



Подписано к изготовлению 12.07.2016.  
1 CD-R. 19 Мб. Тираж 200 экз. Изд. № 99

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

185910, Петрозаводск, пр. Ленина, 33  
<http://petsu.ru>  
Тел. (8142) 71-10-01

Изготовлено в Издательстве ПетрГУ  
185910, Петрозаводск, пр. Ленина, 33  
<http://press.petsu.ru/UNIPRESS/UNIPRESS.html>

Тел./факс (8142) 78-15-40  
[nvrahomova@yandex.ru](mailto:nvrahomova@yandex.ru)



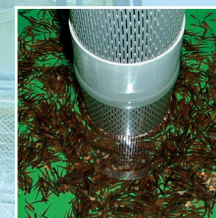
Т. Ю. Кучко, И. М. Дзюбук  
САДКОВОЕ ФОРЕЛЕВОДСТВО

Т. Ю. Кучко  
И. М. Дзюбук

## САДКОВОЕ ФОРЕЛЕВОДСТВО

Учебное  
электронное  
пособие

Петрозаводск  
Издательство ПетрГУ  
2016



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**Т. Ю. Кучко, И. М. Дзюбук**

## **САДКОВОЕ ФОРЕЛЕВОДСТВО**

*Учебное электронное пособие  
для студентов эколого-биологического  
и агротехнического факультетов*

Петрозаводск  
Издательство ПетрГУ  
2016

УДК 639  
ББК 47.293.3  
К959

Издается в рамках реализации комплекса мероприятий  
Программы стратегического развития ПетрГУ на 2012—2016 гг.

Рецензенты:

*Н. В. Ильмаст*, доктор биологических наук, профессор;  
*Ю. А. Шустов*, доктор биологических наук, профессор

**Кучко, Тамара Юрьевна.**

К959 Садковое форелеводство : учебное электронное пособие для студентов эколого-биологического и агротехнического факультетов / Т. Ю. Кучко, И. М. Дзюбук ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования Петрозавод. гос. ун-т. — Электрон. дан. — Петрозаводск : Издательство ПетрГУ, 2016. — 1 электрон. опт. диск (CD-R) ; 12 см. — Систем. требования : PC, MAC с процессором Intel 1,3 ГГц и выше ; Windows, MAC OSX ; 256 Мб ; видеосистема : разрешение экрана 800×600 и выше ; графический ускоритель (опционально) ; мышь или другое аналогичное устройство. — Загл. с этикетки диска.

ISBN 978-5-8021-2924-1

В учебном пособии изложены биологические основы садкового форелеводства в естественных водоемах. Приведены рекомендации по организации фермерских хозяйств. Представлены технологии и нормативы по выращиванию посадочного материала и товарной форели в садках.

Пособие рекомендуется для учебно-практических работ студентов эколого-биологического и агротехнического факультетов, а также аспирантов, преподавателей рыбохозяйственных, сельскохозяйственных и биологических факультетов и для всех желающих заниматься садковым рыбоводством.

УДК 639  
ББК 47.293.3

ISBN 978-5-8021-2924-1

© Кучко Т. Ю., Дзюбук И. М., 2016  
© Петрозаводский государственный университет, 2016

## Оглавление

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Список принятых сокращений .....                                               | 4  |
| Введение .....                                                                 | 5  |
| Глава 1. Характеристика радужной форели как объекта садкового выращивания..... | 7  |
| Глава 2. Особенности, проблемы и задачи садкового форелеводства.....           | 11 |
| Глава 3. Правовые основы организации садкового хозяйства .....                 | 14 |
| Глава 4. Организационно-производственные формы рыбоводных хозяйств .....       | 20 |
| Глава 5. Характеристика района размещения форелевого садкового хозяйства ..... | 25 |
| Глава 6. Садки и садковые системы для выращивания форели .....                 | 31 |
| Глава 7. Выращивание посадочного материала форели .....                        | 41 |
| Глава 8. Технология товарного выращивания форели.....                          | 48 |
| Глава 9. Корма и кормление радужной форели .....                               | 53 |
| 9.1. Общая характеристика рыбных кормов .....                                  | 53 |
| 9.2. Корма, применяемые в форелеводстве.....                                   | 58 |
| 9.3. Кормление форели.....                                                     | 64 |
| 9.4. Хранение рыбных кормов.....                                               | 68 |
| Глава 10. Транспортировка форели.....                                          | 70 |
| 10.1. Транспортировка личинок и мальков.....                                   | 71 |
| 10.2. Перевозка крупного посадочного материала и товарной рыбы .....           | 73 |
| Глава 11. Профилактика заболеваний форели .....                                | 78 |
| Глава 12. Экологическая безопасность садкового форелеводства.....              | 81 |
| Заключение .....                                                               | 84 |
| Библиографические ссылки .....                                                 | 87 |

### Список принятых сокращений

|                   |                                                   |
|-------------------|---------------------------------------------------|
| АЭС               | — атомная электростанция                          |
| БПК <sub>5</sub>  | — биологическое потребление кислорода за 5 суток  |
| БПК <sub>20</sub> | — биологическое потребление кислорода за 20 суток |
| ГРЭС              | — гидроэлектростанция                             |
| ИКК               | — истинный кормовой коэффициент                   |
| КК                | — кормовой коэффициент                            |
| МРБ               | — малый рыболовный бот                            |
| МЭБ               | — Международное эпизоотическое бюро               |
| ОБУВ              | — ориентировочно безопасный уровень воздействия   |
| ОВОС              | — оценка воздействия на окружающую среду          |
| ОК                | — оплата корма                                    |
| ООПТ              | — особо охраняемая природная территория           |
| ПАРС              | — плавучий автономный разборный садок             |
| ПДК               | — предельно допустимая концентрация               |
| РБО               | — рыбоводно-биологическое основание               |
| РКК               | — рабочий кормовой коэффициент                    |
| СПАВ              | — синтетические поверхностно-активные вещества    |
| ФСХ               | — форелевое садковое хозяйство                    |
| ЭО                | — экономическое обоснование                       |

*Авторы глубоко признательны своему учителю и коллеге, руководителю Лаборатории экологических проблем Севера Петрозаводского государственного университета профессору Леониду Павловичу Рыжкову за многолетнее сотрудничество и помощь в научной и практической работе.*

## **Введение**

Садковое рыбоводство в условиях Европейского Севера является одним из перспективных методов производства посадочного материала и товарной рыбы. Природные возможности северных водоемов позволяют с помощью этого метода ежегодно получать десятки тысяч тонн ценной рыбной продукции.

Основоположниками садкового рыбоводства в России являются Е. В. Мейснер, П. В. Михеев и Т. И. Привольнев, которые еще в первой половине XX века доказали возможность выращивания на искусственных кормах качественного посадочного материала и товарной рыбы в специальных садках.

Идея садкового форелеводства и создания фермерских хозяйств на естественных водоемах получила интенсивное развитие в середине 1960-х годов. В это время была разработана и апробирована в промышленных условиях технология выращивания товарной форели в специально подготовленных озерах (Арендаренко, 1976, 1981). Несколько позднее были разработаны теоретические предпосылки организации садкового рыбоводства на Европейском Севере и отработана технология выращивания посадочного материала форели с подготовкой конкретных нормативных и технологических документов. Большая часть этих документов была утверждена Минрыбхозом СССР и имела отраслевое значение (Рыжков с соавт., 2011). Однако несмотря на экономическую целесообразность, использованию этих разработок в то время не способствовали социально-экономические условия и формы собственности. Только при реформировании экономических и социальных отношений в конце двадцатого столетия (к этому времени была создана и апробирована научная база) началось интенсивное развитие садкового форелеводства в Российской Федерации.

Республика Карелия является одним из самых благоприятных районов для индустриального выращивания товарной форели. По своим уникальным природным условиям Карелия выгодно отличается от всех остальных областей Северо-Запада России, где также возможно развитие садкового форелеводства. В первую очередь это обусловлено наличием большого количества глубоководных водоемов с чистой, высокого качества водой. Немаловажным фактором является температурный режим, при котором осуществляется технологический процесс выращивания форели. Диапазон температур для наиболее оптимального роста рыбы располагается в пределах 14—18 °С, что как раз характерно для карельских водоемов. В северных районах Северо-Западного региона — Мурманской, Архангельской областях температура воды в летний период несколько ниже, что не позволяет полностью использовать потенциал роста форели. В Ленинградской области и в более южных регионах температура в поверхностном слое воды (2—3 метра) летом достигает отметки 22—24 °С, что для форели является предельным температурным уровнем среды обитания.

В настоящее время садковое форелеводство — одно из приоритетных направлений рыбохозяйственной деятельности на внутренних водоемах Республики Карелия, где функционирует 56 фермерских хозяйств с общей численностью работающих 1025 человек (данные 2015 года).

По производству форели республика занимает лидирующие позиции в Российской Федерации: в Карелии выращивается до 70 % садковой продукции при общем объеме по стране 30 тыс. тонн. Только за последние 10 лет производство форели в карельских садковых хозяйствах увеличилось в 3 раза и достигло в 2015 году 17,9 тыс. тонн (табл. 1).

**Выращивание форели в садках**  
(по данным ежегодного Государственного доклада  
о состоянии окружающей среды республики Карелия, т)

| Год  | Объем | Год  | Объем | Год  | Объем                    | Год  | Объем                    |
|------|-------|------|-------|------|--------------------------|------|--------------------------|
| 1973 | 1,0   | 1984 | 19,8  | 1995 | <u>835,0*</u><br>181,0** | 2006 | <u>4179,0</u><br>2705,2  |
| 1974 | 3,0   | 1985 | 25,4  | 1996 | <u>1069,5</u><br>147,8   | 2007 | <u>6935,0</u><br>2456,0  |
| 1975 | 4,1   | 1986 | 25,3  | 1997 | <u>850,0</u><br>295,0    | 2008 | <u>6995,3</u><br>3614,2  |
| 1976 | 4,1   | 1987 | 39,4  | 1998 | <u>811,9</u><br>193,0    | 2009 | <u>8606,4</u><br>4143,0  |
| 1977 | 2,6   | 1988 | 51,0  | 1999 | <u>1078,0</u><br>228,0   | 2010 | <u>7674,4</u><br>2981,5  |
| 1978 | 3,2   | 1989 | 70,0  | 2000 | <u>1422,0</u><br>277,0   | 2011 | <u>9141,5</u><br>4075,2  |
| 1979 | 5,1   | 1990 | 156,0 | 2001 | <u>1453,0</u><br>558,5   | 2012 | <u>9054,2</u><br>8436,0  |
| 1980 | 6,0   | 1991 | 207,0 | 2002 | <u>2137,8</u><br>591,9   | 2013 | <u>17203,7</u><br>6428,9 |
| 1981 | 9,1   | 1992 | 229,0 | 2003 | <u>2037,8</u><br>844,2   | 2014 | <u>15800,0</u><br>6600,0 |
| 1982 | 18,1  | 1993 | 399,0 | 2004 | <u>2990,0</u><br>1429,0  | 2015 | <u>12400</u><br>5500,0   |
| 1983 | 19,1  | 1994 | 558,0 | 2005 | <u>4287,0</u><br>1550,5  | 2016 | —                        |

*Примечания:* с 1973 по 1994 г. приведен общий объем выращенной товарной рыбы:  
\* — товарная рыба; \*\* — посадочный материал.

На основании экспертной оценки при современном состоянии водной среды в пресных и морских водоемах Карелии возможно ежегодно выращивать в садках до 25—30 тыс. тонн товарной форели (Рыжков с соавт., 2011).

Развитию садкового форелеводства способствует экономическая эффективность этого направления, а также поддержка, оказываемая правительством республики. Товарная продукция поставляется в различные регионы страны, главным образом в Московскую и Ленинградскую области. Имеются потенциальные инвесторы, проявляющие большой интерес к форелеводству в Карелии.

Системы садкового выращивания форели в настоящее время разнообразны и варьируют от традиционного семейного до современного крупномасштабного коммерческого производства. Ведущую роль здесь могут получить небольшие фермерские хозяйства и их объединения (кооперативы), а также созданные хозяйственные структуры, способные обеспечить мелкие рыбхозы посадочным материалом, организовать закупку и сбыт рыбной продукции. Существование таких хозяйств также будет зависеть от степени профессиональной подготовки руководителя, его умения правильно использовать имеющиеся в хозяйстве ресурсы и контролировать протекающие в нем процессы.

Настоящее учебное пособие является результатом многолетнего изучения и обобщения имеющегося опыта деятельности садковых форелевых хозяйств Карелии, России и зарубежных стран и рекомендуется студентам, аспирантам и преподавателям рыбохозяйственных, сельскохозяйственных и биологических высших учебных организаций, а также рыбакам различной квалификации.

## Глава 1. Характеристика радужной форели как объекта садкового выращивания

**Радужная форель** (*Parasalmo mykiss* Wal.) относится к семейству лососевых (Salmonidae), роду тихоокеанских форелей (Parasalmo) и виду микижа (*Parasalmo mykiss*), представляя собой подвид последней (Атлас ... , 2002). По международной систематике радужная форель относится к роду тихоокеанских лососей (*Oncorhynchus*) и ее видовое название — *O. mykiss irideus*.

Этот вид является традиционной формой культивирования во всех странах мира. Благодаря своей пластичности, быстрому росту, высокой степени усвоения корма, относительно короткому для лососевых рыб периоду инкубации икры и несомненным вкусовым достоинствам радужная форель стала основным объектом садкового рыбоводства на Европейском Севере России, в том числе и в Республике Карелия.

Радужная форель относится к холодноводным видам рыб, при том что диапазон температур, при которых она растет и развивается, может изменяться от 4 до 18 °С. Предельные температуры выживания форели в пресной воде колеблются от 0,1 до 30 °С. В соленой воде она может выживать и при минусовой температуре. При температуре воды ниже 2 и выше 20 °С форель чувствует себя угнетенно и прекращает питаться, а при 29—30 °С погибает.

Одной из причин гибели форели при повышенных температурах является дефицит растворенного кислорода в воде, что приводит к нарушениям процессов метаболизма в организме рыб. Известны случаи выживания радужной форели при температуре воды 30 °С, но при высоком содержании кислорода (более 10 мг/л). Важно, что радужная форель на каждом этапе развития предпочитает определенную температуру водной среды, при этом она хорошо переносит суточный перепад температур до 5 °С.

В природных условиях радужная форель становится половозрелой в возрасте 2—5 лет, причем массовое созревание самцов происходит на год раньше (3 года), чем у самок (4 года). Нерестится форель весной (в апреле-мае) при температуре воды от 4 до 11 °С. Однако в зависимости от условий обитания нерест может быть более долгим (Рыжков с соавт., 2008).

В садковых хозяйствах при использовании экологического метода стимулирования созревания половых продуктов нерест радужной форели может быть «сдвинут» на более ранние сроки (январь—апрель). Применение этого метода значительно удлиняет вегетационный период в первый год жизни молоди и позволяет получать посадочный материал высокого качества.

Плодовитость радужной форели и величина икринок варьируют в зависимости от возраста и размеров самок. Средняя плодовитость составляет от 1300 до 4200 икринок. На каждый килограмм живого веса обычно приходится 1300—2000 икринок. Икра оранжево-желтая. Диаметр икринок от 3,0 до 5,5 мм. От их величины зависит качество потомства.

Продолжительность эмбриогенеза зависит от температуры воды и обычно колеблется в пределах от 210 до 320 градусо-дней, что может составлять от 28 до 86 суток. Наиболее благоприятной для развития эмбрионов является температура 6—10 °С. При температуре воды 7,5—9,0 °С продолжительность эмбриогенеза составляет 45—50 суток. Повышение температуры воды в благоприятном интервале сокращает продолжительность инкубации. Выклев личинок при оптимальных температурных условиях обычно продолжается 4—6 суток. Более растянутый во времени выклев свидетельствует о неудовлетворительных условиях эмбриогенеза, что может негативно сказаться на качестве посадочного материала. Масса сеголетков (осенью) может достигать от 15 до 30 г, годовиков — от 100 до 300 г, двухлеток — от 800 до 1100 г.

Масса радужной форели в садковых условиях выращивания на 1-м году жизни (сеголетки) составляет 10—15 г (реже 40—60 г), двухлеток — 100—150 г. После наступления половозрелости форель активно растет в течение следующих двух лет, а затем интенсивность роста замедляется, т. е. ее дальнейшее выращивание становится экономически невыгодным. Трехлетки обычно достигают массы тела от 1000 до 1200 г, четырехлетки — 2500—3000 г. Одновременно с замедлением интенсивности роста затухает половая функция и сокращается плодовитость (Козлов, 1998).

По образу жизни форель — сумеречная рыба, она избегает ярко освещенных солнечными лучами участков водоемов. Прямое солнечное облучение особенно опасно для инкубируемой икры и подращиваемых личинок. При выращивании молоди форели в закрытых помещениях освещенность должна находиться в пределах 200—600 люкс, а продолжительность светового дня — составлять 10—20 часов.

Радужная форель требовательна к содержанию растворенного в воде кислорода, концентрация которого должна быть не менее 7 мг/л. Летальная концентрация — менее 2,5 мг/л. Особенно чувствительны к содержанию кислорода в воде эмбрионы, личинки и мальки. Благоприятный и летальный пороги у них выше. Так, при концентрации растворенного кислорода 3—3,5 мг/л личинки форели погибают. Взрослые рыбы более устойчивы к дефициту кислорода, но эта устойчивость снижается во время нереста. При выращивании форели в верхнем диапазоне температур (18—20 °С) содержание кислорода не должно быть менее 7 мг/л. Дефицит кислорода не только ограничивает объемы выхода рыбной продукции, но и может привести к гибели рыб.

Причинами снижения содержания кислорода в воде могут быть: интенсивное разложение обрастаний на стенках дели, трансформация не съеденной рыбами пищи, продуктов жизнедеятельности, погибших кормовых организмов и др. Показателем снижения содержания кислорода является беспокойное поведение рыб. Для устранения дефицита кислорода применяют турбо-, ветро- и другие конструкции аэраторов. Хорошие результаты получают при кратковременном усилении водообмена.

При выращивании форели в садковых условиях содержание в воде двуокси углерода не должно превышать 10 мг/л. В обычных условиях форель может переносить концентрацию углекислоты в воде до 40 мг/л. При избытке  $\text{CO}_2$  значительно замедляется рост рыб и возрастает кормовой коэффициент. Увеличению количества углекислоты в водной среде способствует разложение экскрементов, остатков корма, а также загрязнение водоема органическими компонентами (стоки с водосбора, удобрения и др.). Для предупреждения увеличения содержания в воде углекислоты целесообразно в районе садков проводить периодическую аэрацию, а в бассейнах — периодически увеличивать проточность.

Показатели активной реакции воды (рН) для форели наиболее благоприятны в интервале 7—8. Допустимый диапазон изменяется в пределах 6,5—8,5, а критическими для радужной форели являются значения рН ниже 5 и выше 9. Известно, что присутствие в водной среде гидроокси железа уменьшает устойчивость форели к пониженным показателям рН. В целом темп роста форели в слабокислых водах ниже, чем в слабощелочных. Нежелательно допускать резкие изменения величины рН, так как рыба начинает испытывать дискомфорт и расти несколько медленнее.

Максимальное содержание взвешенных веществ в воде при выращивании форели не должно быть более 10 мг/л, цветность воды — 100 градусов. Опасность для рыб представляют попадающие в воду токсичные соединения железа, сероводород, хлор, цинк, медь, кадмий и аммиак.

На садковых рыбоводных предприятиях нашей страны широко используются такие породы радужной форели, как Адлер, Рофор, Росталь, Камлоопс, форель Дональдсона, Золотистая и Адлерская янтарная. Каждая порода имеет свои особенности, но при этом сохраняет генетический комплекс радужной форели.

**Форель Адлер** — отечественная порода (исходные формы: стальноголовый лосось и радужная форель. Зарегистрирована в Госреестре селекционных достижений в 1997 году. Нерестится в ноябре-декабре, средняя продолжительность нерестового сезона 73 суток, рабочая плодовитость 4,5 тыс. шт. икринок (средняя масса одной икринки 73 мг). Выживаемость эмбрионов до 93 %. Отличительная особенность — до 80 % рыб созревает в 2 года. Оптимальная температура для роста 16—18 °С. Средняя масса двухгодовиков — 800 г, трехгодовиков — 2500 г, четырехгодовиков — до 5000 г. Дает помеси с форелью Дональдсона, темп роста их гибридов на 10 % выше по сравнению с исходными формами.

Форель Адлер может быть использована при разведении в холодноводных форелевых хозяйствах с подземным водоснабжением. Наряду с этим она является хорошим объектом для тепловодных, холодноводных и морских товарных ферм (Каталог пород ... , 2001).

**Форель Рофор** — старейшая отечественная порода (исходные формы: немецкая и датская породные группы). Включена в Госреестр селекционных достижений в 1999 году. Характеризуется высокой пластичностью, выживаемостью и плодовитостью. Созревает в возрасте 3—4 лет, средняя рабочая плодовитость 4,3 тыс. шт. икринок (масса одной икринки 61 мг). Выход товарной продукции на одну самку достигает 420 кг порционной рыбы.

Порода Рофор предназначена для разведения в хозяйствах с различными условиями и технологиями: от прудовых хозяйств и тепловодных рыбхозов до холодноводных хозяйств с ключевым водоснабжением и озерных садковых ферм. Она хорошо растет в условиях значительных сезонных колебаний температуры воды. Преимущества ее особенно сильно проявляются при выращивании в хозяйствах с неблагоприятным фоном — загрязненной водой, сильными колебаниями гидрохимических показателей, использованием низкокачественных кормов и даже при некоторых нарушениях технологии выращивания (Выведение новых пород рыб, 2001).

**Форель Росталь** — новая, более молодая отечественная порода (исходная форма для селекции — стальноголовый лосось). Предназначена для разведения в холодноводных хозяйствах преимущественно с ключевым водоснабжением, т. е. со стабильным абиотическим фоном. Для нее характерна высокая пластичность. Оптимальная температура для роста 6—15 °С. Требовательна к соблюдению биотехники и качеству кормов. Рабочая плодовитость самок в среднем составляет 5,4 тыс. шт. икринок, а у элитных особей — даже 10 тыс. шт. Средняя масса одной икринки 58 мг (Выведение новых пород рыб, 2001).

**Форель Камлоопс** — ведет свое происхождение от глубоководной формы радужной форели, обитающей в реках и озерах Британской Колумбии (Канада). В США путем селекции эту форель приспособили к выращиванию во внутренних водоемах. Считается, что это лучшая порода для искусственного разведения. Из США форель Камлоопс импортировалась в разные страны Европы — Данию, Чехию, Польшу, Германию и др. На территорию бывшего СССР завезена из форелевого центра города Потсдам (Германия) в 1982 и 1998 годах.

Форель Камлоопс относится к ранненерестующим рыбам (сентябрь—ноябрь). В условиях Карелии нерест происходит в ноябре-декабре. Большинство самцов созревает на 3-м году жизни, самки — на год позже. Средняя рабочая плодовитость 1,9 тыс. шт. икринок. Икра мелкая (масса одной икринки 51 мг), инкубируется при температуре 8—10 °С. Сеголетки хорошо растут при низких температурах (6—10 °С), оптимальная температура для выращивания товарной рыбы 13—15 °С (Каталог пород ... , 2001).

Форель Камлоопс дает жизнестойкие быстрорастущие гибриды с радужной форелью, которые на 30 % по массе тела превосходят исходные формы. Сеголетки гибридов достигают массы 70—80 г, двухлетки — 200—250 г, трехлетки — 2500—3000 г, четырехлетки — 3500—4000 г (Козлов, 1998).

Как объект садкового рыбоводства форель Камлоопс получила широкое распространение в Мурманской и Архангельской областях. Кроме того, она является перспективным объектом садкового форелеводства для Карелии.

**Форель Дональдсона** — выведена в США профессором Л. Дональдсоном при скрещивании радужной форели и стальноголового лосося. В нашу страну ее завезли в 1982 году из США, в 1988 году — из Японии. Это быстрорастущая высокопродуктивная порода. Созревает в возрасте 1—2 лет (самцы) и 2—3 лет (самки), нерестится в период с декабря по март. Рабочая плодовитость 2—4 тыс. икринок на 1 кг веса. Икра относительно крупная (средняя масса одной икринки 58 мг), довольно чувствительная к механическим воздействиям, инкубируется при температуре 10—14 °С, выклев личинок через 310—410 градусо-дней.

Рыба нормально себя чувствует при температуре от 4 до 23 °С. На 1-м году жизни достигает массы 500 г, на 2-м — 2000—2500 г, на 3-м — 3500 г (Каталог пород ... , 2001).

Преимущества форели Дональдсона перед радужной форелью — в темпе роста, плодовитости, сроках созревания и нереста, неприхотливости к пище. Однако оплодотворяемость икры и выживаемость эмбрионов и личинок значительно ниже. При выращивании в садках и бассейнах ограничений на распространение не имеет. Является перспективным объектом для Европейского Севера России.

**Золотистая форель** — одомашненная форма радужной форели, эндемик высокогорных водоемов Сьерры-Невады (Калифорния, США). Впервые была завезена в нашу страну из США лишь в 1996 году в виде оплодотворенной икры. Характеризуется большой пластичностью к условиям выращивания, высокой плодовитостью и быстрым темпом роста (Каталог пород ... , 2001).

Эта порода отличается яркой золотистой окраской. На первом году жизни у нее преобладают серебристо-серые и лимонно-золотистые тона. В естественных условиях она хорошо скрещивается с радужной форелью, образуя жизнестойкие гибриды, которые приобретают светло-золотистую окраску.

Оптимальная температура воды при садковом выращивании золотистой форели составляет 14—16 °С. Половозрелость наступает на 3—4-м году жизни. Может достигать массы 5 кг. Элитные самки достигают плодовитости до 10 тыс. икринок.

**Адлерская янтарная** — молодая отечественная порода. Исходным материалом для создания послужила радужная форель нетипичной желтой окраски, завезенная с Чегемского рыбозавода. Отбор производителей осуществляли по окраске тела, массе, плодовитости и выживаемости потомства. Включена в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию, в 2003 году.

