных волн; объемы сетной части садков изменяются в неменьшей степени, чем при коротких волнах; обслуживать садки нетрудно.

Натурные наблюдения, проведенные сотрудниками экспериментальной базы ВНИРО в бухте Тыстамаа Рижского залива, подтверждают результаты опыта. Длинные и пологие волны не нарушали нормальную эксплуатацию садков, а короткие и крутые вызывали нежелательные последствия.

Таким образом, наиболее существенными факторами, определяющими характер поведения группы сочлененных между собой садков ВНИРО на волнении, оказались крутизна волн $\frac{h}{\lambda}$ и соотношение между длиной плавучего основания садка l и длиной исходной волны λ . Поэтому в дальнейшем определяли такие значения $\frac{l}{\lambda}$ и $\frac{h}{\lambda}$, при которых обеспечивается нормальная эксплуатация садков конструкции ВНИРО.

В волновом лотке на модели, состоящей из трех садков, соединенных кольцевыми тензодатчиками, была установлена зависимость между величиной усилия P в межсадковых соединениях и отношением $\frac{l}{\lambda}$. На графике этой зависимости (рис. 3) сила P выражена безразмерной величиной

$$\frac{P_{\max}}{\gamma h^2 B},$$

где P_{\max} — максимальные усилия в межсадковом соединении;

h — высота исходной волны;

B — ширина садка по фронту волны;

γ — удельный вес воды.

Из анализа зависимостей, представленных на рис. 3, следует, что с ростом значения $\frac{l}{\lambda}$ величина и скорость возрастания усилий в первом к волне межсадковом соединении выше, чем в последующих, усилия в межсадковом соединении снижаются при увеличении длины набегающих волн (т. е. с уменьшением $\frac{l}{\lambda}$),

при значениях $\frac{l}{\lambda} < 0,2$ усилия в межсадковых соединениях принимают почти постоянные значения.

Однако долговечность и надежность работы межсадкового соединения зависит не только от величины внешних воздействий, но и от характера их приложения. На рис. 4 изображены осциллограммы усилий в межсадковых соединениях для трех сочлененных вместе садков при значениях отношения $\frac{l}{\lambda}$ равных 0,31,

0,43 и 0,72 (в опытах это соответствовало волнам с $h = 10$ см и $\lambda = 150, 250$ и 350 см).

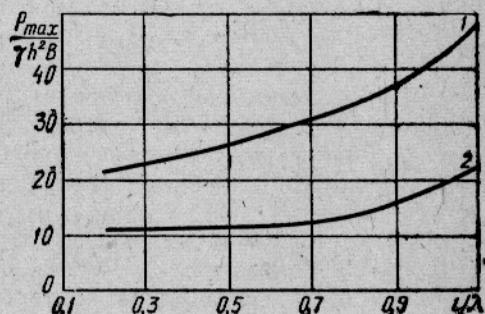


Рис. 3. Графики усилий в межсадковых соединениях в зависимости от отношения:

$$\frac{P_{\max}}{\gamma h^2 B}$$

1 — усилия в первом к волне соединении; 2 — усилия во втором соединении.

Установлено, что усилия в соединениях имеют знакопеременную величину, при значениях отношения $\frac{t}{\lambda} < 0,25$ они изменяются по закону, близкому к синусоидальному, при значениях отношения $\frac{t}{\lambda} > 0,7$ ярко выражен динамический характер усилий.

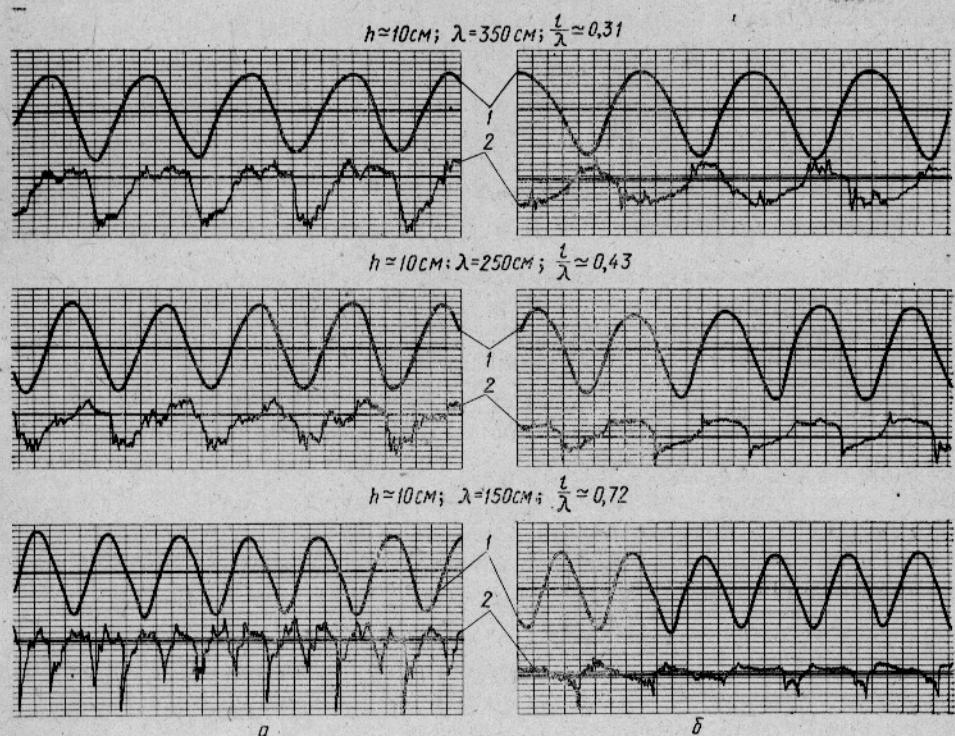


Рис. 4. Осциллограммы усилий в первом (а) и втором (б) межсадковых соединениях:
1 — график волн; 2 — график усилий в межсадковом соединении.

Динамические составляющие в нагрузках объясняются порывистой качкой садков конструкции ВНИРО на коротких и круtyх волнах, причем колебание каждого садка несколько отстает по фазе от колебания соседнего, что приводит к сильным рывкам в межсадковых соединениях.

Натурные наблюдения за характером взаимодействия рыбных садков ВНИРО с волнами и анализ причин разрушений межсадковых соединений подтверждают результаты экспериментов. Именно на коротких и крутых волнах появляются усилия, приводящие к разрушению межсадковых соединений.

Одна из причин, по которой садковое хозяйство несет большие убытки, — разрушения якорных устройств садков во время шторма. Сложность определения якорной нагрузки и необоснованность выбора конструкции якорных устройств не обеспечивают надежности якорной стоянки.

Предварительные представления о характере работы якорных устройств группы садков получены на основе исследований в условиях плоской задачи. По результатам опытов построены графики зависимостей между усилиями Φ в якорной связи и числом садков n , поставленных одновременно на один якорь (рис. 5). Крутизна волны $\frac{h}{\lambda}$ в опытах

составляла 0,020, 0,030 и 0,044. Усилия в якорной связи выражены отношением $\frac{\Phi_{\max}}{\gamma h^2 B}$. Значение отношения $\frac{l}{\lambda}$ в опытах оставалось постоянным и равным 0,31.

Из анализа зависимостей следует, что чем круче исходная волна, тем интенсивнее рост якорных нагрузок (уменьшение $\frac{h}{\lambda}$ с 0,044 до 0,020 снижает величину якорной нагрузки при трех садках с 15 единиц до 4); увеличение числа садков, стоящих одновременно на одном якоре, вызывает рост якорных нагрузок (так при $\frac{h}{\lambda} = 0,020$ постановка трех садков вместо одного увеличила якорную нагрузку с 0 до 4 единиц).

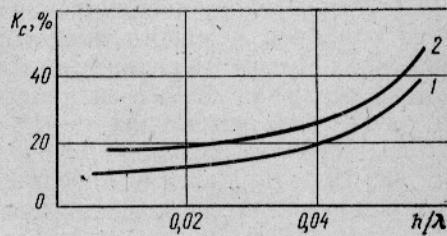
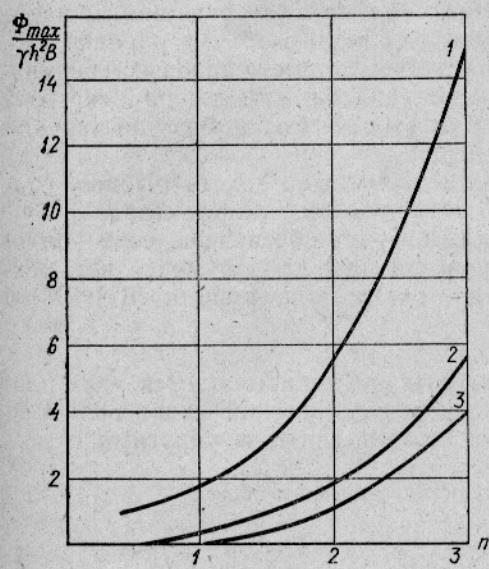


Рис. 6. Графики степени волногашения K_c в зависимости от крутизны волны $\frac{h}{\lambda}$ при $\frac{l}{\lambda} = 0,31$;
1 — при двух садках; 2 — при трех садках.

←
Рис. 5. Графики усилий в якорных тросах в зависимости от количества садков n при $\frac{l}{\lambda} = 0,31$;
1 — при $\frac{h}{\lambda} = 0,044$; 2 — при $\frac{h}{\lambda} = 0,030$; 3 — при $\frac{h}{\lambda} = 0,020$

Размеры волнового лотка ЦНИИС лимитируют число садков, поэтому результаты опытов отражают скорее качественную сторону вопроса, чем количественную. Чтобы решить этот вопрос требуются специальные исследования в условиях пространственной задачи. Однако уже сейчас можно предположить, что при достаточно большом числе сочлененных садков, поставленных на один якорь, возникнут чрезмерные нагрузки. Это мнение подтверждается опытом эксплуатации рыбных садков в заливах Балтийского моря.

Волногасящие свойства рыбных садков несколько изменяют гидрологическую обстановку акватории, иногда садки использовали даже как волнозащитные средства. Волногасящие качества садков ВНИРО оценивали по степени волногашения K_c (в %), определяемой по формуле

$$K_c = (1 - K_p) 100\%,$$

где K_p — коэффициент проникания, представляющий собой отношение высот волн за садками и перед ними.

Исследовались волногасящие качества одного, двух и трех садков, расположенных последовательно друг за другом. Анализ приведенных на рис. 6 зависимостей степени волногашения K_c от крутизны исходных

волн $\frac{h}{\lambda}$ при постоянном значении отношения $\frac{l}{\lambda} = 0,31$ позволяет заключить, что волногасящие качества одного плавучего садка чрезвычайно низки (записать их на опыте не удалось); волногасящие качества группы садков увеличиваются по мере роста числа садков, соединенных в цепочку по линии волн (три садка вместо двух увеличили волногашение на 6%), и с ростом крутизны исходной волны (для группы из трех садков, изменение крутизны волны с 0,02 до 0,05 увеличило степень волногашения на 17%). Степень волногашения становится очень малой при значениях отношений $\frac{h}{\lambda} < 0,025$.

ВЫВОДЫ

1. Нормальная эксплуатация рыбных садков (незаливаемость рабочих площадок, незначительность колебаний воды в объеме рабочей части садка, отсутствие динамических нагрузок в межсадковых соединениях, надежная работа якорных систем садков и т. д.) на открытых мелководных акваториях не может быть обеспечена без применения специальных волнозащитных ограждений.

2. Использование в качестве волнозащитных средств рыбных садков, поставленных в один, два и более рядов, неэффективно.

3. Нормальная эксплуатация садков будет обеспечена, если волнозащитные ограждения будут гасить все волны длиной менее четырехкратной длины плавучего основания садка конструкции ВНИРО и крутизной $\frac{h}{\lambda} \geq \frac{1}{40}$.

4. Волноустойчивость системы рыбных садков повышается, если плавучее основание садка в четыре раза короче длины расчетной волны на акватории, а межсадковые соединения выполняются упругими.

Protection of maricultural areas from storm waves

Kogan R. F., Romanycheva O. D.

SUMMARY

Storm waves in the sea affect the development of mariculture. A flat problem is solved for the case of net pens (VNIRO models). The results reveal some aspects of the interaction of anchored net pens with waves, characteristics of changes occurring in pen joints and anchor ties under stress and wave-damping properties of net pens. It is recommended that all open sea areas used for mariculture should be protected from storm waves.

УДК 639.371:639.32

МОРСКОЕ ТОВАРНОЕ ЛОСОСЕВОДСТВО ЗА РУБЕЖОМ

Э. Е. Шевцова, В. С. Чуксин (ЦНИИТЭИРХ)

Мировая продукция лососеводства, которое существует около 100 лет, в настоящее время составляет сотни тысяч тонн в год. До недавнего времени основная цель этой отрасли рыбоводства заключалась в искусственном воспроизводстве запасов лососевых, т. е. инкубировании искусственно оплодотворенной икры и выпуске личинок или подрашенней молоди в реки. Товарное лососеводство (выращивание столо-

вой форели) зародилось в Дании во второй половине прошлого столетия.

В последние годы появился новый тип лососеводства, включающий в себя кроме пресноводной фазы и морскую, т. е. выращивание полученных в пресной воде смолтов до товарной массы в береговых бассейнах или прудах с морской водой или в отгороженных фьордах, бухтах, прибрежных ограждениях, стационарных и плавучих морских садках.

Морское рыбоводство возникло в условиях резкого сокращения запасов морских рыб вследствие неумеренной и бесконтрольной эксплуатации промышленным рыболовством. Некоторым промысловым рыбам грозит исчезновение как биологического вида. Поэтому необходимо отработки биотехники разведения морских рыб с целью восполнения их естественной популяции и «спасения» исчезающих видов. Бесконтрольной хищнической эксплуатации морских биоресурсов, считавшихся неисчерпаемыми, необходимо противопоставить хозяйственное отношение человека к богатствам моря, подразумевающее вместе с рациональным ведением промысла постепенный переход от вольной охоты в море к культивированию морских организмов, подобно тому как тысячелетия назад человек перешел от сбора растений и плодов к их культивированию, от охоты на животных к их разведению.

Выращивание рыбы в морской воде имеет преимущества по сравнению с пресноводным рыбоводством. Темп роста анадромных рыб в морской воде гораздо выше, чем в пресной. Вследствие более высокой температуры морской воды в холодное время года вегетационный период в морской среде продолжительнее, чем в пресной (это касается районов с умеренным и умеренно-холодным климатом, в которых ледостав на реках и озерах сокращает период выращивания рыб). Известно также, что в морской воде рыба в меньшей степени подвержена заболеванием, чем в пресной. Кроме того, морская среда меньше загрязнена.

Опыт зарубежных стран умеренного и умеренно-холодного климатических поясов показывает, что наиболее перспективным направлением морского рыбоводства является морское товарное выращивание лососевых. Наибольшие успехи по выращиванию лососевых в морской воде достигнуты в Норвегии — 5800 т в год (в том числе 2000 т атлантического лосося), во Франции 300 т (кижуч), в США около 900 т (кижуч и чавыча), Канаде, Японии — 15000 т в год (радужная форель, другие пресноводные виды), в Великобритании 2600 т (из них атлантического лосося 100 т). В Великобритании планируется увеличить продукцию товарного морского лососеводства до 10 000 т, в США — до 21 000 т, во Франции — до 10 000 т.

В этих странах лососевых до товарной массы выращивают в различных выростных емкостях, расположенных как на берегу (в бассейнах и прудах с закачиваемой насосами морской водой), так и в море (морских ограждениях — отгороженных плотинами проливах и фьордах площадью до 3,5 га, морских плавучих садках). Наиболее дешевые и просты в эксплуатации плавучие сетные садки различной формы: четырехугольные, круглые, шести- и восьмиугольные. Садки могут быть как небольшими, так и очень крупными. Например, в Японии для выращивания кеты используют садок диаметром 55 м.

Десятилетний опыт работы норвежской компании «Мови», специализирующейся на товарном выращивании атлантического лосося в морских ограждениях площадью 1,5 и 3,5 га, доказывает возможность создания рентабельных хозяйств такого типа. Однако строительство морских ограждений требует значительных капиталовложений, поэтому оно доступно только фирмам с крупным капиталом.

По мере развития морского товарного лососеводства возникает необходимость установки выростных емкостей в открытом море, в свя-

зи с чем необходимо повышать их штормоустойчивость. Штормоустойчивый садок (ФРГ) шарообразной формы имеет диаметр 4 м, размер плита 5×5 м. Для борьбы с обрастанием садок раз в 2—3 дня поворачивают вокруг горизонтальной оси. Испытания показали очень высокую штормоустойчивость такого садка. Разрабатывается конструкция аналогичного садка диаметром 8 м и объемом (подводной части) около 150 м^3 .

В морской воде возрастает потребность лососевых в протеине. Например, при солености 10‰ в корме должно содержаться 20 % протеина, при солености 20‰ — 45 %. При интенсивном товарном выращивании лососевых на корма расходуется более 40 % общих затрат. По данным американских специалистов, в 1973 г. на корма для тихоокеанских лосей приходилось 35 %, в последнее время — до 50 и даже 60 % всех затрат. Увеличение стоимости кормов (на 100 %) вызвано подорожанием на мировом рынке рыбной муки — их основного компонента (Braaten, 1975; Fiews et al., 1976). Плохая обеспеченность необходимыми компонентами и высокая стоимость кормов, состоящих в значительной степени из морских белковых продуктов, могут тормозить дальнейшее развитие товарного лососеводства. Из добываемого в море белкового сырья приготавливают различные корма, используемые в рыбоводстве, птицеводстве, пушном звероводстве и т. д. Тенденция переработки белкового сырья в пищевые продукты для человека уменьшит количество сырья для кормов и повысит их стоимость. По прогнозам, в заливе Прюджет-Саунд к 1990 г. будут ежегодно выращивать 21 тыс. т лососей. Для этого потребуется 42 тыс. т гранулированных кормов с кормовым коэффициентом, равным 2. Используемый в настоящее время влажный гранулированный корм орегонского рецепта почти на 40 % состоит из пищевого сырья, добываемого в море. Таким образом, к 1990 г. потребуется 16,8 тыс. т пищевого морского сырья, т. е. более чем вдвое больше, чем улов рыбы в штате Орегон. Увеличение спроса на уменьшающееся количество кормового сырья вызовет недостаток кормов для рыб. Поэтому большое значение приобретают исследования возможностей замены дорогостоящих компонентов корма более доступными и дешевыми. В частности, главнейшей задачей товарного рыбоводства нужно считать разработку дешевых гранулированных кормов с использованием компонентов, заменяющих дорогостоящую рыбную муку. Проведенные в ФРГ исследования 57 рецептур кормов показали, что рыбную муку, составляющую 70 % рациона радужной форели, можно полностью заменить сбалансированной по азоту смесью муки из отходов разделки птицы и муки из гидролизированных перьев или смесью 75 % муки из отходов разделки птицы и 25 % соевого белкового концентрата. Рыбную муку на четверть можно заменить одним из следующих компонентов: соевым белковым концентратом, дрожжами, мукой из клейковины зерна, смесью мясокостной и кровяной муки (Fiews et al., 1976). Можно уменьшить содержание протеина в корме с 50 до 38 %, увеличивая количество жира до 16 % (Braaten, 1975). В США была доказана принципиальная возможность выращивания радужной форели и кижуч на орегонском влажном корме с частичной или полной заменой рыбного белка белком, продуцируемым дрожжами и бактериями (Fish Farming International, 1977).

Большое внимание в морском товарном лососеводстве следует уделять профилактике и лечению болезней, из-за которых отход рыбы в некоторых случаях может достигать 100 %. Наибольшую опасность для лососевых представляют вибриоз, фурункулез, лечение которых введением в корм различным лечебных препаратов, в частности антибиотиков группы тетрациклина (например, террамицина), дорого и малоэффективно. В последние годы в США получили распространение

оральные вакцины промышленного производства, приготовленные из убитых клеток патогенов, которые добавляют в корм для молоди лососей до перевода ее в соленую воду. Однако такое применение этой вакцины, впервые осуществленное на товарных лососевых хозяйствах в США в 1973 г., менее эффективно, чем прямое инъектирование в брюшную полость. Американские специалисты установили, что достаточно одной инъекции вакцины, чтобы предохранить от заболевания 90 % молоди кижуча в период с начала лета до конца осени. Для инъектирования до 500 тыс. молоди лосося требуется около 1 кг вакцины, представляющей собой суспензию убитых нагреванием бактерий в солевом растворе. Один рабочий может вакцинировать от 600 до 1000 рыб в час. Стоимость вакцины и проведения инъекции — 300—700 долларов на 100 тыс. рыб, что значительно дешевле орального введения вакцины (Western Fisheries, 1975). Лучшие результаты по сравнению с внутрибрюшной вакцинацией выращиваемых в морских садках кижуча и чавычи дает разработанный американскими специалистами метод гиперосмотической инфильтрации, заключающийся в том, что рыбу помещают в вакуумную камеру с раствором вакцины и мочевины и при понижении давления происходит инфильтрация вакцины. Главные преимущества этого метода заключаются в более быстром, чем при инъектировании, введении вакцины (в 4—5 раз) и возможности обработки рыб всех размеров.

В морских выростных емкостях быстро созревающие самцы прекращают рост и не окупают корма, что значительно повышает стоимость товарной рыбы. Созревающие самцы лососевых имеют плохие товарные качества. Решить эту проблему можно было бы, получив в потомстве одних только самок. Принципиальную возможность этого показали опыты, проведенные в Шотландии. Для этого икру и личинок радужной форели и лосося выдерживали в растворе полового гормона 17β -эстрадиола и вводили этот гормон с кормом молоди рыб (Simpson, 1976).

Для снижения себестоимости продукции морского лососеводства можно применять гормоны, увеличивающие темп роста рыбы и улучшающие кормовой коэффициент кормов. В животноводстве себестоимость продукции снижают добавлением в корма таких анаболических стероидов, как метилтестостерон и диэтилстилбестрол, — сильнодействующих половых гормонов, которые могут вызывать нежелательный побочный эффект. Недавно появившиеся синтетические стероиды не дают значительного побочного эффекта; из них этилэстренол, по-видимому, наиболее применим в рыбоводстве: при введении его с кормом радужной форели и лосося значительно увеличивался их рост (Simpson, 1976).

Очень важное значение для товарного морского лососеводства имеет обеспеченность посадочным материалом, т. е. молодью лососей на стадии смолта-покатника. Этой стадии некоторые лососевые, например кижуч, достигают в естественных условиях через 18 мес. По данным американских специалистов, сократить период смолтификации молоди кижуча с 18 до 6 мес можно инкубацией икры, подращиванием личинок и мальков в подогретой воде и применением улучшенных кормов (Donaldson, Vaughn, 1976).

Проблему получения посадочного материала можно решить созданием маточного стада лососевых. Опыты показали, что атлантический лосось, кижуч и некоторые другие виды могут созревать и давать доброкачественное потомство в искусственных условиях. По-видимому, при каждом товарном хозяйстве иметь стадо производителей экономически не оправдано. Дальнейшее развитие морского товарного лососеводства потребует создания хозяйств, специализирующихся на поставке посадочного материала. По мнению американских рыбоводов-практиков, на-

копивших достаточный опыт в области товарного лососеводства, целесообразно специализировать рыбоводство, подобно тому как это произошло в бройлерном птицеводстве: создавать питомники, где проводится селекционно-племенная работа, гибридизация, а также инкубирование икры и совершенствование инкубационной аппаратуры; выростные хозяйства, где подращивают личинок и выращивают молодь до стадии смолта; морские товарные хозяйства, дающие товарную продукцию.

Уже начато генетическое совершенствование лососевых, т. е. получение потомства с высоким темпом роста, хорошей окупаемостью кормов, устойчивостью к заболеваниям, коротким периодом сматрификации.

Несколько лет назад многие зарубежные хозяйства работали в экспериментальном режиме и были нерентабельными. К настоящему времени в Норвегии, США, Великобритании, Франции появились морские товарные хозяйства, получающие прибыль от выращивания в морских емкостях радужной форели, атлантического лосося, кижуча. Стали появляться зарубежные публикации по экономике морского товарного лососеводства. Рассмотрим следующий пример. В Норвегии два человека в год могут вырастить 50 т радужной форели или лосося. Себестоимость 1 кг лососевого мяса в этой стране составляет 15 норвежских крон (2 американских доллара). От реализации 1 кг товарной рыбы в зависимости от ее размеров и сезона рыболов получает от 20 до 45 норвежских крон (3,5—6,5 американских доллара). Таким образом, чистая прибыль от 1 кг лосося составляет от 1,5 до 4,5 доллара, а в расчете на 1 человека за год — 37 500—112 500 долларов (Møller, 1973).

СССР располагает богатейшим генофондом лососевых, позволяющим выявить виды, наиболее перспективные для морского товарного рыболовства в разных районах страны. Зарубежный опыт показывает перспективность для морского товарного лососеводства радужной форели, атлантического лосося и кижуча, что не исключает, видимо, разведения и других объектов. По предварительным данным, ценным объектом морского рыболовства может стать арктический голец, имеющий самый северный ареал и, следовательно, пригодный для выращивания в воде с низкой температурой, например в прибрежных водах Кольского полуострова. В СССР для морского товарного лососеводства могут быть использованы прибрежные воды Белого и Баренцева, Балтийского и Черного и, возможно, Каспийского морей, а также воды морей Дальнего Востока.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

К настоящему времени сформировалось несколько направлений морского лососеводства: выпуск в море подрошенной жизнестойкой молоди, повышение качества молоди за счет адаптации к морской воде и выращивания в морских садках, товарное морское лососеводство в садках, загородках и береговых сооружениях различного типа. Жизненный цикл многих видов лососей полностью может находиться под контролем человека.

Основные усилия исследователей за рубежом направлены на совершенствование штормоустойчивых садковых конструкций, замену дорогостоящих компонентов корма более доступными и дешевыми, профилактику и лечение болезней рыб. Перспективны работы в области генетики и селекции, направленные на получение потомства с планируемым полом, высоким темпом роста, хорошей окупаемостью кормов и устойчивостью к заболеваниям.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Аполум. Western Fisheries. 1975, v. 39, N 2, p. 48—49.
Аполум. Fish Farming International. 1977, v. 4, N 2, p. 18—19.

Antipa, R., D. F. Amend. Immunization of Pacific salmon: Comparison of intraperitoneal injection and hyperosmotic infiltration of *Vibrio anguillarum* and *Aeromonas salmonicida*.—J. Fish. Res. Bd. of Canada, 1977, v. 34, N 2, p. 203—208.
Braaten, B. R. Recent Norwegian experience in fish farming.—Oceanol. Intern. 1975, N 75, p. 168—172.

Donaldson, L. R., E. L. Brannon. The use of warm water to accelerate the production of coho salmon.—Fish. Bull. of American Fish. Soc. 1976, v. 1, N 4, p. 12—16.

FAO Fisheries Report, 1977, 188. (Report of the FAO Technical Conference on Aquaculture, Kyoto, Japan, 26 May—2 June 1976).

Grave, H. A new type of net cage for fish culture used in Kiel Fjord.—Berichte der Deutschen wissenschaftlichen Kommission für Meeresforschung, 1975, 24, 2—3, p. 209—211.

Møller, D. Norwegian salmon farming. International Atlantic Salmon Symposium, 1972. Intern. Atlantic Salmon Found, Spec. Publ. Ser., 1973, v. 4, N 1, p. 259—261.

Simpson, T. H. Endocrine aspects of salmonid culture. Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, 1976, 75, 4, p. 241—252.

Tiews, K., J. Gropp, H. Koops. On the development of optimal rainbow trout pellet feeds. Archiv für Fischereiwissenschaft, 1976, 27, 1, 3—12.

The development of mariculture abroad

Shevtsova E. E., Chuksin V. S.

SUMMARY

In recent years the salmonid culture involves two phases, that is smolts cultured in fresh water are later reared either in land tanks filled with marine water or in net pens installed in the sea. Floating net pens of various forms are used. They are cheap and simple under operation. Profitable maricultural projects are also set up in marine impounded areas (1.5 and 3.5 ha).

Granular feeds including cheap components to substitute expensive fish meal are produced in Great Britain, Japan and the Federal Republic of Germany.

Oral vaccinations are successfully applied in the U.S.A. to control diseases. The use of synthetic steroids accelerates the growth rate of fish. Of importance is genetic research aimed at improvement of some properties of salmonids.

УДК 639.32 (261.24)

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ МОРСКОГО РЫБОВОДСТВА В БАЛТИЙСКОМ МОРЕ

Е. Я. Римш, М. Л. Кангур (Балтийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и кузнечного промысла)

Развитая рыбная промышленность Советской Прибалтики морского и океанического направлений позволяет обеспечить местное население рыболовными и направить значительную часть продукции в другие районы страны и на экспорт. Однако население республик и областей Прибалтики недостаточно обеспечено живой, свежеохлажденной и деликатесной рыбой, пользующейся большим спросом.

Запасы и уловы ценных проходных, полупроходных и пресноводно-солоноватоводных рыб (лосось, кумжа, морской сиг, угорь, судак, мицуги, сырть, ряпушка, щука, лещ) во внутренних водоемах и прибрежных участках Балтийского моря невелики — уловы в 1975 г. составили около 85 тыс. т, что составляет 610 г на душу населения. Объем производства товарной рыбы во внутренних водоемах Прибалтики также невелик. Очевидно, что рыболовство во внутренних водоемах и на при-

режных морских участках Прибалтиki уже не способно существенно поднять уровень добычи ценных видов рыбы.

