

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 — водоемкая отрасль рыбоводства. Недостаток крупных чистых водоемщиков создал предпосылки к развитию морских нагульных хозяйств, позволяющих использовать для интенсивного рыборазведения 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 (Кандиев и др., 1974) и Гидро-рыбпроекта (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 рыбоводства 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 садков при средней массе 200 г	500
годовиков в береговом питомнике	617
сеголетков	685
мальков массой 2,5 г	1020

Примечание. При выборе нескольких 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.

Таблица 1

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

Объект выращивания	По нормам ВНИИПРХа	По нормам Гидрорыб-проекта
	Годовики	$\frac{1000}{50,6}$
Сеголетки	$\frac{763}{39,0}$	$\frac{160}{31,4}$
Мальки	$\frac{77}{3,8}$	$\frac{16}{3,1}$
Инкубация икры	$\frac{10}{0,5}$	$\frac{6}{1,2}$
Маточное стадо	$\frac{122}{6,1}$	$\frac{45}{8,8}$
Всего	$\frac{1972^*}{100}$	$\frac{510^*}{100}$

\* С учетом календарного графика расходы воды несколько снижаются. Площади прудов и бассейнов по нормам ВНИИПРХа составляют 2160 м<sup>2</sup>, а по нормам Гидрорыбпроекта—6520 м<sup>2</sup>.

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.

Подрощенная 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 молодьют отмечают вспышки апнозомоза 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.

В настоящее время система оборотного водоснабжения в форелевом хозяйстве «Сходня» состоит из двух артезианских скважин (одна запасная), градири-аэратора высотой 5 м, трех прудов отстойников-согревателей общей площадью 1500 м<sup>2</sup> и объемом 3000 м<sup>3</sup>, десяти мальковых бассейнов с рабочим объемом по 1,1 м<sup>3</sup>; (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 уровня 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 м<sup>3</sup>. 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/м<sup>3</sup>. 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
<i>Молодь</i>			
1975	220 000	3,0	660
1976	350 000	3,0	1050
1977	290 000	5,0	1450
	132 000	0,4	52
<i>Сеголетки</i>			
1975	205 000	18,0	3690
1976	310 000	11,0	3410
1977	275 000	14,0	3820

рест форели в Подмоскowie 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 м<sup>3</sup> 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. Обратная 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 молодежи 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 молодежи.

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 молодежи 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 нефильтрванной воды, мг/О <sub>2</sub> /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. Снизятся 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, голуб	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 м<sup>3</sup>. Объем биологических прудов отстойников-согревателей составит при соотношении с мальковыми бассейнами 150:1 всего 3900 м<sup>3</sup>, а площадь при глубине 2 м — 1850 м<sup>2</sup>. Можно устроить три отстойника с зависимым водоснабжением, площадью по 650 м<sup>2</sup> 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 загрязнения, применения гранулированных кормов вместо тестообразных, уменьшения размывания тестообразных кормов, применения аэрокармушек и др.

Как уже упоминалось, площадь прудов питомника, обеспечивающего посадочным материалом морское нагульное хозяйство мощностью 100 т, составляет по нормативам Гидрорыбпроекта 6520 м<sup>2</sup> и нормативам ВНИИПРХа 2160 м<sup>2</sup>. При некотором допущении получаем, что включение в технологическую систему прудов отстойников-согревателей площадью 1850 м<sup>2</sup> увеличит площадь прудов питомника в первом случае на 28% (до 8370 м<sup>2</sup>), а во втором на 85% (до 4010 м<sup>2</sup>, т. е. до 0,4 га). Однако земляные пруды-отстойники без облицовки с простейшими противифльтрационными 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 м<sup>3</sup> 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 соленой воде. — М.: ВНИИПРХ, 1974. — 60 с.

Каспий Б. А., Луныков 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 I. E., I. H. Ryther, Mc Larney, W. O. Commercial culture of Freshwater salmonids. Aquaculture, the Farming and Hasbandry 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, Kioto, Japan, 1976, FAO Fish. Rep. 1976, M 188, p. 93.

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

Lavrovskiy 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 промышленных 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 рыбохозяйственной науки позволили выяснить потребности рыб в питательных веществах, витаминах, макро- и микроэлементах.

Промышленные методы разведения и выращивания рыб требуют использования полноценных искусственных кормов, сбалансированных по основным питательным веществам, аминокислотному и витаминному составу, 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 баланси-