Характеризуется скороспелостью, большая часть самок и самцов созревает в двухгодичном возрасте. Нерест начинается в первой декаде ноября и продолжается до первых чисел февраля. Масса двухгодовалых самок 780 г. Рабочая плодовитость 2248 шт. икринок. Средняя масса икринки 46,2 мг.

По экстерьеру и хозяйственным качествам существенно не отличается от других пород радужной форели, но превосходит их по содержанию в мясе и икре каротина и витамина А.

## Глава 2. Особенности, проблемы и задачи садкового форелеводства

Садковое выращивание форели имеет преимущества по сравнению с другими способами производства рыбной продукции. Они заключаются в том, что садковое хозяйство:

- является привлекательным для инвестиций благодаря относительно быстрой оборачиваемости капитала и хорошей рентабельности производимой рыбной продукции;

- не требует больших энергозатрат и капитальных вложений в основные средства производства, так как стоимость проектирования и строительства садковых хозяйств значительно ниже, чем у прудовых и бассейновых хозяйств;

- располагается вблизи или даже на территории населенных пунктов, что позволяет получать некоторые преимущества, выражающиеся в наличии подъездных путей, обеспеченности рабочей силой, использовании готовых коммуникаций (линий электропередачи, водопровода, газопровода и т. д.);

- не требует отведения больших земельных угодий, так как основной процесс каждого этапа осуществляется (или может осуществляться) на самом водоеме, а на берегу строятся только вспомогательные сооружения: склады, жилые дома и т. д.;

- позволяет концентрировать выращивание рыбы на небольших производственных площадях;

- является мобильным как по объему производства, так и по дислокации, что позволяет использовать водные ресурсы не только для рыбоводства, но и для других отраслей.

Среди **особенностей** садкового форелеводства можно выделить следующие:

1. Ограниченная потребность в водной среде практически при неограниченных водных ресурсах. Форель как объект выращивания хорошо приспособлена к существованию в пресной воде, что дает возможность получения качественных половых продуктов непосредственно в хозяйствах. При этом не исключается целесообразность приобретения посадочного материала в специализированных питомниках.

2. Отсутствие необходимости создания принудительного водообмена в садках, в которых постоянно происходит пассивный, т. е. не требующий усилий со стороны человека, водообмен, создаваемый самой рыбой при движении, а также за счет волнового перемешивания. Благодаря этому происходит постоянное обновление воды в садках, и ее качество находится в границах рыбохозяйственных норм, даже при высоких плотностях посадки рыбы.

3. Возможность использования части кормовых ресурсов водоемов для питания выращиваемой рыбы. Вокруг садков создается зона с более высокой концентрацией зоопланктона, который с током воды может попадать в садки и поедаться форелью.

4. Использование открытых систем садкового культивирования рыб, эффективность использования которых зависит от целого ряда различных факторов (температура воды, содержание растворенного кислорода, проточность, органические и минеральные вещества, кормление и т. д.).

Среда водоемов, в которых устанавливаются садки, формирует для выращиваемой в них продукции температурный и газовый режим, а также состав минеральных и органических компонентов, имеющих важное значение для развития и роста рыб. Гидробионты, населяющие водоем (фито-, зоопланктон, бентос и др.), также воздействуют на выращиваемую в садках продукцию.

В свою очередь, рыба, выращиваемая в садках, оказывает влияние на водную среду. Из садков в водоем поступают экскременты и конечные продукты метаболизма выращиваемых рыб в виде органических и минеральных соединений. Наряду с этим из садков в водоем попадают остатки корма, а иногда и выращиваемая рыба.

Накапливаясь, растворимые химические соединения создают неблагоприятную для существования рыб среду, что не способствует их нормальному развитию и росту. Нерастворимые органические соединения выпадают в осадок и очень медленно трансформируются в простые соединения. В результате возможны такие изменения в водоеме, которые повлияют как на качественный, так и на количественный состав фитопланктона и других представителей водной флоры и даже фауны. При этом могут создаваться благоприятные условия для развития патогенных организмов.

Важное значение для развития рыб имеет величина водообмена в садках, что может также негативно отразиться на скорости их роста. При хорошей проницаемости дели оптимальная концентрация кислорода в садке обеспечивается движением рыб, волнениями воды, ветровыми течениями и рядом других факторов. Садки из сита, а также дельевые садки при их длительной эксплуатации, особенно в жаркое время года, подвергаются заилению — образуется осадок на дне, формируются биологические обрастания, затрудняющие водообмен, концентрация кислорода внутри садка резко снижается, особенно в ночные и утренние часы. Поэтому для нормального функционирования садкового хозяйства необходим контроль со стороны человека.

Воздействие человека на эту функциональную систему проявляется в обеспечении качества посадочного материала, плотности размещения рыбной продукции, в кормлении выращиваемой рыбы и сохранении благоприятных условий для ее нормального роста и развития. При кормлении рыбы человек устанавливает не только качественный и количественный состав корма, но и оптимальное время и объемы внесения корма в зависимости от возраста рыб. Общим результатом функционирования системы садков является продукция, получаемая человеком.

5. Высокая наукоемкость. Теоретическое обоснование, выбор продуктивных объектов выращивания, размещение и организация производства, эффективный технологический процесс, кормление рыб, а также диагностика заболеваний и разные профилактические мероприятия успешно осуществляются при наличии целого комплекса глубоких знаний, которые могут быть получены на основе гидролого-гидрохимических исследований водоемов, определения продукционных качеств объектов выращивания, изучения общих процессов метаболизма, роста и развития рыб, выявления их морфофизиологических особенностей и других.

Садковое форелеводство в Карелии активное развитие получило в основном на внутренних водоемах — Ладожском, Онежском, средних озерах, водохранилищах и реках. Наиболее благоприятными участками водоемов являются защищенные от ветрового воздействия шхерные районы северо-западной части Ладожского озера и удлиненные заливы Онежского озера. Существуют значительные потенциальные возможности для размещения форелевых хозяйств на побережье Белого моря.

Быстрый рост и успех садкового форелеводства связаны с комбинацией взаимосвязанных экономических и социальных факторов, включая развитие и использование легко воспроизводимых и экономически эффективных технологий (которые включают производство посадочного материала на хозяйстве), доступ в подходящие водные районы, а также быстрое по времени получение товарной продукции.

Несмотря на очевидность вышеизложенного, для дальнейшего развития садкового форелеводства необходимо решение целого ряда **проблем**, с которыми сталкивается отрасль, таких как:

- увеличение объемов потерь от несъеденного корма и фекальных выделений рыб, разводимых в садках, и возможное негативное влияние на качество воды (увеличение мутности, эвтрофирование, цветение и др.);

- возможность паразитарного и микробиологического загрязнения водоемов в результате поступления продуктов жизнедеятельности рыб;

— высокий риск возникновения заболеваний среди выращиваемых рыб и вероятное распространение этих заболеваний в естественных водоемах;

— возможность попадания в водоем рыбы из садков и, как следствие, влияние на дикие популяции рыб;

— увеличение потенциального влияния деятельности, связанной с садковым разведением (негативного и/или позитивного), на другие виды животных, включая хищных птиц и млекопитающих, привлекаемых рыбой в садках;

— рост беспокойства общественности относительно использования внутренних водоемов и прибрежных акваторий общего пользования для выращивания рыбы в садковых системах (в результате возможного перемещения рыбаков и др. и/или предполагаемого визуального загрязнения) и, как следствие, необходимость более частых консультаций со всеми заинтересованными лицами.

При перспективном планируемом развитии садкового форелеводства необходимо учитывать то, что современная технология производства рыбной продукции основана на использовании полнорационных комбикормов, на применении комплексной механизации и автоматизации технологических процессов выращивания молоди и товарной рыбы, на системе организационных и ветеринарно-профилактических мероприятий, на организации глубокой переработки и хранения продукции, на создании логистических центров.

В новых экономических условиях садковое форелеводство, чтобы быть конкурентоспособным, должно развиваться с учетом требований рынка. Этому будет способствовать решение ряда **задач**, таких как:

— развитие энергетической, транспортной, коммунальной и социальной инфраструктуры (подвод энергетических мощностей и телекоммуникационных сетей, строительство подъездных дорог и доступного жилья, развитие системы очистных сооружений и др.);

— создание селекционно-генетических центров для формирования маточных стад форели;

— отработка механизмов взаимодействия отдельных ступеней процесса производства форели: разведение — размножение — откорм — переработка — реализация;

— разработка отечественных методов и средств специфической профилактики и диагностики инфекционных болезней форели с учетом опыта зарубежных производителей;

— организация курсов, центров по подготовке квалифицированных специалистов для работы с определенными видами рыб;

— организация рекламной деятельности с целью продвижения на рынок отечественной продукции.

### Глава 3. Правовые основы организации садкового хозяйства

Правовое регулирование отношений в сфере рыбоводства осуществляется федеральным законом № 148-ФЗ «Об аквакультуре (рыбоводстве) ...», другими федеральными законами, законами субъектов Российской Федерации, указами Президента Российской Федерации, постановлениями Правительства Российской Федерации, нормативными правовыми актами федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления.

Основными нормативными документами, с которыми должен быть знаком каждый рыбовод, в настоящее время являются:

— Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 г. № 74-ФЗ (ред. от 13.07.2015 г., с изменениями и дополнениями, вступившими в силу с 24.07.2015 г.);

— Федеральный закон от 02.07.2013 г. № 148-ФЗ «Об аквакультуре (рыбоводстве) и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»;

— постановление Правительства РФ от 11.11.2014 г. № 1183 «Об утверждении Правил определения границ водных объектов и (или) их частей, участков исключительной экономической зоны Российской Федерации, признаваемых рыбоводными участками»;

— постановление Правительства РФ от 15 мая 2014 г. № 450 «Об утверждении Правил организации и проведения торгов (конкурсов, аукционов) на право заключения договора пользования рыбоводным участком»;

— приказ Минсельхоза России от 02.02.2015 г. № 30 «Об утверждении Правил расчета и взимания платы за пользование рыбоводным участком»;

— приказ Минсельхоза России от 11.03.2015 г. № 94 «Об утверждении Порядка деятельности комиссии по определению границ рыбоводных участков»;

— приказ Минсельхоза России от 06.04.2015 г. № 129 «Об утверждении особенностей водопользования для целей аквакультуры (рыбоводства), особенностей использования земель для целей аквакультуры (рыбоводства), а также порядка определения особенностей создания и эксплуатации зданий, строений и сооружений для целей аквакультуры (рыбоводства)»;

— приказ Минсельхоза России от 19.05.2015 г. № 197 «Об утверждении Порядка принятия решения о согласовании определения границ рыбоводных участков площадью более 300 гектаров»;

— приказ Минсельхоза России от 07.08.2014 г. № 305 «Об утверждении Порядка заключения договора пользования рыбоводным участком с рыбоводным хозяйством, которому был предоставлен рыбопромысловый участок для осуществления товарного рыбоводства на основании договора о предоставлении рыбопромыслового участка»;

— приказ Минсельхоза России от 22.10.2014 г. № 401 «Об утверждении форм документов, подтверждающих показатели объемов разведения и (или) содержания, выращивания объектов аквакультуры на водных объектах»;

— приказ Минсельхоза России от 18.11.2014 г. № 452 «Об утверждении Классификатора в области аквакультуры (рыбоводства)».

Можно выделить **семь шагов** в создании форелевого садкового хозяйства (ФСХ):

**Шаг первый.** Выбор водоема, на акватории которого планируется создание садкового рыбоводного хозяйства. Водоем должен отвечать гидрохимическим, гидрологическим и гидробиологическим требованиям к выращиванию форели.

**Шаг второй.** Выбор места расположения садкового хозяйства на акватории водоема и получения заключения научной организации, осуществляющей деятельность в области рыбоводства и сохранения водных биологических ресурсов, а также в области аквакульту-

ры (рыбоводства), о возможности формирования рыбоводного участка для садкового товарного рыбоводства.

**Шаг третий.** Обращение в орган исполнительной власти субъекта РФ (для рыбоводов Республики Карелия — Управление рыбного хозяйства Министерства сельского, рыбного и охотничьего хозяйства Республики Карелия) с предложением о формировании рыбоводного участка (с последующим включением в Перечень рыбоводных участков).

К обращению прилагаются следующие материалы:

а) сведения о рыбоводном участке с указанием его предполагаемых границ (наименование водного объекта, площадь рыбоводного участка, а также карта-схема рыбоводного участка с указанием на ней границ иных рыбоводных участков, рыбопромысловых участков, запретных для плавания и временно опасных для плавания районов, особо охраняемых природных территорий, а также муниципальных образований);

б) наименование муниципального образования, на территории которого планируется размещение либо к территории которого примыкает запрашиваемый рыбоводный участок (в случае если рыбоводный участок выделяется на территории муниципального образования либо примыкает к территории муниципального образования);

в) сведения о суммарной площади рыбоводных участков, расположенных на территории одного муниципального образования субъекта РФ, на территории которого выделяется данный рыбоводный участок, либо примыкающих к территории такого муниципального образования (в случае если рыбоводный участок выделяется на территории муниципального образования либо примыкает к территории муниципального образования).

Границы рыбоводного участка устанавливаются по трем точкам, которые описываются в географических координатах (с указанием системы используемых координат). При этом расположение таких точек на одной прямой не допускается.

Указание географических координат не требуется, если границы рыбоводного участка включают в себя всю акваторию водного объекта рыбохозяйственного значения. В этом случае можно использовать географическое название водоема. Береговая линия водного объекта должна определяться в соответствии с Водным кодексом РФ.

Формирование границ рыбоводного участка происходит в соответствии с постановлением Правительства РФ от 11.11.2014 г. № 1183 и осуществляется специально созданной комиссией, которая осуществляет свои полномочия в соответствии с приказом Минсельхоза России от 11.03.2015 г. № 94 (рис. 1).

В зависимости от расположения водного объекта комиссия создается Росрыболовством, его территориальным управлением или органом исполнительной власти субъекта Российской Федерации. Обращения о согласовании определения границ рыбоводных участков площадью более 300 гектаров рассматривает Минсельхоз России.

При формировании границ рыбоводного участка комиссия учитывает:

а) предложения граждан, общественных объединений, юридических лиц, крестьянских (фермерских) хозяйств и индивидуальных предпринимателей, объединений юридических лиц (ассоциаций и союзов), муниципальных образований;

б) заключения научных организаций, осуществляющих деятельность в области рыболовства и сохранения водных биологических ресурсов, а также в области аквакультуры (рыбоводства);

в) заключения бассейновых управлений, находящихся в ведении Росрыболовства.

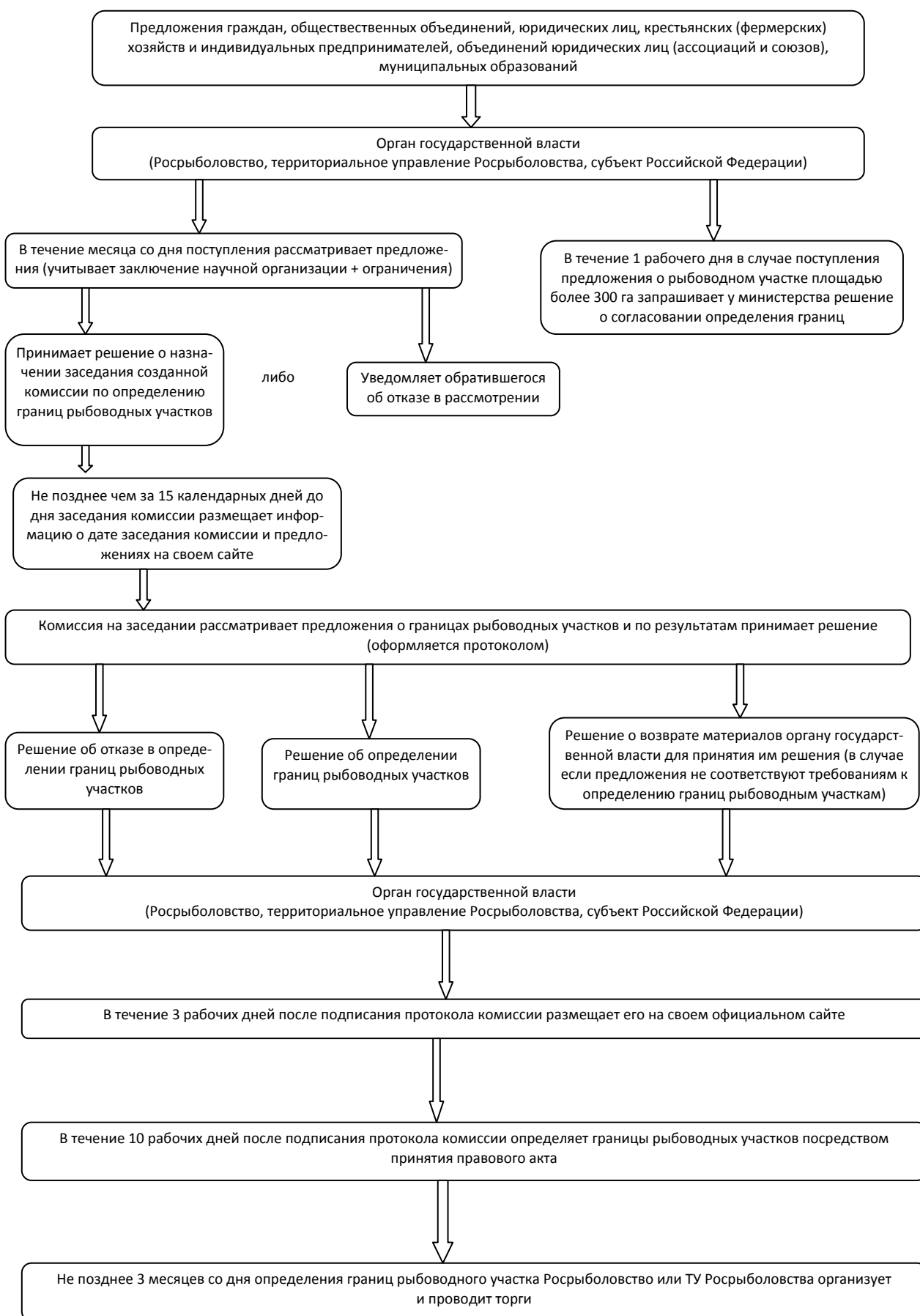


Рис. 1. Схема формирования рыболовного участка

Следует отметить, что организация на муниципальном уровне общественных (публичных) слушаний о целесообразности формирования на водном объекте рыбоводного участка не предусмотрена отраслевым законодательством. При этом проведение общественного обсуждения возможно в рамках законодательства о местном самоуправлении. Это позволяет будущему организатору садкового хозяйства выстроить диалог с представителями муниципальных органов исполнительной власти и населением, а также выработать компромиссные решения.

При наличии предложений и заключений комиссия проводит заседание по установлению границ рыбоводного участка и принимает решение о его включении в Перечень рыбноводных участков.

При включении рыбоводного участка в упомянутый перечень также рассматриваются: не налагаются ли границы нового участка на границы существующих, нет ли на данном месте ООПТ или официальных судоходных путей, не затрагиваются ли интересы Министерства обороны РФ. С этой целью направляются соответствующие запросы в Федеральное агентство морского и речного транспорта (Росморречфлот), Министерство обороны Российской Федерации, Министерство природных ресурсов Российской Федерации.

Заседания комиссии проводятся по мере необходимости. Информация о дате заседания обязательно размещается на сайте органа государственной власти не позднее чем за 15 календарных дней. Решения принимаются открытым голосованием, простым большинством голосов. Если мнения разделились поровну, решающим является голос председателя.

**Шаг четвертый.** Участие в торгах (конкурс, аукцион) на право заключения договора пользования рыбноводным участком.

Торги проводятся в соответствии с постановлением Правительства РФ от 15 мая 2014 г. № 450. При проведении конкурса (аукциона) устанавливаются следующие требования к заявителям:

- непроведение в отношении заявителя процедуры банкротства и ликвидации;
- неприостановление деятельности заявителя в порядке, предусмотренном Кодексом РФ об административных правонарушениях, на день рассмотрения заявки;
- отсутствие у заявителя задолженности по налогам, сборам и иным обязательным платежам в бюджеты любого уровня или государственные внебюджетные фонды за прошедший календарный год в размере более 25 % стоимости активов заявителя по данным бухгалтерской отчетности за последний завершенный отчетный период;
- отсутствие решения суда о принудительном расторжении договора с заявителем в связи с нарушением им существующих условий договора за последних 2 года, предшествующих году проведения конкурса.

Заявка на участие в конкурсе (аукционе) должна содержать:

- фирменное название, сведения об организационно-правовой форме, место нахождения и контактный телефон заявителя (для юридического лица); фамилию, имя, отчество, данные документа, удостоверяющего личность, и сведения о месте жительства (для индивидуального предпринимателя);
- предложение заявителя о размере платы за предоставление рыбноводного участка, перечисляемой в бюджет соответствующего субъекта РФ в случае признания его победителем;
- план развития рыбноводного хозяйства на заявленный период действия договора;
- другие документы, указанные в извещении о проведении торгов.

**Шаг пятый.** Заключение договора пользования рыбноводным участком.

Договор пользования рыбноводным участком в целях садкового рыбноводства заключается по результатам торгов (конкурса, аукциона) в соответствии с приказом Минсельхоза России от 07.08.2014 г. № 305. Срок действия договора может составлять от пяти до двадцати пяти лет.

**Шаг шестой.** Разработка проекта ведения рыбоводного хозяйства и согласование его с территориальным управлением Росрыболовства (для рыбоводов Карелии — это Северо-Западное управление Росрыболовства).

Проект должен включать два основных раздела: рыбоводно-биологическое обоснование (РБО) и экономическое обоснование (ЭО):

*I. Рыбоводно-биологическое обоснование (РБО).*

Основная цель разработки РБО — дать полную гидрологическую, гидрохимическую и гидробиологическую характеристику водоема, определить оптимальную возможность использования водоема с возможными схемами выращивания рыбы, подходящими для данного рыбоводного участка, и обеспечить безопасность для экосистемы.

РБО разрабатывается учеными и специалистами на основании экспедиционных материалов и анализа многолетних данных о состоянии водоема, на котором планируется размещение садкового хозяйства. К подготовке РБО могут быть привлечены региональные научные рыбохозяйственные институты, а также близкие по профилю биологические факультеты университетов, лаборатории научных центров РАН и т. п., располагающие кадрами квалифицированных специалистов и расположенные в непосредственной близости от изучаемого водного объекта.

РБО включает в себя 3 раздела: «Гидрологическая характеристика водоема» с расчетом предварительной нагрузки на водоем, «Технология выращивания» с описанием всех технологических процессов и «Экологическая безопасность» с анализом экологической ситуации в результате эксплуатации водных ресурсов.

На основании исследования предполагаемого места размещения садкового хозяйства детально анализируются целесообразность и возможность его строительства на выбранном участке водоема с учетом биологии объектов выращивания.

*II. Экономическое обоснование* — расчет объема затрат на строительство, производство товарной продукции, штатный персонал хозяйства, стоимость выращиваемой продукции, рентабельность производства и срок окупаемости хозяйства.

**Шаг седьмой.** Строительство хозяйства.

На данном этапе производится *разработка генерального плана строительства хозяйства и проектно-сметной документации*, которая осуществляется специализированной организацией с учетом всех требований законодательства РФ и субъекта РФ и согласовывается в установленном порядке с контрольно-надзорными органами, заинтересованными органами местного самоуправления, общественными организациями и местным населением.

Особенности водопользования и использования земель для целей аквакультуры (рыбоводства), а также порядок создания и эксплуатации зданий, строений, сооружений утверждены приказом Минсельхоза России от 06.04.2015 г. № 129.

На основании данных документов осуществляется отведение в аренду или постоянное пользование земельного участка, подтверждаемое актом выбора и обследования земельного участка, договором аренды земли или свидетельством на право собственности.

Размер территории земельного участка под размещение площадки форелевого хозяйства зависит от направления деятельности хозяйства, объема производимой продукции, комплекса зданий и сооружений, планируемых к строительству. При этом должны соблюдаться санитарно-гигиенические и противопожарные нормы.

Площадь земельного участка под размещение ФСХ определяется на основании рекомендаций СНиП II-97-76 «Генеральные планы сельскохозяйственных предприятий».

Обоснование размеров акватории под садковые линии и охранный зоны определяется генеральным планом, разрабатываемым проектной организацией на основании нормативных документов, и отражается в его технико-экономических показателях.

При разработке генерального плана учитываются следующие факторы:

1) строгое соблюдение нормативных противопожарных расстояний между зданиями и сооружениями;

2) обеспечение проездов к зданиям и сооружениям, источникам противопожарного водоснабжения, выполненным с учетом возможности свободной эвакуации людей и материальных ценностей с территории ФСХ, локализации источников возгорания;

3) определение размеров внутриплощадочных дорог и проездов с учетом минимальной ширины проезжей части, расчетных радиусов поворота грузового автотранспорта;

4) разделение территории на зоны с учетом технологических связей, санитарно-гигиенических и противопожарных требований.

На стадии разработки проектной документации на строительство ФСХ проектной организацией определяется расчетная площадь акватории исходя из предполагаемого количества садков, их объема и способа установки, а также принятого размера условной «рыбоохранной» зоны, которая может составлять до 100 м от периметра садковой линии. Наличие охранной зоны позволит минимизировать стрессовые для выращиваемой рыбы ситуации. Например, от воздействия проходящих моторных плавсредств и других факторов.

В настоящее время аквакультура не рассматривается как деятельность, оказывающая существенное воздействие на окружающую среду. Она не входит в перечень объектов, подлежащих обязательной экологической экспертизе, и процедура оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) может (по согласованию с территориальными органами охраны природы) проводиться в упрощенном виде или вообще не проводиться, с учетом того что экологические ограничения определяются на этапе подготовки РБО.

## Глава 4. Организационно-производственные формы рыбоводных хозяйств

В зависимости от формы организации производственно-технологического цикла все рыбоводные хозяйства можно разделить на полносистемные, неполносистемные и комплексные.

В *полносистемных хозяйствах* осуществляется полный цикл производства рыбной продукции: от формирования маточного стада, инкубации икры и получения личинок до производства товарной рыбной продукции и ее реализации.