Значительно увеличить производство столовой рыбы можно путем организации крупномасштабного товарного рыбоводства на промышленной основе, и в первую очередь создания тепловодных рыбоводных хозяйств на отработанных теплых водах ГРЭС, АЭС. Уже сейчас расход сбросных теплых вод ГРЭС Прибалтиki составляет около 200 м³/с, что позволяет вырастить около 120 тыс. ц столовой рыбы из расчета 60 кг рыбы на приток воды 1 л/с. В перспективе объем сбросных теплых вод составит около 1000 м³/с, что позволит вырастить не менее 600 тыс. ц столовой рыбы и полностью обеспечить потребность населения Прибалтиki в живой рыбе. Перспективным объектом для тепловодных рыбоводных хозяйств является американский канальный сомик.

Значительный вклад в обеспечение населения Прибалтиki столовой и деликатесной рыбой может внести морское рыбоводство. Наиболее перспективными направлениями развития морского рыбоводства в бассейне Балтийского моря на ближайшую перспективу являются:

искусственное разведение ценных местных проходных, полупроходных и пресноводно-солоноватоводных рыб для зарыбления прибрежных участков моря (рыбоводные хозяйства пастбищного типа);

товарное выращивание ценных видов рыб в морских хозяйствах различных типов (бассейновых, садковых и прудовых с морским водоснабжением);

акклиматизация в Балтийском море и внедрение в марикультуру новых ценных видов рыб.

Разведение рыб. В настоящее время прибрежные морские участки Прибалтиki зарыбаются ценными видами рыб в очень ограниченных масштабах. Только молодь лосося выпускается в достаточно большом количестве — в 1975 г. было выпущено свыше 1 млн. молоди лосося и кумжи в возрасте годовика и двухгодовика (преимущественно покатника). Объем выпуска молоди сиговых и частиковых рыб незначителен; ежегодно выпускается несколько десятков тысяч штук молоди морского сига, судака, щуки.

Искусственным разведением балтийского лосося и кумжи занимаются шесть рыбоводных заводов — четыре в Латвии и два в Ленинградской области. Специализированных рыбопитомников для выращивания молоди сиговых и частиковых рыб в Прибалтике нет, в настоящее время молодь этих рыб выращивают как побочные объекты в прудовых хозяйствах или на рыбоводных заводах.

Выпуск покатников лосося, выращенных на рыбоводных заводах — эффективное мероприятие: для прибрежно-речного лова (без учета морского промысла) промысловый возврат от них составляет в среднем 3,5%, или 280 кг лосося на 1000 покатников (Митанс, 1974). Имеются реальные возможности для дальнейшего повышения эффективности искусственного разведения лосося за счет улучшения качества выращиваемой молоди и полного запрета морского промысла лосося. Необходимо увеличить масштабы искусственного разведения и зарыбления прибрежных участков моря жизнестойкой молодью лосося, кумжи, морского сига, сырти, судака, щуки и, возможно, угря, построить новые рыбоводные заводы и рыбопитомники для выращивания молоди ценных видов рыб, в чем активное участие должны принять рыболовецкие колхозы Прибалтиki.

Масштабы выращивания покатной молоди лосося и кумжи на первом этапе следует довести до 3,2 млн. шт. в год, т. е. до уровня продукции «диких» смолтов в реках Прибалтиki на начало этого столетия (табл. 1). Такого выпуска покатников лосося предусматривается достичь

Таблица 1

Возможные объемы зарыбления (I этап) заливов Балтийского моря, млн. шт

Рыба	Заливы				Всего
	Финский	Рижский	Куршский	Вислинский	
Лосось + кумжа	1,0	1,5	0,5	0,2	3,2
Морской сиг	8,0	12,0	4,0	1,0	25,0
Судак	3,0	12,0	—	—	15,0
Щука	9,0	10,0	3,0	2,0	24,0
Сыртъ	30,0	30,0	30,0	15,0	105,0
Итого	51,0	66,5	37,5	18,2	173,2

за счет ввода в эксплуатацию Лужского лососевого рыболоводного завода мощностью 500 тыс. покатников в год, реконструкции рыболоводов «Томе» и «Карли» с доведением их мощности до 300 тыс. покатников в год; в дальнейшем намечено построить три новых лососевых рыболоводства (мощностью в Литве 500, Эстонии 500, Калининградской обл. 200 тыс. шт.). Все эти мероприятия позволят увеличить объем добычи лосося и кумжи в прибрежных водах Прибалтики в 8–10 раз.

Объем выпуска молоди сиговых и частиковых рыб необходимо на первом этапе довести до 170 млн. шт. (морского сига до 25, судака 15, щуки 24 и сырты 105 млн. шт.; см. табл. 1). Для выращивания посадочного материала следует построить выростные базы прудового, бассейнового и садкового типов. Необходимая для рыбопитомников площадь прудов составит около 3500 га. Вылов сиговых и частиковых рыб за счет рыболовных мероприятий может составить 35 тыс. ц в год, т. е. 1 га выростной прудовой площади может дать около 10 ц высококачественной товарной рыбы.

Таким образом, для того чтобы увеличить вылов ценных проходных, полупроходных и пресноводно-солоноватоводных рыб в прибрежных морских водах Прибалтики в 1,5 раза по сравнению с современным уровнем, необходимо выпускать ежегодно в заливы 173 млн. шт. молоди лосося, морского сига, сырты, судака и щуки, что даст около 50 тыс. ц товарной рыбы. Предлагаемый проект плана развития морского рыболовства в Прибалтике — минимальная программа, так как кормовая база заливов позволяет вырастить значительно большее стадо рыбы ценных видов.

Зарыбление прибрежных участков моря жизнестойкой молодью позволит в несколько раз поднять промысловую рыбопродуктивность водоема и получить высококачественную продукцию за счет использования естественной кормовой базы с минимальными затратами труда и искусственных кормов. Известно, что в береговых морских и пресноводных рыбных хозяйствах затраты на корма составляют 40–50% общей стоимости товарной продукции (Карпевич, 1972; Лавровская, 1976; Чуксин, 1972).

Морское товарное рыболовство. В последние годы в Балтийском море все более развивается морское товарное рыболовство. Большую работу в этом направлении проделали научные сотрудники ВНИИРО и Таллинского отделения БалтНИИРХа.

Опытное товарное выращивание ценных видов рыб в прибрежной зоне Балтийского моря было начато в Эстонской ССР в 1972 г., почти одновременно в бухтах Рижского залива Тыстамаа и Кыйгусте и в бухте Кирикулахт на острове Хийумаа. Главным образом разрабатывалась биотехника садкового выращивания радужной форели в прибрежных районах Рижского и Финского заливов и изучалась возможность садко-

вого выращивания бестера, карпа, кижуча, стальноголового лосося, кумжи, балтийского лосося, горбуши. На основании данных, полученных в Пярнуском пункте ВНИРО в 1972—1976 гг., доказана возможность садкового выращивания радужной форели, бестера и карпа в бухтах Рижского залива и разработана инструкция по садковому выращиванию радужной форели в солоноватой воде Балтийского моря (Романычева и др., 1975, 1977).

В морских садковых хозяйствах Эстонии основным объектом выращивания пока является радужная форель. Садковые хозяйства расположены в защищенных от господствующих ветров и волнения бухтах или участках моря, глубиной не менее 3—4 м. Солнечность в этих местах 4—7%, кислородный режим благоприятный. Среднемесячные летние температуры воды 16—17°C; температура 20°C или выше держится не более нескольких недель в середине лета. Для выращивания форели чаще используют плоты различной конструкции или плавучие рамы, к которым прикрепляют садки из капроновой дели. Применяют также полупогруженные цилиндрические садки, плавучесть которых обеспечивается каркасом из поливиниловых труб. Эти садки более штормоустойчивы, но обслуживать их несколько труднее. Глубина делевой части прямоугольных садков от 2,5 до 3 м в зависимости от глубины места расположения, объем 40—50 м³. Объем цилиндрических садков может быть больше, а глубина может достигать 8 м.

Посадочный материал привозят из пресноводных питомников. Для зарыбления садков используют двухгодовиков средней массой около 100 г, или трехгодовиков массой 200—300 г. При использовании более мелкого посадочного материала рыбы к осени не достигают товарной массы. Пересаживают рыб в море обычно в конце апреля — начале мая, когда температура воды в бухтах достигает 5—10°C, вылавливают и реализуют с сентября по ноябрь, т. е. выращивание продолжается 5—6 мес. Плотность зарыбления садков до 5 кг на 1 м³.

Кормят форель в морских садковых хозяйствах главным образом пастообразными кормами, основу которых составляет свежая или замороженная малоценная рыба (чаще всего салака, а также мелкий окунь, ерш, плотва, густера, бельдюга) или отходы рыбообрабатывающей промышленности (60—90%) с добавлением различных компонентов животного и растительного происхождения и витаминного премикса. Содержание белка в пастообразных кормах 18—25%, жира 3—8%, калорийность 1200—1600 ккал на 1 кг корма. Сухой гранулированный корм местного производства применяют обычно в середине лета, когда свежая рыба быстро портится, или в ненастную погоду, когда задавать пастообразный корм трудно (Сирак и др., 1976). Осенью, перед реализацией, товарную форель кормят иногда свежей рыбой. При выращивании двух-, трехгодовиков форели затраты пастообразного корма составляют 3,5—6, сухого 2—3 кг на 1 кг прироста.

Темп роста радужной форели по сравнению с рыбами других видов в морских садках относительно высок (табл. 2). Как правило, за 5—6 мес выращивания масса двух-, трехгодовиков увеличивается в 4—5 раз, т. е. товарная рыба весит 500—1500 г.

Отход при выращивании (20—10%) зависит в основном от температурных условий данного года. При благоприятных условиях и тщательном уходе потери не превышают 5—7%, в случае вспышек заболеваний могут достигать 30—50%. Основной причиной гибели рыб является вибриоз. Из паразитарных заболеваний распространен диплостоматоз. Кроме заболеваний причиной потери рыб в хозяйствах, расположенных в относительно незащищенных бухтах, могут быть также повреждения садков при штормах. Максимальный выход про-

Таблица 2

Рыбоводные данные по культивированию различных видов рыб в морских садках в прибрежной зоне ЭССР

Возраст	Масса, г		Затраты корма (K/K)	Отход, %
	начальная	конечная		
<i>Радужная форель</i>				
0+	0,1—0,2	25—35	3—4	80—90
1	8—10	100—150	2,5—4	10—50
2	60—130	300—800	3,5—5	5—20
3	200—300	1000—1500	4—6	5—20
<i>Кумжа</i>				
0+	0,1—0,2	5—8	4—5	80—90
1	15—25	80—100	3,5—4,5	5—15
2	50—100	200—250	3,5—4,5	5—10
Покатники	30—60	80—200	3,0—3,5	10—15
<i>Кижуч</i>				
0+	0,1—0,2	10—20	5,0—5,5	40—50
1	10—20	50—100	4—5	3—5
<i>Бестер</i>				
0+	2—5	25—50	4—5	50—80
1	30—70	250—500	4—5	5—10
<i>Карп</i>				
1	30—40	100—120	4—5	10—20
2	200—250	400—600	5—6	5—10

дукции из садков — 42, средний — 10—12 кг/м³; на зиму садки в море обычно не оставляют, так как возможен дрейф льда.

Для Прибалтики перспективны морские хозяйства двух типов,— бассейновые и садковые, особенно бассейновые, так как создавать их можно по всему побережью Прибалтики, а устройство садковых хозяйств возможно только в защищенных от ветра участках моря, которые есть только в Эстонии и Ленинградской области. Бассейновые морские хозяйства по сравнению с садковыми дают значительно больше товарной продукции с единицы площади или объема, позволяют контролировать и регулировать режим среды, а также автоматизировать все производственные процессы и проводить лечебно-профилактические мероприятия.

Для товарного морского рыбоводства в северных районах Прибалтики перспективны лососевые и сиговые рыбы (радужная форель, стальноголовый лосось, кижуч, чавыча, микижа, муксун), в южных районах помимо лососевых — бестер, карп, растительноядные рыбы и, возможно, американский канальный сомик. В ближайшее время основным объектом выращивания, очевидно, будет радужная форель как наиболее доступный и освоенный объект товарного выращивания.

Морское форелеводство в Прибалтике должно развиваться параллельно с пресноводным. В морских рыбоводных хозяйствах пока освоено получение только товарной рыбы, в то время как выращивание посадочного материала и зимовка его более успешно осуществляются в пресноводных хозяйствах. Перспективно получение качественного посадочного материала при помощи зимнего доращивания сеголетков форели с использованием теплых сбросных вод электростанций. Следовательно, масштабы развития морского товарного форелеводства будут определяться имеющимися и строящимися мощностями пресно-

водных форелевых рыбопитомников. Внутренние водоемы Прибалтики имеют огромные возможности для развития пресноводных форелевых хозяйств.

Морское товарное форелеводство должно специализироваться на выращивании столовой рыбы крупного размера (1,0—1,5 кг), которая может быть использована на изготовление деликатесной продукции типа балыков, тогда как основная задача пресноводного товарного форелеводства — обеспечение населения Прибалтики «порционной» свежей живой рыбой (200—250 г), а морских хозяйств — посадочным материалом.

Масштабы развития морского товарного форелеводства в первую очередь должны определяться потребностью в деликатесной продукции населения Прибалтики. Только для производства балычных изделий из лососевых рыб потребуется в год около 160 тыс. ц товарной рыбы (из расчета 1 кг рыбы на душу населения).

В ближайшее время в Прибалтике будет построено несколько крупных морских бассейновых хозяйств. Одно из них уже вступило в эксплуатацию — в рыболовецком колхозе им. Кирова Эстонской ССР. К 1980 г. в морских форелевых хозяйствах Прибалтики планируется вырастить около 6 тыс. ц товарной рыбы.

Одним из основных элементов биотехники производства посадочного материала и товарной рыбы является обеспечение рыб физиологически полноценными кормами. Развитие крупномасштабного морского товарного рыбоводства невозможно без использования сухих гранулированных кормов. Необходимо централизованное производство гранулированных кормов по разным рецептам для рыб различного возраста.

Потребность населения Прибалтики в живой рыбе и в рыбных изделиях составляет не менее 6 кг на человека в год, или около 1 млн. ц товарной рыбы в год; мощность завода, производящего гранулированные корма, должна составлять не менее 2,5—3 млн. ц в год.

Акклиматизация рыб должна занять не менее важное место в общем комплексе рыбохозяйственных мероприятий в бассейне Балтийского моря, чем искусственное разведение и товарное выращивание ценных местных видов рыб. Интродукция новых объектов должна повысить промысловую рыбопродуктивность прибрежных участков моря и открытой части Балтики, а также увеличить ассортимент товарной рыбы в морских хозяйствах различного типа.

Попытки вселения ценных видов рыб в Балтийское море предпринимались неоднократно: до 1940 г. несколько лет подряд в реки Ботнического залива выпускали молодь чавычи, но она не прижилась, после 1945 г. в прибрежные морские воды Польши неоднократно выпускали молодь чудского сига, радужной и ручьевой форели, которая нашла благоприятные условия для нагула, однако натурализации ее не произошло.

В Советском Союзе в течение 1962—1967 гг. в реки Рижского и Финского заливов было выпущено 17 тыс. сеголетков русского (северо-каспийского и донского) и 23 тыс. сибирского (байкальского и обского) осетров, которые показали высокий темп роста. В Финском заливе двухлетки сибирского осетра достигали 400—500 г, трехлетки — 1200 г. Линейный рост и прирост массы русского осетра в первые два года после выпуска были несколько ниже, чем у сибирского, но к четырем годам они становились примерно одинаковыми. Следовательно, Балтийское море благоприятно для нагула осетров, однако осетры-вселенцы распределяются по всему бассейну — у берегов Швеции, Финляндии, Польши, ГДР и СССР (Каиров, Костричкина, 1970).

Начиная с 1973 г. в реки Латвии ежегодно выпускается около 2,5 млн. молоди горбуши средней массой 250—300 мг, которая нашла

здесь благоприятные условия для нагула. Показатели роста горбуши высоки: средняя масса 1,4—1,5 кг. Однако эффективность акклиматационных работ пока низка, промысловый возврат составляет 0,008—0,04 %. Горбуша, так же как и осетры, распределяется по всему бассейну — у берегов Швеции, Польши, ГДР и Финляндии.

Таким образом, физико-химические условия среды и кормовые ресурсы в Балтийском море соответствуют биологическим требованиям осетров и горбуши, которые перспективны для вселения. Однако одному Советскому Союзу заниматься интродукцией этих видов рыб экономически невыгодно, так как осетры и горбуша распространяются по всему побережью прибалтийских государств. Поэтому акклиматационные работы для открытой части Балтики должны основываться на взаимных интересах прибалтийских государств, которые должны кооперироваться в хозяйственном и научном плане.

Большое значение имеет правильный подбор интродуцентов с «сидячим» образом жизни для заливов. Хорошая кормовая база в заливах и малочисленность ценных местных промысловых рыб (помимо морских видов рыб) позволяют значительно увеличить нагрузку на кормовую базу. Подбор объектов-вселенцев для каждого залива должен быть индивидуальным с учетом типа биоценоза водоема. Так, в Рижском заливе в условиях изменившегося биогидрологического режима под влиянием антропогенных факторов и избытка донных кормовых организмов перспективны для вселения бентофаги (например, сибирский сиг-мукусн.).

При выборе объекта-вселенца необходимо учитывать не только эколого-физиологическую выносливость интродуцента, его способность приспосабливаться к новым физико-химическим особенностям среды, но и его хозяйственную ценность, биологическую продуктивность и место в трофической цепи. Как правило, акклиматизанты должны служить ценным дополнением к местным видам, и совсем не обязательно, чтобы акклиматационные работы завершились высшим этапом акклиматизации — натурализацией (Карпович, 1975). Для бассейна Балтийского моря наиболее подходит так называемая поэтапная акклиматизация с ориентацией на использование собственно Балтики и ее заливов как нагульных водоемов. Перспективны для внедрения в товарное морское рыбоводство на Балтике тихоокеанские лососи, осетровые, сибирские сиги и растительноядные рыбы.

ВЫВОДЫ

1. Наиболее перспективными путями развития рыбоводства на Балтике являются искусственное разведение местных проходных, полу-проходных и туводных рыб (пастбищное фермерство), товарное выращивание рыб в бассейновых, садковых и прудовых хозяйствах с морским водоснабжением и акклиматизация рыб в Балтийском море.

2. За счет повышения масштабов зарыбления прибрежных участков моря жизнестойкой молодью лосося планируется увеличить его добычу в 8—10 раз. Объем выпуска молоди сигово-частниковых рыб планируется довести до 170 млн. шт.

3. Садковое рыбоводство и создание бассейновых хозяйств на морской воде — важный фактор повышения выпуска деликатесной продукции — форели, бестера, кижучка и других рыб.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Выращивание радужной форели на различных кормах в морских садках [В. А. Сирак, И. П. Сырмус, И. Н. Щукина, М. А. Мяртвинсон, М. И. Аарик, Р. Х. Таннер] — В кн.: Рыбхоз. исслед. в басс. Балтийского моря. Рига, 1976, вып. 4, с. 153—165.

Каиров Е. А., Костричкина Е. М. Результаты интродукции осетровых в бассейне Балтийского моря. — Труды ВНИРО, 1970, т. 76, с. 147—152.

Карпевич А. Ф. Теория и практика акклиматизации водных организмов. — М.: Пищевая промышленность, 1975, с. 1—432.

Лавровская Н. И. Взаимосвязь морских аквакультур с промыслом. — Обзорная информация. Рыбохозяйственное использование ресурсов Мирового океана, 1976, сер. 1, вып. 5, с. 1—31.

Методические указания по выращиванию радужной форели в морских садках [Ю. Д. Романычева, Л. И. Спешилов, Ю. Б. Вахар, О. Р. Сергиев, З. М. Сергиева] — ОНТИ ВНИРО, 1975, с. 1—51.

Митанс А. Р. Промысловый возврат заводских покатников Балтийского лосося и кумжи р. Вента. — Рыбное хозяйство, 1974, № 11, с. 9—10.

Результаты акклиматизации рыб и кормовых организмов в водоемах СССР [А. Ф. Карпевич, Л. С. Бердичевский, Н. К. Луконина, В. С. Малютин] — В кн.: Тезисы докладов научн. конференц. по итогам и перспективам акклиматизации рыб и беспозвоночных в водоемах СССР. Фрунзе, 1972, с. 3—9.

Результаты садкового выращивания рыб в бухте Тыстамаа Рижского залива в 1976 г. [Ю. Д. Романычева, Л. И. Спешилов, Ю. Б. Вахар, О. Р. Сергиев] — Рыбное хозяйство, 1977, № 9, с. 24—26.

Чуксин В. С., Шевцова Э. Е. Морское рыбоводство. — М.: ЦНИИТЭИРХ, 1972, с. 1—27.

Main ways of developing mariculture in Baltic basin

Rimsh E. Ya., Kangur M. L.

SUMMARY

The stocks and catches of valuable fish in the Baltic may increase not only on the account of proper fishery management and conservation, but also due to artificial reproduction. Fish-culture based on thermal industrial waters and mariculture are the most important lines of the future development. Mariculture includes artificial reproduction of valuable local anadromous, semi-anadromous and freshwater species of fish, rearing of fish in tanks, ponds and cages provided with marine water as well as acclimation of fish in the Baltic.

The stocking of inshore waters with viable young will increase the catch of salmon and Baltic trout eightfold-tenfold. The release of white fish, pike-perch, pike and vimba will reach 25, 15, 24 and 105 million specimens, respectively, in near future.

Mariculture is developed on the account of establishment of net pen farms to rear rainbow trout, bester, coho salmon, Baltic trout, carp and other species. The yield of net pen farms will increase with the development of rearing techniques. Now the maximum yield of trout is 42 kg/m³.

УДК 639.331.3 (261.244)

О ГИДРОЛОГИЧЕСКОМ И ГИДРОХИМИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ БУХТЫ ТЫСТАМАА РИЖСКОГО ЗАЛИВА

Т. Б. Щербинина, З. М. Сергиева (ВНИРО)

Огромные возможности для промышленного рыбоводства открывает использование морских прибрежных вод. В защищенных от ветров эстуариях, заливах и бухтах температурный режим, содержание кислорода в воде, соленость, богатая кормовая база благоприятны для выращивания ценных видов животных и растений.

Цель этой работы — дать общую характеристику гидрологических и гидрохимических условий бухты Тыстамаа, где начиная с 1972 г. ве-

дется опытно-производственное выращивание радужной форели и бестера, и выяснить особенности их влияния на выращиваемых рыб. Учитывая недостаточную изученность некоторых бухт побережья Эстонии, которые в дальнейшем будут использоваться для морского товарного рыбоводства, данные материалы могут оказаться полезными.

При изучении бухты использовали общепринятые методики. Измерение температуры и отбор проб воды для определения содержания растворенного в воде кислорода и солености проводили у берега и в районе установки садков — в 800—1000 м от берега. В 1973 г. на акватории бухты было выделено семь станций, а в 1974 г. — десять (рис. 1). Станции располагаются по одному продольному (1, 2, 3, 4, 5, 6) и двум попечерным (7, 8, 9, 10) разрезам. В северной мелководной части бухты находятся станции 1, 2 и 3 с глубинами соответственно 0,5, 1,2 и 1,5 м; в центральной и южной части — станции 4, 5 и 6 с глубинами 4, 3,5 и 4 м; в прибрежной мелководной части — станции 7, 8, 9 и 10 с глубинами от 1,5 до 2 м. На станции 4, которая расположена у садков, ежемесячно проводили суточные наблюдения. Во время отбора проб для определения содержания кислорода и солености на всех станциях измеряли также температуру воды и прозрачность.

В 1974 г. изучали механический состав грунтов и активную реакцию воды (рН). Отбор проб на всех станциях проводили раз в десять дней, у садков — 2—3 раза в неделю.

В 1972—1977 гг. содержание кислорода определяли по Винклеру, в 1975—1977 гг. — при помощи электрохимического анализатора кислорода (ЭХАК). Соленость (хлорность) определяли титрованием азотнокислым серебром с последующим пересчетом по формуле Кнудсена и Зеренсена ($9,025\%$ + 0,03); рН — колориметрическим методом или рН-метром (рН8,40); прозрачность — диком Секки.

Физико-географические условия бухты Тыстамаа. Бухта расположена в северо-восточной части Рижского залива, в 40 км от г. Пярну. Длина ее 5,5 км, а ширина — в среднем 2 км — увеличивается с северо-запада на юго-восток. С запада бухта отделена от залива небольшой косой (ширина 300—400 м, длина 1,5 км), сложенной гравийно-галечным материалом, крупными валунами. Более возвышенная центральная часть ее имеет слой почвы до 15 см, покрытый травянистой растительностью. Западный берег косы, обращенный к заливу, покрыт нагромождениями хорошо окатанных валунов до 1,5—2 м в диаметре.

Западная часть косы на 1—1,5 м выше восточной, обращенной к бухте. При сильных западных и юго-западных ветрах она заливается

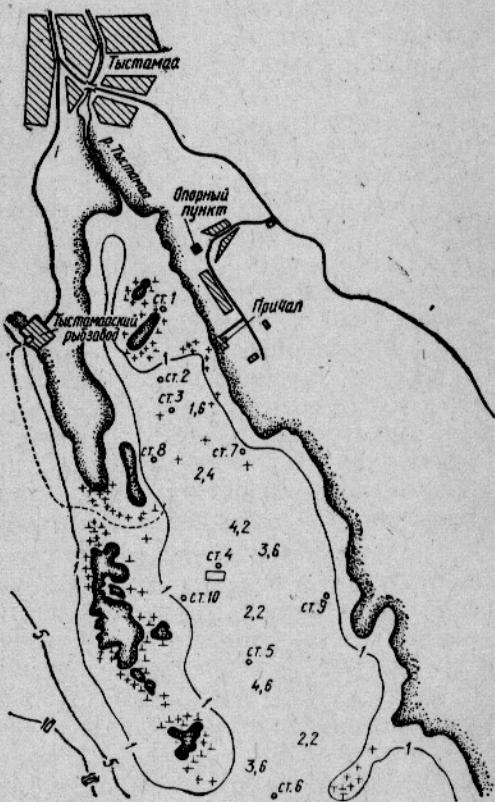


Рис. 1. Схема расположения станций в бухте Тыстамаа.

водой на ширину берега до 100 м, о чем свидетельствуют параллельно протянувшиеся полосы наносов. Такие же полосы прослеживаются и по всему восточному берегу. Влажные участки косы, периодически затапливаемые водой и при не очень сильном ветре, заняты влаголюбивой растительностью. Образование косы, отделяющей северную мелководную часть бухты от залива, связано, по-видимому, с аккумулятивной деятельностью моря и господствующими западными и юго-западными ветрами.

Остальная часть бухты отделена от залива цепью островков. Самый крупный из них, длиной около 1000 м, окружен многочисленными скоплениями валунов, покрыт травянистой растительностью и кустарниками.

В северную часть бухты впадает речка Тыстамаа шириной 2—3 м. В пойме речки растут ольха, береза. Прибрежные участки бухты в радиусе 50—100 м заняты болотной растительностью.

Восточный берег низкий, хорошо задернован. При западных и юго-западных ветрах вода заливает его на ширину нескольких метров. На расстоянии 100—200 м от берега начинается смешанный лес — береза, ель, ольха. Глубина мелководной части бухты не превышает 1 м. С севера на юг глубины увеличиваются и в южной части при выходе в залив достигают 4—5 м.

Для жизнедеятельности водных организмов, в частности для форели, которая очень требовательна к прозрачности воды, большое значение имеют размеры частиц грунта, степень их смыва течениями и темп аккумуляции за счет оседания взвешенного материала. Физические свойства грунтов прежде всего характеризуются их механическим и гранулометрическим составом.

Гранулометрический состав донных грунтов изучали в средней части бухты, в районе установки садков, при помощи ситового метода. Основными фракциями в этой части бухты являются песок и мелкий гравий, которые даже при сильных волнениях, поднимаясь со дна, быстро оседают, и вода приобретает обычную прозрачность.

Во всех участках бухты хорошо просматривается дно, но при значительных волнениях и в дни с облачностью 9—10 баллов прозрачность уменьшается с 4 м до 2,5—3 м.

Атмосферная циркуляция и изменение уровня воды. Ветровой режим в теплый период года формируется в основном под влиянием морских воздушных масс Атлантики, поэтому наибольший процент повторяемости приходится на ветры II и III четвертей (табл. 1).

В 1973—1977 гг. преобладали одно или два направления (западные, юго-западные и южные ветры): в 1976 г., в июне, повторяемость западных ветров составила 59,3%; в 1977 г., в августе, юго-западных — 52,8%. Исключение составляет 1972 г., по нашим наблюдениям, самый спокойный за период с 1972 по 1977 г. Он отличался большой повторяемостью маловетреных солнечных дней, незначительным количеством дней со скоростью ветра больше 7 м/с, отсутствием периодов с ветреной погодой (табл. 2).

Сгонными для бухты являются ветры северо-западного, северо-восточного и восточного направлений, нагонными — западные, юго-западные, южные и юго-восточные ветры. Наибольший процент повторяемости был отмечен в эти годы у ветров западного, южного, юго-западного и северо-западного румбов.