В составе такого хозяйства необходимо иметь: садки для маточного стада (основные, ремонтные и резервные), помещения для получения половых продуктов, оборудование для инкубации икры и подращивания личинок, вспомогательные помещения и рыбоводный инвентарь, а также садки и садковые линии для выращивания посадочного материала и товарной рыбы.

Положительной стороной такой организационно-производственной формы является отсутствие зависимости от других хозяйств. В частности, не требуется завозить из других хозяйств посадочный материал, благодаря чему исключается вероятность занесения в хозяйство возбудителей различных заболеваний. Большое значение имеет также наличие возможности реализации продукции на разных этапах ее производства (икра, молодь, посадочный материал, товарная рыба). К отрицательным сторонам такой формы следует отнести длительный срок организации (5—6 лет) и продолжительное время окупаемости капитальных вложений (до 8 лет), сложность управления разнопрофильными направлениями хозяйственной деятельности и недостаток специалистов широкой квалификации.

*Неполносистемные хозяйства* создаются на основе этапности осуществления технологического процесса при получении конечного продукта (формирование маточных стад, выращивание посадочного материала, выращивание товарной рыбы).

Положительной стороной такой специализации являются более широкие возможности освоения инновационного пути развития, сокращение объемов капиталовложений и ускорение сроков их оборачиваемости. В результате повышается рентабельность производства рыбной продукции на каждом этапе ее осуществления.

*Специализированные маточные садковые хозяйства*, как правило, создаются для каждой конкретной природной области (Карелия, Ленинградская область и др.). Положительным моментом такой формы является возможность использовать не только искусственно созданные породы форели для формирования маточного стада, но и продуктивных производителей из естественной среды, выращенных на хозяйстве, тем самым постоянно улучшать качество потомства и конкурентоспособность производимой товарной продукции.

Для создания такого хозяйства потребуются садки для содержания производителей и формирования маточного стада, помещения для отбора половых продуктов, инкубационные аппараты и оборудование для контроля качества водной среды.

*Специализированные садковые хозяйства по выращиванию посадочного материала* организуются с целью выращивания молоди различной массы (от 5 до 250 г и более) и возраста (от сеголетка 0+ до двухлетка 1+ и старше), что способствует расширению рынка сбыта выращиваемого посадочного материала.

Продолжительность цикла выращивания посадочного материала в таких хозяйствах может длиться от нескольких месяцев до 1,5 лет. Основное оборудование — садки разных размеров с делью различной ячеи. Если цикл выращивания посадочного материала начинается с последних этапов развития эмбриона, то для размещения приобретаемой икры в хозяйстве необходимо иметь специальные лотки с проточной водой или сетчатые садки из газа № 13—17 для размещения приобретаемой икры и подращивания личинок.

Преимуществом *специализированных товарных садковых хозяйств* является возможность в достаточно короткие сроки выйти на положительный уровень рентабельности (2—3 года). Необходимым оборудованием в таких хозяйствах являются садки разных размеров и объемов с делевым оснащением различной ячеи, автокормушки, аппаратура для контроля за поведением выращиваемых рыб и поедаемостью корма, бытовые, складские и другие вспомогательные помещения.

**Комплексные хозяйства** — это одна из новых и достаточно перспективных форм хозяйствования на пресноводных водоемах. Она позволяет одновременно использовать несколько способов производства рыбной продукции (садковый, бассейновый, пастбищный, прудовый, озерный).

Основой каждого комплексного хозяйства должно быть производство посадочного материала и товарной рыбы в садках. Полученная в садках рыбная продукция может быть использована как в самом хозяйстве, так и реализована другим производителям. Посадочный материал может быть использован для дальнейшего выращивания в садках или размещен в водоемах комплексного хозяйства для нагула на естественной кормовой базе.

Бассейновый способ необходим для доинкубации приобретенной икры, подращивания личинок и выращивания мальков. Он также может быть использован для выдерживания производителей перед нерестом.

Пастбищный способ (бассейны, садки, озера) применяется в комплексном хозяйстве для выращивания посадочного материала в бассейнах или садках под контролем рыбоводов и последующего его размещения в естественном водоеме комплексного хозяйства для нагула на самовоспроизводящейся кормовой базе.

Озерный способ обеспечивает выращивание посадочного материала (сеголетков) в специально подготовленном водоеме и дальнейшее его размещение в нагульном озере хозяйства для выращивания на естественной кормовой базе.

Способы использования полученной рыбной продукции в комплексном хозяйстве также могут быть разными. Например, реализация через рынок, через спортивное рыболовство, через рыбный туризм и другие пути.

Для эффективного развития комплексного хозяйства необходимо иметь: арендованные водоемы (озера) или участки (заливы озер), садки различных размеров, инкубационно-личиночный цех с лотками и бассейнами с проточной водой, автокормушки и другое рыбноводное оборудование, плавсредства, орудия промысла и спортивное снаряжение, бытовые и складские помещения.

В Республике Карелия широкое распространение получило **товарное садковое форелеводство**. В зависимости от наличия материальных средств и планируемой мощности производства, как правило, применяют 2 схемы выращивания товарной рыбы или их комбинацию (рис. 2).

Преимуществом **схемы 1** является возможность обеспечения хозяйства необходимым количеством сеголетков и их адаптации (осенью) к условиям водоема, в котором они будут в дальнейшем выращиваться, что снижает потери молоди. С этой целью в начале лета закупается икра на стадии глазка (Америка, Дания, Англия, Франция, Польша) от высокопродуктивных пород форели, из которой к осени получают сеголетков массой 20—30 г. Если в хозяйстве нет возможности выращивать своих сеголетков, то они закупаются в начале осени (сентябрь) в других специализированных хозяйствах. Время получения первой товарной продукции — 2 года.

**Схема 2** позволяет в более короткий срок — 1,5 года — получить товарную продукцию и используется, как правило, на первых этапах организации садковых хозяйств с целью обеспечения быстрого оборота средств.

По мере развития и увеличения мощности хозяйства переходят к комбинации выше описанных схем, параллельно осуществляя приобретение и подращивание разноразмерного

посадочного материала, что обеспечивает бесперебойный круглогодичный производственный процесс (Рыжков с соавт., 2011).

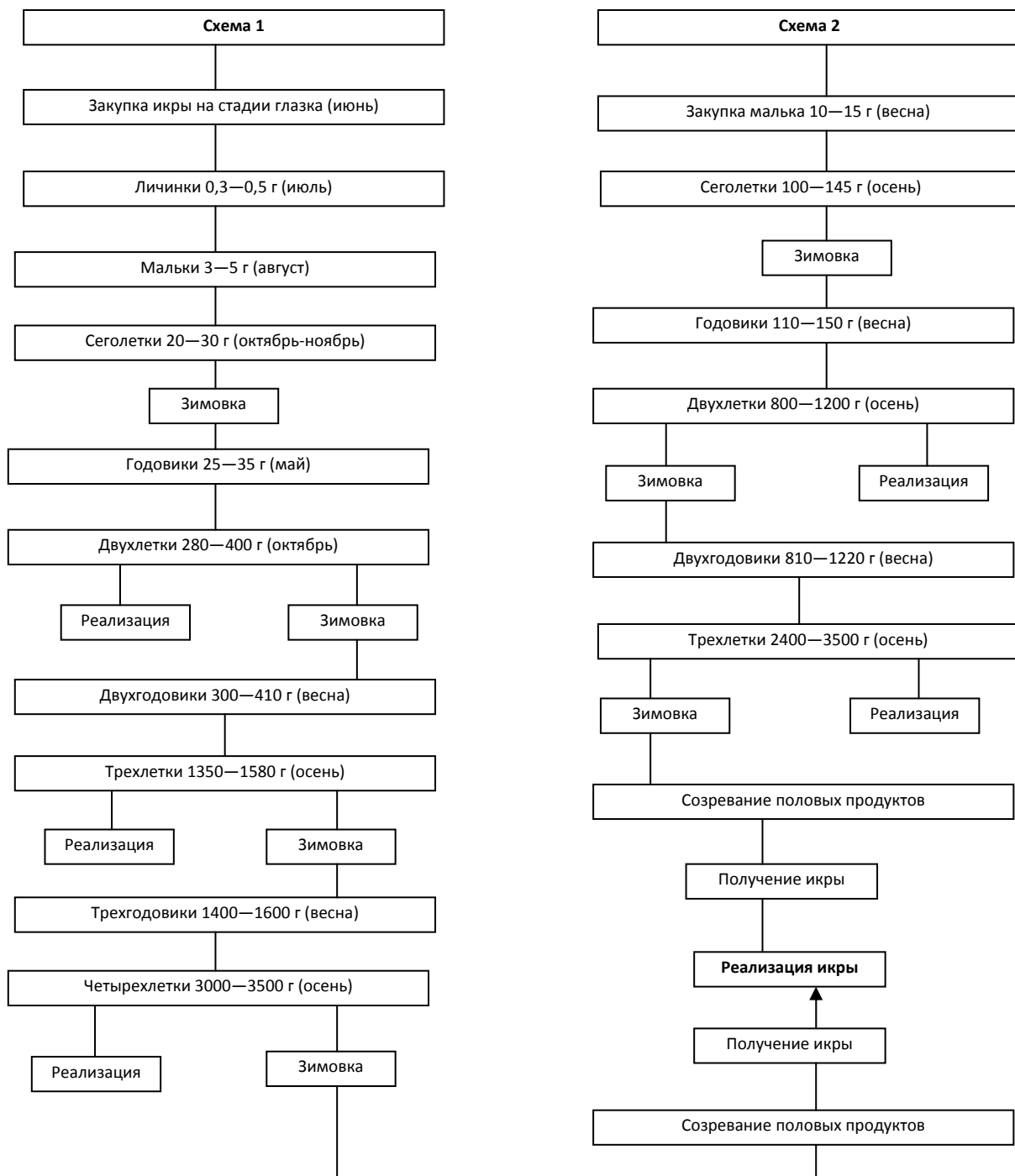


Рис. 2. Схемы организации производственного цикла в форелевых садковых хозяйствах Карелии

Качество товарной продукции форели и продолжительность времени ее производства, а следовательно, и экономика хозяйства, зависят от интенсивности продуктивного роста рыб. Величина изменения данного показателя (роста) обусловлена качеством посадочного материала, здоровьем рыб, качественным составом кормов и режимами кормления, что требует осуществления постоянного контроля (Рыжков с соавт., 2007).

Наряду с выращиванием товарной рыбы, многие хозяйства получают икру, затраты на производство которой полностью окупаются ее высокой стоимостью. Для этих целей производится отбор наиболее крупных самок в возрасте 2+ (трехлетки) и их дальнейшее выращивание до четырех-пяти лет. Именно в этом возрасте у самок форели происходит формирование наиболее качественных половых продуктов. Выращивание рыб более старших возрастов неэффективно.

При проведении зимовки не рекомендуется оставлять в садках созревших взрослых особей форели, так как невыметанные половые продукты будут резорбироваться (рассасываться) внутри ястыков (половых желез), вызывая снижение устойчивости организма форели к заболеваниям. Попадание инфекции в организм ослабленных рыб может привести к развитию заболеваний, массовому заражению и гибели товарной форели.

Приобретая посадочный материал, важно следить за общим состоянием молоди, особенно за ее здоровьем. Отсутствие заболеваний у приобретаемой молоди должно быть подтверждено соответствующими документами. При наличии возбудителей заболеваний у молоди они могут быть занесены в рыбоводное хозяйство, что в дальнейшем потребует затрат на лечение рыб, приведет к снижению качества товарной продукции и к ухудшению экономических показателей хозяйства в целом.

На современном этапе развития садкового рыбоводства в Республике Карелия наиболее эффективной может стать **зональная форма**, обеспечивающая возможность размещения хозяйств по принципу их концентрации в зональном аспекте с учетом конкретных климатических, экологических и экономических условий (Рыжков, Кучко, 2008).

Зональная организация садкового рыбоводства предусматривает создание единого для нескольких зон селекционно-генетического центра, в котором должны формироваться элитные маточные стада разводимых рыб. Такой центр будет обеспечивать молодь рыб питомники для выращивания качественного посадочного материала, созданные в регионе. Питомники, в свою очередь, станут основной базой для садковых ферм, производящих товарную рыбу.

Экономическая целесообразность использования зональной формы заключается в сокращении сроков оборачиваемости капитала при разделении общего цикла производства рыбной продукции на ряд этапов, в возможности объединения различных форм собственности и в создании условий для развития малого предпринимательства.

Географическое положение Карелии, ее значительная протяженность с севера на юг и разнообразие местных природных факторов обусловили климатическую зональность республики. На ее территории можно выделить три климатические зоны — северную, среднюю и южную, которые расположены соответственно севернее 64°30' с. ш., между 64°30' и 63° с. ш. и южнее 63° с. ш. В таблице 2 представлена нормативная навеска разновозрастной форели, выращиваемой в садковых условиях, на величину которой могут ориентироваться рыбоводы Карелии.

**Нормативная масса (г) разновозрастной форели  
при садковом выращивании (Рыжков, Кучко, 2008)**

| <b>Возраст</b> | <b>Сроки<br/>(середина<br/>месяца)</b> | <b>Южная<br/>зона<br/>Карелии</b> | <b>Средняя<br/>зона<br/>Карелии</b> | <b>Северная<br/>зона<br/>Карелии</b> |
|----------------|----------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Личинки        | Март                                   | Не менее 0,1                      | Не менее 0,1                        | Не менее 0,05                        |
| Мальки         | Май                                    | Не менее 5                        | Не менее 10                         | Не менее 3                           |
| Сеголетки      | Ноябрь                                 | Не менее 180                      | Не менее 200                        | Не менее 45                          |
| Годовики       | Май                                    | Не менее 200                      | Не менее 210                        | Не менее 50                          |
| Двухлетки      | Ноябрь                                 | Не менее 1200                     | Не менее 1000                       | Не менее 350                         |
| Двухгодовики   | Май                                    | Не менее 1320                     | Не менее 1150                       | Не менее 390                         |
| Трехлетки      | Ноябрь                                 | Не менее 3000                     | Не менее 2500                       | Не менее 1200                        |
| Трехгодовики   | Май                                    | Не менее 3100                     | Не менее 2550                       | Не менее 1250                        |
| Четырехлетки   | Ноябрь                                 | Не менее 4500                     | Не менее 4000                       | Не менее 2500                        |

При выращивании посадочного материала радужной форели в садковых хозяйствах других регионов России следует учитывать их климатические условия. Например, для центральной климатической зоны России целесообразно руководствоваться нормативами южной Карелии.

## Глава 5. Характеристика района размещения форелевого садкового хозяйства

При планировании выращивания радужной форели в садках тщательно подбирают водоем, в акватории которого предполагают организовывать рыбоводное хозяйство. Следующим этапом является выбор конкретного места для размещения садкового хозяйства. Оценку пригодности предполагаемой рыбоводной площадки производят по морфологическим, гидрологическим и трофологическим показателям, по динамике ледового и ветрового режима, химическому составу вод. При этом обращают внимание на экологические и экономические составляющие: соответствие рассматриваемой акватории водоема общим ветеринарно-санитарным требованиям, обеспечение экологической безопасности, состояние транспортных путей и энергетическую обеспеченность. Качество воды должно отвечать биологическим особенностям форели и гарантировать получение полноценной продукции. В воде не должны содержаться токсические или другие вещества, негативно влияющие на здоровье рыб и придающие неприятный запах их мясу. Кроме того, водная среда не должна быть источником возникновения заболеваний.

Место размещения форелевого хозяйства должно отвечать следующим **экономическим условиям**:

1. *Наличие возможности дальнейшего развития форелевого садкового хозяйства.* Размер площади для установки садков должен обеспечивать не только начальную фазу создания хозяйства, но и его дальнейшее расширение при сохранении благоприятных экологических условий среды.

2. *Наличие запасного варианта.* Необходимо учитывать наличие запасного (альтернативного) места для размещения садков в случае возникновения опасных для производства условий — ухудшения гидрохимического режима, антропогенного загрязнения (промышленного, сельскохозяйственного, бытового, рекреационного и др.), неблагоприятной эпизодической ситуации и т. д. Следует обращать внимание на возможность проникновения сточных вод со смежных с садковым хозяйством территорий.

3. *Наличие материально-энергетической базы и транспортных коммуникаций.* Для повышения экономической эффективности хозяйство должно располагаться максимально близко от источников энергии и удобных транспортных коммуникаций. Кроме того, желательно иметь постоянный источник рабочей силы, долговременные связи с производителями кормов и перерабатывающими предприятиями.

4. *Наличие рынка сбыта.* Одним из основных условий функционирования рыбоводного хозяйства должно быть наличие рынка сбыта продукции. Желательно, чтобы связь с рынками сбыта продукции осуществлялась на основании долгосрочных договоров.

Район водоема, рекомендуемый для размещения садкового хозяйства, должен отвечать следующим **экологическим требованиям**:

1. Сохранять благоприятную водную среду, обеспечивающую нормальное функционирование садкового хозяйства на протяжении длительного периода времени.

2. Обеспечивать максимальную трансформацию твердых и жидких отходов, поступающих в водную среду при выращивании в садках рыбной продукции.

3. Не допускать поступления в садки любых загрязняющих веществ.

4. Не оказывать негативного влияния на водную экосистему в районе садкового хозяйства и не способствовать нарушению нормальных условий выращивания рыб в садках.

Для создания форелевого хозяйства необходимо исследование исходного состояния водоема. Это важно, во-первых, для расчета возможной мощности садкового хозяйства, во-вторых — для определения параметров водной площадки предполагаемого хозяйства.

При оценке исходного состояния водоема используются следующие показатели: объем котловины водоема, величина водообмена, фоновые показатели содержания фосфора в воде, продолжительность вегетационного периода. Необходимо учитывать также степень защищенности садков от волнового и ветрового воздействия, глубину, рельеф береговой линии и дна водоема, характер донных отложений, наличие течений, среднемесячную температуру воды, ее динамику и другие факторы среды. В морских условиях при установке садков необходимо обращать особое внимание на приливно-отливной режим и соленость воды.

Акватория, предназначенная для размещения форелевого хозяйства, должна отвечать следующим **гидрографическим условиям**:

1. Глубина на месте установки садков — не менее 5 м для выращивания товарной рыбы и не менее 3 м — для выращивания посадочного материала при минимальном уровне воды, оптимальные глубины — около 10—12 м.

2. Расстояние садков от береговой растительности — не менее 100 м.

3. Скорость течения — 0,02—0,2 м/с (для пресноводных хозяйств).

4. Скорость течения во время максимальных приливов — не выше 0,5 м/с (для морских хозяйств), максимальная скорость течения на рыбоводном участке — 0,5 м/с.

5. Высота волны на акватории выращивания не должна превышать 1,5 м при максимальной скорости ветра.

6. Отсутствие легко взмучиваемых донных отложений и антропогенного загрязнения.

7. Характер грунта должен учитываться при выборе установочных якорей. При наличии твердого каменистого дна обычно используются массивные блоки весом 600—800 кг, для песчаных грунтов предпочтительнее лопастные зарывающиеся якоря корабельного типа.

8. Рельеф дна акватории должен способствовать рассеиванию не усвоенного рыбами корма и продуктов их метаболизма на максимально большой площади. Этому может способствовать небольшой уклон ложа водоема, желательно без глубоких впадин.

9. При зимнем содержании рыбы в районе размещения рыбоводной площадки не должно быть подвижек льда и особенно шугообразования. Подвижки льда опасны для конструкций используемых садков, а шуга может нарушить газовый режим в садках и препятствовать выведению конечных продуктов жизнедеятельности рыб.

10. В местах расположения садков следует избегать больших углублений дна, что вызывает ухудшение гидрохимического режима (вследствие усиления процессов окисления, имеющих место при разложении остатков корма и метаболитов), снижение содержания растворенного в воде кислорода и образование водных масс, насыщенных углекислотой и сероводородом.

Вода в районе расположения садкового хозяйства по **гидрохимическим показателям** должна соответствовать ОСТ 15.372-87, за исключением цветности, величина которой в водоемах Европейского Севера, в большинстве своем имеющих болотное питание, может составлять до 200 градусов, что, согласно многолетним наблюдениям, не оказывает негативного влияния на результаты выращивания форели (табл. 3).

Для рыб, температура тела которых практически не отличается от температуры воды, термический режим водной среды имеет большое значение. От температуры воды зависят количество потребляемой рыбами пищи, интенсивность ее трансформации в пищеварительном тракте и, соответственно, скорость роста рыб. Поэтому при размещении садков в водоеме необходимо учитывать пути оптимизации температурных условий для выращиваемой в них форели (направление и скорость течений, ветровые перемешивания воды, рельеф дна и акватории, глубина водоема и т. д.).

**Требования к качеству воды форелевых хозяйств и ПДК вредных веществ  
для рыбохозяйственных водоемов (ОСТ 15.372-87)**

| Показатели                                           | Для инкубации икры | Технологическая норма при выращивании форели | Допустимые значения при выращивании форели | Рыбохозяйственная ПДК                    |
|------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------|
| Температура (°С)                                     | 6—10               | До 20                                        | —                                          | —                                        |
| Прозрачность (м)                                     | Не менее 2         | Не менее 1,5                                 | —                                          | —                                        |
| Цветность (град.)                                    | —                  | Не более 30****                              | Не более 100                               | —                                        |
| Взвешенные вещества (г/м <sup>3</sup> )              | Не более 5,0       | Не более 10                                  | Не более 30                                | + 0,25<br>к фону*<br>+ 0,75<br>к фону*** |
| рН (ед. рН)                                          | 7,0—8,0            | 7,0—8,0                                      | 6,5—8,5                                    | 6,5—8,5                                  |
| Кислород растворенный (г/м <sup>3</sup> )            | 9—11               | Не ниже 9,0                                  | Не ниже 6,0                                | Не ниже 6,0                              |
| Диоксид углерода растворенный (г/м <sup>3</sup> )    | 10                 | 10                                           | 30                                         | —                                        |
| Сероводород растворенный (г/м <sup>3</sup> )         | Отсутствие         |                                              |                                            |                                          |
| Аммиак растворенный (г/м <sup>3</sup> )              | 0,01               | 0,05                                         | 0,1                                        | 0,05                                     |
| Перманганатная окисляемость (гО/м <sup>3</sup> )     | 10                 | 10                                           | 30                                         | —                                        |
| Бихроматная окисляемость (гО/м <sup>3</sup> )        | —                  | 45                                           | 65                                         | —                                        |
| БПК <sub>5</sub> (гО <sub>2</sub> /м <sup>3</sup> )  | 2,0                | 5,0                                          | 8,0                                        | 2,0                                      |
| БПК <sub>20</sub> (гО <sub>2</sub> /м <sup>3</sup> ) | —                  | —                                            | —                                          | 3,0                                      |
| Аммоний (гN/м <sup>3</sup> )                         | 0,75               | 0,2                                          | 0,5                                        | 0,5                                      |
| Нитраты (гN/м <sup>3</sup> )                         | —                  | 0,5                                          | 1,0                                        | 40                                       |
| Нитриты (гN/м <sup>3</sup> )                         | —                  | 0,02                                         | 0,1                                        | 0,08                                     |
| Фосфаты (гP/м <sup>3</sup> )                         | —                  | 0,05                                         | 0,3                                        | 0,05*<br>0,15**<br>0,2****               |
| Железо общее (гFe/м <sup>3</sup> )                   | —                  | 0,5                                          | —                                          | 0,1                                      |
| Железо закисное (гFe/м <sup>3</sup> )                | Отсутствие         | 0,1                                          | —                                          | —                                        |

\* — водоем высшей рыбохозяйственной категории

\*\* — водоем первой рыбохозяйственной категории

\*\*\* — водоем второй рыбохозяйственной категории

\*\*\*\* — величина цветности на озерах Карелии

Наиболее лабильным является содержание растворенного в воде кислорода. При засорении шугой, обрастании или заилении делянок содержание кислорода в течение нескольких часов может снизиться до критических (6—7 мг/л) или даже летальных (2—3 мг/л) концентраций. О дефиците кислорода в садках можно судить по поведению рыб, которые всплывают к поверхности воды и заглатывают атмосферный воздух. Устранить

такую ситуацию можно с помощью аэраторов. Следует отметить, что при хэндлинг-стрессе (обловы, контрольные взвешивания, профилактические обработки) потребность в кислороде у форели также увеличивается.

В погружных садках или в зимних условиях доступ рыбы к атмосферному воздуху утрачивается. Радужная форель является открытопузырной рыбой, и ей периодически необходимо всплывать к поверхности воды, чтобы пополнить запасы воздуха в плавательном пузыре. Если такая возможность отсутствует, то через несколько часов часть форели начинает плавать на боку. Затем форель ложится на дно садка, у нее на теле появляются пролежни и даже язвы. В дальнейшем она погибает. При восстановлении связи с атмосферой нормальное состояние способной к движению рыбы восстанавливается (Михеев, 1982).

Особое внимание следует обратить на то, что для форели опасны даже относительно невысокие концентрации соединений железа в воде (в пределах 0,2 мгFe/л). Гидроокись железа образует на жабрах бурый налет, вызывая удушье у рыб. Особенно опасно для форели закисное железо. Однако при достаточно высоком насыщении воды кислородом оно окисляется и выпадает в осадок. А. Н. Канидьев (1985) считает допустимым при выращивании форели концентрацию общего железа до 1 мг/л. Оптимальным считается содержание железа в воде не более 0,5 мг/л. В ОСТ 15.372.-87 в качестве технологической нормы принята концентрация общего железа не более 0,5 мг/л, а закисного — не более 0,1 мг/л. При инкубации икры форели закисное железо в используемых водах не должно присутствовать.

Сероводород опасен для форели, поскольку сульфиды, проникая в организм рыб, уменьшают способность тканей усваивать кислород. ОСТ 15.372-87 предусмотрено его полное отсутствие. Летальная концентрация сероводорода для форели составляет 0,86 мг/л.

Хлор в виде хлорноватистой кислоты и хлораминов также токсичен для форели. Токсичность его возрастает при снижении концентрации растворенного кислорода в воде. Согласно ОСТ 15.372-87, в водах для форелевых хозяйств хлор должен отсутствовать. Летальная концентрация этого газа для форели составляет 4 мкг  $\text{HOCl}$ /л.

Опасность для форели представляют фенолы. В результате их высокой окисляемости происходит снижение концентрации растворенного кислорода в воде. Токсичность фенолов возрастает с уменьшением содержания растворенного в воде кислорода, снижением температуры и увеличением минерализации воды. Пороговая концентрация фенолов для форели составляет 0,5 мг/л, а при температуре воды 5 °С — 0,25 мг/л. Фенолы придают мясу рыбы неприятный привкус.

Токсичность цинка обусловлена ионом цинка и, возможно, взвешенным цинком, присутствующим в виде основного карбоната или гидроокиси в суспензии. Токсичность цинка уменьшается при увеличении жесткости, температуры, минерализации и содержания взвесей и увеличивается при уменьшении концентрации растворенного в воде кислорода. Максимальные концентрации растворенного в воде цинка не должны превышать 0,3 мгZn/л.

Токсичность меди связана с двухвалентным ионом, возрастает при снижении жесткости воды, температуры и содержания растворенного в воде кислорода и уменьшается в присутствии гумусовых кислот, аминокислот и взвесей. Максимально допустимая концентрация меди 1,0 мкгCu/л.

Концентрация кадмия в незагрязненных пресных водах обычно составляет 0,01—0,5 мкг/л, а максимальная концентрация находится в пределах 0,5—2,0 мкг/л.

Повышенные концентрации тяжелых металлов в воде угнетают рост форели, нарушают функции печени и ферментов метаболизма, повреждают жабры, нарушают гомеостаз на всех уровнях — от молекулярного до организменного. Тяжелые металлы имеют свойство накапливаться в организме рыб. По степени накопления в органах и тканях тяжелые металлы обычно располагаются в следующий ряд:  $\text{Fe} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{Mn} > \text{Ni} > \text{Pb} > \text{Cd} > \text{Co}$ .

Негативное воздействие аммиака на форель увеличивается с возрастанием температуры и повышением pH воды. Так, увеличение реакции среды от 7,0 до 7,3 или повышение температуры на 10 °С удваивает токсичность аммиака. ОСТ 15.372-87 установил ПДК неиони-

зированного аммиака для форели 0,05 мг/л, а для икры — 0,01 мг/л, но желательно его полное отсутствие.

Содержание взвешенных веществ в воде при выращивании форели не должно составлять более 10 мг/л. Отмечено, что концентрации взвесей до 100 мг/л снижают интенсивность ее питания вплоть до полного прекращения, но не влияют на выживаемость.

Биогенные элементы азот и фосфор не оказывают токсического действия на форель при достаточно высоких значениях. Их предельно допустимые концентрации определяются не потребностями форели, а требованиями к качеству водной среды. Однако при выращивании радужной форели необходим контроль за содержанием в воде биогенных элементов, так как оно может существенно изменяться. При их недостатке сокращаются объемы производства первичной продукции, а при избытке начинается процесс эвтрофирования, что может оказать влияние на функционирование садкового хозяйства.

Предельные концентрации таких загрязнителей, как нефтепродукты, СПАВ, гербициды, инсектициды, некоторые тяжелые металлы и другие, не вошедшие в ОСТ 15-372.87, определены в «Перечне рыбохозяйственных нормативов предельно безопасных концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение».

Оценка параметров водной площадки создаваемого форелевого хозяйства и используемых кормов выполняется по следующим показателям:

- определяется площадь акватории водоема (рыбоводная площадка) для организации садкового хозяйства;

- определяется средняя глубина на акватории рыбоводной площадки;

- рассчитывается ориентировочный объем водных масс в акватории рыбоводной площадки;

- определяется содержание фосфора в кормах, предполагаемых к использованию в хозяйстве;

- оценивается возможный расход корма за сезон выращивания форели;

- рассчитывается удельное выделение фосфора на хозяйстве предполагаемой мощности за сезон выращивания (этот показатель является величиной добавки фосфора к фоновому его содержанию в водоеме);

- рассчитывается удельное выделение фосфора в неусвоенной части кормов (экскрементах);

- по величине ПДК фосфатов определяется целесообразность создания садкового хозяйства предполагаемой мощности.

Величина ПДК фосфатов в рыбохозяйственных водоемах составляет: для олиготрофных — 0,05 мгР/л, для мезотрофных — 0,15 мгР/л и для эвтрофных — 0,2 мгР/л.

Наряду с гидролого-гидрохимической оценкой качества водной среды, для нормального функционирования садковых хозяйств важно хорошо знать состояние **биотической компоненты**. Ее оценка через качественный и количественный состав биоты, взаимоотношения между организмами, популяциями и сообществами весьма важна для характеристики экосистемы (Дажо, 1975).

Водная среда природных водоемов и обитающие в ней организмы являются потенциальными источниками паразитарного заражения рыб, выращиваемых в садках при высокой плотности посадки. В частности, планктон является одним из промежуточных хозяев многих видов паразитов.

При интенсивном развитии фитопланктона отрицательное воздействие на рыб могут оказывать синезеленые водоросли. Это связано с их способностью продуцировать вещества, токсичные для животных. Отмечены случаи гибели молоди форели в садках во время активного развития синезеленых водорослей. Поэтому плавучие садки с рыбой следует выводить из зоны их массового скопления.

Дель садков, как любой субстрат, помещенный в водоем, заселяется водными организмами. Летом, во время «цветения» воды, сетное полотно интенсивно обрастает водорослями. В районе размещения садков также наблюдается скопление более крупных форм зоопланктона и других видов водных организмов, которые нередко нарушают в них водообмен и приводят к дефициту кислорода. Наряду с негативным влиянием, все представители трофической цепи в водоеме активно участвуют в трансформации экскрементов, отходов пищи и конечных продуктов метаболизма рыб. Концентрирующиеся у садков кормовые объекты привлекают к садкам различные виды рыб (плотву, уклею, верховку, густеру, окуня), которые могут быть источниками инвазии для форели, выращиваемой в садках. Особенно чувствительна к заболеваниям, в частности триенофорозом, мелкая, отстающая в росте форель.

Исходя из выше сказанного, можно утверждать, что регулярная оптимизация состояния окружающей среды в районе размещения садковых хозяйств будет способствовать росту их экономической эффективности.

## Глава 6. Садки и садковые системы для выращивания форели

Основу оснащения современного форелевого хозяйства составляют различные конструкции и системы садков, в которых осуществляется выращивание товарной рыбы и посадочного материала, а также круглогодичное содержание производителей, выбор которых обычно определяется следующими факторами:

— *Местом, где будут установлены садки, и их пригодностью в отношении возможных штормов.* Так, на открытой акватории водоема с высоким риском сильных штормов требуются садки, разработанные таким образом, чтобы выдерживать максимальную силу волны. Если место так или иначе защищено, более простые системы крепления и более легкие конструкции садков для выращивания рыбы снизят размеры начальных затрат на организацию садкового хозяйства.

— *Стоимостью садков.* Понятно, что при создании садкового хозяйства бюджет является сдерживающим фактором. Однако не всегда самый дешевый вариант может учитывать пригодность конструкций садков для использования в определенном месте.

— *Производственными планами.* Размер хозяйства и модели садков могут варьировать в зависимости от целей, которые ставят перед собой рыбоводы. Например, фермеры, которые хотят производить «нишевый» продукт (форель с определенной массой тела или одного возраста) или пытаются разнообразить продукцию рыбой разного размера, возможно, предпочтут большое количество маленьких садков, а не несколько садков большего размера.

По способу установки в водоеме выделяют *стационарные* и *плавающие* садки, которые конструктивно делятся на каркасные, бескаркасные и полукаркасные. Каркасные садки имеют жесткий объемный каркас, обтянутый сетчатым материалом. Бескаркасные садки изготавливают в виде свободно свисающего мешка или жесткой конструкции из перфорированного пластика либо сетки из нержавеющей стали. Полукаркасные садки обычно представляют собой дельевый мешок, внутрь которого для растягивания дна и стенок закладывается прямоугольная рама из дерева или металла, покрытого антикоррозийным составом, или мешки с грузом. Также садки бывают пресноводные и морские.

**Стационарные садки** применяют в озерно-речных системах с относительно постоянным уровнем воды или в прудах с регулируемым режимом водоподдачи.

В водоеме устанавливают свайную эстакаду с центральной дорожкой, соединенной с берегом жесткими мостками, по бокам которой располагаются гнезда для размещения садков или садковые секции (рис. 3).



Рис. 3. Эстакада для установки стационарных садков  
(источник: <http://www.5692.com.ua/article/634987>)

В гнездах устанавливают садки с жестким каркасом из дерева или металла, обтянутым капроновой делью. В садковых секциях закрепляют дельевые мешки в форме параллелепипеда. Верхние углы мешка закрепляют над поверхностью воды. К нижним углам привязывают груз. Таким образом, садок сохраняет прямоугольную форму. Рекомендуемые размеры садков  $2,5 \times 1,5 \times 1,5$  или  $2,5 \times 2,5 \times 1,5$  м; площадь их соответственно 3,75 и 6,25 м<sup>2</sup> (рис. 4).

Иногда вдоль боковых сторон эстакады устраивают деревянные мостки, скрепляя их перегородками с центральной дорожкой. Такая конструкция позволяет механизировать процесс кормления рыбы, например с применением легких кормораздатчиков.

Стационарные садки размещают в виде линии как перпендикулярно к берегу, так и вдоль него. Длина садковой линии и ее конфигурация обуславливаются особенностями водоема (ширина мелководной зоны, извилистость берегов и т. п.). Дальность выдвижения линии в водоем регулируется глубинами, которые определяют возможность использования свай. Это обстоятельство, а также зависимость от стабильности уровня воды сужают возможности для применения стационарных садков (Григорьев, Седова, 2008).

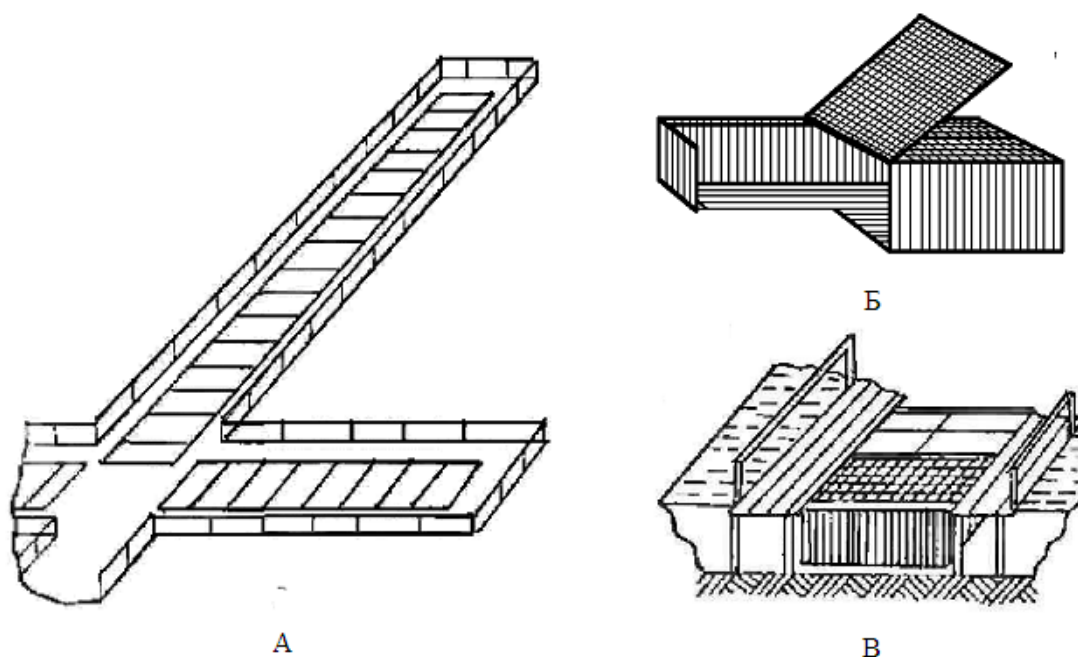


Рис. 4. Стационарные садки:

А — садковая линия; Б — деревянный садок; В — установка стационарного садка  
(источник: <http://fish-farming.ru/535/>)

К недостаткам применения стационарных садков можно отнести следующие:

- материал садков быстро изнашивается вследствие гниения или коррозии;
- высокие затраты труда при монтаже и ремонте (замена свай и др.);
- незначительные глубины, требуемые для свайного основания садков, не обеспечивают оптимального водообмена;
- гниение органики под сетью вызывает дефицит растворенного в воде кислорода;
- садковые сооружения нельзя перемещать на другое место с наиболее благоприятным гидрологическим режимом;
- могут возникать различные массовые заболевания, так как прибрежная зона является постоянным местом обитания различных паразитов и их переносчиков.

В садковом форелеводстве стационарные садки широкого применения не нашли.

**Плавучие садки** различных модификаций активно используют на пресноводных водоемах. В отличие от стационарных садков, они могут устанавливаться вдали от берега на

любых глубинах, не зависимо от уровня колебания воды, не обсыхают и могут легко перемещаться.

Общая конструкция садков примерно одинаковая и включает две основные части: делевый мешок с плоским дном и плавающий каркас. Наиболее надежным вариантом несущей конструкции, которая выдерживает мощную волновую и ветровую нагрузки, является каркас из дерева, металла или синтетических материалов. С этого каркаса осуществляется обслуживание садков, и на нем же располагается рыбоводное оборудование (рис. 5).

Плавучесть садков обеспечивается за счет герметически закрытых металлических или пластиковых емкостей (труб). В некоторых случаях трубы заполняют вспененным пенополиуретаном, что делает их практически непотопляемыми. Хорошие результаты дает использование пенопластовых блоков. Для удешевления конструкций небольших садков в качестве плавучих емкостей используют 200-литровые бочки.

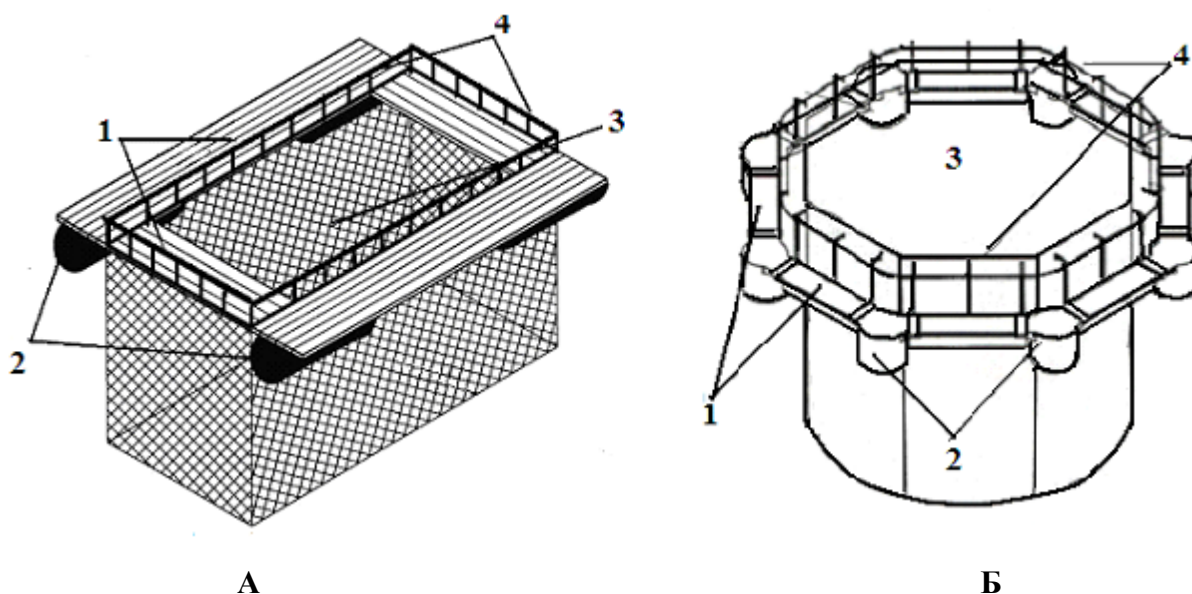


Рис. 5. Схема типовой конструкции плавучего садка:

1 — каркас, 2 — плав, 3 — делевый мешок, 4 — леерное ограждение;

А — прямоугольный садок (источник: [http://www.findpatent.ru/img\\_show/818663.html](http://www.findpatent.ru/img_show/818663.html));

Б — круглый садок (источник: <http://www.vimba.spb.ru/sadki.html>)

Садки могут отличаться по форме (круглые, квадратные, прямоугольные и полигональные), объему (от 100 до 700 м<sup>3</sup>), назначению (выростные, нагульные, зимовальные) и ряду других показателей. Размер ячеей дели или сетного полотна варьирует в зависимости от веса выращиваемой рыбы (табл. 4).

Таблица 4

Размер ячеей дели (сетного полотна) в зависимости от веса рыбы

| Вес рыбы (г) | Размер ячеей (мм) | Вес рыбы (г) | Размер ячеей (мм) |
|--------------|-------------------|--------------|-------------------|
| 0,25—5,0     | 3,0—5,0           | 50—100       | 12—14             |
| 5,0—10       | 5,0—8,0           | 100—200      | 14—18             |
| 10—15        | 8,0—10            | 200 и более  | 18—20             |
| 15—50        | 10—12             | —            | —                 |

Для выращивания порционной рыбы и выдерживания производителей при глубине водоема не менее 5 м чаще всего применяются квадратные (3 × 3 м, 4 × 4, 6 × 6 м) или прямоугольные (3 × 4, 3 × 5 м) садки объемом от 50 до 200 м<sup>3</sup>. Выращивание товарной форели

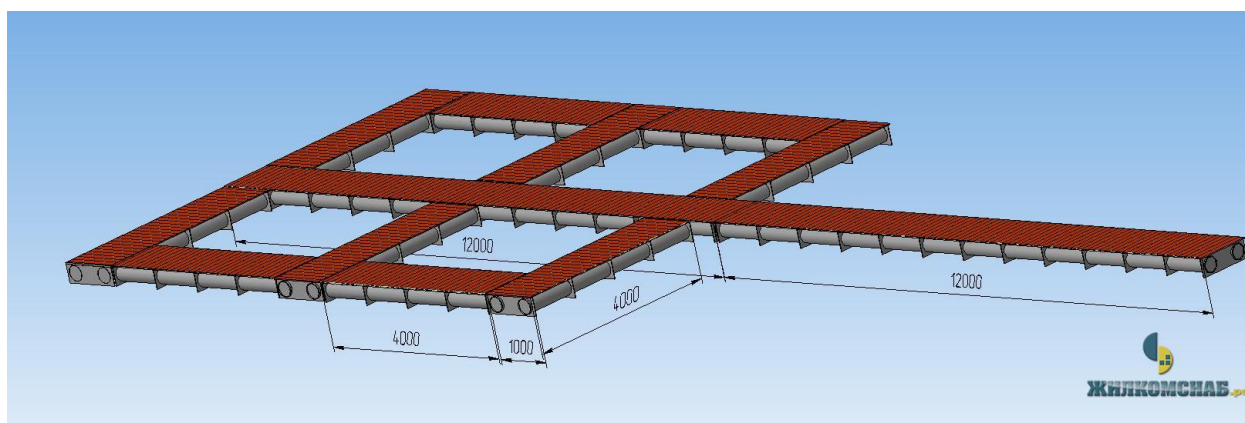
при глубине водоема не менее 8 м осуществляется в круглых или многоугольных садках диаметром 7—10 м и объемом 300—700 м<sup>3</sup>.

Садки небольших размеров (квадратные и прямоугольные) чаще всего объединяются в садковые секции (линии), а большие садки устанавливаются индивидуально.

По типу конструкции плавучие садки можно разделить на три группы: понтонные, секционные и автономные.

*Понтонные садки* устанавливают на плавающих металлических конструкциях из запаянных труб большого диаметра. Садки формируют в садковые линии вдоль центральной понтонной дорожки, по которой прокладывают мостки, связанные с берегом. По ним осуществляется передвижение персонала и необходимого оборудования для обслуживания садков (рис. 6).

Размеры понтонных садков могут быть различными, чаще  $4 \times 3 \times 3$  м. Размер ячеей дели — от 5 до 20 мм, в зависимости от массы выращиваемой рыбы.



А



Б



В

Рис. 6. Понтонные садки:

А — схема понтонной линии; Б — понтонная линия; В — понтонный садок  
(источник: <https://www.google.ru/search?q=понтонные+садки>)

Понтонные садки обычно устанавливают в водоемах площадью от 50 до 1000 га в местах, где глубина не менее 4—5 м. Расстояние от берега может варьировать от 5 до 20 м. Желательно, чтобы в месте установки садковых линий была небольшая проточность. Оптимальной считается скорость потока воды 0,5—1,0 м/с.

Понтонные садки относительно устойчивы к ветровому воздействию, однако в открытых участках водоема их применять не рекомендуется, так как садковые линии могут разрушаться при сильных ветрах и волновом воздействии. Также они плохо приспособлены

для замерзающих водоемов, в связи с тем что вмерзание в лед понтонов или делевого полотна может привести к деформации садков.

Данная конструкция садков чаще всего устанавливается на теплых водах: сбросных каналах, водоемах-охладителях АЭС, ГРЭС и незамерзающих водоемах, а также используется при выращивании форели на внутренних водоемах в весенне-осенний период.

Положительными качествами понтонных систем являются: возможность использовать рабочую площадку; закрывать верхнюю часть садков натяжной сеткой от чаек и других птиц; устанавливать ручные или автоматизированные лебедки для извлечения сетки на понтон, что позволяет пересаживать и сортировать рыбу, легко чистить сетку; оперативной транспортировки всего садка с рыбой в случае штормов или для выбора лучшего места роста рыбы.

*Секционные садки* получили свое название в силу того, что основным элементом каркаса являются садковые секции. Это сварные металлические рамы на плавающей основе (пластиковые поплавки или трубы, заполненные вспененным пенополиуретаном), на которые устанавливается настил (рис. 7).

Из секционных садков формируют садковые линии на открытой акватории водоема при помощи якорей и подводных растяжек. Зарыбление и облов таких садков проводят или с берега, или на причале. Корма и рыбоводное оборудование подвозится на плавсредствах.

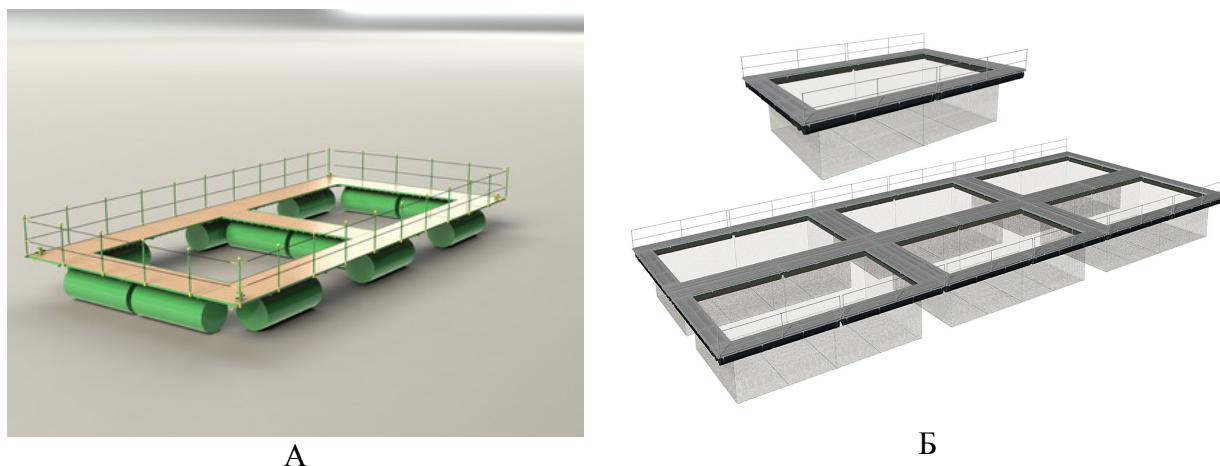


Рис. 7. Секционные садки:

А — секция из двух садков; Б — садок из шести садков

(источник: <http://sadok-na-donu.ru/pages/ru/produkt/rybovodnye-sadki/249-sadkovaya-sektsiya>)

Можно выделить ряд преимуществ использования секционных систем при организации форелевого садкового хозяйства. Это возможность организации хозяйства в любом пресном водоеме, организация любой удобной формы расположения садков в хозяйстве, долгий срок службы понтонов (более 10—12 лет) и возможность устанавливать садковые линии на любой глубине.

*Плавающие автономные разборные садки* (ПАРС) устанавливают в водоеме по отдельности на расстоянии 10—20 м друг от друга и 50—70 м от берега при помощи системы якорей и рамы из подводных тросов. Если позволяют глубина и расстояние, то один или два концевых троса могут быть закреплены на берегу (рис. 8).