Уровень воды в бухте зависит от направления, скорости и продолжительности ветра. Относительные колебания уровня воды фиксировали три раза в день по водомерной рейке, установленной на восточном берегу на глубине 1 м. В 1974 г. под воздействием продолжительных

Таблица 1

Повторяемость ветра по румбам (в %) в июне—сентябре 1972—1977 гг.

Направление ветра	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1972	1973	1974	1975	1976	1977
<i>Июнь</i>												<i>Август</i>
Северный	—	3	8,0	12,9	29,6	4,8	—	3	—	19	18,9	4,4
Северо-восточный	—	—	9,2	8,1	—	7,2	5	—	3,5	—	4,2	13,2
Восточный	—	12	28,8	4,8	3,7	4,8	8	—	—	—	14,7	4,4
Юго-восточный	—	9	4,0	—	—	2,4	8	—	—	—	8,4	13,2
Южный	—	24	15,2	8,1	3,7	4,8	10	13	3,5	16	4,2	4,4
Юго-западный	—	9	2,8	9,6	3,	38,4	25	50	15,0	26	4,2	52,8
Западный	—	9	21,0	38,7	59,3	9,6	10	13	52,0	13	18,9	8,8
Северо-западный	—	21	—	4,2	—	9,6	10	13	7,0	6	16,9	4,4
Штиль	—	13	11,0	12,9	—	18,4	24	8	10,0	17	12,6	3,2
<i>Июль</i>												<i>Сентябрь</i>
Северный	—	—	1,2	5,4	9,9	3,3	3	6	—	—	1,8	—
Северо-восточный	11	—	1,2	4,1	3,3	4,5	21	9	—	—	10,8	—
Восточный	21	—	3,4	4,1	9,9	10,5	—	6	—	—	3,6	—
Юго-восточный	—	—	12,5	2,7	—	—	—	16	—	—	10,8	—
Южный	—	—	31,2	6,7	6,6	12,0	6	6	—	—	5,4	—
Юго-западный	11	—	10,0	10,8	—	24,0	21	26	—	—	5,4	—
Западный	26	—	26,2	40,5	36,3	18,0	15	16	—	—	52,0	—
Северо-западный	—	—	1,2	2,7	9,9	1,5	15	13	—	—	14,4	—
Штиль	31	—	12,5	23,0	23,1	26,5	17	—	—	—	27,0	—

Таблица 2

Распределение числа дней с различной скоростью ветра с июня по октябрь

Скорость ветра, м/с	VI	VII	VIII	IX	X
1972 г.					
Штиль	6	9	6	6	2
До 6—7	20	18	17	15	19
Больше 7	4	4	8	9	10
1973 г.					
Штиль	5	12	4	5	5
До 6—7	18	14	12	11	19
Больше 7	7	5	15	14	7

нагонных ветров уровень воды в бухте повышался от 0,5 до 1 м (рис. 2).

Некоторые черты гидрологического и гидрохимического режимов бухты Тыстамаа. Температура воды бухты в 1972—1977 г. заметно изменялась по годам. Так, 1972, 1973 и 1975 гг. отличались высокими летними температурами воды в бухте. В июне—августе интервал среднедекадных температур колебался от 13 до 22°C. Максимальная температура воды за весь период наблюдений была отмечена в июле 1972 г.—25°C. Кривые хода температуры в 1973 и 1975 г. имеют два пика: первый в мае, второй в 1973 г. во второй декаде июля, в 1975 г. в первой декаде августа (рис. 3, а).

Максимальные среднедекадные температуры в теплые (1972 г.) и холодные (1977 г.) годы представлены на рис. 4.

В 1974, 1976 и 1977 годах, более прохладных, ход температуры неупорядочен. Интервал среднедекадных температур в июне—августе колебался от 11,8 до 21,6°C (см. рис. 3, б). Максимальная для этих лет температура отмечена в июле 1976 г. (23,6°C).

Различия в термическом режиме бухты по годам связаны, вероятно, с различной активностью ветровой деятельности (повторяемость сгонно-нагонных ветров, скорость ветра, характер водообмена с заливом), различной повторяемостью спокойных безветренных дней, благоприятствующих значительному прогреванию водной толщи, различным количеством солнечной радиации по годам.

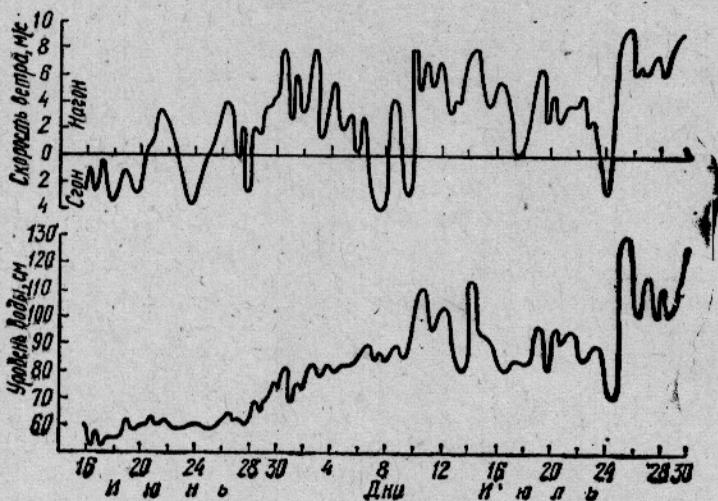


Рис. 2. Влияние сгонно-нагонных ветров на изменения уровня воды в бухте Тыстамаа.

Вертикальная температурная стратификация воды в бухте выражается интервалом от 0,1 до 3,0°C. С увеличением глубины она увеличивается и наибольших своих значений достигает в центральной и южной частях бухты. От мая к августу разница между температурой поверхностного и придонного горизонтов уменьшается (в среднем 1,0—1,5°C), а иногда отсутствует.

Термический режим частей бухты Тыстамаа несколько отличается, в первую очередь вследствие разницы глубин и наличия проливов между бухтой и заливом. По термическому режиму можно выделить два района в акватории бухты.

Первый район — мелководная часть с глубинами до 2 м — занимает всю северную, наиболее изолированную часть и прибрежные участки. Здесь температура воды на 0,5—2,0°C выше, чем в центральном и южном районах, где глубина достигает 4 м.

Второй район — центральная и южная части бухты с глубинами от 2 до 4 м. Вода здесь прогревается медленнее, чем на мелководных участках. Проливы между островками так неглубоки, что не могут обеспечить приток более холодной воды из залива. Но при сильных и довольно продолжительных нагонных ветрах вода, поступающая из залива, несколько понижает температуру воды в бухте, особенно в мае — начале июня, когда вода в мелкой бухте прогревается быстрее, чем в заливе.

Таким образом, для лососевых рыб (температура оптимум 15—20°C) условия бухты Тыстамаа благоприятны, за исключением теплых лет, когда в течение нескольких дней температура воды превышает оптимум на 2—5°C. Для осетровых, температурный оптимум которых выше (20—25°C), более благоприятны условия теплых лет.

Количество растворенного в воде кислорода зависит от многих факторов, и в первую очередь от процессов жизнедеятельности организмов

фотосинтеза, окислительных процессов, температурного режима, газообмена между атмосферой и водной поверхностью.

В мае — начале июня при сравнительно низких температурах воды (10—16°C) фотосинтез протекает слабо и насыщение воды кислородом не превышает 95% (в среднем 8—10 мг О₂/л). В июле—сентябре с по-

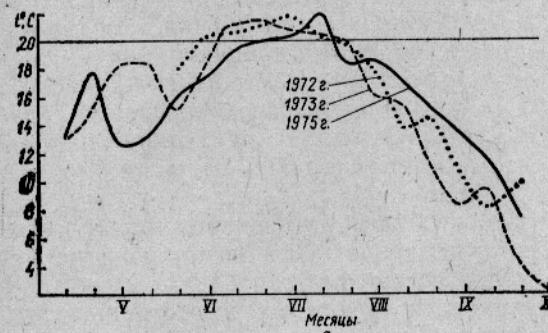


Рис. 4. Максимальные среднедекадные температуры летом 1972 и 1977 г.

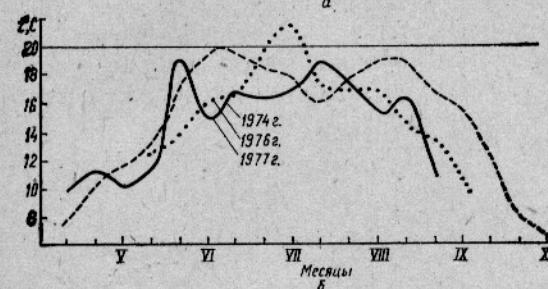


Рис. 3. Температура воды у поверхности в районе установки садков в выростной сезон теплых (а) и прохладных (б) лет.

вышением температуры воды и развитием водной растительности и фитопланктона относительное содержание кислорода увеличивается до 90—100%, на мелководных участках — до 110—120% (до 11 мг О₂/л).

В районах с глубинами не более 2 м в воде растворено больше кислорода, чем в районах с большей глубиной (табл. 3), что объясняется, по-видимому, различием в биомассе водной растительности, наиболее обильно развивающейся в мелководной части бухты.

Содержание кислорода в поверхностном и придонном горизонтах различалось незначительно, так как вода в бухте хорошо аэрируется

Таблица 3
Содержание кислорода (в мг/л) в воде бухты Тыстамаа по станциям (среднее для всего слоя воды)

№ станции	Глубина, м	1974 г.					1975 г.					1976 г.			1977 г.			
		IV	V	VI	VII	VIII	V	VI	VII	VIII	IX	VIII	IX	VI	VII	VIII	IX	
1	0,5	—	—	9,4	9,2	9,1	11,2	—	9,7	8,6	—	—	—	—	—	—	—	
2	1,2	—	—	9,0	8,9	9,0	10,9	—	9,4	8,8	8,0	9,0	10,6	10,4	—	—	—	
3	1,5	—	—	9,0	8,2	8,9	9,3	9,0	9,1	8,7	9,8	8,9	10,0	10,8	10,6	9,2	9,6	10,0
4	4,0	11	9,8	8,6	7,1	8,2	8,5	9,4	8,3	8,3	8,8	8,8	9,4	10,4	9,0	8,7	8,6	8,8
5	3,5	—	—	8,4	7,2	8,6	8,6	9,5	8,9	8,3	9,0	9,0	9,4	10,9	9,1	8,7	8,8	8,9
6	4,0	—	—	—	—	—	8,8	8,8	8,5	7,9	8,7	8,9	9,2	10,2	8,6	8,5	8,2	—
7	1,5	—	8,0	7,0	7,0	8,9	8,2	9,4	9,5	8,3	9,0	9,0	9,9	11,2	10,8	10,1	10,7	—
8	1,8	—	—	7,8	7,2	8,3	8,4	9,6	9,3	8,4	9,6	9,1	10,1	10,9	10,2	9,5	10,6	10,3
9	2,0	—	—	—	—	—	8,0	8,6	8,9	8,0	8,3	8,7	9,5	10,8	9,2	9,0	8,8	10,8
10	1,5	—	—	—	—	—	8,7	9,2	9,0	8,2	9,6	8,8	9,6	11,1	9,4	9,1	9,7	10,3

частыми волнениями. Выявлена обратная стратификация в распределении кислорода в водной толще: у поверхности содержание кислорода в среднем на 0,5—0,8 мг O_2 /л ниже, чем у дна, по-видимому вследствие фотосинтетической деятельности водных растений, в частности нитчатых водорослей, развивающихся на дне водоема, и пониженной температуры у дна.

Зависимость интенсивности фотосинтеза от освещения и температуры создает в водоемах периодические суточные колебания в содержании кислорода (рис. 5). Минимальная величина концентрации O_2 (на основании восьми суточных станций) отмечалась утром (4—8 часов). Суточное содержание кислорода у дна подвержено большим колебаниям, чем у поверхности (см. рис. 5). Наибольшие концентрации растворенного в воде кислорода отмечены вечером (в 16—20, а иногда и в 24 часа).

Благодаря хорошей аэрации воды в бухте, интенсивному продуцированию кислорода водными растениями вероятность возникновения неблагоприятного кислородного режима летом ничтожна.

Для нормальной жизнедеятельности лососевых и осетровых рыб содержание кислорода в воде должно быть не ниже 7—10 мг/л (90—100% насыщения), критическая концентрация 4—5 мг/л. За весь исследуемый период ни разу содержание кислорода не падало ниже 6 мг/л, даже утром (рис. 6). Средние величины содержания кислорода составляли 8—11 мг/л (90—100% насыщения).

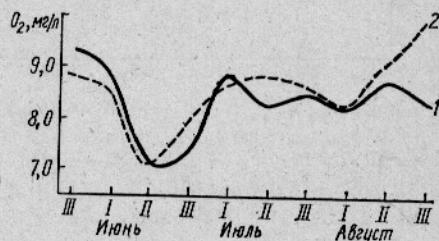
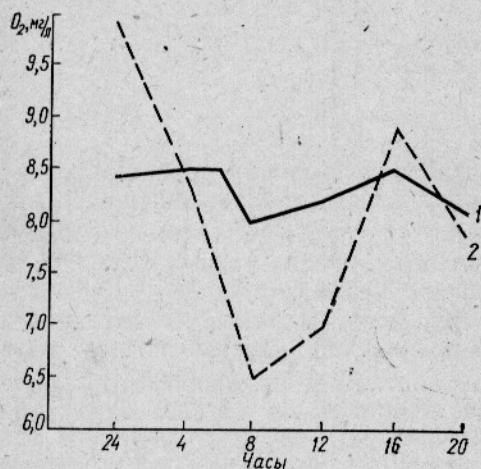


Рис. 6. Насыщение воды кислородом у садков летом 1977 г., мг O_2 /л:
1 — поверхность; 2 — дно.

Рис. 5. Суточный баланс кислорода в поверхностном (1) и придонном (2) горизонтах 21–22 июня 1975 г. на станции 4.

Таким образом, кислородный режим бухты Тыстамаа в течение всего периода выращивания рыб отвечает основным требованиям даже такой оксифильной рыбы, как радужная форель.

Активная реакция воды (pH) в бухте — щелочная. Ее величины колеблются от 8,1 до 9,1, максимум (9—9,1) наблюдается на станциях глубиной 0,5—1,5 м. Это объясняется бурным развитием летом прикрепленной водной растительности и фитопланктона, фотосинтетическая деятельность которых сопровождается поглощением свободной углекислоты и, таким образом, повышает pH . В остальных районах бухты величина pH в среднем составляет 8,3—8,7. Существенной разницы в распределении pH по вертикали не отмечено (табл. 4).

Величины pH от 8,5 до 9,5 опасны для рыб при длительном воздействии, но так как они повышаются более 8,8 летом только в северной мелководной части, а в районе установки садков величина pH колеб-

Таблица 4

Активная реакция воды в бухте Тыстамаа в 1974 г.

Дата отбора проб	Станции (глубина, м)						
	1 (0,5)	2 (1,2)	3 (1,5)	4 (4,0)	5 (3,5)	6 (1,5)	7 (1,5)
Июнь							
22	—	—	9,01 8,88	8,58 8,58	8,70 8,58	—	8,58 8,58
27	9,09 —	9,01 9,01	9,09 9,01	8,58 8,58	8,70 8,70	8,70 8,70	8,70 8,70
Июль							
2	9,09 —	9,09 9,09	9,09 9,09	8,70 8,70	8,80 8,87	8,70 8,70	8,80 8,80
5	—	—	8,58 8,48	8,58 8,58	8,58 8,58	8,37 8,33	8,70 8,70
20	—	—	8,80 8,08	8,23 8,33	8,28 8,37	8,37 8,33	8,33 8,33

Примечание. Числитель — значения pH у поверхности, знаменатель — у дна.

ляется от 8,0 до 8,7, можно считать, что вода в бухте по этому показателю благоприятна для жизнедеятельности выращиваемых рыб.

Балтийское море по типу вод относят к солоноватым водоемам. Соленость воды в бухте относительно стабильна. В 1974—1977 гг. она колебалась от 5 до 7,5‰. В самой северной части бухты, где глубина 0,4—0,5 м, незначительно оказывается распределяющее влияние речки Тыстамаа. Так, на протяжении 500—600 м от устья речки соленость увеличивается от 2 до 6‰. Колебания среднегодовых значений солености невелики — от 6,5 в 1974 г. до 6‰ в 1977 г. Отмечена тенденция к повышению солености от мая к августу (табл. 5).

Таблица 5

Среднемесячные значения солености, средние для всего слоя воды в бухте Тыстамаа (в ‰)

№ станции	1974 г.			1975 г.				1976 г.				1977 г.								
	VI	VII	VIII	Среднее				VI	VII	VIII	X	VI	VII	VIII	X	Среднее				
				V	VII	VIII	X													
1	6,3	6,4	6,0	6,2	—	6,5	6,5	—	6,5	—	—	—	—	—	—	5,0	5,8	6,4	5,6	
2	6,5	6,7	6,8	6,7	—	6,4	6,9	6,3	6,3	5,6	2,6	5,6	7,6	4,6	0,6	4,5	3,9	6,2	5,6	
3	6,6	6,8	5,9	6,4	5,9	6,5	6,7	6,5	6,2	6,2	6,1	6,7	6,6	6,6	2,6	1,6	3,5	5,7	6,3	5,9
4	6,1	6,6	6,1	6,4	6,0	6,5	6,8	6,4	6,3	6,2	6,2	6,6	7,6	6,6	6,4	6,3	4,5	9,6	1,6	3,6
5	6,7	6,8	6,5	6,7	6,2	6,3	6,8	6,6	5,6	2,6	2,6	6,6	6,6	6,6	6,6	3,6	5,5	9,6	1,6	4,5
6	—	—	—	—	6,1	6,5	6,8	6,6	5,6	3,6	3,6	6,6	7,6	5,6	5,6	3,6	5,6	6,1	6,3	1
7	6,6	6,5	6,1	6,4	6,0	6,3	6,9	6,3	3,6	2,6	2,6	1,6	9,6	6,6	3,6	3,6	5,6	5,6	5,6	3,5
8	6,6	6,8	6,4	6,6	6,1	6,3	6,8	6,6	3,6	3,6	5,6	9,6	6,6	4,6	5,6	5,6	5,6	5,9	6,3	5,9
9	—	—	—	—	6,1	6,4	6,8	6,4	3,6	3,6	3,6	0,6	8,6	6,6	4,6	3,6	4,5	8,6	0,6	2,6
10	—	—	—	—	6,0	6,5	6,8	6,5	6,3	3,6	3,6	6,6	8,6	7,6	4,6	3,6	6,6	5,7	5,9	3,6

Примечание. Средняя величина за сезон в 1974 г. — 6,5; в 1975 г. — 6,3; в 1976 г. — 6,5; в 1977 г. — 6‰.

Таким образом, соленость не является лимитирующим фактором при выращивании ценных видов рыб в условиях бухты Тыстамаа.

ВЫВОДЫ

1. Сгонными для бухты Тыстамаа являются ветры северного, северо-восточного, восточного и северо-западного направлений, нагонными — юго-восточные, южные, юго-западные и западные. Летом преобладают нагонные ветры, для которых характерны и наибольшие скорости и под влиянием которых уровень воды в бухте подвержен заметным колебаниям (до 1 м).

2. По термическому режиму в бухте можно выделить сравнительно теплые годы (1972, 1973 и 1975) со среднемесячными температурами 15,5—21,3°C и более прохладные (1974, 1976 и 1977) — от 14,2 до 19,3°C.

Термические условия можно считать благоприятными. Периоды с неблагоприятными для выращиваемых видов рыб температурами были непродолжительными — в течение нескольких дней (за исключением 1972 г.).

3. Кислородный режим в бухте Тыстамаа вполне благоприятен для культивирования здесь радужной форели, бестера и других рыб (8—11 мг/л, или 90—100% насыщения).

4. Активная реакция воды — щелочная; интервалы колебаний от 8,1 до 9,1, в районе установки садков (глубина 4 м) от 8 до 8,8. pH поверхности и придонного горизонтов различались незначительно — 0,1—0,2.

5. Соленость воды в бухте — величина стабильная (колебания — 5—7,5‰), вполне благоприятна для культивирования форели, бестера и рыб некоторых других видов.

*On the hydrological and hydrochemical conditions in the Tystamaa
Bight in the Gulf of Riga*

Shcherbinina T. B., Sergieva Z. M.

SUMMARY

The study of hydrological and hydrochemical conditions in the Tystamaa Bight in summer indicated that the temperature of water was higher than the optimum value by 2—5°C only in several days in 1972—1977 (with the exception of 1972).

The oxygen content in the vegetation period was 8—11 mg O₂/l, and it was never below 6 mg/l. Since the optimum content for fish is 7—10 mg/l the conditions in the Tystamaa Bight are considered to be favourable for mariculture.

The pH values in the Bight and nursing area vary from 8.1 to 9.1 and 8.0 to 8.8, respectively.

The salinity values are rather stable (5—7,5‰) and annual fluctuations are insignificant (6,5—6,0‰).

So all the abiotic factors discussed are favourable for rearing salmonids and sturgeon in the Tystamaa Bight.

УДК 639.371.1:639.32 (261.24) (262.81) (262.5)

КИЖУЧ КАК ОБЪЕКТ МОРСКОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ

Л. И. Спешилов (ВНИРО)

В последние годы почти все виды проходных и туводных лососей родов *Salmo* и *Oncorhynchus* интенсивно исследовались как потенциальные объекты марикультуры, особенно в США, Канаде, Японии, Франции. На современном этапе исследований повышенное внимание

привлекают виды, наиболее легко приспособливающиеся к имеющимся схемам культивирования на всех этапах жизненного цикла и ценные с потребительской точки зрения. Большой интерес в этой связи представляет новый объект марикультуры из рода *Oncorhynchus* — кижуч.

Кижуч может считаться «учебным» объектом для предприятий, осваивающих лососевую марикультуру, так как его рыбоводные качества (высокая выживаемость на всех этапах онтогенетического развития, хорошая оплата корма, устойчивость ко многим заболеваниям) очень высоки. При условии вакцинации от вибриоза кижуч способен нормально расти при больших плотностях — до 37 кг/м³ (Апопут, 1976). По темпу роста в морской период он обгоняет все другие виды лососей, за исключением горбуши.

Кижуч, так же как и чавыча, может выращиваться в воде с соленостью, близкой к океанической, начиная с возраста 5—6 мес и при массе не менее 15—20 г; перевод в морскую среду его должен осуществляться или весной при значительно возросшей продолжительности светового дня, или осенью, т. е. в периоды, когда у большинства лососевых рыб нейро-эндокринная активность высока. Это является главной предпосылкой успеха солевой акклиматации.

Успешному морскому выращиванию кижуча способствует акселерация его роста и развития, сопряженная с некоторым повышением расходов энергии и средств. Этот процесс необходим и для других видов лососей с длительным речным периодом жизни — семги, кумжи, чавычи, иначе малопродуктивный пресноводный период их культивирования будет длиться 2—3 года. Затраты на акселерацию роста молоди в конечном счете окажутся оправданными. Действительно, при инкубации икры и подращивании молоди расходы воды минимальны, тем более, что при инкубации ее требуется подогревать до 7—9°C, а при подращивании — до 19—15°C. Еще ниже могут оказаться затраты при аэрации воды и ее повторном использовании в замкнутой рециркуляторной системе. Об этом свидетельствует сокращение вдвое периода инкубации икры, реализация возможности выращивания кижуча в морской воде уже в возрасте сеголетка (Novotny, 1975; Nagache, Novotny, 1976) и обеспечение выхода 90% от заложенной на инкубацию икры до товарной продукции массой около 400 г в возрасте 1,5 года (Апопут, 1974).

Кижуч становится одним из основных объектов лососевой марикультуры США, Канады, Франции. Продукция американских морских садков по кижучу уже превышает 200 т в год и сохраняет тенденцию к росту. Франция планирует увеличить выход продукции кижуча до 350 т (Апопут, 1975).

Рентабельно также морское подращивание молоди кижуча в садках и выпуск в морские заливы после полной адаптации к морской среде по достижении молодью массы от 10 до 200 г. Промысловый возврат от таких выпусков достигал 12—16% (Heard and Grone, 1976). Характерной чертой подращенного до такого состояния и выпущенного на нагул кижуча является его «оседлость», привязанность к местам выпуска, снижающая высокую смертность рыб, неизбежную при далеких миграциях в естественных условиях.

В СССР использование кижуча в марикультуре началось с 1975 г., когда с Камчатки икра этого вида была завезена в Мурманскую область, Эстонскую, Грузинскую и Азербайджанскую ССР. Уже первые опыты показали высокую жизнестойкость кижуча на протяжении двухлетнего периода выращивания. В наиболее удачных случаях выживаемость икры при доинкубации от стадии глазка до выклева колебалась от 95 до 99%. При удовлетворительных условиях выращивания выжи-

ваемость от личинок до сеголетков 80—98%, а при выращивании рыб от годовиков до двухлетков в морских садках 74—89% (см. таблицу)*.

Все неудачи при культивировании кижучи были следствием неподготовленности взявшихся за это дело организаций и вполне естественного отсутствия опыта в работе с новым видом.

Темп роста кижучи может быть очень высоким при оптимизации условий его выращивания и прежде всего обеспечении оптимальных температурных параметров. При культивировании сеголетков в температурном диапазоне 10—20°C (Чухур-Кабалинский рыбозавод, Грузинское отделение ВНИРО) масса сеголетков достигла соответственно 19 и 50 г, т. е. была в 4—10 раз выше, чем у одновозрастных рыб в природных условиях. Индивидуальная масса годовиков в экспериментальных условиях (база ВНИИПРХ при Грузинском отделении ВНИРО) превышала 300 г. При выращивании сеголетков в воде с низкой температурой 5—14°C (Княжегубский рыбозавод, пресноводные хозяйства ЭССР) их масса достигла всего 4,5—5 г.

Кижуч, выращенный в солоноватой воде балтийских заливов, превышал по средней массе молодь из пресноводных эстонских хозяйств в 1,5—2,5 раза. Ускорение роста проходных рыб, в том числе лососевых, в морской воде было давно отмечено советскими и зарубежными исследователями и теперь широко используется при морском культивировании этих рыб.

В отличие от атлантического лосося кижуч показал высокую приспособляемость к изменяющимся условиям среды и разным кормам, он хорошо потребляет как пастообразный, так и гранулированный корм. Однако в случае скармливания корма в виде густой пасты кормовой коэффициент повышался до 5,7—6,9, тогда как у одновозрастной форели он не превышал 3,1. Это объясняется неспособностью молоди кижуча разбивать и быстро поедать крупные куски корма. Вопрос кормления молоди кижуча требует доработки.

Перспективны следующие пути рыбохозяйственного использования кижуча в порядке их значимости.

1. Воспроизводство на рыбоводных заводах европейской части СССР и на Дальнем Востоке и выращивание подращенных до 1 г сеголетков в солоноватой воде (до 12%) или рыб навеской выше 20—30 г в полносоленой воде в садках до товарной массы. В случае акселерации роста молодь может достичь такой массы (20—30 г) уже в возрасте 4—5 мес.

Оптимальным воплощением данного варианта является создание полносистемных специализированных хозяйств с пресноводным выращиванием молоди и морским садковым культивированием товарной рыбы. Проектирование и строительство установок с замкнутой системой водоснабжения и регулированием параметров среды позволит даже в условиях ограниченных пресноводных ресурсов каспийского и черноморского бассейна производить до 10 млн. смолов кижуча, что может обеспечить получение в садках около 20 000 т деликатесной продукции.

2. Воспроизводство на рыбоводных заводах и подращивание смолов кижуча в морских садках до 30—100 г и последующий выпуск в Каспийское, Черное, Балтийское и Баренцево моря на нагул. При этом возврат может достигать 15% и более. В США и Японии хозяйства подобного типа, называемые «морские ранчо», подтвердили свою жизнеспособность и расширяют масштабы операций. На Аляске, например, строится хозяйство подобного типа мощностью 100 млн. мальков кеты (Anonum, 1976).

* Автор выражает благодарность организациям, предоставившим сведения по результатам выращивания кижуча.

Данные по двухлеткам и сеголеткам кижуча, выращенным из икры, доставленной с Ушковского рыбозавода Камчатки

Организация, полу- чившая икру или молодь	Организация— поставщик	Дата	Возраст	Количество икры или молоди, шт.	Показатели в октябре 1976 г.			Примечание
					число, шт.	выживаемость, %	средняя масса рыб, г	
Рыболовецкий кол- хоз им. Кирова (ЭССР)			1+	50 000	8400 3730	24,3	56	2/3 сеголет- ков погибло от бактери- альных за- болеваний
Колхозы ЭССР им. Вильде Вайке-Маарья	ЦПАУ	Февраль 1975 г.	1+	30 000 16 000	— 2000 8600	66,3	— 25	—
ВНИРО			1+	2 000	1570*	78,4	15	Салки повреж- дены штормом 28/IX 1976
ВНИРО	Рыбколхоз им. Кирова		1+	3 406	2730	80,2	66	
ВНИРО	Рыбколхоз Вайке- Маарья	Май	1+	8 600	7130	82,9	39	
Таллинское отде- ление БалтНИИРХ	Рыбколхоз им. Кирова	1976 г.	1+	1 000	800	80,0	68	
ВНИИПРХ			1+	200	150	60,0	75	
ЦПАУ	ВНИРО	Июнь 1975 г.	0+	2 000	—	—	—	Погибли от избытка хлора в воде
Рыболовецкий кол- хоз им. Кирова (ЭССР)	ЦПАУ	Март 1976 г.	0+	100 000	48500 1500	50,0	4,5	—
Колхоз им. Вильде	ЦПАУ	Март 1976 г.	0+	50 000	27000	54,0	6,2	
Пярнуский рыбком бинат	Рыбозавод «Синди»	Июнь 1976 г.	0+	15 000	800	5,3	15	Отходы связа- ны с бактери- альным забо- леванием и конструктив- ными недо- статками садков
Пярнуский опорный пункт ВНИРО	То же	To же	0+	10'000	850	8,5	14,5	
Пярнуский опорный пункт ВНИРО	Аквариаль- ная ВНИРО	Июнь 1976 г.	0+ 0+	1 000	270	37,0	15	
Таллинское отде- ление БалтНИИРХ	Рыбколхоз им. Кирова	Май 1976 г.	0+	15 000	800	53,3	15	
ВНИИПРХ (аквари- альная)	ЦПАУ	Март 1976 г.	0+	5 000	200 1570	35,4	18	2500 мальков погибло при аварии водопо- ровода. Дан- ные на август
ТСХА им. Тими- рязева	ВНИРО	Июнь 1976 г.	0+ 0+	300	270	90,0	8	—
База ВНИИПРХ при Грузинском отделении ВНИРО				48 000	1190	2,5	50	—
Чухур-Кабалинский рыбозавод, АзССР	ЦПАУ		0+	40 000	38000	93,0	19	Из них 33 000 шт. вы- пущено в Кас- пийское море
Чайкендский рыбо- завод, АзССР		Март 1976 г.	0+	10 000	7400	74,0	14	

* Выживаемость на сентябрь 1975 г., после повреждения садка на конец сентября осталось 876 рыб.