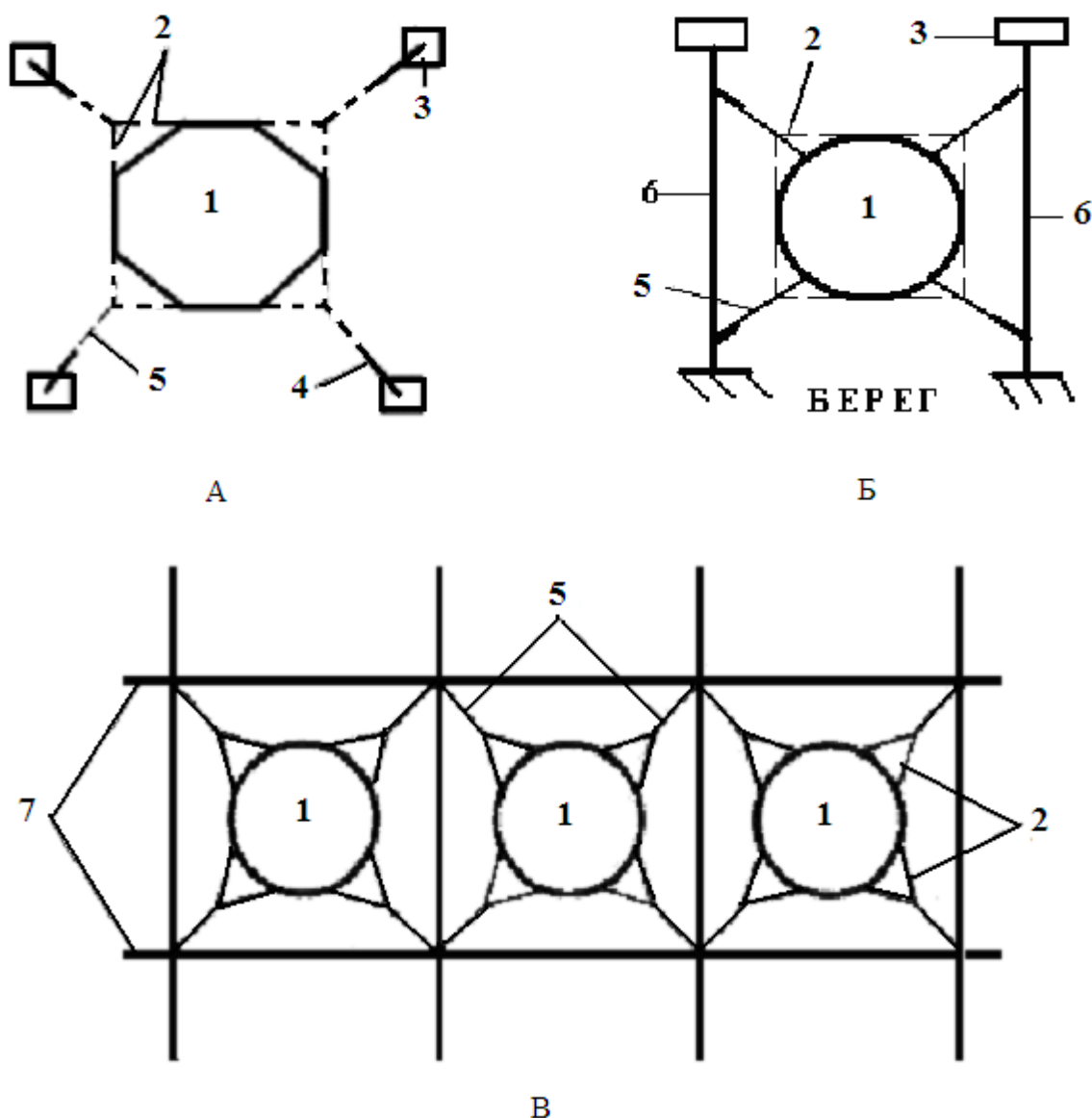


Рис. 8. Установка небольших и средних садков  
(источник: <http://ribovodstvo.com/books/item/>):

А, Б — способы установки одиночных садков; В — садковая линия;  
1 — садок, 2 — тросовые растяжки, 3 — якорь, 4 — цепь,  
5 — концевые растяжки, 6 — трос, 7 — подводная рама из тросов

Садки объединяются в садковые линии, которые устанавливаются в водоеме таким образом, чтобы преобладающие течения вымывали остатки корма и экскременты рыб за их пределы. Если рядом располагаются две садковые линии, то садки в них устанавливают в шахматном порядке, чтобы минимизировать степень воздействия продуктов метаболизма рыб на выращиваемую в соседних садках форель. Обслуживание садковых линий осуществляется при помощи плавсредств.

Выращивание товарной рыбы при глубине водоема не менее 8 м, а также в морских хозяйствах осуществляется в круглых или многогранных садках диаметром 7—10 м и объемом 300—700 м<sup>3</sup> или полигональных морских садках объемом до 25 000 м<sup>3</sup> и диаметром до 40 м, которые позволяют выращивать большие объемы рыбной продукции.

Сложность выращивания форели в морских условиях заключается в необходимости обеспечить штормоустойчивость садков, а также приспособленность к условиям замерзающих морей в связи с географическими особенностями береговой линии.

Обычно хозяйства располагаются у побережья, в заливах, шхерах, фиордах, в местах, защищенных от штормового и ветрового воздействия. Однако расширение масштабов морской аквакультуры неизменно будет связано с освоением открытых акваторий, что потребует применения более современных конструкций садков, лучше приспособленных для выращивания форели, а также надводных и подводных средств обслуживания садковых комплексов.

Все морские садки по конструкции и способу установки можно разделить на две группы: гравитационные (волноустойчивые) и погружные.

*Гравитационные морские садки* для выращивания форели широко используют в прибрежных районах Канады и Северной Америки, а также в европейских странах (Норвегия, Великобритания, Ирландия). Применяются они и на крупных водоемах Карелии (Онежское и Ладожское озера и др.).

Садки состоят из плавающей кольцевой конструкции, к которой крепится и свисает вниз дель. Кольца обычно изготавливают из высокопрочных запаянных полиэтиленовых труб диаметром от 250 мм и более, обладающих упругостью (рис. 9 А).

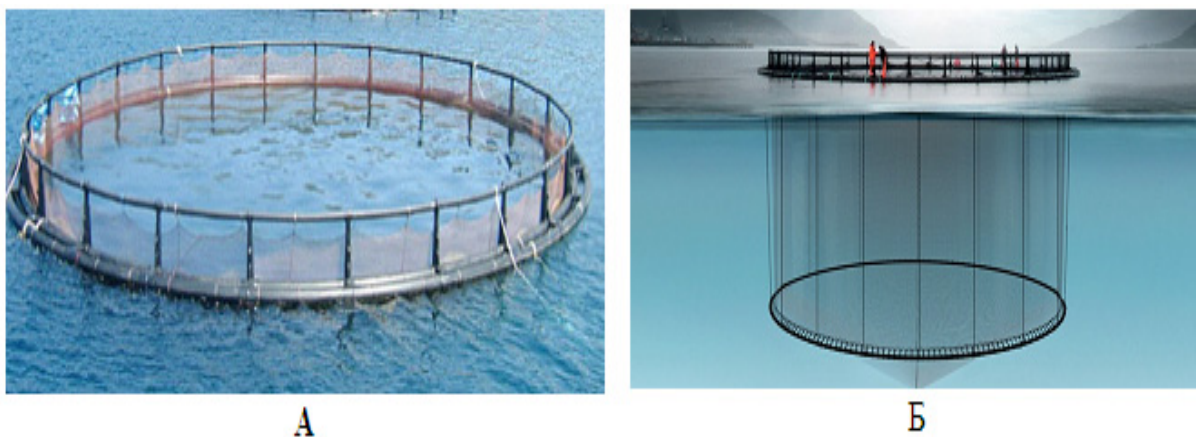


Рис. 9. Круглый гравитационный садок:

А — вид сверху; Б — вид снизу

(источник: <http://olx.uz/obyavlenie/sadok-promyshlennyj-IDjPNl.html>)

Для того чтобы уменьшить деформацию дели во время сильного приливно-отливного течения, к ее нижней части подвешивают грузы. Иногда вместо сетчатых мешков-грузил используют трубку-грузило, прикрепленную к нижней части дели, чтобы сохранить общие очертания и полный объем садка (рис. 9 Б).

Волноустойчивость каркаса формируется за счет двух контуров труб, соединенных между собой хомутами или крепежными планками, к которым крепится леерное ограждение (рис. 10).

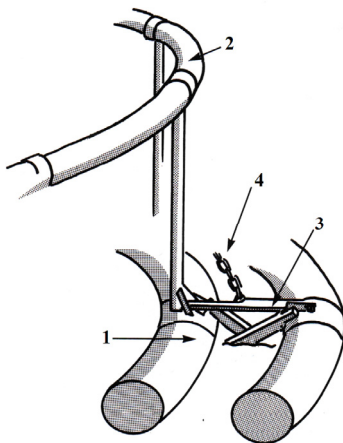


Рис. 10. Соединение каркаса садка с трубами:

1 — каркас садка, 2 — леерное ограждение, 3 — крепежная планка, 4 — крепежная цепь

Техническая характеристика конструкции гибкого волноустойчивого садка следующая: длина элемента гибкой рамы — 10—16 м, высота садка — 10 м, допустимая высота волны — до 3, допустимая длина волны — 10—30 м, глубина места установки — не менее 30 м (Григорьев, Седова, 2008).

Садки устанавливаются группой, или флотилией, обычно при помощи погруженной под воду решетчатой системы якорного крепления. Такие решетки часто содержат более восьми якорных растяжек, прикрепленных к каждому садку, чтобы сохранить их положение внутри решетки (рис. 11).

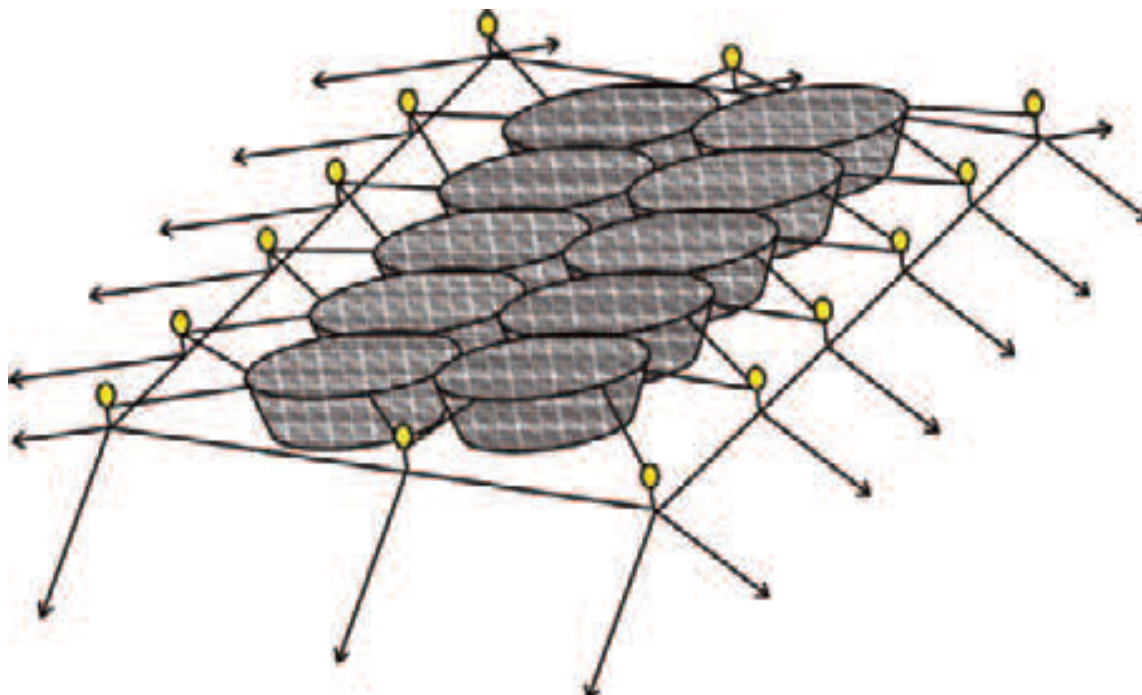


Рис. 11. Установка морских садков

(источник: <http://www.fao.org/docrep/013/a1290r/a1290r07.pdf>)

*Погружные садки* устанавливаются не на поверхности, а в тех горизонтах воды, где имеются оптимальные условия для роста форели — на глубине от 5 до 50 м. Объем таких садков может быть от 800 до 3000 м<sup>3</sup>.

Они комплектуются окрашенным или оцинкованным каркасом, на который устанавливается кормобункер, сетная камера, система автоматики для контроля кормоподачи и процесса выращивания (рис. 12 А, Б, В). В форелевых хозяйствах садки также снабжаются резервуаром с воздухом — кессоном, для того чтобы рыба могла заглатывать воздух по мере необходимости.

Для вертикального позиционирования садков используется специальная система, обеспечивающая подъем на поверхность, погружение и расположение на требуемой глубине. Для горизонтального позиционирования применяется система удержания, состоящая из якорных связей и якорей (рис. 12 Г).

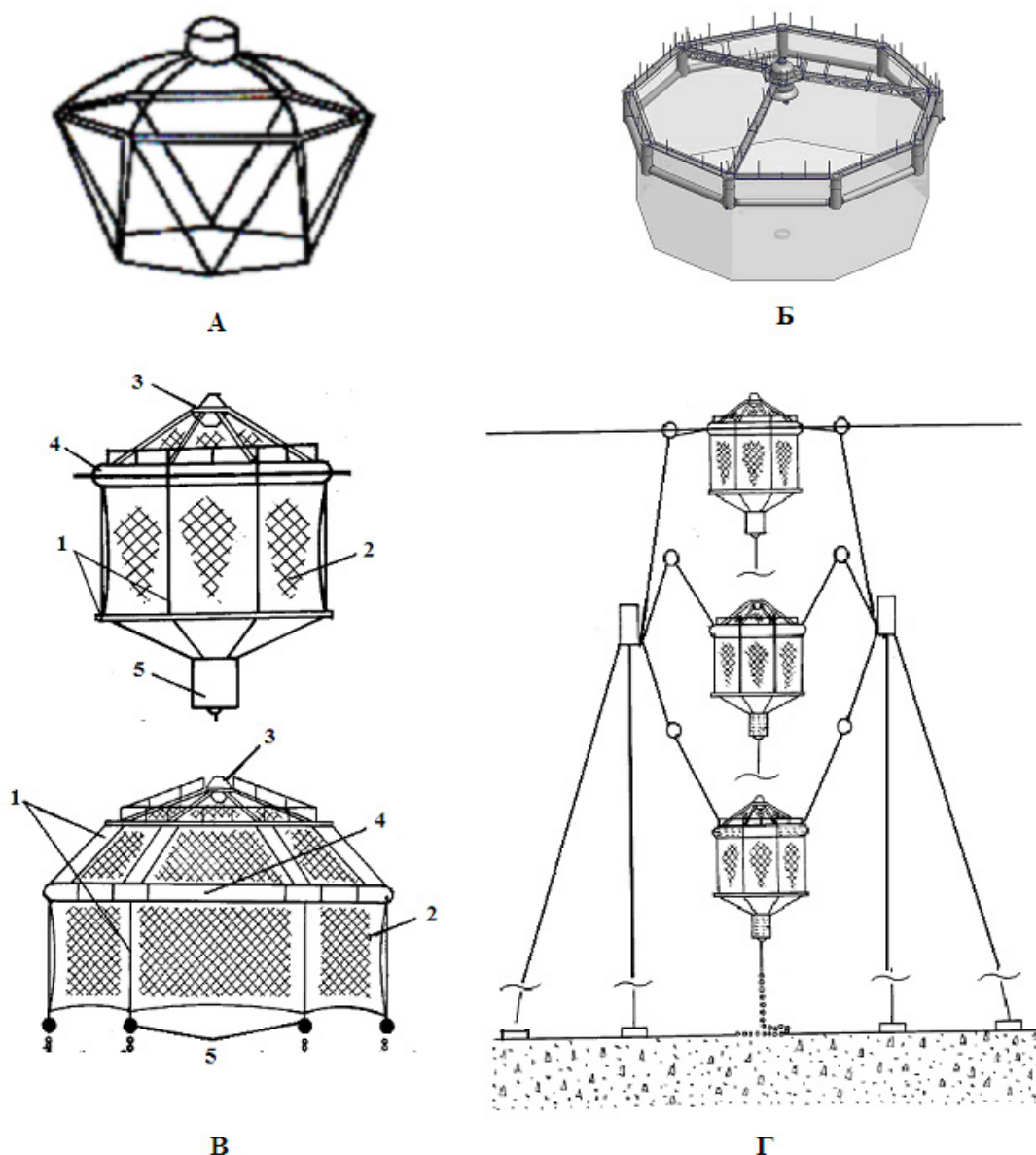


Рис. 12. Конструкции погружных садков (Россия):

А — компания «Винета»; Б — компания «Садко Шельф»;

В — патент С. Н. Матвеевой, Н. Ю. Бугрова, Л. А. Бугровой (1998);

1 — каркас, 2 — дель, 3 — бункер для корма, 4 — плавсредство, 5 — груз;

Г — установка погружного садка

Применение подводной технологии выращивания форели позволяет:

- сохранить рыбу и садки в штормовую погоду (в надводном положении они способны выдерживать волнение моря до 6 баллов, в подводном — 8—9 баллов);
- проводить процесс кормления по заданной программе независимо от метеоусловий;
- регулировать температуру воды маневрированием садка в толще воды;
- выдвинуть садковое хозяйство в открытое море;
- уменьшить влияние загрязнения от рыбоводной фермы в прибрежной зоне;
- избежать поверхностного загрязнения водоема.

В России принципы биотехнологии садкового рыбоводства для открытых акваторий были разработаны сотрудниками подведомственного Росрыболовству Государственного научно-исследовательского института озерного и речного рыбного хозяйства (ГосНИОРХ) еще в 1980-е годы. Этот опыт успешно применялся специалистами по морскому рыбовод-

ству из ГосНИОРХ и ВНИРО в Каспийском и Черном морях. Есть также опыт использования инновационных российских технологий в Средиземном море.

На Балтийском море в Калининградской области погружные садки могут быть использованы для выращивания форели в открытой акватории с базированием рыбоводных ферм у законсервированных нефтяных платформ.

На Белом море погружные садки показали свою рентабельность при сезонном выращивании форели. Круглогодичная схема производства там не подходит, поскольку экстремально низкие (с отрицательными значениями) зимние температуры позволяют выращивать форель только с весны до осени. Садки могут успешно вписаться в такую схему, так как после вылова товарной продукции их не надо снимать или перемещать в безопасное место — достаточно просто заглубить пустые садки под лед до следующей весны и посадки новой партии рыбы.

На Черном море погружные садки доказали возможность круглогодичного выращивания форели, несмотря на прогрев поверхностных слоев воды до 27 °С.

Конструкции погружных садков и принципы их эксплуатации первоначально разрабатывались для использования на глубоких озерах в связи с тем, что еще одним из их достоинств является полная независимость от ледяного покрова. Это качество чрезвычайно важно при создании форелевых хозяйств на крупных озерах и водохранилищах, где имеются участки с глубинами 15—20 м и более. В настоящее время существует положительный опыт их применения на таких озерах, как Ладога и Иссык-Куль.

Первые конструкции погружных садков предназначались для зимовки посадочного материала, маточного и ремонтного стада или товарной рыбы. Они получили название зимовальных садков. Это небольшие садки размером 4 × 4 × 1 м (объем до 20 м<sup>3</sup>), которые после загрузки рыбы также погружаются под воду. Для обеспечения рыбе доступа к поверхности воды в них устраивают «горловину», которая через специально оборудованную прорубь выводится на поверхность ледяного покрова. Основной задачей при эксплуатации таких садков является предупреждение замерзания проруби и вмерзания в лед «горловины» (рис. 13).

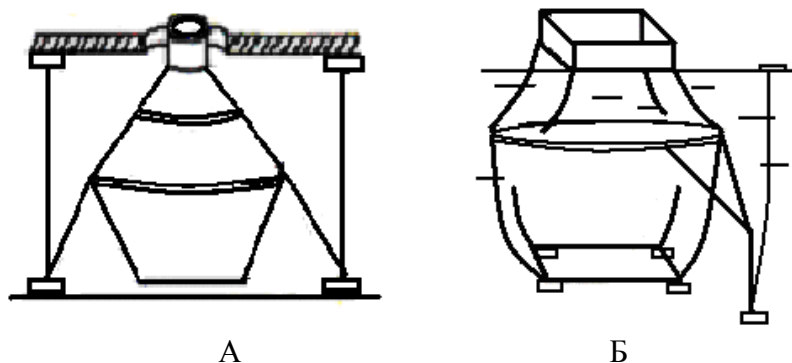


Рис. 13. Зимовальные садки:  
А — подледный; Б — полупогружной  
(источник: <http://fish-farming.ru/535/>)

## Глава 7. Выращивание посадочного материала форели

В форелеводстве посадочный материал подразделяется на следующие категории: личинки, мальки, сеголетки и годовики.

Методы выращивания посадочного материала и используемые при этом рыбоводные сооружения зависят от направления деятельности рыбоводного хозяйства. Поэтому для достижения максимального экономического результата особое внимание следует обращать на четкое соблюдение всех технологических процессов.

**Выращивание посадочного материала форели** начинается с момента выклева личинок. В зависимости от конструктивных особенностей инкубационных аппаратов выклев личинок радужной форели может происходить непосредственно в них, или икру за 2—3 дня до выклева личинок переносят в рыбоводные емкости с оптимальными условиями. В качестве таких емкостей можно использовать прямоточные лотки (площадью 3—3,5 м<sup>2</sup>) или пластиковые бассейны (объемом 4—6 м<sup>3</sup>) с центральным водосливом, которые могут быть квадратные 1 × 1 × 0,4 м (2 × 2 × 0,6 м) или круглые, диаметром 80—90 см (рис. 14).

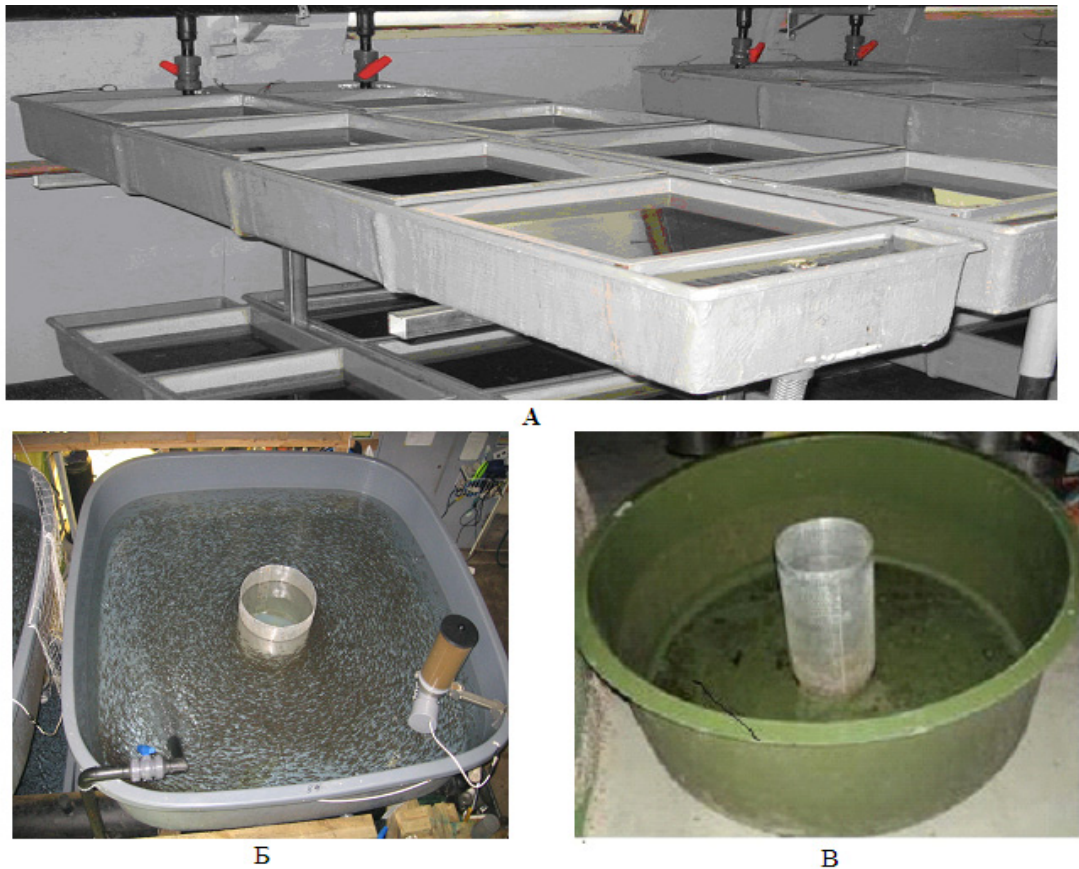


Рис. 14. Емкости для выдерживания личинок форели:

А — инкубационные лотки; Б — квадратный бассейн; В — круглый бассейн

Для повышения выживаемости выклевывающихся личинок форели в Норвегии и Финляндии применяют «метод резиновых ковриков». На дно емкости перед самым выклевом личинок помещается резиновый коврик с редким жестким ворсом длиной 15—20 мм, направленным вверх (имитация подводной растительности). Над ковриком размещают рамки с икрой. По мере выклева личинки проваливаются сквозь отверстия в рамках и располагаются между ворсинками коврика. Применение такого метода позволяет снизить травматизм личинок и существенно повысить их выживаемость (в среднем на 10—20 %).

Продолжительность выклева личинок при температуре воды 8 °С составляет 5—6 суток. В первые двое суток он единичный, на третьи-четвертые сутки количество выклеывающихся личинок достигает максимума, и на шестые сутки выклев обычно завершается. Средние размеры выклюнувшихся личинок зависят от величины икры и могут быть в пределах: длина — 14—17 мм, масса — 58—63 мг (Рыжков, Кучко, 2008).

**Развитие личинок** радужной форели продолжается 30—45 суток. Первые 7—14 дней после выклева личинки беспорядочно располагаются на дне аппарата (или другой рыбоводной емкости), лежат на боку и не реагируют на свет и течение воды. Этот этап развития личинок получил название *периода покоя* (рыбоводы таких личинок называют «предличинками», ихтиологи — «свободными эмбрионами»). Личинки в это время питаются за счет запасов желточного мешка (эндогенное питание). Плотность их размещения в рыбоводных аппаратах должна составлять не более 10 тыс. шт/м<sup>2</sup> при уровне воды 0,1 м. Расход воды поддерживают на уровне 0,7—0,9 л/мин на 1000 особей. Температура воды должна быть не ниже, чем во время инкубации икры (оптимально 8—10 °С), а содержание растворенного кислорода — не менее 7 мг/л (Инструкция ... , 1985).

Подрачивать личинок лучше всего в сумеречных условиях при освещении 200—600 люкс. Нельзя допускать попадания на них прямых солнечных лучей. Для защиты личинок от света рыбоводные емкости необходимо сверху прикрывать легкими щитовыми покрытиями.

При рассасывании желточного мешка на 50 % у личинок появляется положительный фототаксис. Емкости, где они содержатся, постепенно открывают: в первый день на 1/3, во второй — на 2/3, а затем полностью. Освещение сохраняют полные сутки, и свет должен быть рассеянным, нельзя допускать попадания на личинок прямых солнечных лучей. В это же время изменяется поведение личинок, связанное с появлением реакции на течение воды. Они поворачиваются спинками вверх, периодически поднимаются к поверхности воды для заглатывания воздуха и выстраиваются веерами, ориентируясь против течения воды, затем расходятся к стенкам и углам емкостей, а также скапливаются в районе водоподачи или водослива (рис. 15). Этот этап развития личинок получил название *поднятие «на плав»*, длится он 8—10 дней.