Примечание. В дробях: числитель — число рыб, выращенных к октябрю ука-
занным предприятием; знаменатель — число рыб, переданных другим организациям.
Выживаемость дана на момент передачи рыб.

3. Воспроизводство и подращивание кижучка в озерных садках для получения товарной продукции или для последующего выпуска на нагул в озера и водохранилища с подходящим термическим режимом.

ВЫВОДЫ

1. Культивирование кижучка уже в ближайшие годы может стать высокорентабельным как в условиях европейской части СССР, так и на Дальнем Востоке. В северных районах страны это должно обуславливаться акселерацией роста на ранних стадиях развития с помощью температурных, световых и гормональных воздействий, а также методами генетики и селекции.

2. В южных районах успех дела будет зависеть только от качества кормов и мощности выростной базы. Благоприятные гидрологические условия Каспийского и Черного морей допускают культивирование кижучка в течение 9 мес (сентябрь — май), а после разработки надежных глубоководных садков — круглогодично. При этом товарной массы (около 300 г) рыбы с деликатесными свойствами мяса могут достигать за 14—15 мес.

3. В условиях Эстонии (без температурной акселерации развития молоди) для достижения аналогичного результата потребуется два летних выростных сезона.

4. Рыбоводные свойства кижучка позволяют в ближайшие 2—3 года приступить к его промышленному выращиванию в морских садках, в садках на теплых водах и в озерах. Параллельно с этим необходимо приступить к интенсивным биотехническим исследованиям горбуши, кеты, чавычи и атлантического лосося.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Аноним. Fish. Farm. Intern. V. 38, N 2, p. 30, 39.

Аноним. Coho and chinook crops coming Canada's first salmon farm. Food Can., 1974, 34, N 9, p. 6, 8.

Girin, M., Y. L. Arache. L'élevage des poissons en eau de mer: nouveaux résultats français en matière de recherche et de développement.

FIR: AQ (Conf) 76/E. 43 Kyoto, Japan, 1976, p. 1—12.

Harache, Y., A. S. Novotny. Coho salmon farming in France. Marine Fish. Rev. 1976, V. 38, N 8, p. 2—8.

Heard, W. A., R. A. Crone. Raising coho salmon from fry to smolts in estuarine pens, and returns of adults from two smolt releases. Progr. Fish-Cult. 1976, V. 38, N 4, p. 171—174.

Novotny, A. J. Net-pen culture of Pacific salmon in marine waters. Mar. Fish. Rev. 1975, v. 37, N 1, p. 36—47.

On a possibility of taking coho salmon for mariculture

Speshilov L. I.

SUMMARY

The results of acclimation of Kamchatka coho salmon in the Caspian, Black and Baltic Seas indicated the following survival rates: 95—99% for incubated fish from the "eye" stage to the period of hatching, 80—98% for one-summer-olds, 74—89% for yearlings and two-year-olds. The growth rate in marine water was 1.5—2.5 times higher than in fresh water. The mean weight increment of one-summer-olds in the Baltic, Caspian and Black Seas was 15, 19 and about 50 g, respectively. So it may be expected that coho salmon will be cultured in a commercial scale in the near 2—3 years to come.

БОРЬБА С ВИБРИОЗОМ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ, ВЫРАЩИВАЕМЫХ В СОЛОНОВАТОЙ ВОДЕ

К. О. Висманис, Я. К. Песлак (БалтНИИРХ),
Л. И. Спешилов (ВНИРО)

При переводе на выращивание из пресной воды в соленую молодь лососевых рыб освобождается от многих пресноводных возбудителей заболеваний, но довольно быстро обретает новых, зачастую не менее опасных. Шестилетний опыт морского выращивания радужной форели в Прибалтике свидетельствует о том, что при отсутствии хорошо налаженного ихтиопатологического контроля, профилактики и лечения бактериальных заболеваний все усилия по созданию интенсивного, высокорентабельного хозяйства могут быть сведены на нет. Большие отходы рыбы в садках вызываются тем, что приспособливающаяся к новым температурным и солевым условиям рыба не может успешно противостоять болезнетворным бактериям, попадающим в организм из внешней среды с пищей или вследствие загрязненности инвентаря. Наиболее опасен при выращивании рыб в морских условиях вибриоз, вызываемый космополитной одножгутиковой бактерией *Vibrio anguillarum* размером $1,5 \times 0,5$ мкм. Эта бактерия грамотрицательна, не образует спор и не капсулируется (Бауэр и др., 1977; Радин, 1976). Температурный оптимум бактерии лежит в пределах 15—22°C, при температурах ниже 6°C они не растут, а выше 37°C погибают. Бактерии размножаются при pH 6—9 (с оптимумом 6,8) и для их оптимального развития необходима соленость среды 1—35‰, оптимальная концентрация NaCl 15—35‰.

В последнее время вибриоз все чаще встречается как в диких популяциях угря, камбаловых, тресковых и лососевых рыб, так и среди рыб, культивируемых в морских водоемах. Вызвано это, по-видимому, прогрессирующим органическим загрязнением морей, способствующим размножению бактерий. У форели и кижуча, выращиваемых в бухтах Рижского залива, бактерии *Vibrio anguillarum* были выделены в 1976 г. И. Д. Радиным и А. И. Ыун и в 1977 г. ихтиопатологом из ГДР доктором Андерсоном.

Клинические признаки. Различают острую, подострую и хроническую формы заболевания. При острой форме незначительно увеличивается селезенка, иногда набухают почки, переполняется задняя часть кишечника и краснеет анальное отверстие. О заболевании свидетельствует наличие вялых, малоподвижных рыб на поверхности воды, неохотно берущих корм.

При хронической форме на теле появляются немногочисленные темные пятна разной величины и неправильной формы, а также точечные кровоизлияния на коже с желтовато-серым ободком, переходящие позднее в язвы или обширные кровоизлияния, затрагивающие частично и мышечную ткань. Частым симптомом является также пучеглазие. У больных рыб в печени, почках, селезенке и других органах и тканях закупориваются кровеносные сосуды, органы воспаляются, а затем мертвят. Омертвевшие участки почек темно-серые или черные в отличие от здоровых темно-вишневых. Желудочно-кишечный тракт пораженных рыб обычно заполнен бело-желтой гнойной массой.

Патогенез вибриоза. Изучен недостаточно, однако известно, что он вызывает заражение крови рыб (септициемию), приводящее к резко выраженной анемии. Поражаются кожные покровы, глаза, мышечные ткани и внутренние органы. Диагностика заболевания осуществляется

ется на основании суммарных данных клинического, эпизоотологического и бактериологического обследования, так как отдельные клинические признаки — пятна и язвы на теле, пучеглазие, разрушение эритроцитов — могут быть вызваны отравлением рыб ядами сточных вод, а также другими заболеваниями.

Профилактика и лечение заболевания. Предусматривают проведение следующих мероприятий:

поддержание хорошего санитарного состояния морских хозяйств, дезинфекции выростных емкостей и оборудования, уничтожение больной рыбы, обеззараживание свежих кормов морского происхождения и т. д.;

скормливание антибиотиков или введение их внутрибрюшинными инъекциями. Этот способ профилактики и лечения сейчас применяется довольно широко (Романычева, и др. 1977 и 1978; Glende et al, 1974; Novotny, 1975), однако с течением времени вибриозные бактерии вырабатывают устойчивость против того или иного препарата;

создание иммунных стад культивируемых рыб путем отбора на плесмя переболевших рыб. Использование для выращивания групп рыб, длительное время содержавшихся в морской воде и переболевших вибриозом (Романычева и др. 1977);

оральная, внутрибрюшинная или тотальная вакцинация противовибриозными вакцинами, являющаяся наиболее эффективным и методически оправданным средством борьбы с данным заболеванием (Fryer et al; Schreckenbach, 1974).

В опытах по вакцинации на опытном пункте БалтНИИРХ «Калтене» и Пярнуском опорном пункте ВНИРО использовали годовиков (19—27 г), двухгодовиков (77 г) и трехгодовиков (402 г) радужной форели.

Цель исследований — выявить эффективность внутрибрюшинной вакцинации в борьбе с заболеванием рыб вибриозом. Препарат для вакцинации, полученный из ГДР, поливалентен; он предусмотрен для борьбы со штаммами бактерий *Vibrio anguillarum*, встречающихся у южного побережья Балтийского моря; для увеличения срока хранения препарат консервирован 3 мкг хлорамфеникола на 1 мл вакцины.

Годовиков форели инъецировали 0,5 мл хорошо взболтанный вакцины, рыбы старших возрастных групп получали двойную дозу, т. е. 1 мл вакцины, которая вводилась в полость тела на 1 см выше брюшного плавника автоматическим или обычным шприцем. Перед инъекцией форель анестезировали в растворе трихлорбутанола с концентрацией 1 г/л. Температура воды колебалась в пределах 14—17°C, т. е. температурный диапазон для проведения инъекций и выработки антител в организме рыб (10—18°C) был соблюден.

Годовиков форели содержали в трех бассейнах с морской водой со лленостью 6—9%, площадью 2,5 м², объемом 0,7 м³. В первом бассейне находились вакцинированные рыбы, во втором и третьем — контрольные группы. 4 июля были зарыблены первый и второй бассейны, третий — на 11 дней позже. Вакцинация проводилась в пресной воде за две недели до пересадки в бассейны, чтобы при возможном резком повышении температуры воды избежать острой вспышки вибриоза.

Двух- и трехгодовиков форели содержали в плавучих сетчатых садках в бухте Тыстамаа при плотностях посадки соответственно 3,6—3,8 и 21,2—20,1 кг/м³. Рыба была доставлена из пресноводного хозяйства «Выйке-Маарья» 21 июня, после трехсуточной адаптации к новым температурно-солевым условиям среды она была вакцинирована в садках № 2 (двухгодовики) и № 1 (трехгодовики). Невакцинированные двухгодовики в садке № 1 и трехгодовики в садке № 3 служили контролем.

Для сопоставления с полученными результатами по вакцинации двухгодовиков форели привлечены также данные по выживаемости одновозрастной форели, выращиваемой в бухте Тыстамаа второй сезон и выработавшей естественный иммунитет к вибриозу.

Отход рыб от вибриоза во всех бассейнах на «Калтене» начался через две недели после пересадки в морскую воду, т. е. с 16 июля, что соответствует окончанию инкубационного периода возбудителя этого заболевания. Вспышка вибриоза длилась примерно 10 дней и вновь повторилась при очередном повышении температуры в начале августа. Во время второй вспышки наибольший отход наблюдался в третьем бассейне, где рыба не «застала» первой вспышки заболевания и не приобрела иммунитета.

Самый низкий отход за весь период содержания был в первом бассейне с вакцинированной рыбой (табл. 1).

Таблица 1
Результаты вакцинирования годовиков радужной форели

№ бас- сейна	Форель	Число рыб	Средняя масса, г	Отход от вибриоза, %
1	Вакцинированная	940	25,8	17,5
2	Контрольная	1252	19,0	23,3
3	Контрольная	1200	27,0	47,6

Из приведенных данных следует, что, хотя используемая вакцина и не предусмотрена для борьбы против штаммов вибриоза, характерных для прибрежных вод Латвии, она снижает отход рыб в опыте по сравнению с контролем. При равных плотностях посадки (в первом и втором бассейнах) отход контрольных рыб был на 33% выше, чем вакцинированных. Разницей в исходной средней массе рыб можно пренебречь, так как такие рыбы поражаются вибриозом практически в одинаковой степени. Отход рыб в третьем бассейне был в 2,7 раза выше, чем вакцинированных рыб из первого, однако ценность сопоставления снижается в связи с тем, что плотность посадки в третьем бассейне была на треть выше. Во всех бассейнах в период опыта (до 10 сентября) примерно по 9% рыб погибло также от газопузырькового заболевания и болезней алиментарного характера.

Отход форели в садках в бухте Тыстамаа отмечен с июля до начала августа. Практически все погибшие рыбы были поражены вибриозом, так как других серьезных заболеваний в это время не было. Кормление рыб полноценным пастообразным кормом с витаминными премиксами исключало возможность возникновения заболеваний алиментарного характера (табл. 2).

Данные таблицы свидетельствуют о различии между отходами контрольных и вакцинированных двухгодовиков (соответственно 12,3 и 0,7%). Выживаемость трехгодовиков оказалась хорошей, несмотря на высокую начальную плотность посадки рыб.

У двухгодовиков форели, выращиваемых сотрудником ВНИРО О. Р. Сергиевым в морской воде в течение двух сезонов (садок № 5), вследствие приобретенного в прошлый сезон естественного иммунитета смертность была низкой (6,6%). С июля и до начала августа ей периодически вводили антибиотики — террамицин и фуразолидон — три раза по 7 дней при норме 10 г на 100 кг форели в сутки.

Планирование и осуществление экспериментов затруднялось недостатком посадочного материала, вследствие чего не были получены данные по результатам вакцинации годовиков в условиях садкового выра-

Таблица 2

Результаты вакцинирования двухгодовиков и трехгодовиков радужной форели в бухте Тыстамаа

№ садка	Форель	Возраст, лет	Плотность посадки, кг/м³		Исходная средняя масса, г	Отход от виброза, %
			начальная	конечная		
23/VI—3/X						
1	Контрольная	2	3,6	16,6	76,9	12,3
2	Вакцинированная	2	3,8	19,5	76,9	0,7
3	Контрольная	3	21,2	33,0	402,0	1,4
4	Вакцинированная	3	20,1	32,3	402,0	1,4
6/VI—9/IX						
5	Естественно иммунизированная и получившая лекарство	2	9,8	46,5	94,7	6,6

щивания. Опыты были выполнены без должного числа повторностей. На точности данных сказывалось также запоздалое получение вакцины и то, что лето 1977 г. не было таким жарким, как например, в 1972, 1973 и 1975 гг., в связи с чем крупных вспышек заболевания рыб вибриозом в бухте не было.

Тем не менее отмечена четкая тенденция повышения выживаемости вакцинированных годовиков и двухгодовиков форели. Трехгодовики форели в условиях прохладного лета, когда температура воды не превышает 20°C, по-видимому, могут хорошо выживать в солоноватой воде и без вакцинации. Годовики и двухгодовики нуждаются в вакцинации даже в этих условиях. Своевременная вакцинация рыб, которую целесообразно проводить в начале выростного сезона при температуре 10—12°C, делает отходы минимальными, предотвращает гибель рыб в течение первого сезона выращивания их в солоноватой воде. Таким образом, искусственный иммунитет может полностью заменить естественный, возникающий у рыб при длительном культивировании в солоноватой воде и сопряженных со значительными потерями посадочного материала.

За час один человек инъектировал около 300 рыб. Особой квалификации этот процесс не требует. При правильной организации рабочего места и некотором навыке у оператора можно обрабатывать до 500—700 рыб в час. Следует учесть, что через 2—3 недели после перевода в соленую воду лососевые рыбы, в том числе форель, серебрятся и легко теряют чешую. Такая рыба более подвержена травмированию, поэтому ее целесообразно инъектировать или в пресной воде до перевозки, или в течение второй пятидневки после пересадки рыб в море. Наибольшая эффективность вакцинации будет достигнута в том случае, если она будет проведена не менее чем за три недели до возможной вспышки вибриоза, возникающей, обычно при температуре выше 15—17°C.

Важность борьбы с вибриозом при выращивании рыбы в морских садках и других сооружениях делает необходимым привлечение специалистов-бактериологов к созданию отечественных вакцин, ориентированных на различные штаммы вибриоза внутренних и внешних морей СССР. Получение ее нужно наладить на промышленной основе.

Не менее важно освоить метод групповой вакцинации рыб в емкостях, заполняемых раствором с вакциной, который уже эффективно используется за рубежом (Fryer et al., 1975), где разработан групповой способ вакцинации кижуча, при котором вакцина попадает в орга-

низм рыб при пониженном давлении (см. статью Шевцовой и Чуксина в этом сборнике).

Американская фирма «Таволек» уже предложила препарат, называемый противовибриозным бактерином, который можно использовать при атмосферном давлении и эффективно вакцинировать рыб. Упомянутые разработки иностранных специалистов еще раз подтверждают важность борьбы с бактериальными заболеваниями рыб в марикультуре.

ВЫВОДЫ

1. Вибриоз — опасное бактериальное заболевание, вызывающее массовые отходы молоди лососевых рыб в процессе садкового выращивания в заливах Балтийского моря.

2. Профилактика заболевания заключается в поддержании должного санитарного состояния морских хозяйств, введении в корм антибиотиков и других лекарств, создании иммунных стад культивируемых рыб и их вакцинировании. Применение противовибриозных вакцин — наиболее перспективный и эффективный метод профилактики.

3. Отмечена четкая тенденция повышения выживаемости вакцинированных годовиков и двухгодовиков форели, тогда как трехгодовики в условиях прохладного лета хорошо выживали и без вакцинации.

4. Необходимо освоение производства отечественной противовибриозной вакцины в промышленных масштабах и методов групповой вакцинации рыб.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Ихтиопатология [О. Н. Бауэр, В. А. Мусселиус, В. М. Николаева, Ю. А. Стрелков]. — М.: Пищевая промышленность, 1977, с. 150—152.

Производственные инструктивные указания по садковому выращиванию форели в прибрежных районах моря [О. Д. Романычева, Л. И. Спешилов, Ю. Б. Вахар, О. Р. Сергиев] — М.: ОНТИ ВНИРО, 1978, с. 36—39.

Радин И. Д. Микробиологический контроль санитарного состояния рыболово-запасных водоемов. — М.: Колос, 1976, 5 с.

Результаты садкового выращивания рыб в бухте Тыстамаа Рижского залива в 1976 г. [О. Д. Романычева, Л. И. Спешилов, Ю. Б. Вахар, О. Р. Сергиев]. — М.: Рыбное хозяйство, 1977, № 8, с. 24—26.

Fryer, J. L., S. S. Rohobec, G. L. Tebbitt. Vaccination for control of infectious diseases in Pacific salmon. Repr. from Fish. Pathology, Japan, 1975, N 11—12, p. 61—83.

Glende, W., S. Wensel, L. Rotr. Untersuchungen über die Antibiotikverweildauer und den Antibiotikgehalt in R (*S. gairdneri*) nach peroraler Verabreichung verschiedener Chlorotetracyclindosen. Arch. Lebensmittel. hyg. 1974, 25, N 6, p. 124—129.

Novotny, A. I. Net-pen culture of Pacific salmon in marine waters. Mar. Fish. Rev. 1975, v. 37, N 1, p. 36—47.

Schreckenbach, K. Aktive Immunisierung von Fischen gegen *Vibrio anguillarum*. Z. Binnenfischerei DDR. 21 Jg. H. 6, 1974, S. 167—172.

Control of vibrio in salmonids reared in marine water

Vismanis K. O., Peslaš Ya. K., Speshilov L. I.

SUMMARY

Vibrio caused by bacteria *Vibrio anguillarum* is a very dangerous disease for salmonids reared in marine water. The intraperitoneal injections made to trout at the ages of 1—3 years reared in cages and tanks supplied with marine water from the Gulf of Riga indicated that the survival rate was higher in vaccinated yearlings and two-year-olds. The survival rate of three-year-olds was high (98.6%) both in the control and experiment. The loss of vaccinated yearlings and two-year-olds was 17.5% and 0.7 against 23.3—47.6% and 12.3%, respectively, in the control. The substantial loss of yearlings may be due to the fact that they were vaccinated too late. The artificial immunization of trout is recommended to be made in late May when the temperature of water is 10—12°C.

**О РОЛИ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ
В ПИТАНИИ СЕГОЛЕТКОВ БЕСТЕРА
ПРИ САДКОВОМ ВЫРАЩИВАНИИ В ТАГАНРОГСКОМ ЗАЛИВЕ**

3. М. Сергиева (ВНИРО)

Садковое выращивание осетровых на Азовском море ведется в некоторых районах в широких масштабах. Одна из основных проблем, возникающих при этом,—кормление выращиваемой в садках молоди и сеголетков бестера. В 1977 г. было изучено питание бестера в течение первого сезона выращивания. Пробы отбирали до кормления и через 1,5—2 ч после кормления. Определяли качественный и количественный состав пищевого комка, значение естественной пищи в рационе.

Садки были установлены в бухте Рожок Таганрогского залива Азовского моря на глубине 2 м. Кормили сеголетков бестера один раз в день, утром, фаршем из тюльки при расчетных рационах 30—40 % от массы молоди. Средняя температура воды в июле была 23,2°C, в августе—22,4°C и сентябре—17,4°C, максимальная (25—26°C) отмечена в июле. Кислородный режим был благоприятным для молоди бестера. Содержание в воде кислорода колебалось в пределах 4,94—11,69 мг/л. (среднее—7—9 мг/л). Соленость сильно изменялась в период сгонно-нагонных ветров: в 1977 г. от 0,3 до 8,87‰ (средняя 3,5—4‰).

Зоопланктон бухты у садков представлен веслоногими и ветвистоусыми раками, коловратками, а также личинками полихет, моллюсков и др. Зоопланктон в садке и у садков по качественному составу не различался, биомасса его была: в июле 0,03—3,2 г/м³, в августе 0,2—1,9 г/м³, в сентябре 0,1—0,6 г/м³. Основу биомассы зоопланктона в июле—сентябре у садков составляли веслоногие раки (*Calanipeda aqua dulcis*, *Heteroscore caspia*, *Eurytemora affinis*, *Acartia clausi*) и их молодь, в садке доминировали ветвистоусые раки, главным образом диафанозома (*Diaphanosoma brachium*), а в сентябре, так же как и у садков, копеподы.

Из нектобентосных организмов у садков отмечены мизиды (*Mesopodopsis slabberi*, *Paramysis lacustris*), кумовые раки (*Stenocarpa*), попадались также *Nereis succinea*, *Gammareus*, *Rhithroponeus harrisii* и бычки Книповича. Биомасса нектобентоса у садков была невелика: в июле 0,1—1,9 г/м², в августе 0,04—1,4 г/м² и в сентябре 0,4—0,02 г/м².

Пища молоди бестера в пробах, взятых до кормления, в июле—августе состояла из искусственного корма, мизид, ветвистоусых и веслоногих раков и бычков Книповича, единично попадались кумовые раки,

Таблица 1

Качественный состав пищи сеголетков бестера до и после кормления

Компоненты	До кормления	После кормления
Мизиды	+	+
Кладоцера	+	+
Копепода	+	+
Бычки Книповича	+	—
Нересис	+	—
Кумовые раки	+	—
Молодь	+	—
<i>Rhithroponeus</i>	+	—
Гаммарусы	+	—

гаммарусы, нересисы и молодь крабика *Rhithroponeus*. В сентябре молодь питалась преимущественно искусственным кормом, иногда попадались мизиды. В пробах, отобранных после кормления, доля естественной пищи была еще более низкой, в основном это были мизиды, ветвистоусые и веслоногие раки (табл. 1).

Естественная пища наибольшее значение в питании сеголетков бестера имела в июле—августе, в сентябре доля ее резко сокращалась, что связано прежде всего с естественным уменьшением биомассы зоопланктона и нектобентоса осенью.

Кормовой рацион молоди в июле состоял в основном из диафанозомы, частота встречаемости которой колебалась от 20 до 90% и от 3 до 100% по массе пищевого комка. Очень редко в желудках встречались лептодора и церкопагес. Из веслоногих раков встречались только *Calanipeda aquae dulcis* и *Heterocope caspia*, отмеченные в планктоне *Acartia clausi* и *Eurytemora affinis* в желудках рыб не обнаружены. Оба вида мизид, встречающихся у садков, отмечены и в желудках бестера; частота встречаемости мизид 20—75%, по массе они составили от 5 до 37%.

В августе роль естественных кормов снижалась, и в сентябре молодь питалась преимущественно фаршем (табл. 2). После кормления качественный состав пищи и соотношение отдельных компонентов изменяется. Основная часть молоди бестера питалась преимущественно фаршем. Но у сеголетков массой до 5—6 г частота встречаемости естественных кормов и после кормления равнялась 100%, а у молоди массой от 6 до 20 г — 50%, и в обоих случаях искусственный корм занимал не более 60% от массы пищевого комка. Молодь этих размерных групп потребляла только диафанозому. Молодь массой 20 г и выше кроме фарша потребляла и мизид, и диафанозому, но доля их в пищевом комке была очень незначительной (мизиды составляли от 0,2 до 1,3%, а диафанозома — от 0,1 до 0,8% от массы пищевого комка).

Таблица 2
Соотношение кормовых организмов в пищевом комке молоди гибрида (в %)

Месяц	Мизиды	Кладоцера	Фарш	Общий индекс наполнения, %
До кормления				
Июль	24	47	23	270
Август	15	26	53	190
Сентябрь	8	4	84	210
После кормления				
Август	0,8	4,9	94,3	580
Сентябрь	0,2	—	99,8	490

Индексы наполнения желудков в течение всего периода выращивания были низкими (см. табл. 2). Молодь гибрида очень медленно привыкает к искусственному корму, поэтому необходимо кормить бестера, особенно в первые месяцы, не менее двух раз в день, как указывалось в инструкции О. Д. Романычевой (1976), так как при одноразовом кормлении рыба не успевает съесть корм и большая его часть вымывается из садка. Однако молодь бестера сравнительно хорошо росла и к середине октября ее масса достигла 100 г, тогда как, по данным А. Н. Яковлевой (1954), за такой же период выращивания молодь бестера в прудах достигла только 74 г, а по данным А. П. Сливки (1974), — 53—54 г при колебаниях от 15 до 200 г.

Как показали наблюдения, сеголетки бестера (особенно молодь массой от 5 до 20 г) довольно активно потребляют естественную пищу. Поэтому можно рекомендовать замену части рыбного фарша отловленными кормовыми беспозвоночными (в частности, мизидами), что может положительно сказаться на росте и физиологическом состоянии молоди бестера. Целесообразно смешивать беспозвоночных с рыбным фаршем, что будет повышать привлекательность искусственного корма для молоди бестера и способствовать ускорению привыкания молоди к неживому корму.

ВЫВОДЫ

1. При выращивании в морских садках бестер наряду с искусственным кормом потребляет также и естественную пищу — беспозвоночных, проникающих в садки.

2. Зоопланктон бухты в районе садков представлен веслоногими и ветвистоусыми раками, коловратками, а также временными планктонными организмами; личинками полихет, моллюсков и др. Из нектобентосных организмов отмечены мизиды, кумовые раки, нереис, гаммариды, мелкие крабы и бычки Книповича.

3. Наибольшее значение естественная пища в питании бестера имела в июле — августе. Мальки бестера массой 5—20 г поедали главным образом планктонного рака диафанозому (3—100% от массы пищевого комка).

Более крупная молодь питалась мизидами (20—75% от массы пищевого комка).

4. В конце августа — сентябре роль естественной пищи снижается и молодь питается главным образом искусственным кормом (рыбным фаршем).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Романычева О. Д. Методические указания по садковому выращиванию бестера. — М.: ОНТИ ВНИРО, 1976. — с. 46.

Сливка А. П. Выращивание сеголетков гибрида белуга \times стерлядь в прудах дельты Волги. — Труды ВНИРО, 1974, т. 102, с. 56—62.

Яковлева А. Н. Питание молоди гибридов осетровых рыб в прудах рыбопитомника «Тепловка». — Труды Саратовского отд. Каспийск. филиала ВНИРО, 1954, т. 3, с. 152—167.

The role of invertebrates in the food ration of one-summer-olds of bester (hybrid of giant sturgeon \times sterlet) reared in cages in the Bay of Taganrog

Sergieva Z. M.

SUMMARY

The study of the feeding habits of bester and natural food resources in the area where the cages were installed in 1977 revealed that one-summer-olds fed intensively on natural food (young Mysidae, Diaphanosoma weighing 5—20 g). However the indices of stomach content were low because the biomass of natural food in the area was scarce and young fish got very slowly used to commercially-made feeds. It is recommended that minced fish meat should be supplemented with living invertebrates so that the young could get sooner accustomed to non-living food.

УДК 639.371.1:639.3.06:626.887

ВЫРАЩИВАНИЕ ЛОСОСЯ ДО ПОКАТНОЙ СТАДИИ В ДЕЛЕВЫХ САДКАХ

Л. П. Рыжков, А. В. Полина (СевНИОРХ)

В условиях постоянного антропогенного воздействия на природные водоемы, особенно гидростроительства, лесосплава и промысла, сохранить промысловые запасы ценных рыб можно благодаря массовому выращиванию жизнестойкой молоди. Наиболее подверженных влиянию антропогенных факторов лососевых рыб обычно выращивают до покат-

ной стадии в бассейнах или прудах специализированных рыбоводных заводов. Как правило, в этих условиях молодь лосося достигает жизнестойкой стадии в возрасте трех ($2+$) или даже четырех ($3+$) лет при средней массе не менее 16 г. Однако такой способ воспроизводства лососевых рыб требует больших затрат времени и средств на строительство выростных сооружений.

Опыты на Северо-Ладожском рыбоводном заводе показали, что получить жизнестойкий посадочный материал лосося можно в более короткие сроки и при значительно меньших затратах, если использовать для этой цели специальные делевые садки. Их применение позволяет осваивать со значительно большей эффективностью производственные мощности рыбоводных заводов и получать жизнестойких покатников лососевых рыб в двухлетнем ($1+$) возрасте со средней массой около 20 г.

Для определения биотехнических нормативов выращивания лососевых до покатной стадии в делевых садках и апробации этого метода в течение пяти лет проводились опыты с пресноводным лососем (*Salmo salar m. sebaco Gir*). В эксперименте было использовано 53,2 тыс. сеголетков и 30,7 тыс. двухлетков лосося, из которых 17,8 тыс. жизнестойких покатников было выпущено в реки бассейна Ладожского озера. Часть сеголетков и двухлетков выращивали до товарной массы. В течение двух лет было реализовано 800 кг товарного лосося.

Прямоугольные садки из безузловой дели размещали на специальных плотах на глубинах не менее 5—5,5 м (Рыжков, Полина, 1976). Было установлено, что для каждой возрастной группы лососевых рыб требуются садки определенного объема. Например, при выращивании двухлетков лосося в садках объемом 30 м³ среднесуточный прирост массы у них был в 1,5—2 раза меньше, чем в садках объемом 15—20 м³. Соответственно изменялся и выход продукции. Поэтому основные работы с сеголетками лосося были выполнены в садках объемом 8—15 м³, молодь зимовала в садках объемом 8—12 м³, а двухлетков доращивали в садках объемом 15—20 м³.

Исходным посадочным материалом служили мальки лосося средней массой 0,35—0,74 г со следующими биохимическими показателями (в % от сырой массы): влага 77—81; белок мышц 13—17; жир 2—2,5; углеводы 0,5—1,0 и минеральные вещества 2—2,5. Содержание эритроцитов в крови мальков было 0,6—0,7 млн./мм³, интенсивность потребления кислорода (при 20°C) 0,8—1,0 мг/г·ч. Средние величины индексов внутренних органов были следующими: жабры 4,7, печень 1,3, желудок 2,0, кишечник 2,4, грудные плавники 2,0, брюшные плавники 0,7 и сердце 0,16.

Исходя из изменений морфо-физиологических показателей, особенностей биотехники и сезонности, выращивание покатной молоди в садках было разделено на три цикла: летне-осенне — до сеголетков (ячей дели 3,6 мм); зимнее — до годовиков (ячей дели 5 мм); весенне-летнее — до двухлетков (ячей дели 5—8 мм).

Сеголетков выращивали в течение июня — октября, когда температура воды колебалась от 8 до 23°C. При температуре выше 19°C мальки были менее активны и хуже питались, чем при низкой температуре. Мальков кормили смесью следующего состава (в %): комбикорм рыбный 55, селезенка 20, альбумин 9, гидролизные дрожжи 8, фосфатиды 5, крапива 2, премикс 1. Корма были сбалансированы в соответствии с физиологическими потребностями выращиваемых организмов. Были испытаны три плотности посадки молоди: 300, 600 и 1000 экз./м³. Средние результаты выращивания (9 серий опытов) приведены в табл. 1. За время выращивания средняя масса сеголетков достигла 4,7—4,9 г, что в 1,5—3 раза больше, чем при выращивании лосося на рыбоводных за-

Таблица 1

Выращивание сеголетков лосося
в садках при различной плотности
посадки

Показатели	Плотность посадки, экз./м ³		
	300	600	1000
<i>Рост</i>			
Средняя конечная масса, г			
сырая	4,7	4,9	4,7
сухая	1,1	1,3	1,1
Средний суточный прирост массы, %			
сырой	2,1	2,1	2,1
сухой	1,3	1,5	1,6
Средняя конечная длина, мм	78,0	79,8	78,0
Средний суточный прирост длины, %	0,4	0,4	0,4
Выживаемость, %	92,6	80,8	83,5
Общая продукция			
кг/м ³	1,3	2,5	3,4
кг/м ²	5,1	10,1	13,8
Кормовой коэффициент	4,8	7,3	6,2
Стоимость выращивания 1 кг сеголетков, руб.	1,7	2,1	2,0
<i>Биохимические</i>			
Содержание в мышцах тела, %			
влаги	76,6	73,5	74,5
белка	18,2	18,7	17,8
жира	2,8	3,0	2,7
углеводов	0,3	2,7	2,9
минеральных веществ	2,1	2,1	2,1
внутреннего жира	1,5	0,9	1,0
<i>Морфо-физиологические</i>			
Потребление О ₂ при 20°C, мг/г·ч	1,15	0,74	0,89
Содержание гемоглобина, %	51,5	51,5	51,0
Содержание эритроцитов, млн./мм ³	1,25	1,32	1,28
Количество незрелых эритроцитов, %	9,9	8,0	9,2
Индексы			
сердца	0,15	0,15	0,18
жабр	2,7	3,6	3,3
печени	1,1	1,4	1,2
селезенки	0,13	0,14	0,17
желудка	1,9	2,1	2,3
кишечника	2,6	2,7	2,4
грудных плавников	1,9	1,7	1,7
брюшных плавников	0,7	0,8	0,8

Таблица 2

Показатели	Плотность посадки, экз./м ³			
	178	625	1000	2787
<i>Рост</i>				
Средняя масса, г				
исходная сырья	8,6	2,6	4,8	3,7
сухая	2,5	0,7	1,2	0,9
конечная сырья	12,0	2,6	6,2	4,1
сухая	2,7	0,5	1,1	0,9
Средний суточный прирост массы, %				
сырой	0,2	0	0,1	0
сухой	0	0	0	0
Конечная длина, мм	118	67	84	81
Средний суточный прирост длины, %	0,1	0	0	0
<i>Биохимические</i>				
Содержание в мышцах тела, %				
влаги	77,2	82,0	79,5	78,9
белка	16,7	14,6	17,0	16,1
жира	2,4	1,8	1,5	1,9
углеводов	0,5	0,5	0,7	0,6
минеральных веществ	3,2	1,1	1,3	2,5
внутреннего жира	0,5	0,5	0,5	1,1
<i>Морфо-физиологические</i>				
Потребление О ₂ при 20°C, мг/г·ч	0,60	0,99	1,00	1,26
Содержание гемоглобина, %	47,0	44,7	45,0	50,0
Содержание эритроцитов, млн./мм ³	0,90	1,16	1,10	1,30
Количество незрелых эритроцитов, %	12,0	12,1	12,0	10,5
Индексы				
сердца	0,24	0,15	0,17	0,20
жабр	2,2	2,6	2,6	3,4
печени	2,1	1,5	1,4	1,7
селезенки	0,22	0,15	0,16	0,18
желудка	1,8	1,2	1,2	1,8
кишечника	2,0	2,1	2,2	2,7
грудных плавников	1,2	1,9	2,0	2,3
брюшных плавников	0,6	0,9	0,9	1,1

водах (Яндовская, 1950; Попов, 1960; Вернидуб, 1963, Рыжков, Невзорова, 1966); в 3—6 раз больше, чем при выращивании семги (Гилепп, 1956; Лейзерович, 1961; Яндовская, 1961) и в 3—4 раза больше массы лосося из естественных условий (реки бассейна Ладожского озера). На скорость роста плотность посадки не влияла. Наиболее выгодной является плотность посадки 1000 экз./м³, при которой выход продукции достигал в среднем 13,8 кг/м², а средняя себестоимость 1 кг сеголетков была 1,7—2,1 руб.

По биохимическому составу и морфо-физиологическим показателям сеголетки лосося, выращенные при различной плотности посадки, практически между собой не различались.

Колебания содержания влаги у различных групп сеголетков (от 73,5 до 76,6) не выходили за пределы ошибки. Более четкие различия выявлены в содержании внутреннего жира; при меньшей плотности посадки его содержание было в 1,5 раза больше. Более высокая интенсивность потребления кислорода у молоди при малой плотности посадки свидетельствует о высокой активности организмов при разреженной плотности. И наоборот, низкая интенсивность обмена при более высоких плотностях посадки — показатель более экономного расходования энергии в группе (Рыжков, 1967, 1968). При увеличении плотности посадки отмечено некоторое повышение индексов сердца, жабр, селезенки и желудка.

Зимовали сеголетки в садках с деревянными каркасами и ячеей дели 5 мм при температуре воды от 3,3 до 0,1°C. При температуре воды 3°C корм давали один раз в сутки из расчета половины рекомендуемого рациона для температуры 8—10°C; при более низкой температуре — один раз в двое суток, а при температуре ниже 0,5°C — один раз в трое суток. Кормом служила следующая смесь (в %): рыбный комбикорм 40, селезенка 35, альбумин 9, гидролизные дрожжи 8, фосфатиды 5, зелень 2, премикс 1. Во время весеннего прогрева воды 15—20 % селезенку обычно заменяли малоценной пресноводной рыбой. Испытывали как стандартную, так и нестандартную молодь, что важно для промышленных хозяйств. Результаты опытов обобщены в табл. 2.

Как правило, стандартная молодь лосося, несмотря на значительные изменения плотности посадки, имела среднесуточный прирост массы 0,1—0,2 %, а нестандартная практически не росла; при плотности 625 экз./м³ за время зимовки масса тела даже уменьшалась. Об этом же свидетельствуют материалы по выживаемости лосося. При максимальной плотности посадки (2787 экз./м³) выживаемость за время зимовки была 86,4 %, при минимальной — 88 %. В других опытах в связи с аварийной ситуацией общая выживаемость была 35—40 %, но если учесть молодь, погибшую при аварии, то выживаемость могла быть около 75—80 %. Выход общей продукции при максимальной плотности посадки был 35 кг/м² (10 кг/м³), при минимальной плотности — 7 кг/м², (2 кг/м³); при плотности 625 экз./м³ — всего 2,5 кг/м², а при плотности 1000 экз./м³ — 7,5 кг/м². Если же к продукции в последних двух случаях прибавить молодь, погибшую при аварии, то она увеличится соответственно до 6,7 и 15,3 кг/м². Себестоимость 1 кг выращенной за время зимовки молоди колебалась от 1,7 до 5,2 руб.

У нестандартных мальков отмечено повышенное содержание влаги при плотности посадки 625 экз./м³ (82 %) и наименьшее содержание белка и минеральных веществ.

В отличие от сеголетков годовики значительно различались по морфо-физиологическим показателям. Наибольшая интенсивность потребления кислорода была у мелких особей при повышенных плотностях посадки. Очевидно, превалирующим фактором явились размеры орга-

Низмов, а не плотность посадки. Эти данные хорошо согласуются с величинами содержания гемоглобина и эритроцитов, а также с количеством незрелых форм эритроцитов, что подтверждается более высокими индексами жабр у мелкой молоди.

Таким образом, стандартная молодь лососевых может зимовать при плотности посадки до 2500 экз./м³. При более высоких навесках (8—10 г) плотность посадки молоди лосося (в экз./м³) на зимовку необходимо уменьшать вдвое.

Перезимовавших двухлетков лосося выращивали в садках с ячей дели 5—8 мм при постепенном увеличении температуры воды от 8 до 19°C. Были испытаны плотности посадки: 65, 100 и 210 экз./м³.

По скорости роста лучшие результаты получены при плотности посадки 100 экз./м³, хотя особых различий с другими опытами не отмечается; выход продукции оказался наибольшим при плотности посадки 210 экз./м³ (табл. 3).

Таблица 3

Выращивание двухлеток лосося в садках при различной плотности посадки

Показатели	Плотность посадки, экз./м ³		
	65	100	210
<i>Роста</i>			
Средняя конечная масса, г			
сырая	28,6	17,5	13,0
сухая	8,2	4,5	3,2
Средний суточный прирост массы, %			
сырой	2,2	2,3	2,1
сухой	2,8	2,7	2,4
Средняя конечная длина, мм	147,0	120,0	116,0
Средний суточный прирост длины, %	0,7	0,7	0,7
Выживаемость, %	97,4	99,5	97,6
Общая продукция			
кг/м ³	1,8	1,7	2,7
кг/м ²	7,2	6,9	10,7
Кормовой коэффициент	4,5	4,1	4,6
Стоимость 1 кг выращенной рыбы, руб.	1,6	1,5	1,7
<i>Биохимические</i>			
Содержание в мышцах тела, %			
влаги	72,1	72,6	75,1
белка	21,2	19,6	19,6
жира	4,7	3,8	3,6
углеводов	0,5	0,8	1,0
минеральных веществ	1,5	2,2	1,2
внутреннего жира	1,4	1,8	1,1
<i>Морфо-физиологические</i>			
Потребление кислорода при 20°C, мг/г.ч	1,1	1,0	0,8
Содержание гемоглобина, %	54,0	57,0	52,8
Содержание эритроцитов, млн./мм ³	1,4	1,5	1,5
Количество незрелых эритроцитов, %	10,5	13,0	12,0
Индексы			
сердца	0,12	0,15	0,15
жабр	2,1	2,2	3,0
печени	1,2	1,3	2,1
селезенки	0,11	0,16	0,12
желудка	1,3	1,4	1,6
кишечника	2,5	3,4	3,6
грудных плавников	1,0	0,9	1,0
брюшных плавников	0,5	0,5	0,5

Как правило, у двухлетков, выращенных при плотности посадки 65 экз./м³, содержание белка и жира было высоким, а содержание влаги — несколько пониженным.

Кормили двухлетков 3—4 раза в сутки следующей смесью (в %): малоценная пресноводная рыба 60, мясокостная мука 10, альбумин 10, гидролизные дрожжи 8, фосфатиды 5, молоко сухое обезжиренное 6 и премикс 1.

Суточные дозы корма, полученные на основе изучения элементов энергетического баланса, в зависимости от массы тела и температурных условий приведены в табл. 4.

Таблица 4
Суточные дозы корма для молоди лосося (в % от массы тела)

t °C	Масса, г				
	0,4—1,0	1,0—3,0	3,0—5,0	5,0—10,0	10,0—20,0
8—10	5—6	4—5	2—3	2—3	2—3
10—12	6—7	5—6	3—4	3—4	2—4
12—14	8—9	6—7	4—5	3—5	3—5
14—16	12—14	8—10	4—6	4—6	4—6
16—18	11—13	10—12	6—8	5—7	5—7
18—20	10—12	11—13	6—8	5—7	5—7
20—22	10—10	8—10	4—6	4—6	4—6

По морфо-физиологическим показателям покатники лосося различались между собой незначительно. Интенсивность газообмена и морфологические показатели крови были сходны. При увеличении плотности посадки несколько повышались индексы жабр, печени, желудка и кишечника. В целом же выращенные в садках покатники лосося не отличались от своих сородичей из естественных условий и значительно превосходили по скорости роста и развития заводскую молодь.

Так, у покатников ладожского лосося из рек Хийтола и Ихала содержание влаги колебалось в пределах 76,1—79,4 %, у покатников из садков — 72,1—75,1 %. Соответственно содержание белка было 17,6—20,0 и 19,1—21,2 %, жира — 0,5—2,3 и 3,6—4,7 % и т. д. Содержание эритроцитов у речных покатников было 1,5 млн./мм³, а у садковых — 1,4—1,5 млн./мм³, количество гемоглобина соответственно 55 и 52—57 % (Рыжков и др., 1977). Индексы внутренних органов были также близкими, хотя некоторая тенденция их к увеличению была отмечена у покатников из реки. Покатники из садков (двулетки) были почти вдвое крупнее заводских того же возраста.

Важным показателем физиологического состояния покатников лосося является соотношение полов. У покатников из садков самцов 44 и самок 56 % от общей массы, карликовых самцов обычно 5—7%; у покатников заводской семги самцов 48—56 %, карликовых самцов 3—7 %. У балтийского лосося с различных рыбоводных заводов количество карликовых самцов составляет от 1,2 до 42,6 % (Лейзерович, 1973), из естественных условий — до 35 % (Митанс, 1973). Молодь лосося при выращивании в садках достигает покатной стадии в двухлетнем возрасте (1+), а на рыбоводных заводах — в трех- (2+) и даже четырехлетнем (3+).

Немалое значение имеет стоимость выращивания одного покатника. На Выгском рыбоводном заводе она равна 80—95 коп., а при выращивании в садках (с учетом всех расходов) — 28—36 коп., т. е. в 2,6 раза меньше.

Таким образом, выращивание покатников лосося в делевых садках — весьма перспективный метод получения жизнестойкого посадочного материала для зарыбления естественных водоемов или доращивания до товарной массы.

ВЫВОДЫ

1. В качестве посадочного материала рекомендуется использовать мальков средней массой 0,35—0,40 г. Плотность посадки на летне-осенне выращивание 1 тыс. экз./м³, выживаемость 85%, возможная продукция 13—18 кг/м². В качестве корма желательно использовать гранулированную или пастообразную смесь на основе рыбного комби-корма и селезенки.

2. Для зимовки рекомендуется стандартная молодь средней массой 3,5—5,0 г при плотности посадки 2—2,5 тыс. экз./м³ или 6—10 г при плотности посадки 1—1,2 тыс. экз./м³. Ожидаемая выживаемость 80%, общая продукция 20—35 кг/м². Корм тот же, что и при выращивании сеголетков, но с увеличенным содержанием селезенки.

3. Для весенне-летнего выращивания рекомендуются годовики средней массой 4—6 г при плотности посадки 150—210 экз./м³ и 8—12 г при плотности посадки 100—120 экз./м³. Выживаемость 95%, общая продукция 9—12 кг/м². Кормить их целесообразно смесью на основе малооценной пресноводной рыбы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Вернидуб М. Ф. Экспериментальное обоснование методики ускорения эмбрионального развития лососей и ее значение в биотехнике лососеводства. — Вестник ЛГУ, 1963, в. 3, с. 7—22.

Гилев П. С. Опыт выращивания молоди семги на Выгском рыбоводном заводе. — Техн.-эконом. бюлл. СНХ Карел. эконом. р-на, 1958, с. 1—5.

Лейзерович Х. А. Выращивание сеголеток семги в прудах. — Научно-техн. бюлл. ГосНИОРХ, 1961, вып. 13—14, с. 62—65.

Лейзерович Х. А. Биологические особенности молоди атлантического лосося при выращивании в бассейнах до покатного состояния. — Автореферат дисс. на соиск. уч. степени канд. биолог. наук, Л., 1973.—18 с.

Лейзерович Х. А. О карликовых самцах при заводском разведении атлантического лосося *Salmo salar* L. — Вопросы ихтиологии, 1973, т. 13, вып. 3, с. 460—470.

Митанс А. Р. О карликовых самцах и половой структуре популяции балтийского лосося *Salmo salar* L. — Вопросы ихтиологии, 1973, т. 13, вып. 2(79), с. 231—237.

Попов А. В. Разведение озерного лосося и озерной форели на Свирском рыбоводном заводе. — В кн.: Материалы совещания по рыбоводству. М., 1960, с.56—60.

Рыжков Л. П. О путях осуществления связи между икринками, личинками и мальками севанской форели при групповом содержании. — Вопросы ихтиологии, 1967, т. 7, вып. 2, с. 295—302.

Рыжков Л. П. Интенсивность газообмена у икры, личинок и мальков севанской форели при групповом и одиночном содержании. — Вопросы ихтиологии, 1968, т. 8, вып. 1, с. 116—125.

Рыжков Л. П., Невзорова А. И. Воспроизводство лосося в Карельской АССР. — В кн.: Материалы симпозиума по воспроизв. атлант. лосося. Л., 1966, с. 40—42.

Рыжков Л. П., Полина А. В. Методические указания по выращиванию лосося до покатной стадии в садках. — Петрозаводск, 1976, 18 с.

Физиологобиохимическая характеристика озерного лосося в речной период жизни [Л. П. Рыжков, В. А. Валетов, Г. И. Ермоляев, А. В. Полина] — В кн.: Тезисы 19-й научн. конф. по изучению и освоению водоемов Прибалтики и Белоруссии. — Минск, 1977, с. 132—134.

Яндовская Н. И. Опыт по выращиванию сеголетков лосося в монокультуре. — Вестник ЛГУ, 1950, № 8, с. 110—116.

Яндовская Н. И. К методике выращивания сеголетков лосося. — Изв. ГосНИОРХ, 1961, т. 51, с. 28—36.

Rearing of salmon to the smolt stage in net pens

Ryžkov L. P., Polina A. V.

SUMMARY

In view of permanent man-induced effects on natural water bodies the stocks of valuable species of fish can be sustained on a high level on the account of cultivation of viable young fish at farms. As a rule, the young reach the smolt stage at the age of 2+ or even of 3+ years with a mean weight of 16 g at rearing farms.

The experience gained at the Severnaya Ladoga farm indicates that the rearing of salmon to the smolt stage in net pens is profitable since smolts are obtained at the age of 2 years (1+) with a mean weight of about 20 g.

УДК 639.331.4:639.371.1

**УСКОРЕННОЕ ВЫРАЩИВАНИЕ МОЛОДИ СЕМГИ
В УСЛОВИЯХ БЛАГОПРИЯТНОГО
ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА**

Э. К. Попова, И. Н. Заличева (СевНИОРХ)

Увеличение численности лососевых рыб — ценнейших представителей ихиофауны морей и внутренних водоемов нашей страны — в условиях все возрастающего отрицательного антропогенного воздействия на среду их обитания возможно лишь при переходе на высокоэффективное искусственное разведение лососей и биомелиорацию рек — мест их естественного размножения.

Эффективность заводского воспроизводства атлантического лосося можно повысить оптимизацией условий для его развития. Наиболее сильно влияет на жизнедеятельность рыб температура воды. Действию температуры на эмбриональное и постэмбриональное развитие рыб и определению диапазона оптимальных температур посвящено много работ (Никифоров, 1956; Крыжановский, Дислер, Смирнова, 1953; Медников, 1965; Маликова, 1967; Яндовская, Казаков, 1975 и др.).

Сотрудниками СевНИОРХа в результате многолетних экспериментов установлен диапазон оптимальной температуры воды для эмбрионов, личинок и мальков пресноводного лосося (*Salmo salar L. morpha sebago Girard*), позволивший не только сократить срок выращивания покатников лосося на рыбоводном заводе и получить физиологически полноценную молодь, но и увеличить выход рыбоводной продукции до 50—70% от заложенной на инкубацию икры (Рыжков и др., 1973).

Оптимальный температурный режим для эмбрионов, личинок и мальков семги до сих пор не был установлен.

Чтобы сократить сроки выращивания семги (*Salmo salar L.*) на рыбоводных заводах, увеличить и повысить качество продукции, в 1975—1977 гг. на Выгском рыбоводном заводе было проведено опытное выращивание покатной молоди семги в благоприятном температурном режиме. За основу взяты температурные параметры, полученные для озernого лосося на разных этапах развития.

В опыте инкубировали 16,8 тыс. икринок семги при температуре 3,3°C, в контроле — столько же при температуре 0,9°C. Личинок выдерживали, постепенно повышая температуру воды до 15°C, мальков летом выращивали при температуре 9—18°C, зимой — при 3—4°C (рис. 1). Личинки и мальки в контроле развивались при естественном ходе температуры (летом 9—18°C, зимой 0,9°C). Регулировали темпе-

ратуру при помощи специальной полуавтоматической установки, сконструированной в СевНИОРХе В. М. Медведевым. Другие абиотические условия и условия кормления были сходными в опыте и контроле.

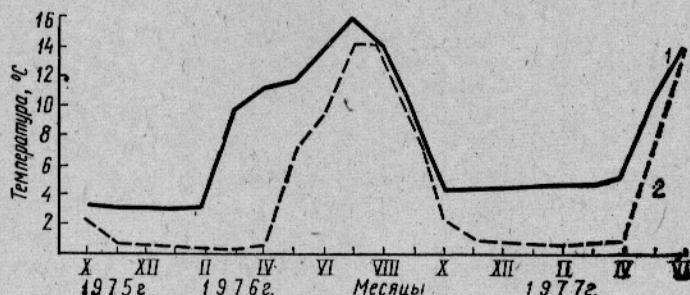


Рис. 1. Температурный режим выращивания семги:
1 — рекомендованный; 2 — обычные условия.

Определена продолжительность этапов эмбриогенеза, личиночного и малькового периодов развития, выживаемость и темп роста семги в зависимости от температуры. Изучены некоторые морфо-физиологические и гистологические показатели в разные периоды раннего онтогенеза семги. Для взвешиваний органов использовали торзионные весы. Гистологические препараты печени и гонад готовили по общепринятой методике (Меркулов, 1969), срезы окрашивали гематоксилином по Гейденгайну. Степень серебрения смолтов определена по шкале Ю. В. Костылева (1970) и Х. А. Лейзерович (1973).

Эмбриональный период развития семги. В опыте использовали икру семги диаметром 5,9 мм из р. Кереть (бассейн Белого моря).

Начальные этапы развития эмбрионов семги протекали и в контроле и в опыте при естественной температуре и сроки их наступления совпадали. Однако уже при сравнении стадий этапа дробления зародышевого диска обнаружилось различие в темпе морфогенеза. Начиная со стадии утолщения бластодиска, дробление икры опытной партии шло быстрее (табл. 1, рис. 2).

Массовое вылупление личинок произошло в опыте 2—13 марта и в контроле 13—20 мая; выживаемость икры в опыте была 97,4, в контроле — 98,6 %.

Темп роста эмбрионов семги. Скорость роста эмбрионов семги в условиях оптимального температурного режима в 1,5 раза выше, чем в контроле (рис. 3). Прирост эмбрионов за сутки в среднем составил 1,2 (опыт) и 0,8 % (контроль). Вариабельность такого признака, как длина тела зародыша, на протяжении всего эмбриогенеза выше у семги из контрольной партии. Особенно высок коэффициент вариации на ранних этапах эмбрионального периода развития (10,87%). В условиях регулируемого температурного режима зародыши растут более равномерно, коэффициент вариации длины тела колеблется в пределах 2,19—4,63% и только перед выклевом личинок он возрастает до 5,36%.

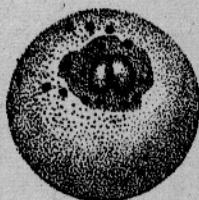
Размеры контрольных эмбрионов на одноименных этапах развития ниже, чем у опытных (табл. 2), так же как и у одновозрастных зародышей. Средняя длина вылупившихся в марте личинок была выше, чем личинок, появившихся в мае (в среднем 19,6 мм).

Личиночный период развития опытной семги закончился в апреле, а контрольной в июле 1976 г.; выживаемость контрольных личинок 92,4 %. В опыте в результате высокого термоградиента между подогреваемой и неподогреваемой водой и перенасыщения вследствие этого

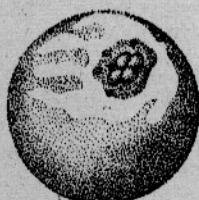
Таблица 1

Зависимость эмбриогенеза семги от температуры

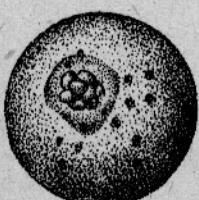
Этап	Время от момента оплодотворения		Отличительные признаки этапа, стадии
	при 3,3 °C	при 0,9 °C	
I	2	3	Образование первивителлинового пространства и бластодиска.
II	25	25	Дробление
	32	32	2 бластомера (см. рис. 2, а) 4 бластомера (см. рис. 2, б)
	Сутки		
III	2	2	8 бластомеров (см. рис. 2, в)
	3	3	32 бластомера (см. рис. 2, д)
IV	18	23	Гаструляция
	24	30	Появление краевого узелка (см. рис. 2, г)
	26	37	Органогенез
	28	44	Первая пара сомитов
	37	56	10 пар сомитов
V	48	72	Полное обрастание желтка бластодермой. Формирование хрусталика глаза и слуховых пузырьков. Образование сердечной трубы (см. рис. 2, е)
VI	62	98	Дифференцировка хвостовой почки. Обослабление среднего мозга. В туловище 42 пары миотомов
			Функционирование кровеносной системы (кровь красная). Появление клеток меланина в сосудистой оболочке глаз.
VII	83	135	Образование зачатков грудных плавников. Всего 68 пар миотомов (см. рис. 2, ж)
	137	217	Дифференцировка непарных плавников, глаза полностью пигментированы (см. рис. 2, з)
			Вылупление личинок



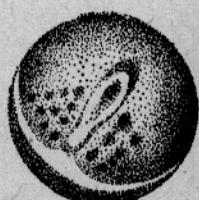
а



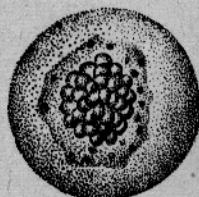
б



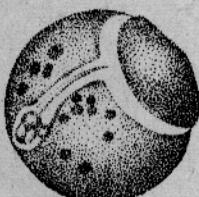
в



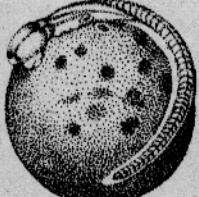
г



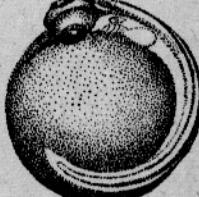
д



е



ж



з

Рис. 2. Эмбриональное развитие семги (рисунок выполнен при помощи рисовального аппарата РА-6).