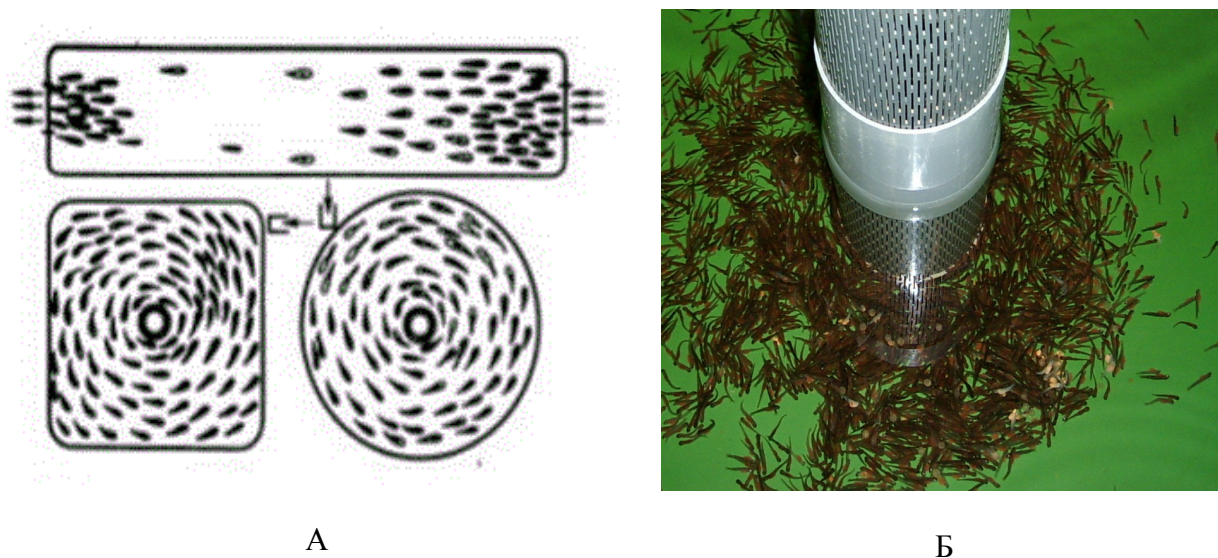


Рис. 15. Распределение личинок в рыбоводной емкости:  
А — распределение личинок на дне бассейнов различной формы;  
Б — скопление личинок около водослива

Большие скопления личинок приводят к травматизму и к ухудшению условий дыхания, что негативно сказывается на их выживаемости (вплоть до массовой гибели). При размещении на дне лотков (бассейнов) резиновых ворсистых ковриков это явление не наблюда-

ется, личинки располагаются равномерно и не травмируются. В этот период важно следить за тем, чтобы скорость движения воды по всей площади рыбоводной емкости была равномерной. Расход воды должен быть увеличен до 1,2—1,9 л/мин.

Когда желточный мешок у личинок рассосется на две трети его объема и они начнут плавать в толще воды, необходимо приступить к их подкормке. В качестве корма используют специализированные стартовые корма в виде крупки, с размером частиц 0,3 мм. Режим кормления в первые дни составляет до 24 раз в сутки с последующим сокращением до 15 и даже 10 раз в сутки. Данный этап развития личинок называется *периодом смешанного питания*, и длится он 15—20 суток. В это время может наблюдаться снижение выживаемости личинок, так как переход на внешнюю пищу также является одним из критических этапов в развитии молоди рыб. Оптимальная температура — 10 °С, постепенно она доводится до 14 °С, уровень воды в рыбоводных емкостях увеличивается до 0,2 м, плотность посадки остается прежней — 10 тыс. шт/м<sup>2</sup>. Световой режим переменный — чередование периодов освещения и темноты примерно по 12 часов каждый. Выживаемость личинок не менее 80 %.

Окончательный переход личинок к *внешнему (экзогенному)* питанию также является критическим, поэтому необходимо правильно установить его начало. Желточный мешок к этому времени почти резорбируется (рассасывается), и от него остается небольшое оранжевое вздутие на брюшной части тела, также наблюдается интенсивное развитие пигментации. Средняя масса личинок к этому периоду может составлять 158 мг (145—160 мг), средняя длина — 27 мм (26—28 мм).

По завершении рассасывания желточного мешка и при полном переходе личинок на внешний корм наступает *мальковый период развития*. Он характеризуется началом образования первой настоящей чешуи на хвостовом стебле рыб при средней массе тела 0,3—0,5 г. Для закрепления пищевого рефлекса в этот период необходимо строго соблюдать установленный режим кормления мальков (очередность обслуживания аппаратов, подачу дополнительных световых сигналов и т. д.). Диаметр гранул стартового корма — 0,6 мм, оптимальная температура — 14—16 °С, благоприятное содержание кислорода — 7—9 мг/л. Световой режим переменный.

Мальков размещают в круглых (диаметром 1,5—2,0 м) или квадратных (1,5 × 1,5 × 0,4 м или 2,0 × 2,0 × 0,6 м) бассейнах (рис. 16). Толщина водного слоя увеличивается в среднем до 0,4 м. Принцип водоподачи и водоотведения сохраняется прежним (как у личинок) — 3—5 л/мин на 1000 особей. При массе тела мальков 1,5—3,0 г плотность посадки снижается до 5 тыс. шт/м<sup>2</sup>, 5 г — до 2,5 тыс. шт/м<sup>2</sup>, 10 г — до 1,5 тыс. шт/м<sup>2</sup>, 15 г — до 0,8 тыс. шт/м<sup>2</sup>.



Рис. 16. Бассейны для выращивания мальков

Следует отметить, что мальков массой более 15 г выращивать в бассейнах становится экономически невыгодным, и поэтому их целесообразно перемещать в садки. С этого момента их начинают называть сеголетками.

**Сеголетков форели** в летний период выращивают в садках площадью 4—6 м<sup>2</sup> и глубиной до 4 м. Размер ячее подбирается с таким расчетом, чтобы молодь рыб не могла через нее пройти и не объедалась. Для защиты рыбы от птиц (чаек), которые не только ее поедают, но и травмируют, желательно над садками натягивать сеть с ячейей 15—20 см или веревки с расстоянием между ними 40—50 см.

По мере роста сеголетков придерживаются следующей плотности посадки: для рыб с массой тела 15 г она должна составлять не более 650 шт/м<sup>3</sup>, 20 г — до 350 шт/м<sup>3</sup>, 30 г — до 250 шт/м<sup>3</sup>, 40 г — до 200 шт/м<sup>3</sup>, 50 г — до 170 шт/м<sup>3</sup>, 80 г — до 120 шт/м<sup>3</sup>, 100 г — до 100 шт/м<sup>3</sup>.

Перевод сеголетков на зимовку производится при снижении температуры воды до 4 °С. Предварительно проводится сортировка рыбы, и в зависимости от ее веса формируют две-три группы, которые размещают в разные садки. Плотность посадки при этом может быть увеличена по сравнению с летним периодом выращивания на 20—30 %.

Зимой в садках необходимо соблюдать следующие условия:

- температура воды должна быть не ниже 1—2 °С;
- садки необходимо предохранять от замерзания и от воздействия шуги, которая, как показала практика, может наносить большой экономический ущерб;
- проводить контрольные обловы не реже 1 раза в месяц для анализа состояния молоди;
- молодь следует подкармливать, строго дозируя корм в зависимости от температуры воды:

при  $t_{\text{воды}}$  от 0,5 до 1,0 °С — 1 раз в 3—5 дней,

при  $t_{\text{воды}}$  от 1,0 до 1,5 °С — 1 раз в 2—3 дня,

при  $t_{\text{воды}}$  от 1,5 до 2,0 °С — 1 раз в сутки.

Четкое соблюдение технологии зимнего выращивания молоди способствует увеличению ее выживаемости и сокращению времени на получение товарной продукции. В результате уменьшаются общие затраты на производство товарной рыбы и снижается ее себестоимость.

После зимовки годовиков высаживают в садки для товарного выращивания.

На основании анализа многолетней работы форелевых хозяйств Республики Карелия (Рыжков с соавт., 2011) при выращивании посадочного материала радужной форели в садковых условиях нормативная выживаемость должна составлять:

- для выдерживания и подращивания личинок — не менее 80 %;
- для выращивания мальков — не менее 85 %;
- для летне-осеннего выращивания сеголетков — не менее 90 %;
- для зимовки сеголетков-годовиков — не менее 93 %.

Одним из важнейших условий выращивания посадочного материала является **сортировка рыбы**, которая осуществляется с целью получения однородных групп выращиваемой форели. Это облегчает уход за молодью и повышает качество рыболовной продукции. Первую сортировку проводят при достижении молодью массы тела 0,5—1,0 г, вторую — при 3—5 г, третью — при 15—20 г. Все последующие сортировки проводят по мере роста форели. Для того чтобы рыба легче пережила сортировку, за 2—3 дня перед ее проведением уровень кормления молоди уменьшается на 30 %, а накануне сортировки прекращается совсем.

Сортировку производят ручным или автоматизированным способами, выбор которых зависит от количества сортируемой молоди.

**Ручная сортировка** применяется для личинок и мальков весом до 5 г. С этой целью используют *сортировочные ящики без дна*, которые изготавливаются из дерева, пластмассы или нержавеющей стали и работают по принципу сита. Они имеют различные размеры и

конструктивные особенности. У некоторых ящиков в нижнюю часть вставляются трубки (пластиковые, эбонитовые или железные) разного диаметра, от 0,5 до 1,5 см, у других — сортировочные решетки из трубок ПВХ с различными размерами щелей: 6, 8, 10, 12, 14 и 16 мм. Диаметр трубок и вид решетки подбирают в зависимости от размера сортируемой молоди. Для первой сортировки просвет должен быть минимальным, затем он увеличивается. Во время сортировки ящики размещают над емкостью с водой на расстоянии 5—10 см (рис. 17).



А



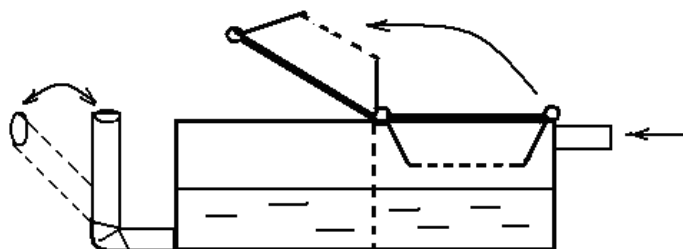
Б



В



Г



Д

Рис. 17. Сортировочные ящики

(источник: <http://www.agk-kronawitter.de/shop/Aquakultur-Teich/Fischsortiergeraete/>):

А и Б — железный и деревянный сортировочные ящики со съемными трубками;

В и Г — пластиковые сортировочные ящики с решеткой;

Д — бассейн с сортировочным ящиком

Для одновременной ручной сортировки большого количества сеголетков и годовиков форели можно использовать *сортировочный стол с решеткой*, который также работает по принципу сита (рис. 18).

Стол устанавливается на специальный каркас, который позволяет регулировать его высоту и наклон. Рыба подается в верхнюю емкость и пропускается по всей длине стола через сортировочную решетку, зазоры которой могут регулироваться. Мелкая рыба проваливается в приемный лоток, в него подается вода, которая затем выводится через выходные отверстия. Оставшаяся молодь собирается в отдельную емкость с водой, установленную в основании стола.

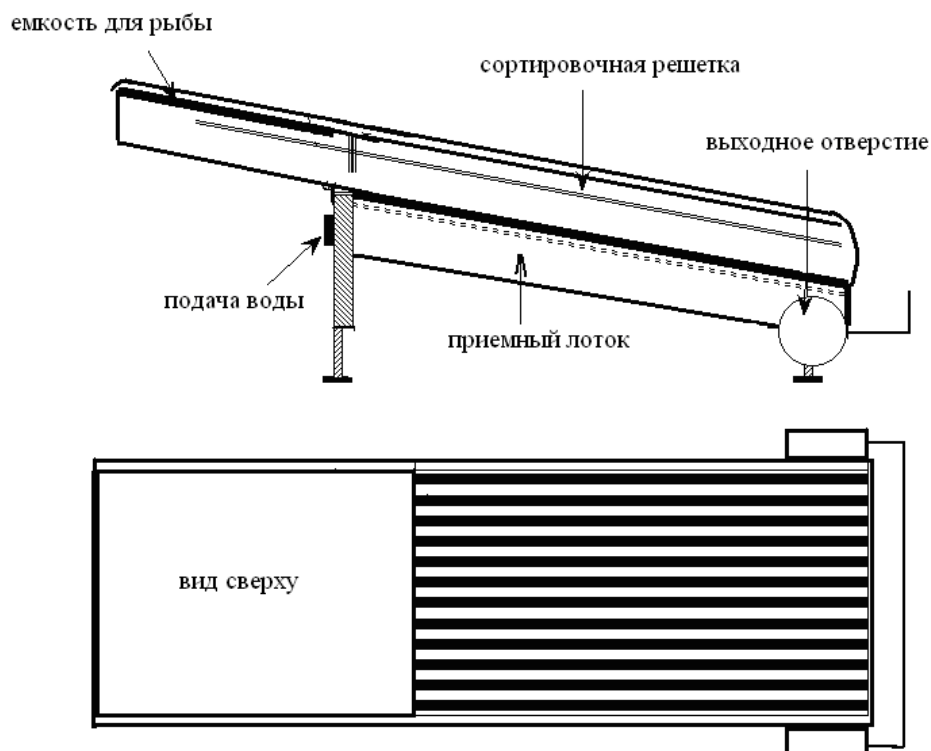


Рис. 18. Сортировочный стол  
(источник: <http://www.fishtechnics.ru/production/>)

**Автоматизированная сортировка** производится при помощи специальных сортировочных аппаратов ленточного или роликового типа, которые позволяют одновременно сортировать большое количество молоди форели на несколько групп. Принцип их работы основан на разделении рыб по размеру (толщине).

В *аппаратах ленточного типа* (Stava, Fischtechnik и др.) рыба в потоке воды скользит между двумя приводимыми в движение электродвигателем транспортерными лентами, под которыми располагаются бункеры с выводными отверстиями. Вся сортируемая рыба поступает в емкость, расположенную в начале транспортера, и с током воды продвигается по нему. Величина центрального зазора между лентами увеличивается от начала к концу, поэтому рыба меньших размеров проваливается в щель раньше, чем крупная. Таким образом происходит сортировка молоди на несколько размерных групп (рис. 19).

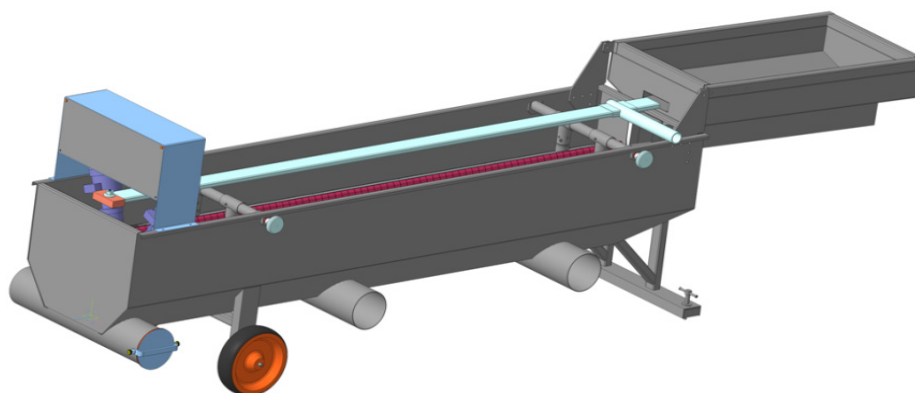


Рис. 19. Сортировочный аппарат ленточного типа  
(источник: <http://fish-productiv.ru/ru/catalog/p4646.html>)

*Аппараты роликового типа* (Apollo, Helios и др.) устроены по тому же принципу, что и ленточные, единственным отличием является применение вместо транспортерной ленты подвижных роликов.

Из загрузочного бункера рыба поступает на вращающиеся попарно в противоположных направлениях ролики, которые «подкидывают» рыбу наверх. Так как рыба постоянно омывается водой, то одновременно с подбрасыванием происходит ее продвижение вдоль наклонных роликов до тех пор, пока расстояние между парой роликов не станет достаточным для того, чтобы рыба при падении провалилась между ними. Под роликами установлены трубы (по числу размерных рядов), по которым отсортированная рыба вместе с водой попадает в приемный бассейн или контейнер, который может быть расположен с любой стороны машины. С неиспользуемой стороны трубы закрываются заглушками. С нужной стороны к ним подсоединяются гибкие шланги.

## Глава 8. Технология товарного выращивания форели

Товарное выращивание форели начинается с зарыбления садков посадочным материалом (как правило, годовиками) весной, сразу после распаления льда, при положительной температуре воздуха. Рыбу доставляют в район садкового хозяйства в живорыбных машинах или контейнерах и выгружают в транспортный сетевой садок, который буксируют к месту расположения садковой линии. Можно выгружать форель непосредственно в садковую секцию, подведенную к причалу.

В зависимости от того, какую конечную навеску товарной рыбы планируется получать на хозяйстве, применяют нормальный или удлиненный циклы выращивания форели. Нормальный цикл выращивания длится один вегетационный сезон: с конца апреля — начала мая до середины ноября. Удлиненный цикл захватывает зиму и завершается в середине октября будущего года (Григорьев, Седова, 2008).

Весь технологический процесс товарного выращивания форели состоит из общего ухода за садками (чистка, ремонт и т. д.), кормления рыбы, наблюдения за газовым режимом (ежесуточно) и температурой воды (не реже двух раз в сутки), удаления отхода из садков (1—2 раза в неделю), сортировки рыбы, а также контроля за ее ростом и здоровьем.

Плотность посадки форели в летний период для товарного выращивания также зависит от массы тела рыбы, однако не должна превышать 12—15 кг/м<sup>3</sup> (табл. 5).

Таблица 5

**Плотности посадки форели в садки для товарного выращивания**  
(усредненные данные по форелевым хозяйствам РК)

| Масса начальная (г) | Масса конечная (г) | Плотность посадки (шт/м <sup>3</sup> ) | Плотность посадки (кг/м <sup>3</sup> ) |               |
|---------------------|--------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|---------------|
|                     |                    |                                        | начальная                              | конечная      |
| 120                 | 240                | 50                                     | 6,0                                    | 12,0          |
| 250                 | 450                | 26                                     | 6,5                                    | 12,0          |
| 500                 | 800                | 15                                     | 7,5                                    | 12,0          |
| 900                 | 1200               | 10                                     | 9,0                                    | 12,0          |
| 1500                | 2000               | 6                                      | 9,0                                    | 12,0          |
| > 2000              |                    | 3                                      | 12,0                                   | Не более 15,0 |

Нормативная выживаемость форели при товарном выращивании должна составлять:

- для летне-осеннего выращивания двухлетков — не менее 95 %;
- для зимовки двухлетков — двухгодовиков — не менее 97 %;
- для летнее-осеннего выращивания трехлетков — не менее 98 %.

**Сортировка форели** осуществляется при помощи специальных сортировочных полуавтоматических или автоматизированных аппаратов.

*Ручные полуавтоматические аппараты* применяют на небольших и средних форелевых хозяйствах. Они представляют собой систему из нескольких пластиковых калибровочных емкостей, расположенных на раме из стали. Обычно устройство снабжают пневматическими колесами, благодаря чему оно легко перемещается.

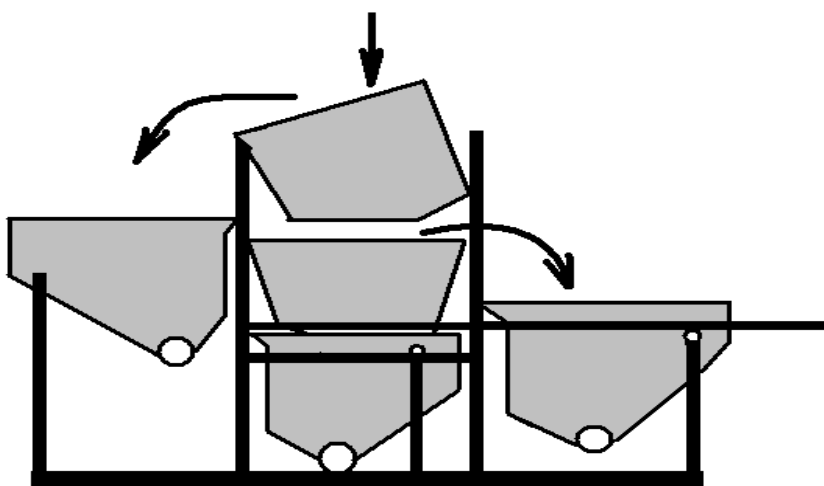
Ручные аппараты очень удобны в эксплуатации и позволяют проводить сортировку рыбы сразу на несколько размерных групп. В каждой емкости, куда поступает рыба, на дне имеется зазор, величину которого можно регулировать. Устройство и принцип работы аппаратов представлен на рисунке 20.



А



Б



В

Рис. 20. Ручные сортировочные аппараты  
(источник: <http://www.fishtechnics.ru/production/>):

А — двухкамерное ручное устройство для сортировки рыб FSM-2S;

Б — ручной сортировщик рыбы AGK; В — принцип работы

На крупных форелевых хозяйствах для сортировки больших объемов рыбы применяют такие же автоматизированные сортировочные машины, что и при сортировке молоди (рис. 21).



Рис. 21. Машина для сортировки живой рыбы  
(источник: <http://www.agk-kronawitter.de/shop/ru/Aquakultur-Teich/>)

**Контроль за ростом** форели позволяет не только вовремя производить сортировку, но и корректировать плотность посадки рыбы, правильно рассчитывать нормы кормления и прогнозировать динамику общей товарной массы форели к концу ее выращивания.

С этой целью раз в две недели в каждом садке методом случайной выборки отлавливают 10—15 особей форели, которых взвешивают, после чего определяется средняя навеска. На основании полученных данных рассчитываются:

— общая биомасса рыб в каждом садке:

$$W = w_{\text{ср}} \times n, \text{ кг};$$

— прирост биомассы ( $W$ ) форели за период ( $N$ ) между взвешиваниями:

$$W_n = W_1 - W_0,$$

где:

$W_n$  — прирост биомассы, кг;

$W$  — общая биомасса, кг;

$W_0$  — начальная биомасса, кг;

$W_1$  — конечная биомасса, кг;

$w_{\text{ср}}$  — средняя навеска, кг;

$n$  — количество рыб, шт;

$N$  — количество дней.

Результаты контрольных обловов по каждому садку заносят в журнал.

**Контроль за здоровьем** рыб осуществляется путем визуального наблюдения за их поведением, реакцией на внешние раздражители, а также проведением оценки их физиологического и эпизоотического состояния. Регулярное проведение этих мероприятий позволит своевременно провести необходимые процедуры для сохранения здоровья рыб.

Рыба находится в *удовлетворительном состоянии*, если визуально на ее теле не обнаруживается травм и она активно ищет корм во время кормления.

Если рыба сосредоточивается в верхних горизонтах воды, совершает круговые движения, заглатывает воздух и слабо реагирует на внешние раздражители, необходимо срочно искать причину такого поведения и устранять ее.

В зависимости от результатов визуального наблюдения за состоянием и поведением рыб контроль физиологического состояния осуществляется 1 или 2 раза в месяц.

Показателями *неблагополучного физиологического состояния* рыб являются следующие признаки: изменение цвета жаберного аппарата, печени, селезенки, появление точечных кровоизлияний на внутренних органах, изменение консистенции (плотности, упругости) печени и селезенки, истончение стенок кишечника, чрезмерно обильное количество жира, снижение содержания гемоглобина в крови и др.

Резкое снижение гемоглобина в крови рыб, выращиваемых на искусственных кормах, чаще всего объясняется недоброкачеством корма, недостатком витаминов или других компонентов.

Показателями *неблагополучного эпизоотического состояния* являются следующие признаки: изменение окраски тела, появление на поверхности тела мелких кровоизлияний, изъязвление отдельных участков тела или плавников, появление белой сыпи, обнаружение эктопаразитов, нарушение координации движений, пониженная реакция на внешние раздражители и т. д.

Для правильной организации рыбоводного процесса на хозяйстве должен вестись **учет производственных показателей**. Сюда входят начальные и конечные показатели выращивания рыбы в садках (численность, индивидуальный размер и общая биомасса рыб), а также данные об отходе, о количестве купленных и скормленных кормов и других материалов, использованных за данный производственный период.

Рыбоводам рекомендуется использовать следующие формы учета на хозяйстве:

*Журнал учета рыбы и отхода* облегчает ежедневную регистрацию и отслеживание изменения численности и биомассы рыб в садках (табл. 6). Для каждого садка ведется отдельный журнал.

Таблица 6

**Журнал учета рыбы и отхода (садок № \_\_\_\_)**

| Дата | Кол-во (шт.) | Отход (шт.) | Навеска (кг) | Биомасса (кг) |
|------|--------------|-------------|--------------|---------------|
|      |              |             |              |               |
|      |              |             |              |               |
|      |              |             |              |               |

*Дневник кормления* предназначен для регистрации и отслеживания ежедневного расхода кормов (табл. 7). Различные возрастные группы радужной форели получают корма различного типа. По этой причине объемы разнотипных кормов должны записываться ежедневно в отдельные строки журнала.

Таблица 7

**Дневник кормления**

| Дата  | № садка | Скормлено (кг) |           |           |           |
|-------|---------|----------------|-----------|-----------|-----------|
|       |         | Тип корма      | Тип корма | Тип корма | Тип корма |
|       | 1       |                |           |           |           |
|       | 2       |                |           |           |           |
|       | 3       |                |           |           |           |
|       |         |                |           |           |           |
| Итого |         |                |           |           |           |
|       | 1       |                |           |           |           |
|       | 2       |                |           |           |           |
|       | 3       |                |           |           |           |
|       |         |                |           |           |           |

*Журнал реализации рыбы* позволяет учитывать движение рыбы из садков в результате ее продажи (табл. 8). В последнем столбце «Примечания» указывается информация о покупателе.