воды азотом личинки заболели газопузырьковой болезнью (отход 20,6%). Снижение температуры до допустимого при подогреве термо-градиента приостановило развитие болезни.

На летнее выращивание мальки были пересажены в возрасте 55 (опыт) и 51 (контроль) суток. Средняя масса опытных мальков семги равнялась 164, контрольных — 158 мг.

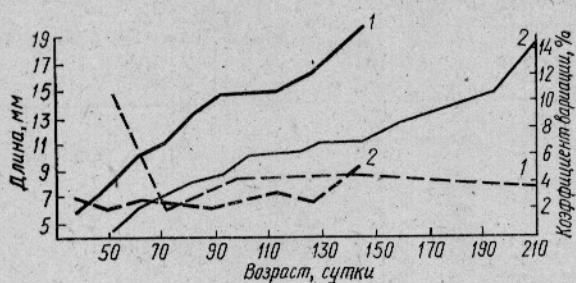


Рис. 3. Рост эмбрионов семги (— — длина тела; — — — коэффициент вариации длины тела):
1 — опыт; 2 — контроль.

Мальковый период развития опытной семги продолжался с апреля по сентябрь 1976 г. (147 суток), контрольной с июля по сентябрь (75 суток); обе партии кормили шведским гранулированным кормом.

Молодь семги из опыта достигла стадии серебристой пестрятки II—III степени в возрасте 620—630 суток от оплодотворения (480—490 суток от вылупления), из контроля — в возрасте 568 суток. В возрасте 351 суток от вылупления молодь семги была посажена в пруд.

Таблица 2
Зависимость темпа роста эмбрионов семги от температуры (числитель — опыт, знаменатель — контроль)

Начало этапов развития	Возраст	Длина, \bar{x} , мм	m , мм	s , мм	%
IV	37	5,9	+0,06	0,18	3,05
	52	4,6	±0,17	0,50	10,87
V	48	8,2	±0,06	0,18	2,19
	72	7,3	±0,05	0,17	2,30
VI	62	10,3	±0,09	0,29	2,81
	98	8,7	±0,12	0,35	4,00
VII	88	13,4	±0,11	0,32	2,39
	135	10,8	±0,17	0,50	4,63

осенью, массе (1,9 г — сентябрь, 1,6 г — май).

Молодь керетской семги очень разнокачественна по темпу роста, поэтому при выращивании ее необходимо объединять в одноразмерные группы. Вариабельность таких признаков, как масса и длина тела, ниже в контрольной группе (коэффициент вариации 24,2—30,7 %), так как в сентябре 1976 г. молодь контрольной группы сортировали и на зимнее выращивание оставили лишь сеголетков, масса которых была выше 1,2 г. Вариабельность массы у опытной молоди достигала 54 %. В начале мая опытных годовиков семги разделили на две группы и к моменту выпуска (конец июня) коэффициент вариации в группе мелких рыб (6,9 г) был равен 15,4 %, а в группе крупных (15,3 г) — 23,5 % (табл. 3).

Темп роста мальков. Масса молоди семги из опыта за период от вылупления до выпуска в реку увеличилась в среднем с 100 до 11100 мг (средний прирост за сутки 1,4 %), в контроле — до 1640 мг (прирост за сутки 0,7 %) (рис. 4). Наиболее интенсивный темп роста мальков, выращиваемых при повышенной температуре воды, отмечен в июле—сентябре (сеголетки) и апреле—июне (годовики). Молодь из опыта росла и зимой: средний прирост массы за сутки составлял 0,3 %, контрольная молодь зимой не росла и пересажена в пруд на летнее выращивание при меньшей, чем

Каждая из этих групп состояла из более однородной молоди, что позволило значительно повысить темп ее роста. В мае—июне средний прирост массы в сутки составил в группе крупной семги 2,9%, в контроле — 1,2%.

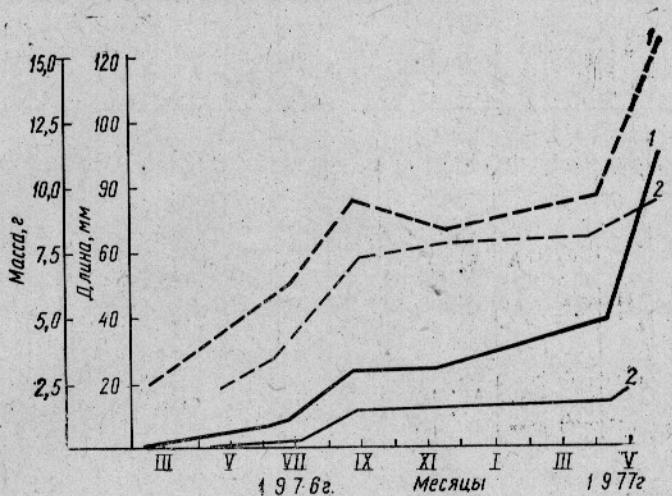


Рис. 4. Рост молоди семги (— — масса тела; — — длина тела):
1 — опыт; 2 — контроль.

Изменчивость массы и длины тела молоди семги

Таблица 3

Дата	Вариант	Время, сутки		Масса, г	m, г	σ , г	С, %	Длина тела, мм	m, мм	σ , мм	С, %
		от оплодотворения	от выклевания								
27/VII 1976 г.	Опыт	285	148	1,15	$\pm 0,16$	0,48	40,9	50,1	$\pm 0,26$	0,79	15,8
	Контроль	285	68	0,30	$\pm 0,10$	0,30	30,7	31,5	$\pm 0,88$	2,99	9,5
21/IX 1976 г.	Опыт	341	204	3,60	$\pm 0,65$	1,94	54,5	74,7	$\pm 4,18$	12,54	16,8
	Контроль	341	201	1,46	$\pm 0,13$	0,39	26,7	59,4	$\pm 0,85$	2,55	4,3
6/V 1977 г.	Опыт	563	431	7,90	$\pm 0,65$	3,21	43,3	—	—	—	—
	Опыт	568	431	3,66	$\pm 0,35$	1,73	47,3	—	—	—	—
	Контроль	568	351	1,77	$\pm 0,10$	0,50	28,3	—	—	—	—
30/VI 1977 г.	Опыт	623	486	15,30	$\pm 1,20$	3,60	23,5	123,0	$\pm 2,90$	8,80	7,2
	Опыт	623	486	6,90	$\pm 0,35$	1,06	15,4	92,0	$\pm 1,50$	4,60	5,0
	Контроль	623	406	3,60	$\pm 0,29$	0,93	24,2	77,0	$\pm 2,10$	6,30	8,2

Морфо-физиологическая характеристика молоди семги. При помощи метода морфо-физиологических индикаторов (Шварц, 1956; Смирнов с соавт., 1972) установлено, что на протяжении всего периода выращивания индексы внутренних органов и парных плавников были близки по значению у опытных и контрольных мальков (табл. 4). Однако перед зимовкой эти индексы были выше у сеголетков из опытной группы: сердце 0,20; печень 1,69; кишечник 3,88; селезенка 0,20, т. е. физиологическое состояние опытной молоди накануне зимы было лучше, чем в контроле. Относительная масса жабр, грудных и брюшных плавников ниже, чем в контроле, что свидетельствует о более высокой степени развития организма.

Таблица 4

Морфо-физиологическая характеристика мальков семги

Дата	Вариант	Время, сутки		Масса, г	Длина, мм	Относительная масса, %										
		от оплодотворения	от выклева			сердца	печени	желудка	кишечника	жабр	селезенки	гонад	желчного пузыря	плавников	грудных	брюшных
4/VII 1976 г.	Опыт	262	125	869	45,2	0,25	1,55	2,92	—	3,16	0,23	—	—	1,26	0,60	42,9
	Контроль	262	45	135	27,1	—	1,55	2,36	—	2,22	—	—	—	2,22	0,66	45,4
27/VII 1976 г.	Опыт	285	148	1115	50,1	0,18	1,27	2,44	—	4,02	0,09	—	—	1,26	0,53	43,5
	Контроль	285	68	300	35,1	0,21	1,48	3,03	—	3,20	—	—	—	1,58	0,62	36,3
21/IX 1976 г.	Опыт	341	204	3600	75,0	0,20	1,69	2,41	3,88	3,19	0,20	—	0,18	1,51	0,67	52,9
	Контроль	341	124	1460	58,4	0,19	1,47	3,10	3,47	3,70	0,18	—	0,12	2,30	0,86	46,4
30/VI 1976 г.	Опыт	623	486	15300	123,0	0,15	1,47	1,73	2,08	2,89	0,12	0,50	0,18	0,98	0,41	57,6
	крупные	623	486	6900	92,0	0,15	1,46	2,09	3,05	3,04	0,11	1,48	0,10	1,32	0,54	58,9
	мелкие	623	486	3600	77,0	0,17	1,48	2,72	4,15	3,24	0,10	0,45	0,19	1,06	0,47	57,5
	Контроль	623	406													

В июне 1977 г. относительная масса внутренних органов, за исключением желудка и кишечника, сходна в опыте и контроле. Увеличение индексов желудка и кишечника у контрольной молоди вызвано изменением условий питания. К моменту взвешивания молодь уже месяц находилась в пруду, что положительно сказалось на росте органов и организме в целом.

Хорошим показателем физиологического состояния молоди является гистоструктура печени. И в опыте, и в контроле у молоди на протяжении всего выращивания патологических изменений в печени не отмечено.

		Перед зимовкой	Перед выпуском
Количество ядер		48,5	46,1
в поле зрения		<u>54,0</u>	<u>54,5</u>
микроскопа *			
Диаметр ядер, мм		6,0	5,6
		<u>6,0</u>	<u>5,2</u>
Площадь (%), занятая ядрами		7,5	7,6
		<u>9,3</u>	<u>8,1</u>
жировыми пустотами		13,7	11,5
		<u>4,8</u>	<u>2,6</u>
цитоплазмой		78,8	80,9
		<u>85,9</u>	<u>89,3</u>
Митозы		Мало	Много
		<u>Много</u>	<u>Много</u>
Двухядрышковые ядра, % от общего числа ядер		4,0	0,2
		<u>3,7</u>	<u>1,3</u>

Примечание. Числитель — контроль, знаменатель — опыт.

* Увеличение: окуляр 7X, объектив 80X.

Индекс гонад у мальков опытной партии перед выпуском в реку составлял 0,50% (крупная молодь) и 1,48% (мелкая молодь). Из 20 исследованных перед выпуском рыб 51% оказались самками (II стадия зрелости яичников). Основная масса половых клеток представлена ооцитами периода протоплазматического роста, диаметр которых в среднем равен 102,5 мкм, диаметр ядер 62,5 мкм. На срезах яичников видны в небольшом количестве оогонии, диаметр их 4,49 мкм.

Гонады самцов анатомически еще не вполне развиты и представляют собой тонкие тяжи (I стадия зрелости семенников).

У одновозрастных мальков контрольной группы индекс гонад составляет 0,45%. Соотношение полов у исследованных рыб 1:1. Половые клетки в яичниках представлены оогониями и небольшими по размерам ооцитами протоплазматического роста. Диаметр оогоний 5,08 мкм, ооцитов 62,8 мкм, их ядер 39 мкм.

У опытной молоди за весь период выращивания паразитарных заболеваний не было. Состояние внутренних органов, кожных покровов и плавников хорошее.

Молодь контрольной группы болела триходиниозом и костиозом. Весной 1977 г. интенсивность инвазии была особенно высокой. Применили формалиновые ванны. У больных годовиков семги печень была светло-красной, внутренние органы водянистые, кожный покров бледный. Некроз спинного плавника отмечен у 50% особей.

Выживаемость сеголетков семги в опыте составила 82,7, в контроле — 89%, в период зимнего выращивания выживаемость опытной молоди была 89,6, контрольной — 90,9%.

Эффективность выращивания молоди семги в условиях рекомендованного температурного режима. Общий выход продукции из икры, инкубируемой при температуре 3,3°C, составил 49,4%, а покатной молоди, так же как и по нормативным показателям, — 30% (табл. 5). В условиях Выгского рыбоводного завода эти величины составляют в среднем соответственно 22,4 и 13,5%.

Стоимость одного покатника при выращивании в предложенных температурных условиях с учетом энергозатрат на подогрев воды, равна 37,3 коп., а в обычных для завода температурных условиях (прочие

Таблица 5

Показатели выращивания молоди семги

Показатели	Опыт	Контроль	Средние по Выскому заводу	Нормативы "Справочника рыбоводца", 1974
Отход, %				
икры	2,6	1,4	5,7	8,0
личинок	27,9	7,6	13,7	20,0
сеголетков	17,3	11,0	26,2	30,0
молоди за год зимовки	13,0	9,1	13,8	10,0
двухлетков	0	—	29,7	10,0
молоди за два года зимовки	0	—	38,6	5,0
покатной молоди	0	—	—	5,0
Выход, %				
продукции	49,4	—*	22,4	30,0
покатника	30,0	—*	13,5	30,0
Средняя масса, г				
сеголетков	3,2	1,9	1,2	1,2
двухлетков-покатников	13,5	—	11,3	12,0
трехлетков-покатников	—	—	19,5	20,0

* Продукция завода (покатники) будет готова к выпуску в июне 1978 г.

условия одинаковы) — 55,8 коп., что в 1,5 раза выше. Выпуск локатной молоди при рекомендованном температурном режиме увеличивается в 2,2 раза, а срок выращивания покатников сокращается на год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выращивание покатников семги при рекомендованном температурном режиме (инкубация икры при 3,3°C, выдерживание личинок при постепенном повышении до 15°C, содержание мальков зимой при 3—4°C) обеспечивает раннюю смолтификацию семги, в 1,6 раза сокращает сроки ее выращивания, позволяет получать физиологически полноценную молодь, в 2,2 раза увеличивает процент выхода продукции от заложенной на инкубацию икры, в 1,5 раза сокращает затраты на выращивание единицы продукции.

Эффективность предложенного метода можно увеличить, если свести до минимума затраты на подогрев воды путем многократного ее использования, аэрации и биологической очистки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Зависимость морфо-физиологических показателей молоди лосося от температуры воды [Л. П. Рыжков, А. В. Полина, Э. К. Петровская, Л. Н. Цень, Л. В. Антонова]. — Труды XV научной конференции по изучению внутр. вод Прибалтики, 1973, с. 246—249.

Крыжановский С. Г., Дислер Н. Н., Смирнова Е. Н. Экологоморфологические закономерности развития окуневидных рыб (Percoidae). — Труды ИМЖ им. А. Н. Северцева, 1953, вып. 10, с. 3—118.

Костылев Ю. В. Беломорская семга южного побережья Карелии и вопросы биотехники ее промышленного воспроизводства. — Автореферат дисс. на соискание уч. степ. канд. биологич. наук, Петрозаводск, 1970, 27 с.

Лейзерович Х. А. Биологические особенности молоди атлантического лосося при выращивании в бассейнах до покатного состояния. — Автореферат дисс. на соискание уч. степ. канд. биологич. наук, Л., 1973, 18 с.

Маликова Е. М. К разработке метода ускоренного выращивания на рыбоводных заводах молоди лосося до покатной стадии. — В кн.: Рыбохоз. исслед. в бассейне Балтийского моря, 1967, № 3, Рига, с. 146—193.

Медников В. М. Влияние температуры на развитие пойкилтермных животных. I. Показательные групповые уравнения. — Общая биология, 1965, т. 26. № 2, с. 190—200.

Меркулов Г. А. Курс патологической техники. Л.: Медицина, 1968.—с. 423.

Никифоров Н. Д. Влияние температуры воды на ход эмбрионеза лососевых рыб. — Научно-техн. бюлл. ВНИОРХ, 1956, № 3—4, с. 68—70.

Применение метода морфо-физиологических индикаторов в экологии рыб [В. С. Смирнов, А. М. Божко, Л. П. Рыжков, Л. А. Добринская] — Труды СевНИОРХ 1972, т. 7, с. 167.

Шварц С. С. К вопросу о развитии некоторых интерьерных признаков наземных позвоночных животных. — Зоологич. журн., 1956, т. 35, вып. 6, с. 804—819.

Яндовская Н. И., Казаков Р. В. Методические указания по инкубации икры, выдерживанию и подращиванию личинок атлантического лосося (*Salmo salar* L.) при регулировании температуры воды. — Л.: Наука, 1975, 23 с.

An accelerated method of rearing young white fish under favourable temperature conditions

Popova E. K., Zalicheva I. N..

SUMMARY

The rearing period of smolts of white fish may be shortened owing to favourable temperature conditions. The duration of various phases of early ontogenesis, growth rate, development rate, morphophysiological condition and survival rates of embryos, larvae and fry of white fish were studied under the temperature regime recommended.

The comparison between the conventional and suggested methods was in favour of the latter since the period of rearing was shortened, smolts were obtained in a

better physiological condition and their growth rate was higher. Due to the elevated temperature of water in the incubation period of eggs and in the period of rearing larvae and juveniles of white fish the expenditure per unit of production decreased thrice and the output increased by 2.2 times.

УДК 639.3:628.1

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ В ФОРЕЛЕВЫХ ПИТОМНИКАХ ДЛЯ МОРСКИХ НАГУЛЬНЫХ ХОЗЯЙСТВ

В. В. Лавровский (ТСХА)

Выращивание лососей, в частности радужной форели, в морских нагульных садковых хозяйствах в нашей стране очень перспективно, однако успех его зависит от многих условий, важнейшее из которых — обеспечение жизнестойким посадочным материалом. Оптимальная мощность морских нагульных хозяйств составляет 100—200 т товарной форели (Bardach et al., 1972; Mahuken, 1975), что до некоторой степени определяет мощность береговых питомных хозяйств 0,5—1 млн. и более годовиков.

Форелеводство — водоемная отрасль рыбоводства. Недостаток крупных чистых водоисточников создал предпосылки к развитию морских нагульных хозяйств, позволяющих использовать для интенсивного рыбопроизводства солоноватые и соленые воды морей. Все шире в форелеводстве и лососеводстве используется оборотное водоснабжение с очисткой циркулирующей в системе воды различными методами (Knösche, 1971).

По нашему мнению, в промышленных форелевых хозяйствах и питомниках не следует стремиться использовать воду по замкнутому циклу для снабжения всех цехов. Это отрицательно скажется на экономических показателях хозяйства. В первую очередь следует использовать замкнутое водоснабжение для инкубационно-мальковых цехов, что позволяет создать оптимальные условия для форели в период эмбрионального и ранних этапов постэмбрионального развития, т. е. в периоды наибольшей чувствительности к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам внешней среды.

В настоящее время при проектировании новых форелевых хозяйств пользуются нормативами ВНИИПРХ (Канидьев и др., 1974) и Гидро-рыбопроекта (Каспин и др., 1976), различающимися по плотности посадки и удельному водоснабжению.

Из табл. 1 видно, что в обоих случаях для инкубации икры и подращивания мальков до массы 1,5 г используется всего 4,3% общего количества воды, требующегося для питомника, что учтено нами при разработке системы оборотного водоснабжения инкубационно-малькового цеха форелевого хозяйства «Сходня» из артезианских скважин, давшей высокий хозяйственный эффект.

В настоящее время в форелевом хозяйстве «Сходня» Московской области впервые эксплуатируется промышленная система оборотного водоснабжения инкубационно-малькового цеха из артезианских скважин с биологической очисткой циркулирующей воды в прудах-отстойниках. Артезианские воды в этом хозяйстве содержат до 3,3 мг/л соединений железа, в том числе закисного, и имеют запах сероводорода, т. е. непригодны для выращивания молоди форели. Опытами 1973—1974 гг. установлено, что для освобождения подземной воды от

Примерный расчет рыбоводных показателей берегового рыбопитомника для морского садкового хозяйства мощностью 100 т форели в год

Содержание ремонтного и маточного стада, голов 2730

Закладка икринок на инкубацию, тыс. шт. 1480

Выход, тыс. шт.

товарной форели из морских салков при средней массе 200 г	500
годовиков в береговом питомнике	617
сеголетков	685
мальков массой 2,5 г	1020

Примечание. При выборе несколько иных показателей в пределах нормативов, например средней массы товарной рыбы 250—300 г, можно получить другие данные, но в данном случае нас интересует только порядок цифр для выполнения водохозяйственных расчетов.

закисей железа достаточно дать ей отстояться (при аэрации) в прудах-отстойниках в течение 10 ч. Применение установок для обезжелезивания воды, употребляемых в системах питьевого водопровода, ввиду их сложности мы рекомендовать не могли. С 1975 г. вся молодь форели в хозяйстве подращивается в бассейнах инкубационного цеха в течение мая—августа до достижения средней массы 3—5 г.

Благодаря выращиванию в системе оборотного водоснабжения, изолированной от поверхностных вод, удалось ликвидировать заражение молоди на ранних чувствительных этапах развития ихтиофтириозом и диплостоматозом (Лавровский, 1976 а, 1977 а, б). До внедрения системы замкнутого водоснабжения эти заболевания наносили большой ущерб хозяйству, вызывая гибель молоди массой до 1 г.

Подращенная молодь, высаженная в выростные пруды с поверхностным водоснабжением, хотя и заражается диплостоматозом и ихтиофтириозом, однако легче переносит эти заболевания — не слепнет, рост ее не снижается. Периодически в бассейнах с молодью отмечаются вспышки апиозомоза и триходиноза, которые подавляют при помощи 2—3-часовых ванн из малахитовой зелени без прекращения проточности воды.

Заболевания форели ранее усугублялись воздействием высоких температур летом, так как обширный головной пруд хозяйства прогревался до 28°C, прежде всего страдала молодь. В настоящее время артезианская вода с температурой 8°C прогревается только до 14°C с колебаниями от 9,6 до 16—17°C. Таким образом, пруды-отстойники позволяют поддерживать оптимальный температурный режим в системе.

Таблица 1

Примерный водохозяйственный расчет для берегового форелевого питомника мощностью 617 тыс. годовиков (числитель — л/с, знаменатель — %)

Объект выращивания	По нормам ВНИИПРХа	По нормам Гидрорыбпроекта
Годовики	1000 50,6	283 55,5
Сеголетки	763 39,0	160 31,4
Мальки	77 3,8	16 3,1
Инкубация икры	10 0,5	6 1,2
Маточное стадо	122 6,1	45 8,8
Всего	1972* 100	510* 100

* С учетом календарного графика расходы воды несколько снижаются. Площади прудов и бассейнов по нормам ВНИИПРХа составляют 2160 м², а по нормам Гидрорыбпроекта — 6520 м².

В настоящее время система оборотного водоснабжения в форелевом хозяйстве «Сходня» состоит из двух артезианских скважин (одна запасная), градирни-аэратора высотой 5 м, трех прудов отстойников-согревателей общей площадью 1500 м² и объемом 3000 м³, десяти мальковых бассейнов с рабочим объемом по 1,1 м³; (в 1976 и 1977 гг. в течение 20 дней действовало по 18 бассейнов при увеличенном расходе воды), основного и запасного насосов оборотного водоснабжения, двух аэраторов на прудах-отстойниках, переливной трубы для сброса излишков воды из системы, трубопровода прямого и оборотного водоснабжения, автоматического сигнализатора уровняного режима, канализационного лотка для удаления отходов кормов и экскрементов.

Фильтров в системе оборотного водоснабжения нет. Артезианская вода используется в системе 4 раза, поэтому при поступлении 5,5 л/с ее расход в мальковых бассейнах составляет 23 л/с.

В конце подращивания на 20 дней в систему подается удвоенное количество артезианской воды (около 11 л/с) и вода используется 3 раза. Водообмен в мальковых бассейнах очень высок и осуществляется за 6—10 мин, что позволяет применять очень высокие плотности посадки: от 20 до 35 тыс. шт на бассейн с рабочим объемом 1,1 м³. Отходы молоди наблюдаются в основном в период выклева эмбрионов и перевода личинок на активное питание. В период подращивания молоди от 0,4 г до 3—5 г отходы незначительны (4—5%), однако в 1977 г. выход составил 85,6%, так как часть рыбы погибла в результате прекращения подачи воды из-за остановки насоса оборотного водоснабжения. В 1977 г. по некоторым бассейнам прирост рыбы составил до 84 кг за 79 дней выращивания, а ихтиомасса достигала 99—101 кг/м³. Таким образом, соотношение воды и рыбы в мальковых бассейнах составляло 9:1, для молоди лососевых эта величина критическая.

За период эксплуатации системы получены следующие показатели (табл. 2).

В 1977 г. на зимовку оставлено 242 тыс. сеголетков, средняя масса которых к 1 декабря достигла в некоторых зимовальных прудах 18—19 г. К 1 мая годовики форели весили 30—40 г.

После внедрения системы замкнутого водоснабжения форелевое хозяйство «Сходня», ранее завозившее посадочный материал из других рыбхозов, стало ежегодно реализовывать 60—70 тыс. сеголетков

и годовиков. В два-три раза увеличился рост форели: если ранее масса сеголетков достигала 5—6 г, двухлетков 70 г, трехлетков 250—300 г, то в холодном 1976 г. масса сеголетков составляла 11, а в теплом 1975 г.—14—18 г (максимум 40—50 г). Благодаря тому что средняя масса двухлетков достигала в 1976 г. товарного стандарта (150—200 г), хозяйство получило возможность перейти с трехлетнего на двухлетний оборот. Производство товарной форели с 5 т в 1975 г. увеличилось до 19,4 т в 1977 г., т. е. в 3,8 раза. Некоторая часть крупных самцов созрела в двухгодовалом возрасте, а самок — в трехгодовалом. Однако создание собственного маточного стада в хозяйстве остается проблемой, поскольку из-за позднего распаления льда не-

Таблица 2
Результаты подращивания молоди
и сеголетков форели

Год	Число рыб	Масса	
		средняя, г	общая, кг
Молодь			
1975	220 000	3,0	660
1976	350 000	3,0	1050
1977	290 000	5,0	1450
	132 000	0,4	52
Сеголетки			
1975	205 000	18,0	3690
1976	310 000	11,0	3410
1977	275 000	14,0	3820

рест форели в Подмосковье проходит в конце апреля, т. е. на 1—1,5 мес позднее, чем в Прибалтике, откуда хозяйство ежегодно завозит проинкубированную икру.

Экономический эффект от внедрения системы замкнутого водоснабжения в хозяйстве составил в 1975 г. 19,7 тыс., а в 1976 г.—25 тыс. руб.

Оборотное водоснабжение позволяет экономить значительное количество дефицитной артезианской воды и использовать для рыбоводства водоисточники малой мощности. Так, в 1976 г. за 55 суток было сэкономлено 85 700 м³ артезианской воды за счет 3—4-кратного ее использования.

Полный водообмен в прудах отстойниках-согревателях происходит за 1—1,5 суток. Отношение объема прудов-отстойников к объему мальковых бассейнов составляет 150:1, оно может изменяться в зависимости от качества подаваемой в систему воды и ее начальной температуры. Так, в форелевом хозяйстве «Сходня» объем и площадь прудов-отстойников достаточно велики вследствие низкой температуры артезианской воды (8°C); при более высокой температуре или искусственном подогреве воды их площадь можно было бы сократить на 50%, поскольку для выпадения в осадок соединений железа требуется всего 10 ч. Оборотная вода в системе очищается за счет выпадения взвесей (остатки кормов, экскременты) и минерализации органики в прудах с участием водорослей, бактерий, зоопланктона. Периодическая очистка прудов предотвращает чрезмерное развитие нитчатых водорослей, которые выполняют роль биофильтров. Планктонные организмы, в основном кладоцера, поступают частично вместе с водой в мальковые бассейны, где их поедает форель. Хозяйство применяет для молоди тестообразные корма на основе говяжьей селезенки с обычными добавками и поливитаминным премиксом. Уменьшение размывания тестообразных кормов позволит увеличить нагрузку на пруды-отстойники и количество выращиваемой в системе молоди.

Итак, применение простой по устройству системы замкнутого водоснабжения позволило использовать для рыбоводства артезианскую воду, содержащую ядовитые для форели соединения железа и сероводород; использовать подземную воду 3—4 раза; увеличить рост форели в 2—3 раза благодаря ликвидации некоторых паразитарных заболеваний на ранних этапах развития; путем аэрации, прогрева, биологической очистки воды создать в системе оптимальные условия для роста молоди форели.

По нашему мнению, на проектируемых форелевых питомниках должен быть использован передовой метод использования замкнутого водоснабжения в форелевом хозяйстве «Сходня». Можно рекомендовать устройство проточно-замкнутых систем водоснабжения инкубационно-мальковых цехов с очисткой оборотной воды в биологических прудах отстойниках-согревателях из артезианских скважин, родников и ручьев. Для расчета рабочих параметров систем могут быть использованы следующие допустимые пределы гидрохимических показателей воды мальковых бассейнов (Лавровский, 1976, б):

Кислород, мг/л	5
Свободная углекислота, мг/л	40
pH	7,5—8,5
Перманганатная окисляемость нефильтрованной воды, мг/O ₂ /л	до 40—50
Аммонийный азот, мг/л	до 1,5
Нитриты, мг/л	до 0,05
Нитраты, мг/л	3—5

Железо общее, мг/л
в том числе закисное

1
0,2

Примечание. Гидрохимические показатели общие с обычными форелевыми хозяйствами.

Вода, сливающаяся из системы замкнутого водоснабжения, может быть использована в маточных и ремонтных прудах после аэрации. Применение оборотного водоснабжения из источников малой мощности, не содержащих дикой рыбы, являющейся источником ряда опасных заболеваний, позволит выращивать годовиков форели средней массой 30—40 г даже в условиях Прибалтики, что даст возможность получать в морских садках двухлетнюю товарную форель средней массой 300 г. Снизаются и отходы при подращивании молоди до сеголетка массой 3—5 г. С использованием опыта форелевого хозяйства «Сходня» при проектировании питомника, обеспечивающего производство в морском нагульном хозяйстве 100 т товарной форели в год, мощность цехов питомника составит:

Выход, тыс. шт.	
товарной форели из садков при средней массе 300 г/шт.	333
годовиков в береговом питомнике по 30—40 г/шт.	390
сеголетков по 15—20 г/шт.	432,2
мальков по 3—5 г/шт.	480,2
Закладка икры на инкубацию, тыс. шт.	660,4
Содержание ремонтного и маточного стада, голов	1110

Объем системы замкнутого водоснабжения зависит от количества выращиваемой молоди. В данном случае в мальковые бассейны отсаживают примерно 535 тыс. личинок после перехода на активное питание. С каждого кубометра рабочего объема бассейнов планируется получение 20,5 тыс. мальков средней массой 3—5 г, общей массой около 60—100 кг. Всего потребуется 26 мальковых бассейнов по 1 м³. Объем биологических прудов отстойников-согревателей составит при соотношении с мальковыми бассейнами 150:1 всего 3900 м³, а площадь при глубине 2 м — 1850 м². Можно устроить три отстойника с зависимым водоснабжением, площадью по 650 м² каждый.

Расход чистой артезианской воды в условиях форелевого хозяйства «Сходня» составляет 0,4—0,5 л/мин на 1 кг выращиваемой в замкнутой системе молоди форели. Отсюда может быть рассчитана потребность воды в различные периоды подращивания молоди в мальковых бассейнах, которое продолжается в течение 60—75 дней до установления в прудах с поверхностным водоснабжением температуры воды 15—16°C (в средней полосе середина августа — начало сентября).

Объем прудов отстойников-согревателей и их площадь может быть сокращена при улучшении гидрохимического режима в бассейнах путем уменьшения загрязнений, применения гранулированных кормов вместо тестообразных, уменьшения размывания тестообразных кормов, применения аэрокормушек и др.

Как уже упоминалось, площадь прудов питомника, обеспечивающего посадочным материалом морское нагульное хозяйство мощностью 100 т, составляет по нормативам Гидрорыбпроекта 6520 м² и нормативам ВНИИПРХа 2160 м². При некотором допущении получаем, что включение в технологическую систему прудов отстойников-согревателей площадью 1850 м² увеличит площадь прудов питомника в первом случае на 28% (до 8370 м²), а во втором на 85% (до 4010 м², т. е. до 0,4 га). Однако земляные пруды-отстойники без облицовки с простейшими противофильтрационными приспособлениями гораздо дешевле

форелевых облицованных прудов и бассейнов. Эксплуатационные затраты на организацию замкнутого водоснабжения окупаются за счёт дополнительного прироста молоди и двухлетков. Система замкнутого водоснабжения с биологической очисткой оборотной воды в прудах-отстойниках дешевле, чем, например, станция по обезжелезиванию артезианской воды или фильтры для очистки оборотной воды.

Форелевые питомники не требуют отведения больших земельных площадей. Береговой питомник с предлагаемым нами оборотным водоснабжением и с общей площадью прудов и бассейнов всего 1 га может обеспечить производство в морских нагульных хозяйствах 250 т товарной форели*. Поскольку устройство оборотного водоснабжения из подземных источников в береговых питомниках позволяет в 2—3 раза улучшить качество посадочного материала, на один год сократить выращивание товарной рыбы и уменьшить отходы, оно перспективно для развития марикультуры.

ВЫВОДЫ

1. Применение простой по устройству системы замкнутого водоснабжения позволило использовать подземную воду 3—4 раза, увеличить рост форели в 2—3 раза и ликвидировать некоторые паразитарные заболевания на ранних этапах развития. Путем аэрации, подогрева и биологической очистки воды можно создать оптимальные условия для роста молоди форели.

2. Оборотное водоснабжение позволяет экономить значительное количество чистой воды и использовать источники малой мощности. В 1976 г. за 55 суток было сэкономлено 85 700 м³ артезианской воды.

3. Экономическая эффективность от внедрения системы замкнутого водоснабжения в хозяйстве «Сходня» Московской области составила в 1975 г. 19,7 тыс. руб., а в 1976 г. 25 тыс. руб.

4. Хозяйства с оборотным водоснабжением инкубационно-мальковых цехов перспективны для внедрения в практику марикультуры.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Канидьев А. Н., Новоженин Н. П., Титарев Е. Ф. Руководство по разведению радужной форели в пресной и солёной воде. — М.: ВНИИПРХ, 1974.—60 с.

Каспин Б. А., Лутиков А. Д., Шлихунов В. М. Проектирование и строительство рыбоводных предприятий. — М.: Пищевая промышленность, 1976—319 с.

Лавровский В. В. Опыт промышленного выращивания молоди радужной форели при замкнутом водоснабжении. — Изв. ГосНИОРХ, 1976 а, т. 117, с. 87—102.

Лавровский В. В. Временные рекомендации по применению замкнутого водоснабжения при промышленном выращивании молоди радужной форели. — Л.: ГосНИОРХ, ТСХА, 1976 б—17 с.

Лавровский В. В. Оборотное водоснабжение при промышленном выращивании молоди радужной форели. — Рыбное хозяйство, 1977 а, № 11, с. 58—59.

Лавровский В. В. Биотехника выращивания и меры профилактики некоторых болезней форели. — Ветеринария, 1977 б, № 5, с. 67—68.

Методические указания по выращиванию радужной форели в морских садках [О. Д. Романычева, Л. И. Спешилов, Ю. Б. Вахар, О. Р. Сергиев, З. М. Сергиева]. — М.: ОНТИ ВНИРО, 1975, с. 1—51.

Спешилов Л. И. Выращивание молоди лососевых рыб в морской воде. — В кн.: Симпозиум по реакции водных экосистем на вселение новых видов. — М., 1977, с. 129—130.

Bardach J. E., I. H. Ryther, Mc Larney, W. O. Commercial culture of Freshwater salmonids. Aquaculture, the Farming and Husbandry of Freshwater and Marine Organisms, New York—London—Sydney—Toronto, 1972, p. 396—450.

* При выращивании в морских хозяйствах трехлетней товарной форели средней массой 1 кг такой питомник обеспечит выращивание около 750 т рыбы.

- Knösche R. Der Einfluß intensiver Fischproduktion auf das Wasser und die Möglichkeit zur Wasserreinigung. Z. F. Binnenfischerei DDR, 1971, 19, N 12.
- Knösche, R. Problem der Kreislaufnutzung von Wasser bei der industriemäßigen Forellenzucht. Z. E. Binnenfischerei DDR, 1974, 21, N 2.
- Mahuken C. Status Report Commercial salmon culture in Puget, Sound. Com. Fish. Farm 1975, 2, N 2, p. 8–11.
- Report of FAO Technique Conference on Aquaculture, Kyoto, Japan, 1976, FAO Fish. Rep. 1976, M 188, p. 93.

The use of reclaimed water supply at hatcheries attached to maricultural trout farms

Lavrovský V. V.

SUMMARY

The use of reclaimed water supply which makes the environmental parameters better improves the quality of stocking material, shortens the time of rearing and minimizes the loss of young fish owing to a better control of diseases. The establishment of hatcheries supplied with reclaimed water will save difficultly-available artesian water and will provide an opportunity to use water sources with low discharge.

The profits due to construction of the reclaimed water system at the Skhodnya hatchery in the Moscow District were estimated to be 19 700 roubles in 1975 and 25 000 roubles in 1976.

УДК 639.3.043.2

**ОПТИМИЗАЦИЯ КОРМОСМЕСЕЙ
ПРИ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ МЕТОДАХ ВЫРАЩИВАНИЯ РЫБ**

П. С. Мартынюк (ОСХИ), Г. Ю. Толоконников (ВНИРО)

На современном этапе все большее внимание уделяется интенсификации рыбоводства. Создан ряд индустриальных методов разведения и выращивания ценных пород рыб. Однако пищевые потребности рыб в условиях высоких плотностей посадок, содержание их в садках, а также использование термальных вод, активизирующих обмен у пойкилотермных организмов, не могут быть удовлетворены естественной кормовой базой водоема. Именно поэтому одним из ведущих элементов интенсификации рыбоводства является кормление рыб искусственными кормами. Современные достижения рыбоводческой науки позволили выяснить потребности рыб в питательных веществах, витаминах, макро- и микроэлементах.

Индустриальные методы разведения и выращивания рыб требуют использования полноценных искусственных кормов, сбалансированных по основным питательным веществам, аминокислотному и витаминному составам, находящихся в доступной легкоусвояемой форме, а также соответствующих физиологическим потребностям рыб на разных стадиях выращивания. Такое кормление позволяет полнее использовать рыбопродуктивность при наименьшем расходе кормов и минимальных затратах труда.

В настоящее время в целом по стране за счет применения искусственных кормов выращивается около 80% товарной продукции в прудовых карповых и 100% в садковых, бассейновых карповых и форелевых хозяйствах. Очевидна необходимость комплексного балансиро-

вания кормосмесей, применяемых в рыбоводных хозяйствах, по основным питательным и минеральным веществам, аминокислотному и витаминному составам, что возможно с применением современных методов и вычислительной техники.

На целесообразность использования линейного программирования в сельскохозяйственных отраслях и рыбоводстве указывают А. Н. Канидьев, Ю. И. Романенко (1973), А. Н. Канидьев, Е. А. Гамыгин (1975), В. Г. Годин (1978), В. Зелтыня и А. Паука (1978). Предложенная А. Н. Канидьевым и Е. А. Гамыгиным (1977) модель расчета кормовых смесей с использованием симплекс-метода линейного программирования позволяет при минимальной стоимости диеты сбалансировать ее по основным питательным веществам и аминокислотному составу. Однако соотношения незаменимых аминокислот данная модель не учитывает. В то же время А. Н. Канидьев и Е. А. Гамыгин (1977) указывают, что рост рыб замедляется, если количество изолейцина в диете втрое превышает потребность форели, а уровень лейцина остается в пределах нормы.

Нами была поставлена задача составления кормовых смесей для выращивания товарной форели с учетом потребности рыбы не только в основных питательных веществах и незаменимых аминокислотах, но и соблюдения необходимого соотношения незаменимых аминокислот при минимальной стоимости диеты. В связи с тем что в форелеводстве широко используется отечественный поливитаминный премикс (ПФ-1В), мы не вводим требования к витаминному составу рассчитываемых кормосмесей. При расчете мы принимаем уровень протеина в диетах 40%, жира 8%, углеводов не более 25%, минеральных веществ не более 12% (Phillips, 1970, Orme 1971, Канидьев, Гамыгин, 1977); содержание незаменимых аминокислот: аргинина 2,5%, гистидина 0,7%, изолейцина 1,0%, лейцина 1,5%, лизина 2,1%, метионина 0,5%, фенилаланина 2,0%, треонина 0,8%, триптофана 0,2%, валина 1,5% (Halver 1961, Klein, Halver 1970).

Математическая модель оптимизации кормовой смеси имеет вид

$$Z_{\min} = \sum_{j \in Z_1} C_j x_j$$

при условиях:

1) по массе кормосмеси

$$\sum_{j \in Z_1} x_j = b_i (i \in I_1);$$

2) по химическому составу

$$\sum_{j \in Z_1} a_{ij} x_j \leq b_i (i \in I_2);$$

3) по аминокислотному составу:

по суммарной потребности незаменимых аминокислот

$$\bar{x}_j \geq b_i (j \in Z_2; i \in I_3);$$

по структуре незаменимых аминокислот

$$\sum_{j \in Z_1} = V_{ij} x_j = z_{ij} \bar{x}_j \quad (j \text{ при } x_j \in Z_1; i \in I_4);$$

4) по составу отдельных ингредиентов кормовой смеси

$$x_j \leq b_i (j \in Z_1; i \in I_b);$$

5) неотрицаемость переменных величин

$$x_j \geq 0 (j \in Z_1 \bar{x}_j \geq 0; j \in Z_2).$$

В модели приняты обозначения:

Z — множество, элементы которого являются переменными величинами;

$\{j\} = Z$ — включает следующие индексы подмножеств:

Z_1 — виды ингредиентов кормосмеси,

Z_2 — суммарная потребность в незаменимых аминокислотах,

I — множество, элементы которого вида ограничений $\{i\} = I$.

Множество I включает следующие подмножества индексов:

I_1 — масса кормосмеси;

I_2 — химический состав;

I_3 — суммарная потребность в незаменимых аминокислотах;

I_4 — структура незаменимых аминокислот;

I_5 — состав ингредиентов кормосмеси;

C_j — стоимость единицы корма j -го вида;

b_i — объем (масса) i -го ограничения;

a_{ij} — коэффициент выхода i -го вида вещества с единицы измерения j -го вида корма;

V_{ij} — коэффициент выхода i -го вида аминокислот с единицы измерения j -го вида корма;

a_{ij} — плотность i -го вида аминокислоты при суммарном значении j -го вида;

x_j — переменная величина, обозначающая объем (массу) j -го кормового ингредиента;

\bar{x}_j — переменная величина, обозначающая суммарную потребность в незаменимых аминокислотах

Задача сводится к составлению матриц и решению по известной программе «Мелена» на ЭВМ, в данном случае «Минск-32». Были рассчитаны несколько вариантов кормосмесей для товарной радужной форели применительно к условиям Прибалтики.

Стоимость 1 кг кормосмеси для рассчитанных вариантов составляет соответственно 50,9; 40,4; 32,9; 31,4; 32,8 коп., ожидаемый кормовой коэффициент — 1,52; 1,48; 1,47; 1,47; 1,47.

Исходя из проведенного ранее изучения влияния добавки муки из ракообразных на основные рыбоводные, физиологические и биохимические показатели радужной форели, мы рекомендуем III вариант рассчитанной кормосмеси как наиболее эффективный.

Приведенный расчет кормосмесей для товарной форели следует рассматривать, как частный случай применения разработанной нами модели. Подставляя данные о потребностях конкретных видов выращиваемой рыбы, можно рассчитать оптимальную рецептуру кормов.

Состав ингредиентов кормосмесей для товарной форели (в %)

Компоненты	Варианты				
	I	II	III	IV	V
Мука из ракообразных	5,7	9,0	12,9	16,8	20,9
Мука мясокостная	5,6	6,0	6,4	4,1	0,9
Рыбный фарш	59,8	51,5	43,6	40,4	38,2
Свежие пивные дрожжи	12,7	13,5	14,4	15,0	15,5
Отруби пшеничные	6,0	6,3	6,7	7,0	7,3
Мука кормовая пшеничная	1,8	5,0	6,8	7,1	7,4
Соевый шрот	6,3	6,7	7,2	7,5	7,7
Сенная мука	1,7	1,8	1,95	2,1	2,1
Фосфатиды подсолнечные	0,4	0,2	0,05	—	—

ВЫВОДЫ

1. Предлагаемая модель расчета кормосмесей позволяет осуществлять их комплексную балансировку с учетом основных физиологических потребностей рыб.

2. Предлагаемая модель позволяет осуществлять широкое варьирование состава кормосмеси с сохранением требуемого для рыб соотношения аминокислотного состава. При этом максимальная стоимость кормов отличается от минимальной на 40 %.

3. В отличие от ранее предложенных моделей, приведенная нами, учитывает не только основные энергетические потребности рыб, но и необходимый аминокислотный состав кормов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Годин В. Г. Использование экономико-математических методов в планировании кормовой базы. — Животноводство, 1978, № 2, с. 43—50.

Зелтыня В., Паука А. Опыт применения ЭВМ для оптимизации рационов крупного рогатого скота. — Животноводство, 1978, № 2, с. 50—52.

Канидьев А. Н., Романенко Ю. И. Расчет на ЭВМ оптимальных рационов для радужной форели. — Рыбное хозяйство, 1973, № 3, с. 26—29.

Канидьев А. Н., Гамыгин Е. А. Разработка и испытание первого гранулированного корма для молоди форели на разных стадиях постэмбрионального развития (стартовый корм). — В кн.: Биотехника индустриального форелеводства. М., 1975, вып. 14 с. 34—51.

Канидьев А. Н., Гамыгин Е. А. Руководство по кормлению радужной форели полноценными гранулированными кормами. — М.: ВНИИПРХ, 1977—90 с.

Klein R. C. and Halver J. E. „Nutrition of salmoid fishes: arginine and histidine requirements of chinook and coho salmon“. — J. Nutrit., 1970, Vol. 100, N 9, p. 1105—1109.

Halver J. E. A big role of vitamins and aminoacids. U. S. Trout News, 1961, Vol. 6, N 4, p. 8.

Orme L. E. Trout feeds and feeding. Bureau of sport Fisheries and Wildlife, Washington, 1971, p. 60.

Phillips A. M. Trout Feeds and Feeding. „Manual of Culture“. 1970, Part 3, Vol. 5, 49 p.

Optimization of mixed feeds for commercial methods of fish-culture

Мартынук Р. С., Толоконников Г. Ю.

SUMMARY

The development of commercial methods of fish-culture and rearing requires nutrient feeds with a balanced content of mineral salts, amino acids and vitamins. The application of modern mathematical methods and computation techniques makes it possible to take into account all physiological requirements of fish in calculating the recipe of feeds.

A model for calculating the composition of feeds for fish is suggested. It includes all nutrient and mineral substances and summary requirements in indispensable amino acids and their structure. The model may be used for calculation of the composition of feeds needed for rearing various age groups of any species.

УДК 639.371.2:639.32:626.887

ПОДРАЩИВАНИЕ МОЛОДИ БЕЛУГИ В МОРСКИХ СЕТНЫХ САДКАХ — ОДИН ИЗ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСЕТРОВОДСТВА

Б. А. Гриценко, В. Д. Ларина (РПАС)

Перед рыбохозяйственными производственными, научными и проектными организациями Азовского бассейна стоит задача превратить Азовское море во внутреннее осетровое море путем резкого увеличения объемов выращивания крупной жизнестойкой молоди, обеспечивающей

промышленный возврат не менее 30—35%. Решить эту задачу поможет широкое использование для выращивания молоди сетных садков, устанавливаемых в морских заливах.

На Ростовской производственно-акклиматационной станции (РПАС) в 1974—1977 гг. подращивали до высоких навесок молодь белуги. Поскольку по существующим нормативам возврат от выпуска стандартной 3-граммовой молоди составляет 3%, а от выпуска 30-граммовой — 25%, т. е. в 8 раз больше, можно предположить, что возврат от выпуска сеголетков массой 150 или 200 г должен быть еще большим. Предварительные расчеты показали, что подращивание молоди белуги в морских садках позволит в короткое время и без больших капитальных затрат увеличить объем искусственного воспроизводства белуги в Азовском бассейне и повысить его эффективность.

Молодь белуги подращивали в Таганрогском заливе Азовского моря на базе садкового хозяйства по производству товарного бестера рыбколхоза «Красная Звезда». Молодь массой 3—5 г получали, как правило, на осетровом рыболовном заводе «Взморье». После 2—4-дневного выдерживания в бассейнах ВНИРО молодь в полиэтиленовых пакетах с водой и кислородом перевозили по общепринятой методике к месту подращивания на автомашине (150 км) или катере (80 км). Плотность посадки составляла 75—100 рыб на пакет в зависимости от массы рыб; температура воды 19—20°C (в случае необходимости пакеты охлаждались льдом). Перед выпуском молоди в садки температуру в пакетах выравнивали с температурой забортной воды. Отхода при перевозке практически не было.

В течение первого месяца мальков подращивали в садках из капроновой дели с ячейй 3,6—5,0 мм и площадью 20 м², а затем по достижении ими 30—40 г — в садках из дели с ячейй 6—10 мм, площадью 60—80 м². И те и другие садки имели дно и крышки, крепились к проволочным рамам, растянутым на гундерах. В нижних углах к подборе подвешивали груз. Крышки садков имели два рукава для кормления молоди.

Глубина в месте установки садков 2,5—3 м, грунт плотный, растительности нет. Соленость воды изменялась от 2 до 9‰. Интенсивно обраставшие садки периодически заменяли, причем тем чаще, чем выше была температура воды. Плотность посадки молоди составляла 30 шт/м² в малых садках и 16—20 шт/м² в больших *.

Кормили рыб фаршем из тюльки и хамсы, причем в первое время преимущественно из свежей, а позже и из мороженой рыбы с добавлением свежей. Фарш из жирной рыбы, в основном хамсы, плохо тонет и хуже поедается молодью.

В первые две недели корм пропускали через мясорубку с мелкой решеткой, а в августе начали давать пропущенный через крупную решетку или рубленый корм. Суточная норма кормов в начале подращивания составляла около 50% от массы тела рыб, с серединой июля и в августе — 30%, затем — 20—15%. Суточные рационы корректировали ежедекадно при ежедневном контроле за поедаемостью корма. Кормление было двухразовым, если позволяли метеоусловия. Существенную роль в рационах играли естественные корма (молодь рыб и беспозвоночные), которые попадали в садки через ячейю, иногда в значительных количествах. Прирост молоди был максимальным в июле—августе и снижался, как правило, к началу сентября. Кормовой коэф-

* Молодь белуги в морских садках подращивали по методике, разработанной ВНИРО для молоди бестера. Методические указания по выращиванию бестера в морских садках. — М.: ОНТИ ВНИРО, 1976. — с. 46.

фициент без учета естественных кормов в среднем по годам составлял 5,7—6,7.

Выпускали молодь в залив или у садков, или на 3—6 км мористее, куда ее доставляли на мотофелюге в брезентовых чанах, растянутых в лодке и наполненных забортной водой. Максимальная масса подращенной молоди достигала 700 г при длине 50 см. Ежегодно работники РПАС и АзНИИРХ метили выпускаемую молодь пластинчатыми метками АзНИИРХ оранжевого цвета, которые прикрепляли капроновой жилкой диаметром 0,1—0,15 мм между 3—4 спинными жучками с помощью хирургических игл.

При подращивании молоди белуги было исследовано ее физиологическое состояние. В 1976 г. при сравнении молоди белуги из садков и выросшей в море были отмечены одинаковая их упитанность по Фультону (0,74—и 0,75) и идентичность фракционного состава белков крови *. Содержание жира у садковой белуги в 2,5 раза выше. Анализ белковых спектров сыворотки крови садковой белуги свидетельствовал об отсутствии глубоких изменений в белковом обмене, однако по сравнению с молодью, выросшей в естественных условиях, темп ее роста был в 1,5, а прирост массы в 2,5 раза ниже.

Гисто-физиологический анализ молоди белуги, подращиваемой в садках в 1975 г., показал высокую эвригалинность молоди; кроме того, отсутствие каких-либо аномалий в состоянии эндокринной системы сеголетков белуги позволяет считать, что в море выпускается вполне жизнестойкая молодь.

Результаты исследований 1976 г. показали, что молодь белуги легко адаптируется к часто меняющейся солености Таганрогского залива и не испытывает при выдерживании в садках сильных стрессовых воздействий. Изучение интерреналовой и щитовидной желез, а также ионного состава плазмы крови показало хорошее физиологическое состояние молоди в садках. Молодь белуги в садках растет и развивается нормально, ее осморегуляторная система функционирует также normally **. Заболеваний и гибели молоди белуги за весь период подращивания не отмечено.

Чтобы выяснить способность молоди белуги, выращиваемой в садках, к активному поиску живого корма, в одном из садков молодь двое суток не кормили, а на третий запустили 2—3-граммовую молодь тюльки, бычка, ерша и других рыб. На следующий день желудки белуги оказались набитыми только что заглоchenными и уже начавшими перевариваться рыбами. Молодь белуги в течение пребывания в садках питалась не только фаршем, но и заходившей в садки через ячейку молодью других рыб и беспозвоночными (мизидами, гаммаридами, креветками и др.).

Попытки подращивать небольшие партии молоди осетра и севрюги оканчивались неудачей.

Ниже приведены данные по подращиванию молоди белуги до высоких навесок в морских садках в 1974—1977 гг.

	1974	1975	1976	1977***
Начало подращивания	21/VI	6—25/VI	16/VII	15/VII
Количество рыб, посаженных в садки, тыс. шт.	1,2	3,7	6,2	16,3
Масса одного экз., г	5,0	5,3	4,0	4,5—11,0

* Исследования проведены сотрудником АзНИИРХ А. С. Чихачевым.

** Исследования проведены сотрудником АзНИИРХ И. В. Тренклером.

*** По организационным причинам данные 1977 г. следует считать нетипичными.

Плотность посадки в садках, шт./м ²				
малые садки	30	30	27	36
большие садки	8	16	17	17
Дата выпуска (сентябрь)	19	19	20	22
Количество рыб, выпущенных из садков, тыс. шт.	0,94	2,8	4,5	10,1
Масса одного экз., г	223	250	150	155
Выход, %	78,3	73,5	72,5	64,4
Число меченых рыб, тыс. экз.	0,4	0,3	2,5	1,5

За этот период станцией выпущено в море 18,7 тыс. шт. подращенной молоди. В 1977 г. рыбколхоз «Россия» выпустил 22 тыс. шт., а рыбколхоз «Красная звезда» — 6,5 тыс. шт. В последующие годы количество подращиваемой рыбы возрастет.

Молодь из садков не задерживалась в районе выпуска, о чем свидетельствуют предварительные результаты мечения. На следующий после выпуска день меченные рыбы заходили в ставные невода, расположенные в 6—8 км, а через неделю — в 60—70 км от места выпуска.

ВЫВОДЫ

1. Выращивать молодь белуги в морских сетных садках до массы 100 г и более можно в достаточно широких масштабах с вполне удовлетворительными рыбоводными показателями.

2. Принятая при подращивании плотность посадки молоди в садки, как показали опыты оптимальна. Увеличение плотности существенно снижает темп роста, а значительное снижение плотности посадки большого эффекта в темпе роста не дает.

3. Содержать в садках молодь до конца сентября, видимо, нецелесообразно, ее следует выпускать в конце августа по достижении массы около 100 г и при тенденции снижения темпа роста. Это позволит создать для молоди оптимальные условия для нагула и зимовки.

The rearing of young giant sturgeon in net pens as one of the ways to increase the efficiency of sturgeon culture

Gritsenko B. A., Larina V. D.

SUMMARY

Young giant sturgeon were successfully reared in marine net pens at the Rostov Acclimation Station in 1974—1977. The tagging experiment revealed that the young did not leave immediately the place of release and were still able to obtain and use living food specimens. The Station released 18 700 viable specimens with good fish-cultural characteristics for 4 years. The young were normally developed in marine net pens.

УДК 639.28:639.3.043

ПРОМЫСЛОВЫЕ ВИДЫ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ АЗОВСКОГО БАССЕЙНА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИХ В РЫБОВОДСТВЕ

Ф. А. Олейникова (АзНИИРХ)

В последние годы в Азовском море для рыбохозяйственных целей стали заготавливать нерыбные объекты — мизид, корофиид, а также амфиопод, которые составляют существенную часть пищи многих морских промысловых рыб: молоди осетровых длиной до 50 см (Соколова,

1973), кефали, бычка-кругляка (Цихон-Луконина, 1959). Амфипод, добываемых в естественных водоемах, используют для подкормки молоди рыб при выращивании ее на рыбоводных предприятиях. В Азовском море промысловое значение имеет амфиопода *Pontogammarus taeoticus*. Исследования биологии pontогаммаруса, начатые сотрудниками АзНИИРХа в 1972 г., позволили оценить его запасы в Азовском море, а в дальнейшем определить динамику численности и биомассы. Разрабатывались способы заготовки раков с учетом особенностей их поведения (Олейникова, 1975). Pontогаммарус в теплое время года обитает в зоне заплеска моря на песчаных и песчано-ракушечных пляжах, а в октябре мигрирует в море. Наблюдения 1973—1976 гг. показали, что миграции pontогаммаруса из моря в зону заплеска, интенсивность размножения зависят от погодных условий. Например, мягкая зима 1974/75 гг., быстрое прогревание воды в апреле ($9-10^{\circ}\text{C}$) вызвали раннюю миграцию раков из моря, а суровая зима 1975/76 гг. и длительная весна с резким понижением температуры воздуха задержали ее на две недели. В 1976 г. температура воды достигла $9-10^{\circ}\text{C}$ только в конце первой половины апреля.

Pontогаммарус размножается с апреля по октябрь (максимумы — весной и летом). В апреле при температуре воды 12°C размножаются крупные особи прошлогодних генераций (60—66%), среднее число яиц составляет 7—8, максимальное — 30. Весенний пик размножения наступает в начале или середине мая, когда вода прогревается до 20°C (80—83%).