Таблица 8

**Журнал реализации рыбы**

| Дата | № садка | Кол-во (шт.) | Навеска (кг) | Биомасса (кг) | Примечания |
|------|---------|--------------|--------------|---------------|------------|
|      |         |              |              |               |            |
|      |         |              |              |               |            |
|      |         |              |              |               |            |

*Месячный баланс продукции* представляет собой таблицу, в которой суммируются результаты выращивания рыбы за месяц (табл. 9).

Таблица 9

## Месячный баланс продукции с \_\_\_\_\_ по \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

| № садка   | Кол-во (шт.), начало | Навеска (кг), начало | Биомасса (кг), начало | Отход |    | Реализовано |    | Скорм лено корма (кг) | КК рас-чет-ный | Кол-во (шт.), конец | На-веска (кг), конец | Био-масса (кг), конец |
|-----------|----------------------|----------------------|-----------------------|-------|----|-------------|----|-----------------------|----------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
|           |                      |                      |                       | шт.   | кг | шт.         | кг |                       |                |                     |                      |                       |
| Сеголетки |                      |                      |                       |       |    |             |    |                       |                |                     |                      |                       |
| 1         |                      |                      |                       |       |    |             |    |                       |                |                     |                      |                       |
| 2         |                      |                      |                       |       |    |             |    |                       |                |                     |                      |                       |
| 3         |                      |                      |                       |       |    |             |    |                       |                |                     |                      |                       |
| Двухлетки |                      |                      |                       |       |    |             |    |                       |                |                     |                      |                       |
| 4         |                      |                      |                       |       |    |             |    |                       |                |                     |                      |                       |
| 5         |                      |                      |                       |       |    |             |    |                       |                |                     |                      |                       |
| 6         |                      |                      |                       |       |    |             |    |                       |                |                     |                      |                       |
| Трехлетки |                      |                      |                       |       |    |             |    |                       |                |                     |                      |                       |
| 7         |                      |                      |                       |       |    |             |    |                       |                |                     |                      |                       |
| 8         |                      |                      |                       |       |    |             |    |                       |                |                     |                      |                       |
| 9         |                      |                      |                       |       |    |             |    |                       |                |                     |                      |                       |
| Ито-го    |                      |                      |                       |       |    |             |    |                       |                |                     |                      |                       |

Рекомендованные выше журналы учета, как правило, ведутся в электронном виде. Это упрощает не только подробную документацию, но и профессиональный анализ физических и финансовых аспектов, а также дальнейших результатов выращивания рыбы. Особенно важны журналы учета на новых рыбоводных хозяйствах, владельцы и управляющие которых должны учиться на собственном опыте.

Данные, записанные в этих таблицах, позволят рассчитать финансовые показатели средств производства и продукции, а также отход (в процентах), темп роста (в килограммах за единицу времени), ОК (в килограммах рыбы на килограмм корма), себестоимость, цену за единицу товара и прибыль. Таким образом, рыбоводы смогут планировать дальнейшее развитие своего предприятия.

## Глава 9. Корма и кормление радужной форели

Кормление рыбы искусственными кормами — один из основных методов интенсификации товарного рыбоводства, который дает возможность увеличить выход продукции с единицы площади.

Высокие рыбоводно-экономические показатели обеспечиваются за счет использования полноценных качественных кормов. Качество кормов определяется соотношением в них основных питательных веществ: протеинов (с незаменимыми аминокислотами), жиров (с незаменимыми жирными кислотами), углеводов, минеральных солей, биологически активных веществ (витаминов, ферментов, гормонов).

### 9.1. Общая характеристика рыбных кормов

Корма по происхождению подразделяют на животные, растительные и продукты микробного и химического синтеза. Лучшие рецепты рыбных кормов содержат 9—12 компонентов различной природы, не считая добавок витаминов, минеральных солей и других биологически активных веществ. Чем разнообразнее состав корма, тем выше его питательность.

**Белок с незаменимыми аминокислотами (протеин)** — основная составная часть кормов. Он обеспечивает рост организма рыб, формирование органов и тканей. Кормовой протеин содержит белковую и небелковую формы азота. Он производится на основе рыбной муки, полученной при низкотемпературной вакуумной сушке (65 °C), а также белковых концентратов рыбы и сои с добавлением муки из креветок.

Биологическая ценность белка в питании рыб определяется соотношением аминокислот и их доступностью для организма. В состав белков входит более 20 аминокислот — заменимые (синтезируемые), поступающие с кормом либо образующиеся в организме, и незаменимые (эссенциальные, их 10), поступающие только с пищей.

Потребность форели в протеине изменяется с возрастом. Оптимальный уровень белка в ее рационе (в % к сухому весу корма) составляет: для личинок массой до 1 г — 55—60 %, для сеголетков массой до 40 г — 45—50 %, для молоди массой до 100 г — 40—45 % и для взрослых особей — 35—45 % (Остроумова, 2001).

Недостаток эссенциальных аминокислот в корме для рыб прежде всего тормозит их рост, снижает усвояемость пищи, негативно отражается на аппетите и жизнестойкости. Кроме этого, у рыб могут развиваться различные заболевания и патологии. Так, недостаток лизина приводит к эрозии хвостового плавника, низкое содержание метионина вызывает катаракту глаз и увеличение размеров печени, а триптофана — искривление позвоночника. Потребность в эссенциальных аминокислотах у разных рыб различная и изменяется с возрастом.

По данным И. Н. Остроумовой (2001), потребность форели в незаменимых аминокислотах колеблется в следующих пределах (в % к сухому весу корма): аргинин (1,4—2,5); гистидин (0,6—0,7); изолейцин (0,9—1,0); лейцин (1,6—1,8); лизин (2,1—2,9); метионин (0,7—0,85); фенилаланин (0,7—0,9); треонин (1,0—1,4); валин (1,1—1,2); триптофан (0,2—0,6).

Оптимальный уровень белка в корме зависит от вида основного источника энергии. Если это жиры, то для обеспечения максимального роста рыбы потребуется меньшая концентрация белка по сравнению с тем, если бы основным источником энергии были углеводы. При этом утилизация белка повышается по мере возрастания уровня жира в корме до оптимальных значений.

При использовании полноценных гранулированных кормов на 1 кг прироста форели требуется 550—650 г белка. Превышение этого уровня свидетельствует о неполноценности

корма или о несбалансированности диеты (Гамыгин, Спектрова, 1998). Наиболее эффективны комбикорма с общим содержанием 40—65 % калорий за счет белка.

На потребность рыб в протеине существенно влияют условия выращивания. При оптимальных температурах потребность рыб в белке максимальна. С повышением температуры воды в пределах оптимума потребность в белке увеличивается. Так, при температуре воды 8 °С для молоди форели потребность в протеине составляет 40—42 %, а при температуре 15 °С — 50—55 %. При температуре выше или ниже оптимума потребность в протеине снижается. В пресной воде протеин лучше всего усваивается при температуре 13—16 °С, в соленой — при 10—18 °С. Большое значение для усвоения протеина имеет содержание в воде кислорода. При ухудшении кислородного режима протеин утилизируется неэффективно, поэтому нормы задаваемого корма нужно снижать (Моисеев с соавт., 1985).

**Жиры.** Жиры являются основными легкоусвояемыми источниками энергии в кормах. Они выполняют многие жизненно важные функции.

Считается, что полноценные рыбные корма должны содержать преимущественно «жидкие» жиры, богатые ненасыщенными жирными кислотами (Watanabe, 1984). Это особенно важно на начальных этапах развития рыб. Для личинок предпочтительнее использовать рыбий жир, а для более взрослых групп (мальков) — растительное масло и фосфатиды, которые содержат естественные антиоксиданты (антиоксиданты). Для выращивания товарной форели в состав продукционных кормов можно вводить и «твердые» жиры. Они усваиваются на 60—70 %, но при низкой температуре воды могут привести к закупорке пищеварительного тракта у молоди (Matty, 1985).

Потребность радужной форели наилучшим образом удовлетворяется при содержании в корме 8—12 % жиров, из которых высоко ненасыщенные жирные кислоты должны составлять: линолевая — 1 %, линоленовая — до 1 % и арахидоновая — до 1 %. Однако если рацион богат холином, метионином и токоферолом, рыбы способны усваивать корма с 20—30 % жира, а может, и более высоким его содержанием (Гамыгин, Пономарев, 1993). Общее количество незаменимых жирных кислот, которые необходимы для нормального существования половозрелых рыб, составляет от 0,5 до 1,6 % от рациона, а для личинок — в пределах 1,0—3,0 % (Остроумова, 2001).

При недостатке жиров в рационе рыб энергетические затраты частично покрываются за счет белков, что ведет к снижению эффективности использования кормов на пластический обмен. У форели может развиваться эрозия лучей хвостового плавника, некроз спинного и грудных плавников. Недостаток незаменимых жирных кислот приводит к замедлению роста, ослаблению пигментации, перерождению печени и почек, обводнению тканей, уменьшению числа эритроцитов в крови, снижению гемоглобина и гематокрита и может привести к летальному исходу. У производителей снижается плодовитость, ухудшается качество икры, падает процент выклева, увеличивается число уродливых личинок и учащается гибель (Рыжков, Кучко, 2008).

Особое внимание при разработке рецептур кормов обращают на соотношение жира и белка в рационах. Путем включения разного количества жира в корма для рыб можно регулировать потребность в белке. Так, для форели при количестве жира 8—12 % в корме должно содержаться не менее 40—50 % белка, если содержание жира повысить до 20—25 %, то доля белка снижается до 35—45 %.

Следует помнить, что корма, содержащие ненасыщенные жирные кислоты, как правило, очень быстро окисляются (прогорают) и поэтому становятся токсичными для рыбы.

Образующиеся при прогоркании ядовитые перекиси вызывают у рыб малокровие, побеление жабр, жировое перерождение печени и почек, мышечную дистрофию, а также разрушают витамины и могут оказывать канцерогенное действие на организм. Поэтому корма обрабатывают антиоксидантами — сантохином, дилудином или бутокситолуолом, которые в количестве 0,02—0,3 % вводятся в рыбную или крилевую муку. Противокислительной

функцией также обладают подсолнечное масло и витамин С (аскорбиновая кислота). Их можно использовать для замедления процессов окисления при длительном хранении кормов.

**Углеводы** являются наиболее дешевым и доступным источником энергии в кормах. Однако лососевые рыбы (в том числе и форель) из-за пониженной функции щитовидной железы и недостаточной активности амилалитических ферментов используют их неэффективно. Поэтому содержание углеводов в форелевых кормах должно быть невысоким — до 20 % (глюкоза, лактоза), а в рационе молоди — еще меньше (Гамыгин, Спектрова, 1998).

Углеводы из корма усваиваются лососевыми рыбами в среднем на 40 %. Перегрузка рациона форели сахарами приводит к серьезным нарушениям процессов обмена в организме. У рыб развивается синдром перегрузки печени гликогеном. При этом наблюдается побеление почек, увеличение размеров и индекса печени на 4—5 %, повышение концентрации гликогена в печени до 90—100 мг/г, ее жировое перерождение, водянка брюшной полости, увеличение уровня сахара в крови, ухудшение всасывания питательных веществ из пищи, снижение скорости роста, и может быть летальный исход.

Источником углеводов для форели могут служить дрожжи, которые содержат 40 % углеводов, соевый шрот, жмых, мука из злаков и обезжиренное молоко. Степень их перевариваемости зависит от сложности строения углеводов и их молекулярной массы. По данным И. Н. Остроумовой (2001), у радужной форели почти полностью всасываются моносахариды, менее интенсивно — дисахариды (кроме мальтозы) и еще слабее — полисахариды. При этом высокая температура воды способствует лучшей утилизации углеводов и превращению их избытка в липиды, при снижении температуры эта способность уменьшается.

Для выращивания качественной товарной форели необходимо соблюдать правильное соотношение основных химических компонентов в корме с учетом физиологического состояния и возраста рыб (табл. 10).

Таблица 10

**Соотношение основных химических элементов в кормах радужной форели разного возраста (%)**  
(Рыжков, Кучко, 2008)

| Возрастная категория рыбы | Белок | Жир   | Углеводы |
|---------------------------|-------|-------|----------|
| Мальки до 8 г             | 55—60 | 8—10  | 6—7      |
| Сеголетки                 | 45—50 | 14—16 | 6        |
| Двухлетки                 | 40—45 | 10—11 | 8—18     |
| Товарная рыба             | 35—40 | 9—10  | 20—22    |

**Минеральные вещества** необходимы рыбам для нормальной жизнедеятельности. Они входят в состав тканей и участвуют в обмене веществ. Из макроэлементов рыбам в первую очередь требуются:

**кальций** — участвует в образовании костей, чешуи, свертывании крови, выполняет осморегуляторную роль, нормализует деятельность нервной системы, активизирует работу многих ферментов;

**фосфор** — входит в состав молекул нуклеопротеидов и фосфолипидов, участвует в обмене ферментов, функционировании мембран клеток, транспорте жиров и работе антиоксидантной системы;

**магний** — активизирует деятельность ферментов поджелудочной железы, катализирует процессы окислительного фосфорилирования в митохондриях, стимулирует нуклеиновый обмен, усиливает образование антител;

**калий и натрий** — участвуют в осморегуляции, имеют большое значение в функционировании многих органов;

*сера* — входит в состав многих белков организма, повышает иммунитет, влияет на функционирование нервной системы;

*хлор* — находится в соединении с натрием и необходим для нормальной жизнедеятельности клеток, кроме того, входит в состав желудочного сока.

В состав кормов также должны входить следующие микроэлементы:

*железо* — входит в состав органических функциональных соединений, необходимо для образования гемоглобина, миоглобина, цитохромов, трансферринов и др.;

*медь* — участвует в синтезе и активации ряда ферментов;

*йод* — обуславливает физиологическую активность гормона щитовидной железы тироксина;

*марганец* — активизирует обмен белков, жиров и углеводов, входит в состав многих ферментных систем, влияет на фосфорно-кальциевый обмен, связан с гормонами и витаминами, от него зависит рост рыб, образование костей, кроветворение, размножение;

*кобальт* — оказывает влияние на кроветворение и действие гидролитических ферментов, входит в состав витамина В<sub>12</sub>, необходим для работы гормонов (в т. ч. инсулина), влияющих на белковый, жировой и углеводный обмен;

*цинк* — связан с метаболизмом простагландинов, нуклеиновых кислот, белков, жиров и углеводов, влияет на рост рыб, развитие, размножение, участвует в образовании костей, кроветворении, влияет на зрение;

*селен* — препятствует окислению ненасыщенных жирных кислот и витаминов;

*хром* — имеет большое значение в метаболизме углеводов и жиров, а также участвует в процессе синтеза инсулина.

Потребность радужной форели в основных макро- и микроэлементах высокая, однако обогащение комбикорма этими элементами требует очень осторожного подхода с учетом гидрохимических особенностей водной среды, в которой выращивается рыба. Важна минерализация воды, в которой содержится выращиваемая форель. И. Н. Остроумова (2001, 2012) отмечает, что многие растворенные в воде ионы химических элементов (кальций, фосфор, кобальт и хлор) быстрее и эффективнее усваиваются рыбой, попадая через жабры в кровеносное русло, чем полученные с кормом.

В рационе форели в качестве *кормовых добавок* используют карбамид (мочевина), мел (известняк, ракушка), поваренную соль и др. Карбамид — продукт химического синтеза, вещество без запаха, хорошо растворяется в воде. За счет него можно восполнить 5 % белка в кормах для молоди. Мел обогащает кормосмеси кальцием. В 100 г вещества содержится 33—38 % кальция. Его вносят в корма в количестве 1—2 %. Поваренную соль применяют при выращивании молоди и товарной рыбы. Она стимулирует обмен веществ, ускоряет рост рыб и является профилактическим средством. Вводится в кормовые смеси в количестве 0,5—1 % в зависимости от возраста рыб.

Для форели вреден как недостаток, так и избыток солей. Например, при недостатке йода у нее увеличивается щитовидная железа и замедляется рост, при концентрации в корме 0,6—1,1 мг/кг йод полезен. Недостаток кобальта снижает темп роста радужной форели. Полное исключение минеральных веществ из диеты форели в первые дни вызывает ухудшение аппетита, конвульсии, искривление позвоночника, анемию, снижает упитанность. У всех особей отмечается неправильное формирование головы. Через 3—4 недели наблюдается гибель большей части рыб.

Потребность в основных минеральных элементах у радужной форели разных возрастов представлена в таблице 11.

**Витамины** — сложные биологически активные соединения, осуществляющие в организме рыб функции катализаторов разнообразных биохимических реакций. Они поступают в организм только с пищей и необходимы для обеспечения нормального обмена веществ, других процессов жизнедеятельности, способствуют высокой активности рыб и повышают сопротив-

ляемость их различным заболеваниям. В организме рыб витамины аккумулируются в печени, селезенке, а также в других органах и расходуются в процессе жизнедеятельности.

Таблица 11

**Потребность рыб в макроэлементах (г/кг сухого корма)  
и микроэлементах (мг/кг сухого корма)  
(Остроумова, 2001; Сергеева, 1998; Шмаков, Яржомбек, 1980)**

| Минераль-<br>ные вещества | Лососевые | Радужная форель |           |                |
|---------------------------|-----------|-----------------|-----------|----------------|
|                           |           | молодь          | сеголетки | двухлетки      |
| Макроэлементы             |           |                 |           |                |
| Кальций                   | 2,0—2,7   | —               | —         | —              |
| Фосфор                    | 6,03—9,01 | —               | —         | —              |
| Магний                    | 0,33—0,7  | —               | —         | —              |
| Натрий                    | 0,22—2,2  | —               | —         | —              |
| Калий                     | 1,6       | —               | —         | —              |
| Микроэлементы             |           |                 |           |                |
| Железо                    | 150—300   | 11              | 9         | 7              |
| Медь                      | 1—3       | 1,1             | 5,2       | 9,3            |
| Марганец                  | 8—15      | 2,7             | 1,0       | 2,9            |
| Цинк                      | 15—30     | 185             | 61        | 288            |
| Кобальт                   | 0,05—0,1  | —               | —         | —              |
| Селен                     | 0,15—0,38 | —               | —         | —              |
| Йод                       | 3,5—4,0   | —               | —         | 0,6—1,1 мкг/кг |

Недостаток или отсутствие в рационе радужной форели тех или иных витаминов сдерживает синтез ферментов, что нарушает метаболизм и усвоение питательных веществ. В результате развиваются авитаминозы, проявляющиеся в отставании в росте, крайне тяжелых комплексных нарушениях многих сторон обмена, в том числе азотистого равновесия и дисбаланса аминокислот. Это неизбежно сопровождается нарушениями функций органов, дегенерацией печени, почек и массовой гибелью рыб (Маликова, 1985).

В кормах лососевых рыб в качестве необходимых добавок используются жирорастворимые (А, Д, Е и К) и водорастворимые (В, С и Н) витамины. Их готовят в виде поливитаминной смеси (премикс), в основе которой обычно используют мелко просеянную муку или отруби злаковых с минимальным содержанием легко окисляемых веществ. В смесь добавляют 0,1 % сантохина для предотвращения окисления (Моисеев с соавт., 1985).

В настоящее время применяют *витаминно-минеральные премиксы*, содержащие в своем составе необходимые витамины и микроэлементы для нормального развития рыб. В корма для радужной форели их включают в количестве 1—2 %. Разработаны премиксы для выращивания молоди, товарной рыбы и содержания производителей.

Активно используют *белково-витаминные добавки* — кормовые гидролизные дрожжи: эпинин, меприн, биотрин, белотин и биокорн. Это высокопитательные продукты микробиологической переработки клетчатки отходов древесины, соломы, камыша и отходов сульфитно-целлюлозного производства. Содержание сырого белка в них составляет 44—48 %. В значительных количествах представлены незаменимые аминокислоты и витамины группы В, а также провитамин D<sub>2</sub> (эргостерол), минеральные вещества, ферменты и гормоны, способствующие усвоению протеинов и углеводов. В состав кормов они вводятся в количестве от 5 до 20 % в зависимости от вида и возраста рыб.

Для лососевых рыб разработана *липидно-витаминная кормовая добавка* — комплекс жирорастворимых витаминов и незаменимых жирных кислот, по структуре близкий к липидам естественной пищи рыб. Добавка содержит витамины А, D<sub>3</sub>, Е, К, растворенные

в линолевой и линоленовой жирных кислотах, а также антиоксидант; способствует удовлетворению потребностей ранней молодежи сиговых, карповых, осетровых рыб в незаменимых жирных кислотах и жирорастворимых витаминах А, D<sub>3</sub>, Е и К.

В продукционные корма для форели добавляют **каратиноиды** — пигменты, придающие мясу товарной рыбы ярко-оранжевую (красную) окраску и существенно повышающие качество икры. Кроме того, каратиноиды выполняют роль мощных естественных антиоксидантов и оказывают благотворное влияние на процесс обмена веществ, способствуя повышению жизнестойкости рыб. Для этих целей используются натуральный пигмент атаксантин, синтетический пигмент кантаксантин или их смесь (МИКС). Пигменты добавляются в корма в зависимости от требуемой интенсивности окраски мяса рыб, обычно из расчета 40—50 или 80 мг на 1 кг корма.

Продолжительность периода кормления форели пигментирующим кормом для окрашивания мяса зависит от концентрации в нем атаксантина (табл. 12).

Таблица 12

**Зависимость между уровнем атаксантина в корме  
и интенсивностью окраски мышц у радужной форели**

| Показатели                               | Количество атаксантина в корме (мг/кг) |     |     |     |
|------------------------------------------|----------------------------------------|-----|-----|-----|
|                                          | 25                                     | 50  | 75  | 100 |
| Время, необходимое для окрашивания мяса: |                                        |     |     |     |
| градусо-дней                             | 1200                                   | 900 | 840 | 830 |
| недель при 10 °С                         | 17                                     | 13  | 12  | 11  |
| недель при 15 °С                         | 11—12                                  | 8—9 | 7—8 | 6—7 |
| Коэффициент конверсии каротиноидов (%)   | 10                                     | 5   | 3   | 2   |

**Ферменты** — вещества белковой природы, ускоряющие биохимические реакции. Они применяются с целью улучшения использования питательных веществ корма и обогащения кормового рациона рыб. В основном это ферменты класса гидролаз — амилалитические, протеолитические, пектолитические, цитолитические и целлюлозолитические.

В кормах для форели эффективно используют амилосубтилин ГЗх. При введении препарата в количестве 500 г на 1 т корма наблюдается увеличение прироста товарной массы на 12—16 %, что обусловлено повышением питательной ценности компонентов растительного происхождения и микробного синтеза. Такой же положительный результат при добавлении в корм форели вызывает очищенный ферментный препарат пектаваморин П10х.

**Антибиотики** применяются, как правило, в качестве медикаментозных средств — для профилактики и лечения различных заболеваний. Широко используют хлортетрациклин, левомицетин, окситетрациклин, гризин, витамин и др.

**Балластные вещества** в корме рыб необходимы для осуществления пищеварительного процесса, хотя они и не расщепляются в пищеварительном тракте и не усваиваются организмом. Их значение заключается в нормализации деятельности пищеварительного тракта, в способствовании продвижению пищи по кишечнику и в способности всасывания ядовитых продуктов обмена для дальнейшего выведения из организма. Оптимальное содержание балластных веществ в искусственных кормах для лососевых — 1—2 %.

## 9.2. Корма, применяемые в форелеводстве

Сухие рыбные корма, используемые для выращивания радужной форели различных возрастных групп, должны быть прочными, водостойкими, изготовленными из исходного сырья вы-

сокого качества и сбалансированными по химическому составу. Они не должны содержать компонентов из теплокровных животных, запрещенных в 2000 году решением Совета ЕС.

В настоящее время для кормления форели в основном применяются гранулированные, экструдированные и экспандированные рыбные корма.

**Гранулированный корм** сухого и влажного прессования изготавливают с помощью прессов на предприятиях комбикормовой промышленности. Приготовленные гранулы имеют цилиндрическую форму различного диаметра.

Для кормления рыбы учитывают не только производственные качества корма, но и размеры гранул. Их величина должна соответствовать размеру выращиваемой рыбы. Поверхность гранул, как правило, блестящая, цвет и запах соответствует цвету и запаху сырья, из которого они изготавливаются. Если в корм введены добавки в виде жиров или других веществ, определяющих изменение цвета, допускается некоторое потемнение гранул. Не допускается наличие плесени, гнилостного запаха и распада. Влажность гранулированных комбикормов не должна превышать 14,5 %.

Многие производители переходят к изготовлению **экструдированных кормов**, что дает ряд преимуществ:

- в процессе производства экструдированных кормов существует возможность контроля плотности гранул, что позволяет получать не только плавающие и тонущие гранулы, но и медленно тонущие корма, которые более эффективно потребляются рыбами;

- скорость погружения тонущих производственных экструдированных кормов в воде на глубину 1 м составляет 6—7 сек., в то время как гранулированные корма погружаются на ту же глубину в течение 4 сек.;

- экструдированные корма имеют пористую внутреннюю структуру, при их изготовлении происходит денатурация белка, декстринизация крахмала, а также их полная стерилизация;

- применение экструдированных кормов позволяет в целом уменьшить кормовые затраты на единицу прироста рыб и повысить доступность для рыб питательных веществ;

- частицы экструдированных кормов являются более прочными, чем частицы гранулированных кормов, крошимость и отсев экструдированных кормов составляет менее 1 %, а гранулированных кормов — от 5 до 8 % (зарубежные производители) и до 10 % (российские производители);

- при использовании экструдированных кормов на 75 % уменьшается количество пыли, попадающей в воду при кормлении рыбы, и снижается прямое загрязнение воды;

- они являются более водостойкими и полностью сохраняют форму и структуру в течение 24 часов пребывания в воде. Водостойкость гранулированных кормов не превышает 4 часов (Каталог корма для рыб, 2004).

**Экспандированный корм** сочетает в себе преимущества гранулированных и рассыпных кормов:

- не требует последующей сушки готового продукта;

- имеет большую поверхность частиц и пористую структуру, что обеспечивает его лучшую усвояемость;

- сохраняет стабильность и устойчивость при транспортировке, имеет более длительный срок хранения;

- свободен от патогенных микроорганизмов;

- не образует пыли.