Первый (весенний) пик размножения затухает от мая к июню: в этот период встречаются самки с небольшим числом яиц (от 2 до 5). Однако во второй декаде июня число яйценосных самок и яиц на одну самку увеличивается, наступает летний пик размножения, который продолжается до середины сентября. В теплую осень (температура воды $18-20^{\circ}\text{C}$) размножение продолжается до конца сентября — начала октября (1974 г.). Летом размножаются уже более мелкие молодые особи генераций текущего года, которые становятся половозрелыми при достижении длины 8,5 мм. Число размножающихся самок в июне составляет 39,1%, в июле — 39,7, в августе — сентябре — 59,8%. Плодовитость самок pontогаммаруса зависит от размера их тела, с увеличением его плавно нарастает число яиц и эмбрионов, содержащихся в марсупиуме.

Средняя численность раков весной (1975 г.) достигала 29 800 экз./ м^2 , биомасса 168 г/ м^2 , в июле — 31 134 экз./ м^2 и 242 г/ м^2 соответственно. В июле-августе численность их повысилась до 167 485, а биомасса снизилась до 155,4, так как ее в это время составляют в основном молодые особи.

Количество раков в зоне заплеска меняется в зависимости от погодных условий (см. таблицу).

Общие запасы pontогаммаруса в прибрежной зоне Азовского моря в 1976 г. составили 972, а в 1977 г. снизились до 682 т. Это можно объяснить суровой зимой, холодной затяжной весной и прохладным летом 1977 г., что не благоприятствовало размножению раков.

В мае — июне 1976 г. из прибрежной зоны косы Беглицкой (Таганрогский залив) сотрудниками Ростовской производственно-акклиматизационной станции Азоврыбвода было переселено в пруды рыболовецких колхозов Ростовского рыбопромышленного научно-производственного объединения «Ростоврыбпром» 43 млн. шт., в Краснодарское водохранилище 5,4, в Шапсугское 5,3, Шенджийское 5,4, Саратовское 5,7 млн. шт. pontогаммаруса.

По данным Кубаньрыбвода, в июне и августе 1976 г. рыболовецкие колхозы заготовили 82 ц pontогаммаруса в сухой массе («Октябрь»)

Распределение pontogаммаруса в различных районах Азовского моря в зависимости от погодных условий в 1975 г.

Район	Погодные условия в июне	Количество pontogаммаруса	Погодные условия в августе—сентябре	Количество pontogаммаруса
Северное побережье, ст. З., с. Широкино	Штиль, солнечно, теплая вода	22 000 123,6	Солнечно, сильный ветер, сильное волнение	1800 30,1
Коса Обиточная, ст. 7, рыбцех	То же	26 800 162,2	То же	2500 30,8
Западное побережье, ст. 15, с. Стрелковое	Солнечно, слабое волнение	80 200 319,9	Шторм, большой накат	5300 38,0
Южное побережье	Сильный ветер, большой накат	5 500 12,30	Сильный ветер, большой накат	4300 94,0
Восточное побережье, коса Ясенская, ст. 50—54	Слабое волнение	3 000 191,0	Штормовой ветер, очень сильный накат	— —

Примечание. Числитель—численность раков, экз./м², знаменатель — биомасса, г/м².

12, «Первое мая» 37, колхоз им. М. И. Калинина 33 ц). Рыболовецким колхозом «Первое мая» сдано Краснодарской оптовой торговько-заготовительной зообазе 16 ц гаммаруса в сухой массе на сумму 4080 руб.

Pontogаммаруса добывают в зоне заплеска треугольным или эллипсовидным сачком с основанием 40—60 и высотой 30—35 см, укрепленным на шесте длиной 1,2 м. При накате волны pontogаммарус появляется на поверхности песчаного или песчано-ракушечного грунта, при скате зарывается в грунт. Рабочий-заготовитель становится лицом к берегу, ниже уреза воды, взрыхляет грунт, в момент ската волны подставляет сачок. Гаммарусы попадают в сачок, затем их в мешках доставляют на место сушки.

При этом способе рабочие долго находятся в воде, рыхлить грунт тяжело. Необходимо совершенствовать орудия лова.

В изучаемых районах прибрежной зоны Азовского моря биоценоз pontogаммаруса размещается повсеместно на ракушечно-песчаных и песчаных пляжах, за исключением обрывов из желто-бурых суглинков, мшанковых скал и заленных участков (в местах скоплений зостеры, медуз).

Из сопутствующих видов в составе биоценоза pontogаммаруса в 1976 г. отмечены на восточном побережье единичные экземпляры неред (Nereis sp.) и амфипод (Coryphium sp.), а также изопод (Idothea baltica) (Олейникова, Закутский, 1977).

В 1975 и 1976 гг. наблюдалось массовое развитие медуз Aurelia aurita и особенно Rhizostoma pulmo. Они наблюдались на всем побережье Азовского моря, особенно на северном и восточном. На прибрежных участках песчано-ракушечных пляжей (поселок Пересыпь-Голубицкая) Rhizostoma pulmo образовывала большие скопления (19—20 экз. на 1 м²). Обычно это были взрослые особи диаметром от 25 до 45 см. Скопления медуз на берегу и в зоне заплеска создают неблагоприятные условия для обитания pontogаммаруса и таким образом, видимо, снижают его запасы. Pontogаммарус довольно быстро реагирует на скоп-

ления медуз, насекомых, сгонно-нагонные явления и другие неблагоприятные изменения условий внешней среды (Олейникова, Закутский, 1975).

Не следует допускать перелова понтогаммаруса. В районе поселка Саханка (северное побережье) в 1974 г. на 1 м² приходилось более 1 кг раков. После интенсивной добычи в 1975—1976 гг. биомасса его в этом районе сократилась до 23 г/м². Кроме того, понтогаммарус—один из ведущих кормовых объектов морских чаек, что также снижает его запасы. Многочисленные колонии кормящихся чаек обитают на Арабатской стрелке, на косе Обиточной и в других местах. Все это необходимо учитывать при хозяйственной эксплуатации популяций.

Возможность применения на осетроводных заводах Азовского бассейна *Pontogammarus maeoticus* исследовалась специалистами АзНИИРХ в условиях Дона, где потребность в живых кормах возникает в мае, когда личинки рыб переходят на активное питание. Как указывалось выше, в это время наблюдается массовое размножение понтогаммаруса (весенний пик).

Молодь рыбы в начале активного питания охотно поедает живые корма, давая высокий темп роста при хорошем физиологическом состоянии (Ивлева, 1958). Лучшими для молоди осетра были рационы, содержащие гаммарид, артемию и олигохет (Гунько, Плескачевская, 1962). Химический анализ молоди осетровых, выросших на гаммаридах, дает возможность рекомендовать этих раков в качестве добавки к имеющимся живым кормам.

В последние годы понтогаммарусом кормят бестеров, выращиваемых в рыболовецких колхозах Ростовского рыбакколхозсоюза.

При разведении рыб и беспозвоночных используют еще один вид рачка — *Artemia salina* и ее диапаузирующие яйца. Подращиваемым личинкам рыб нужен корм определенного размера. Его можно получить из яиц артемии. Срок инкубации их небольшой, науплии быстро растут и переносят высокую плотность.

В Азово-Черноморском бассейне артемия обитает в соленных водоемах Крыма — озерах Мойнакском, Поповском, Сасык-Сивашском, Джарылгачском, в бассейнах-аккумуляторах Сакского и Сасык-Сивашского солепромыслов, Присивашских озерах, озерах Северного Приазовья, соленом лимане Куюльницком.

Науплии из диапаузирующих яиц появляются в массе в конце марта, начале или середине апреля, когда вода в озерах прогревается до 15°C. Половозрелыми рачки становятся через 21—30 дней. Размножение артемии в озерах длится до первой декады сентября.

Количество яиц артемии в соленных водоемах Крыма (1976 г.) распределялось следующим образом:

Озеро	Число яиц артемии тыс. экз. в 1 л
Поповское	342
Мойнакское	1 814
Джарылгачское	1 015
Сакское	
аккумулятор 1	81 600
аккумулятор 2	134 400
Сасык-Сивашское	
аккумулятор 1	384 000
аккумулятор 2	4 063
аккумулятор 3	115 731

Наиболее перспективны для заготовки яиц артемии: Сиваш, Джарылгачское озеро, соленые озера Северного Приазовья и особенно бассейны-аккумуляторы Сакского и Сасык-Сивашского озер, в которых образуются плотные популяции артемии и значительные скопления ее яиц летом и осенью.

Заготавливать яйца артемии можно с конца сентября и в октябре на озерах с максимальной биомассой яиц и бассейнах-аккумуляторах Сакского и Сасык-Сивашского солепромыслов в толще воды или на берегах. На насосных станциях и соляных шлюзах удобно использовать сепарирующее устройство. С учетом этологических реакций раков и их яиц в условиях действия насосных станций, соляных шлюзов специалистами было разработано устройство для заготовки яиц артемии (Чайка, Олейникова, 1975).

Половозрелые самки артемии в крымских соленых водоемах в течение теплых сезонов года откладывают биологически разнокачественные яйца.

Толстоскорлуповые диапаузирующие яйца формируются в условиях высоких температур, быстро нарастающей солености, низкого содержания кислорода и при благоприятной кормовой базе. В весенне-летние месяцы такие условия характерны для временно образующихся водоемов в окрестностях постоянных озер и некоторых бассейнах-испарителях соляных промыслов — Крым-Эли, Сакского и Сасык-Сивашского. Толстоскорлуповые летние яйца откладывают самки как двуполой, так и партеногетической рас во временных водоемах. Тонкоскорлуповые яйца откладывают самки партеногенетической расы при резкой смене абиотических факторов, повышении солености, понижении содержания кислорода, ухудшении кормовых возможностей. Такие условия характерны для постоянных водоемов с резко меняющимися экологическими условиями среды (оз. Джарылгачское).

Толстоскорлуповые зимние диапаузирующие яйца формируют и откладывают самки обеих рас осенью при повышении солености и понижении температуры в постоянных водоемах (оз. Тобечикское, Сасык-Сивашское, Мойнакское, Поповское).

Диапауза летних и зимних яиц протекает на стадии бластулы, которая, будучи наиболее койсервативной морфоструктурой, способна переносить неблагоприятные условия. Это адаптивное свойство вида проявляется и в диапаузирующих яйцах артемии, обитающей в Крымских озерах, Одесских лиманах, соляных озерах Северного Приазовья, соляных озерах Калмыкии, Кавказа, Казахстана, Узбекистана.

По срокам начала и окончания, по биологической направленности в диапаузирующих яйцах артемии можно выделить три типа покоя. Многолетняя диапауза наступает в весенне-летние месяцы и продолжается без перерыва 2—3 и более лет, проявляясь среди популяций с одной генерацией, при размещении яиц на ложе пересохших водоемов с илисто-песчаным грунтом. Зимняя диапауза (одногодичная) наступает в августе — сентябре и продолжается до весеннего потепления следующего года, проявляясь в яйцах, отложенных самками половых и партеногенетических рас при пребывании их в рапе водоемов или на их берегах. Летняя диапауза, наблюдающаяся при откладывании самками тонкоскорлуповых яиц, продолжается 2—5 недель и обеспечивает сохранение численности особей в популяции при резко меняющихся условиях среды. Проявляется у самок только партеногенетической расы.

Экологическая приспособляемость артемии к периодично резко меняющимся абиотическим факторам и экологические особенности ее диапаузирующих яиц очень существенны при решении вопросов о на-

и более рациональном их использовании в рыбоводстве и разработке методов заготовки яиц.

Заготовленные яйца должны быть доставлены на пункты, которые необходимо размещать в зоне производственных участков. Диапаузирующие яйца закладывают в хранилища с определенным режимом, в которых могут храниться яйца артемии, собранные в разные сезоны года как в наиболее перспективных водоемах (озерах постоянного типа), так и во временных и водоемах солепромыслов. На пунктах должна быть создана группа рабочих по заготовке яиц артемии. Консультации и рекомендации по заготовке яиц артемии ведутся специалистом гидробиологом-экологом по фауне солевых водоемов.

Организация таких технических пунктов обеспечит централизованную доставку диапаузирующих яиц заинтересованным организациям. Для рыбохозяйственных целей можно заготавливать яйца как с многолетней, так и одногодичной диапаузой. Однако наиболее перспективны яйца с одногодичной диапаузой, отложенные самками осенью, поскольку их активация продолжается от 180 до 210 дней и их выгодно использовать для консервации, искусственной инкубации и акклиматизации.

ВЫВОДЫ

1. Понтогаммарус *Pontogammarus maeoticus* — массовый вид беспозвоночных Азовского моря, обитающий на песчаных и песчано-ракушечных пляжах, появляется в зоне заплеска весной при температуре воды 9—10°C, а осенью при той же температуре мигрирует в море.

2. Размножение pontogаммаруса начинается в начале апреля и длится с разной интенсивностью до середины сентября с двумя пиками — весенним и летне-осенним.

3. Биоценоз pontogаммаруса располагается вдоль побережной линии Азовского моря в зоне заплеска на песчаном и песчано-ракушечном грунте. Сопутствующие виды — *Idothea baltica*, *Coryphium sp.*, *Nereis sp.* Общие запасы pontogаммаруса меняются по годам и зависят от метеорологических условий и хозяйственной деятельности человека. Добывать pontogаммаруса рекомендуется с июня по октябрь, а заготавливать для акклиматационных целей необходимо в местах с их максимальной численностью.

4. Артемия *Artemia salina* — массовый вид беспозвоночных соленых озер Азово-Черноморского побережья. Науплии из диапаузирующих яиц выклюиваются в конце марта — начале апреля или со второй половины апреля, когда вода прогревается до 15°C. Численность яиц артемии в разных по режиму водоемах колебалась в 1976 г. от 342 до 384 тыс. экз./л.

5. Заготавливать яйца артемии можно в толще воды озер и на берегах с конца сентября, в октябре, для чего на насосных станциях можно использовать конструктивное сепарирующее устройство.

Commercial species of invertebrates from the Azov Sea basin and use of them in fish-culture

Oleinikova F. A.

SUMMARY

The time of spawning is ascertained for *Pontogammarus* and *Artemia salina* from the Azov Sea basin. The former spawns from April to October, with two peaks in spring and summer. It is recommended that collection should be made from June to October.

Females of *Artemia* lay thick shelled eggs in summer and thin-shelled eggs in winter. The yield of *Artemia* is rather high in saline lakes and salt pits of the Crimea and Saksk Lake. They are recommended to be collected from late September to October.

РЕФЕРАТЫ

УДК 639.32 + 639.3.06:626.887

Морское садковое рыбоводство и перспективы его развития в морях СССР. Романчева О. Д., Сальников Н. Е. Труды ВНИРО, т. СXXXVII «Морское рыбоводство», 1979, 7—15.

Морское товарное рыбоводство получило наибольшее развитие в Азовском (садковое выращивание молоди товарного бестера, выращивание молоди белуги), Балтийском (побережье Эстонии — садковое и бассейновое выращивание товарной радужной форели, молоди и товарных рыб — кумжи, кижуча, бестера и др.) и Белом (прибрежные районы и сбросные воды АЭС — товарное выращивание радужной форели и других лососевых рыб) морях.

В Каспийском и Черном морях и других районах внутренних и окраинных морей СССР проводится опытное садковое выращивание различных рыб в морской воде.

Опыт морского товарного рыбоводства в Азовском, Балтийском и Белом морях говорит о перспективности этого нового направления; имеется реальная возможность в ближайшие годы расширить географию и увеличить мощность товарного выращивания рыб в морских условиях.

Иллюстраций 4. Список литературы — 7 названий.

УДК 639.3.04 + 626.88

Об использовании искусственных рифов для повышения биопродуктивности прибрежных зон морей и океанов. Краснов Е. В. Труды ВНИРО, т. СXXXVII «Морское рыбоводство», 1979, 15—19.

Рифовые постройки из железобетона, металломолма, старых автомобильных покрышек и других материалов оптимизируют условия обитания беспозвоночных животных и рыб, увеличивая поверхность субстрата, создавая дополнительные убежища, предохраняя от разрушительного воздействия волн. Их можно применять также в качестве волноломов, защищающих хозяйства аквакультуры и естественные нерестилища.

Предложено построить искусственные рифы в заливе Петра Великого, на шельфе острова Монтерон, в заливе Анива в Охотском море и в северо-западной части Черного моря для повышения биопродуктивности этих водоемов.

Иллюстраций 4.

УДК 639.3.04 + 639.3.06:626.887

Использование плавучих волноломов в морском рыбоводстве. Коган Р. Ф., Романчева О. Д. Труды ВНИРО, т. СXXXVII «Морское рыболовство», 1979, 19—30.

Заякоренные рыболовные садки, представляющие собой преграду на пути водного потока, испытывают большое давление и часто срываются с якорей. Защитить их от штормовых волн прибрежных зон можно путем использования волноломов.

Для защиты акваторий, используемых для садкового рыбоводства, можно использовать волноломы различных типов: гравитационные, стационарные сквозной конструкции, качающиеся, с наклонным волногасителем, пневматические, гидравлические и плавучие.

Плавучие волноломы — самый представительный класс волнозащитных устройств. Интерес к ним объясняется их эксплуатационными и экономическими преимуществами перед волноломами других типов. Они особенно эффективны при гашении волн, затрудняющих нормальную эксплуатацию рыбных садков, и в наибольшей степени отвечают требованиям морского садкового рыбоводства.

Иллюстраций 7. Список литературы — 4 названия.

УДК 639.3.06:626.887

Защита акваторий морских садковых хозяйств от штормовых волн. Коган Р. Ф., Романычева О. Д. Труды ВНИРО, т. CXXXVII, «Морское рыбоводство», 1979, 31—36.

Огромные площади прибрежного мелководья благоприятны для морского садкового выращивания многих ценных пород рыб. Однако морское волнение термозит развитие новой отрасли аквакультуры.

Эксперименты на моделях садков ВНИРО в условиях плоской задачи позволили исследовать взаимодействие зажкоренных садков с волнами, показать особенности изменений усилий в межсадковых соединениях и в якорных связях, определить волногасящие свойства рыбных садков.

Необходимо организовать волнозащиту на открытых морских акваториях, используемых для целей садкового рыбоводства.

Иллюстраций 5.

УДК 639.371:639.32

Морское товарное лососеводство за рубежом. Шевцова Э. Е., Чуксин В. С. Труды ВНИРО, т. CXXXVII «Морское рыбоводство», 1979, 36—41.

В последние годы появился новый тип лососеводства, включающий в себя, кроме пресноводной фазы, морскую: смолтов, полученных в пресной воде, выращивают до товарной массы в емкостях с морской водой на берегу или в море. Наиболее дешевые и просты в эксплуатации плавучие сетные садки различной формы. Возможно ведение рентабельного хозяйства в морских ограждениях площадью 1,5 и 3,5 га.

Гранулированные корма с использованием дешевых компонентов, заменяющих дорогостоящую рыбную муку, разрабатываются в ФРГ, Англии и Японии. В США для профилактики и лечения рыбы успешно применяют оральные вакцины из убитых клеток патогенов.

Синтетические стероиды значительно повышают темп роста рыб. Перспективны работы в области генетического совершенствования лососевых. Использование современных методов сделало норвежское лососеводство рентабельной областью хозяйства: чистая прибыль от 1 кг лосося составляет 1,5—4,5 американских доллара.

Список литературы — 10 названий.

УДК 638.32(261.24)

Основные направления развития морского рыболовства в Балтийском море. Римш Е. Я., Кангуру М. Л. Труды ВНИРО, т. CXXXVII «Морское рыбоводство». 1979, 41—48.

Увеличить запасы и уловы ценных рыб в Прибалтике можно путем создания управляемого рыбного хозяйства, включающего не только рыболовство и охрану рыбных запасов, но и рыбоводство.

Наиболее перспективны товарное рыболовство на промышленной основе (особенно на теплых водах ГРЭС) и морское рыболовство, включающее искусственное разведение ценных местных проходных, полупроходных и туводных рыб, товарное выращивание ценных рыб в бассейновых, садковых и прудовых хозяйствах с морским водоснабжением и акклиматизация рыб в Балтийском море.

Зарыбление прибрежных участков моря жизнестойкой молодью позволит увеличить объем добычи лосося и кумжи в 8—10 раз. Объем выпуска молоди сигово-частиковых рыб в ближайшие годы также возрастет (морского сига до 25, судака до 15, щуки до 24 и сырти до 105 млн. шт.).

Морское товарное рыболовство развивается по пути создания садковых хозяйств, в которых культивируют радужную форель и бестера, а также кижуча, кумжу, карпа и других рыб. Продуктивность садков растет по мере совершенствования биотехники.

Таблица 2. Список литературы — 9 названий.

УДК 639.331.3(261.244)

О гидрологическом и гидрохимическом режиме бухты Тыстамаа Рижского залива. Щербанина Т. Б., Сергиева З. М. Труды ВНИРО, т. CXXXVII «Морское рыболовство», 1979, 48—56.

Изучение гидрологических и гидрохимических условий бухты Тыстамаа Рижского залива летом 1972—1977 гг. показало, что температура воды, превышающая оптимальную на 2—5°, отмечалась в течение нескольких дней (за исключением 1972 г.). Насыщение воды кислородом в течение вегетационного периода составляло 8—11 мг O_2 /л. Ни разу не наблюдалось содержание кислорода ниже 6,0 мг/л. При кислороде

ном оптимуме выращиваемых рыб — 7—10 мг/л условия бухты Тыстамаа можно считать вполне благоприятными для их культивирования. Активная реакция воды — щелочная. Интервалы колебаний от 8,1 до 9,1, в районе установки садков от 8,0 до 8,8. Соленость воды в бухте — величина стабильная (от 5,0 до 7,5‰); межгодовые различия незначительны (от 6,5 до 6,0‰).

Таким образом, ни один из рассмотренных абиотических факторов не препятствует выращиванию в бухте Тыстамаа некоторых видов осетровых и лососевых рыб.

Таблица 5. Иллюстраций 6.

УДК 639. 371.1:639.32(261.24) (262.81) (262.5)

Кижуч как объект морской аквакультуры. Спешилов Л. И. Труды ВНИРО, т. CXXXVII «Морское рыбоводство», 1979, 56—60.

Результаты культивирования кижуча, полученного с Камчатки, в различных климатических зонах СССР (на Каспийском, Черном и Балтийском морях) показали, что при инкубации от стадии глазка до выклева выживаемость составляла 95—99%, при выращивании сеголетков — 80—98%, при выращивании годовиков до двухлетков 74—89%. Темп роста в солоноватой воде был в 1,5—2,5 раза выше, чем в пресной. Средняя навеска сеголетков на Балтике составляла 15 г, на Каспии — 19 и на Черном море — около 50 г. Высокие рыболовные свойства кижуча позволяют приступить к промышленному выращиванию в садках в ближайшие 2—3 года.

Таблица 1. Список литературы — 7 названий.

УДК 597—12:639.371.12:639.32(261.244)

Борьба с вибриозом лососевых рыб, выращиваемых в солоноватой воде. Висманис К. О., Песлак Я. К., Спешилов Л. И. Труды ВНИРО, т. CXXXVII «Морское рыбоводство», 1979, 61—65.

При выращивании рыб в морских условиях наиболее опасен вибриоз, вызываемый бактерией *Vibrio anguillarum*. При вакцинации форели в возрасте 1—3 лет, выращиваемой в садках и бассейнах, обеспечиваемых морской водой из Рижского залива, выяснено, что внутрибрюшинная вакцинация существенно повышала выживаемость годовиков и двухгодовиков форели; выживаемость трехгодовиков, культивируемых в садках, была высокой (98,6%) и в контроле и опыте. Отход вакцинированных годовиков составил 17,5%, контрольных — 23,3—47,6%, двухгодовиков — соответственно 0,7 и 12,3%. Существенный отход годовиков объясняется поздней вакцинацией рыб. Искусственную иммунизацию форели необходимо осуществлять не позднее конца мая при температуре воды 10—12°C.

Таблица 2. Список литературы — 8 названий.

УДК 639.371.2:639.3.043.2(262.54)

О роли беспозвоночных в питании сеголетков бестера при садковом выращивании в Таганрогском заливе. Сергиева З. М. Труды ВНИРО, с. CXXXVII «Морское рыбоводство», 1979, 66—68.

В связи с развитием выращивания осетровых рыб в садках, вопросы их кормления становятся особенно актуальными. В результате изучения питания сеголетков гибрида белуга×стерлядь в 1977 г., а также естественной кормовой базы в районе садков установлено, что сеголетки особенно молодь от 5 до 20 г, активно потребляли естественный корм (мизид, диафанозому). Однако индексы наполнения желудков были низкими, так как в садках биомасса естественных кормов невелика, а к искусственно корму молодь привыкает очень медленно. Замена части рыбного фарша беспозвоночными ускорит привыкание молоди к неживому корму.

Таблица 2. Список литературы — 3 названия.

УДК 639. 371.1:639.3.06:626.887

Выращивание лосося до покатной стадии в делевых садках. Рыжков Л. П., Поляна А. В. Труды ВНИРО, т. CXXXVII «Морское рыбоводство», 1979, 68—75.

При постоянном антропогенном воздействии на природные водоемы сохранить промысловые запасы рыб ценных видов на высоком уровне можно путем массового выращивания жизнестойкой молоди в искусственных условиях. Как правило, на рыбоводных заводах молодь лосося достигает покатной стадии в возрасте трех или даже четырех лет при средней массе не менее 16 г.

Работы на Северо-Ладожском рыбоводном заводе доказали эффективность и экономическую выгодность выращивания лосося до покатной стадии в делевых садках. Этот метод позволяет получить покатников лосося в двухлетнем возрасте при средней навеске около 20 г.

Таблица 4. Список литературы — 14 названий.

УДК 639.331.4.639.371.1

Ускоренное выращивание молоди семги в условиях благоприятного температурного режима. Попова Э. К., Заличева И. Н. Труды ВНИРО, т. CXXXVII «Морское рыбоводство», 1979, 75—83.

Ускорить выращивание покатников семги можно путем создания благоприятного температурного режима. Изучены продолжительность разных периодов раннего онтогенеза семги при рекомендованном режиме, темп роста, скорость развития, морфо-физиологическое состояние и выживаемость эмбрионов, личинок и мальков семги.

Метод ускоренного выращивания покатников семги по сравнению с обычным, применяемым на рыбоводных заводах, позволяет сократить сроки выращивания, улучшить физиологическое состояние и увеличить темп роста молоди. Повышение температуры воды при инкубации икры и выращивании личинок и молоди семги сокращает затраты на получение единицы продукции втрое, выход продукции при этом возрастает в 2,2 раза.

Таблица 6. Иллюстраций 4. Список литературы — 11 названий.

УДК 639.3:628.1

Использование оборотного водоснабжения в форелевых питомниках для морских нагульных хозяйств. Лавровский В. В. Труды ВНИРО, т. CXXXVII «Морское рыбоводство», 1979, 83—89.

Использование оборотного водоснабжения, оптимизирующее параметры среды, позволяет в 2—3 раза улучшить качество посадочного материала, сократить сроки выращивания рыбы и отходы за счет облегчения борьбы с болезнями. Создание питомников с оборотным водоснабжением, перспективное для марикультуры, позволяет экономить значительное количество дефицитной артезианской воды и использовать для рыбоводства источники малой мощности.

Таблица 2. Список литературы — 13 названий.

УДК 639.3:043.2

Оптимизация кормосмесей при индустриальных методах выращивания рыб. Мартынюк П. С., Толоконников Г. Ю. Труды ВНИРО, с. CXXXVII «Морское рыбоводство», 1979, 89—92.

Широкое внедрение индустриальных методов разведения и выращивания рыб требует применения полноценных кормов, сбалансированных по основным питательным и минеральным веществам, аминокислотному и витаминному составам.

Разработана модель расчета кормосмесей для рыб, в которой учтены потребности в основных питательных и минеральных веществах, а также суммарная потребность в незаменимых аминокислотах и их структура. Предлагаемая модель дает возможность рассчитывать кормосмеси для выращивания различных возрастных групп любых видов рыб.

Таблица 1. Список литературы — 9 названий.

УДК 639.371.2:639.32:626.887

Подращивание молоди белуги в морских сетных садках — один из способов повышения эффективности осетроводства. Гриценко Б. А., Ларина В. Д. Труды ВНИРО, т. CXXXVII «Морское рыбоводство», 1979, 92—95.

В 1974—1977 гг. Ростовской производственно-акклиматационной станцией проведено подращивание молоди белуги в морских сетных садках. Как показало мечение, молодь сразу после выпуска покидает район садков. При этом молодь, подращенная в садках, не утратила способности добывать живой корм и питаться им. В результате четырехлетних работ в море выпущено 18,7 тыс. шт. подрошенной молоди. Подращивать молодь белуги в морских сетных садках можно в больших объемах и с хорошими рыбоводными показателями. Молодь в садках развивается в основном нормально и выпускается в море вполне жизнеспособной.

УДК 639.28:639.3:043

Промысловые виды беспозвоночных Азовского бассейна и использование их в рыбоводстве. Олейникова Ф. А. Труды ВНИРО, т. CXXXVII «Морское рыбоводство», 1979, 96—100.

Для промысловых беспозвоночных Азовского бассейна — понтогаммаруса и артемии — определены сроки размножения. Понтогаммарус размножается с апреля по октябрь с двумя максимумами — весенним и летним. Добывать раков рекомендуется с июня по октябрь.

В соленных водоемах Азово-Черноморского побережья самки артемии откладывают биологически разнокачественные яйца: толстоскорлуповые и тонкоскорлуповые. Артемия достигает относительно высокой биомассы в соленных озерах, и особенно в аккумуляторах солевых промыслов, расположенных в Крымской области. Заготовливать яйца артемии можно с конца сентября и в октябре.

Таблица 1. Список литературы — 9 названий.