Качественный корм влияет на результат успеха на любом этапе производства рыбной продукции. Чем полнее соответствует состав пищи биологическим потребностям каждой возрастной группы рыб, тем эффективнее использование рыбами питательных веществ.

В зависимости от возраста рыб и задач рыбоводных процессов корма подразделяют на 3 группы:

- **стартовые**, для кормления личинок и мальков (в виде крупки);

— *продукционные*, для кормления посадочного материала и товарной рыбы (в виде гранул);

— *лечебно-профилактические*, которые производят с добавлением лечебных препаратов, иммуностимуляторов и с повышенной дозой витаминов.

При выращивании форели на всех этапах ее развития доступность корма рыбам определяется размерами крупки и в дальнейшем размерами гранул. Каждой размерной группе форели должна соответствовать крупка или гранулы корма определенного диаметра (табл. 13).

Таблица 13

**Нормы размеров крупки и гранул корма в зависимости  
от массы рыбы (Рыжков, Кучко, 2008)**

| Масса рыбы<br>(г) | Размер частиц корма (мм) |         | Масса рыбы<br>(г) | Размер гранул<br>(мм) |
|-------------------|--------------------------|---------|-------------------|-----------------------|
|                   | крупка                   | гранулы |                   |                       |
| До 0,2            | 0,3—0,4                  | —       | 50,0—200          | 2,5—3,0               |
| 0,2—1,0           | 0,4—0,6                  | —       | 200—800           | 4,0—6,0               |
| 1,0—2,0           | 0,6—1,0                  | —       | 800—1000          | 6,0—8,0               |
| 2,0—5,0           | 1,0—1,5                  | —       | 1000—1200         | 8,0—9,0               |
| 5,0—10,0          | 1,5—2,0                  | 1,8     | 1200—1800         | 9,0—10,0              |
| 10,0—20,0         | 2,0—3,0                  | 1,8—2,5 | 1800—2000         | 10,0—12,0             |
| 20—50             | 3,0                      | 1,8—2,5 | Более 2000,0      | 12,0                  |

Если кормить молодь малых размеров крупными гранулами, ротовой аппарат рыб не позволяет их захватить. Если же крупную молодь кормить гранулами очень малых размеров, то затраты энергии на их потребление не обеспечат положительного энергетического баланса. В обоих случаях корм для молоди становится недоступным. Слишком большие или малые размеры гранул приводят к замедлению скорости роста рыб, потерям кормов, в некоторых случаях — к закупорке и травмированию пищевода рыб, что в конце концов снижает эффект выращивания форели.

В России корма для форели производят: тверской завод «Акварекс» (табл. 14), завод фирмы «Ассортимент Агро», расположенный в Сергиевом Посаде (табл. 15), Гатчинский комбикормовый завод (марка «Мастерfish») и другие, однако объем их производства недостаточен для удовлетворения потребностей рыбной отрасли.

Таблица 14

**Показатели качества кормов для форели «Акварекс»**

(источник: <http://www.aqua-rex.ru/troutfeeds/>)

| Показатели                             | Название корма             |                                     |                           |                           |                           |                           |                                        |
|----------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------------------|
|                                        | «Форель<br>старт<br>55/13» | «Форель<br>сего-<br>летки<br>50/17» | «Форель<br>рост<br>43/27» | «Форель<br>рост<br>44/23» | «Форель<br>рост<br>43/19» | «Форель<br>рост<br>44/14» | «Форель<br>нагул и<br>нерест<br>48/10» |
| Переваримая энергия, не менее (МДж/кг) | 18,9                       | 19,5                                | 21,5                      | 20,4                      | 19,3                      | 18,1                      | 16,9                                   |
| Сырой протеин, не менее (%)            | 55                         | 50                                  | 43                        | 44                        | 43                        | 44                        | 48                                     |
| Сырой жир, не менее (%)                | 13                         | 17                                  | 27                        | 23                        | 19                        | 14                        | 10                                     |
| Клетчатка, не более (%)                | 1,0                        | 1,5                                 | 2,0                       | 2,0                       | 2,0                       | 2,0                       | 2,0                                    |

|                                     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Зола, не более (%)                  | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  |
| Лизин, не менее (%)                 | 3,5 | 3,0 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,4 |
| Массовая доля фосфора, не менее (%) | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |

Таблица 15

**Показатели качества кормов для форели фирмы «Ассортимент Агро»**(источник: <http://www.aagro.ru/fodder/fish/>)

| Наименования показателя                 | Название корма        |                     |                     |                     |                     |
|-----------------------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                                         | «Форель нерест 50/15» | «Форель рост 45/14» | «Форель рост 40/13» | «Форель рост 42/22» | «Форель рост 45/18» |
| Обменная энергия, не менее (ккал/100 г) | 365                   | 378                 | 370                 | 415                 | 410                 |
| Сырой протеин, не менее (%)             | 50                    | 45                  | 40                  | 42                  | 45                  |
| Сырой жир, не менее (%)                 | 10                    | 14                  | 13                  | 22                  | 18                  |
| Клетчатка, не более (%)                 | 2,0                   | 2,0                 | 3,0                 | 2,0                 | 2,0                 |
| Зола, не более (%)                      | 10                    | 10                  | 10                  | 10                  | 10                  |
| Фосфор, не менее (%)                    | 0,8                   | 0,8                 | 0,8                 | 0,8                 | 0,8                 |
| Лизин, не менее (%)                     | 2,1                   | 1,8                 | 1,8                 | 1,8                 | 1,8                 |

В садковом форелеводстве на Северо-Западе России, в том числе и в Карелии, широко применяются корма зарубежных производителей: «Raisioagro Oy/Райсиоагро» — Финляндия (табл. 16), Sorrens — Голландия (табл. 17), BioMar — Дания (табл. 18) и Skretting — Франция (табл. 19). Также используются корма Aller-Aqua (Дания), Ewos (Великобритания) и ИВЕКА (Германия).

Корма этих фирм зарегистрированы Департаментом ветеринарии РФ и сертифицированы для ввоза и использования на территории Российской Федерации. Они имеют качественную и экологическую декларации, включают полный спектр модификаций гранул для выращивания форели от личинки до товарной навески или содержания производителей.

Таблица 16

**Характеристика кормов для форели фирмы «Raisioagro Oy/Райсиоагро»**(источник: <http://www.vuoksa-spb.ru/korm-dlya-raduzhnoy-foreli.html>)

| Наименование продукта (мм) | Астаксантин (мг/кг) | Сырой белок (%) | Сырой жир (%) | Фосфор Р (%) | Азот N (%) |
|----------------------------|---------------------|-----------------|---------------|--------------|------------|
| <i>Мальковые корма</i>     |                     |                 |               |              |            |
| VITA 0,2                   | —                   | 62              | 12            | 1,35         | 9,92       |
| VITA 0,5                   | —                   | 60              | 12            | 1,35         | 9,6        |
| VITA 0,8                   | —                   | 57              | 15            | 1,3          | 9,12       |
| VITA 1                     | —                   | 55              | 18            | 1,25         | 8,8        |
| VITA 1,5                   | —                   | 50              | 21            | 1,1          | 8          |

| <i>Производственные корма</i> |    |    |    |      |      |
|-------------------------------|----|----|----|------|------|
| HERCULES 1,7                  | 5  | 48 | 24 | 1,15 | 7,68 |
| HERCULES 2,5                  | 5  | 46 | 26 | 0,95 | 7,36 |
| HERCULES 3,5                  | 20 | 43 | 28 | 0,9  | 6,88 |
| HERCULES 5                    | 50 | 40 | 30 | 0,8  | 6,4  |
| HERCULES 7-9                  | 50 | 36 | 35 | 0,7  | 5,76 |
| HERCULES OPTI 7-9             | 50 | 36 | 35 | 0,7  | 5,76 |
| <i>Профилактические корма</i> |    |    |    |      |      |
| VITAL PRO 3,5                 | 20 | 43 | 28 | 0,9  | 6,88 |
| VITAL PRO 5                   | 50 | 40 | 30 | 0,8  | 6,4  |
| VITAL PRO 7                   | 50 | 36 | 35 | 0,7  | 5,76 |
| VITAL PRO EMO 7-9             | 80 | 41 | 30 | 1,0  | 6,56 |

Таблица 17

**Характеристика кормов для форели фирмы Coppens**  
(источник: [www.coppens.com](http://www.coppens.com))

| Наименование продукта         | Размер (мм)                     | Протеин (%) | Жир (%) | Клетчатка (%) | Зола (%) | Фосфор (%) |
|-------------------------------|---------------------------------|-------------|---------|---------------|----------|------------|
| <i>Стартовые корма</i>        |                                 |             |         |               |          |            |
| TroCo TOP                     | 0,3—0,5                         | 66          | 11      | 0,2           | 11,9     | 2,2        |
|                               | 0,5—0,8                         | 63          | 15      | 0,2           | 11,2     | 2,0        |
|                               | 0,8—1,2                         | 61          | 18      | 0,1           | 11,6     | 2,1        |
|                               | 1,2—1,5                         | 59          | 21      | 0,1           | 10,7     | 1,9        |
| TroCo ADVANCE                 | 0,2/0,3/<br>0,5/0,8/<br>1,2/1,5 | 56          | 15      | 0,6           | 8,9      | 1,4        |
| TroCo START PREMIUM           | 1,0/1,5                         | 50          | 20      | 0,6           | 7,6      | 1,4        |
| TroCo PRE GROWER-18           | 2,0                             | 45          | 18      | 1,7           | 7,6      | 1,0        |
| TroCo ULTRA                   | 2,0                             | 48          | 22      | 1,1           | 7,3      | 1,1        |
| <i>Производственные корма</i> |                                 |             |         |               |          |            |
| TroCo PRIME-18                | 3,0/4,5/6,0                     | 42          | 18      | 2,9           | 7,1      | 1,0        |
| TroCo SUPREME-16              |                                 | 46          | 16      | 2,0           | 7,3      | 1,0        |
| TroCo SUPREME-22              |                                 | 44          | 22      | 1,8           | 7,1      | 0,9        |
| TroCo ULTRA                   |                                 | 48          | 22      | 1,1           | 7,3      | 1,1        |
| TroCo ULTIMATE                |                                 | 45          | 28      | 1,6           | 7,2      | 0,9        |
| TroCo SPECTRA                 |                                 | 44          | 24      | 1,7           | 7,7      | 0,9        |

Таблица 18

**Характеристика кормов фирмы BioMar**(источник: <http://www.biomar.com/ru-RU/BioMar-Russia/Species-and-products/>)

| Наименование продукта  | Размер (мм) | Протеин (%) | Жир (%) | Клетчатка (%) | Зола (%) | Фосфор (%) | Азот (%) |
|------------------------|-------------|-------------|---------|---------------|----------|------------|----------|
| Стартовые корма        |             |             |         |               |          |            |          |
| INICIO Plus G          | 0,4/0,6/1,0 | 63          | 12      | 1,5           | 10,7     | 1,5        | 10       |
| INICIO Plus 901        | 0,5         | 58          | 14      | 0,2           | 10,4     | 1,6        | 9,4      |
|                        | 0,8/1,1     | 57          | 18      | 0,3           | 10,5     | 1,6        | 9,1      |
|                        | 1,5         | 54          | 22      | 0,3           | 9,7      | 1,5        | 8,6      |
|                        | 2,0         | 52          | 25      | 0,7           | 8,1      | 1,3        | 8,3      |
| INICIO 917             | 1,1         | 50          | 18      | 1,2           | 7,1      | 1,2        | 8,0      |
|                        | 1,5         | 47          | 20      | 1,4           | 7,0      | 1,0        | 7,5      |
|                        | 2,0         | 48          | 23      | 1,5           | 7,0      | 0,9        | 7,7      |
| INICIO 918             | 2,0         | 46          | 23      | 1,5           | 6,5      | 1,2        | 7,4      |
| INICIO 702             | 2,0         | 41          | 22      | 4,6           | 5,9      | 0,9        | 6,6      |
| Производственные корма |             |             |         |               |          |            |          |
| EFICO Enviro 920       | 3,0         | 42—45       | 27—30   | 1,7           | 5,4      | 0,9        | 6,9      |
|                        | 4,5         | 41—44       | 29—32   | 1,8           | 5,4      | 0,9        | 6,8      |
|                        | 6,0         | 38—41       | 31—34   | 2,2           | 5,2      | 0,9        | 6,4      |
| EFICO Enviro 922       | 3,0         | 41—44       | 27—30   | 2,2           | 5,4      | 0,8        | 6,7      |
|                        | 4,5         | 38—41       | 28—31   | 2,5           | 5,5      | 0,8        | 6,4      |
|                        | 6,0/8,0     | 35—38       | 33—36   | 2,5           | 5,1      | 0,7        | 5,9      |
| EFICO Enviro 923       | 3,0         | 42—45       | 29—32   | 1,9           | 5,6      | 0,9        | 6,9      |
|                        | 4,5         | 42—45       | 30—33   | 1,7           | 5,8      | 0,9        | 6,9      |
|                        | 6,0         | 37—40       | 34—37   | 2,2           | 5,1      | 0,8        | 6,1      |
|                        | 8,0/10,0    | 35—38       | 34—37   | 2,1           | 5,1      | 0,8        | 5,9      |
| EFICO Alpha 790        | 3,0         | 42—45       | 23—26   | 2,0           | 5,5      | 0,9        | 7,0      |
|                        | 4,5         | 41—44       | 25—28   | 1,9           | 5,5      | 0,9        | 6,9      |
|                        | 6,0/8,0     | 41—44       | 26—29   | 2,2           | 5,7      | 0,9        | 6,7      |

Таблица 19

**Характеристика кормов фирмы Skretting**(источник: <http://www.tehkorm.ru/skretting/produktsiya/>)

| Наименование продукта  | Размер (мм) | Протеин (%) | Жир (%)  | Клетчатка (%) | Зола (%) | Фосфор (%) |
|------------------------|-------------|-------------|----------|---------------|----------|------------|
| Стартовые корма        |             |             |          |               |          |            |
| Nutra                  | 2,0/3,0     | 54/55       | 18/16    | 1,0           | 11,5     | 1,7        |
| Nutra MP               | 1,1/1,5/1,9 | 54/52       | 18/20    | 1,0           | 11,5/11  | 1,7/1,6    |
| Nutra HP               | 0,3         | 57          | 17       | 0,5           | 10,0     | 1,7        |
|                        | 0,5/0,7/1,0 | 55          | 18       | 0,5           | 10,5     | 1,7        |
|                        | 1,5/1,8     | 52          | 20       | 0,5           | 9,0      | 1,5        |
| Производственные корма |             |             |          |               |          |            |
| Optiline 1P; 2P; 3P    | 2,5/4,0/6,0 | 44/43/41,5  | 19/20/22 | 2,7/2,8       | 6,5      | 0,9/0,8    |
| Optiline XL            | 8,0         | 39,5        | 24       | 2,8           | 6,5      | 0,8        |

|                        |             |                |              |         |             |         |
|------------------------|-------------|----------------|--------------|---------|-------------|---------|
| Optiline HE 1P; 2P; 3P | 2,5/4,0/6,0 | 44,5/43,5/41,5 | 25/26,5/28,5 | 2,0     | 6,5         | 0,9/0,8 |
| Optiline HE XL         | 8,0         | 39,5           | 30,5         | 2,1     | 6,0         | 0,7     |
| Optiline HE 10         | 10,0        | 36             | 32           | 2,2     | 5,5         | 0,7     |
| Select 1P; 2P; 3P      | 2,5/4,0/6,0 | 46/44/42       | 20/22/24     | 2,4/2,5 | 7,5/7,1/6,6 | 1,0/0,9 |
| Select XL              | 8,0         | 40             | 26           | 2,6     | 6,0         | 0,9     |
| Premium 3P             | 6,0         | 44             | 28           | 1,9     | 6,6         | 1,0     |
| Premium XL/10          | 8,0/10,0    | 42             | 30           | 1,9     | 6,5         | 0,9     |

В 2014 году на российский рынок пришли корма Vita итальянской фирмы Veronesi. Они разработаны для выращивания мальков форели (табл. 20).

Таблица 20

**Характеристика комбикорма марки Vita**  
(источник: <http://www.agravis.ru/products/fish-food/>)

| Название продукта     | Гранула (мм) | Навеска (г) | Сырой протеин (%) | Сырой жир (%) | Фосфор (%) | Клетчатка (%) | Белок усв. (%) | Усв. энергия (МДж/кг) |
|-----------------------|--------------|-------------|-------------------|---------------|------------|---------------|----------------|-----------------------|
| Vita 0,2* крупка      | 0,25         | 0,1—0,15    | 62                | 12            | 1,35       | 0,9           | 98             | 18,79                 |
| Vita 0,5 крупка       | 0,5          | 0,15—1,0    | 60                | 12            | 1,35       | 0,9           | 98             | 18,66                 |
| Vita 0,8 микрогранула | 0,8          | 0,8—3,0     | 57                | 15            | 1,3        | 1,0           | 98             | 19,17                 |
| Vita 1 микрогранула   | 1,2—1,4      | 3—10        | 55                | 18            | 1,25       | 1,0           | 98             | 19,53                 |
| Vita 1,5 микрогранула | 1,4—1,6      | 8—15        | 50                | 21            | 1,1        | 1,0           | 98             | 19,92                 |

\* Использование в зависимости от температуры не более недели.

### 9.3. Кормление форели

В садковом форелеводстве эффективность кормления рыб определяется не только качеством корма, но и степенью совершенства методов кормления.

В настоящее время, в зависимости от экономических возможностей и других факторов, в садковых хозяйствах используют ручное или автоматизированное кормление. Механизация и автоматизация процессов кормления осуществляется разными способами: доставка корма к местам раздачи при помощи кормораздатчиков, применение автоматических кормушек, позволяющих механизировать и автоматизировать кормление, береговых бункеро-дозаторов и пневматических навесных установок.

Для **автоматического кормления рыбы** используют кормушки механического и компрессорного типа. *Механические кормушки*, которые конструктивно состоят из емкости для корма, устройства для разбрасывания корма (вертушка, на которую подается корм) и таймера, устанавливают непосредственно на садках. Питание электродвигателя с вертушкой

и таймера осуществляется от аккумулятора, который также располагается на садке. Корма, содержащегося в одной кормушке, обычно достаточно на период от 2—3 дней до недели — в зависимости от величины контейнера, количества рыбы в садке, рациона и режима кормления.

Кормушка *компрессорного типа* обслуживает одновременно группу садков. Состоит из компрессора для подачи воздуха под давлением, распределителя, к которому подводятся пластиковые трубы для подачи корма в садки, и нескольких больших емкостей с кормом (до нескольких тонн). Управление кормушкой осуществляется при помощи компьютера, в который задается информация о количестве корма для каждого садка, периодичность кормления и размер гранул. После компьютерной команды корм поступает в распределитель, туда подается сжатый воздух, и по пластиковой трубе корм направляется к указанному компьютером садку, где и разбрасывается над поверхностью воды. Корм вносится в садок порциями небольшого объема. Величина интервала между подачами корма зависит от многих факторов — размеров рыбы, ее плотности в садке, температуры воды, длины светового дня и некоторых других. Как правило, интервалы между кормлениями становятся больше по мере роста рыбы.

Достоинствами автоматического кормления рыбы являются регулярность внесения корма, соответствие объема корма рассчитанному рациону, экономия рабочего времени и средств.

К недостаткам следует отнести отсутствие визуального контроля за состоянием рыбы, ограничение площади, на которую вносится корм, и необходимость проверки технического состояния кормушек — при попадании воды внутрь корм слипается, образуя комки, что препятствует его нормальному разбрасыванию. Также при использовании автоматических кормушек вследствие направленности внесения корма преимущество получают более активные и крупные рыбы, что часто приводит к постепенно увеличивающемуся бимодальному размерно-весовому распределению рыбы в садке (Рыжков с соавт., 2000).

**Кормление рыбы вручную** с помощью совка или лопатки применяется в случае, когда использование автоматических кормушек нецелесообразно. При ручном кормлении корм распространяется равномерно по всей площади садка, при этом осуществляется визуальный контроль за поведением рыбы и ее потребностью в пище. При грамотном и тщательном ручном кормлении снижается степень бимодального размерно-весового распределения рыбы в садке и сокращаются потери корма.

Основными недостатками ручного кормления являются значительные затраты труда и времени рыбоводов, сложности кормления рыбы в плохую погоду (Рыжков с соавт., 2011).

Следует отметить, что при использовании современных кормов существует риск перекармливания рыбы. Это ведет к существенным потерям корма, плохому его усвоению и снижению темпа роста. Голодная форель способна съесть больше, чем ей необходимо для эффективного роста, что приводит к перееданию и снижает аппетит на следующий день. Но через день она опять будет голодна. В результате организм рыбы ослабевает, неэффективно усваиваются питательные вещества и происходит перерасход корма.

В связи с этим очень важно с самого начала выращивания установить график режима кормления форели и выдерживать его на протяжении всего периода выращивания рыбы.

В таблице 21 приведены данные о частоте кормления молоди радужной форели в зависимости от ее средней навески.

**Частота кормления молоди радужной форели (раз в сутки)  
(Рыжков, Кучко, 2008)**

| Масса рыбы (г) | Количество кормлений | Масса рыбы (г) | Количество кормлений |
|----------------|----------------------|----------------|----------------------|
| До 0,2         | 12—24                | 5,0—15,0       | 8—12                 |
| 0,2—1,0        | 10—20                | 15,0—50,0      | 6—8                  |
| 1,0—2,0        | 9—18                 | 50—150         | 3—5                  |
| 2,0—5,0        | 8—16                 | —              | —                    |

Частота кормления товарной форели при выращивании в садках зависит не только от ее размеров (массы), но и от температуры воды, в которой находятся садки (табл. 22).

**Частота кормления форели при товарном выращивании (раз в сутки)  
(Рыжков, Кучко, 2008)**

| Масса рыбы (г) | Температура воды (°C) |       |       |
|----------------|-----------------------|-------|-------|
|                | 5—10                  | 10—15 | 15—20 |
| 150—300        | 3                     | 4     | 5     |
| 300—1000       | 2                     | 3     | 4     |
| Более 1000     | 2                     | 2     | 3     |

Суточная норма корма равномерно распределяется на число кормлений. Иногда, в зависимости от пищевых потребностей выращиваемой форели, объем используемого корма может увеличиваться или уменьшаться в зависимости от активности рыбы и ее аппетита.

Одним из важных показателей, которые следует учитывать при кормлении форели, — содержание растворенного в воде кислорода (мг/л) или уровень насыщения воды кислородом (%). Рыба постоянно нуждается в определенном количестве кислорода для осуществления жизненных процессов. В результате потребления пищи она обеспечивает себя питательными веществами и необходимой жизненной энергией, которая освобождается при окислительно-восстановительных процессах, протекающих в организме при участии кислорода. Во время кормления потребление кислорода рыбами возрастает, что связано с активностью пищеварительного процесса. Чем больше усваивается питательных веществ, тем больше требуется кислорода. Уровень насыщения воды кислородом зависит от ее температуры (табл. 23).

**Растворимость кислорода (100 % насыщения)  
в пресной воде (мг/л) в зависимости от температуры (Рыжков, Кучко, 2008)**

| t (°C) | O <sub>2</sub> | t (°C) | O <sub>2</sub> | t (°C) | O <sub>2</sub> | t (°C) | O <sub>2</sub> |
|--------|----------------|--------|----------------|--------|----------------|--------|----------------|
| 1      | 14,2           | 7      | 12,2           | 13     | 10,6           | 19     | 9,4            |
| 2      | 13,8           | 8      | 11,9           | 14     | 10,4           | 20     | 9,2            |
| 3      | 13,5           | 9      | 11,6           | 15     | 10,2           | 21     | 9,0            |
| 4      | 13,1           | 10     | 11,3           | 16     | 10,0           | 22     | 8,8            |
| 5      | 12,8           | 11     | 11,1           | 17     | 9,7            | 23     | 8,7            |
| 6      | 12,5           | 12     | 10,8           | 18     | 9,5            | 24     | 8,5            |

Примечание: растворимость O<sub>2</sub> при 0 °C максимальна и равна 14,6 мг/л.

Для удовлетворения потребностей форели не требуется максимального, 100%-го насыщения воды кислородом. При температуре 5 °С достаточно 42%-го насыщения, при 10 °С — 54%-го, при 15 °С — 70%-го, а при 20 °С — 91%-го (рис. 22).

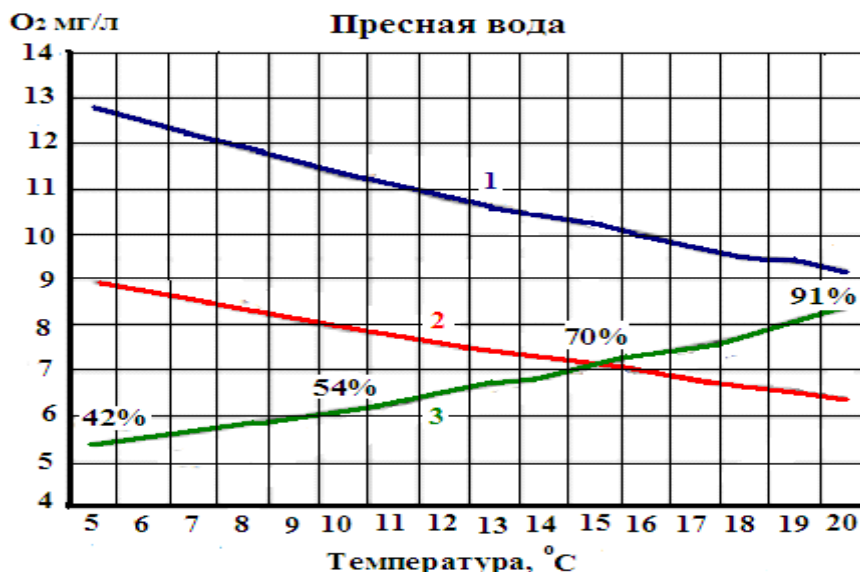


Рис. 22. Уровень кислорода для экономичного роста форели:  
1 — 100%-е насыщение; 2 — 70%-е насыщение;  
3 — уровень кислорода для экономичного роста форели

Экономический эффект использования гранулированного корма в значительной степени зависит от правильного расчета *суточного рациона*.

Ежедневная порция корма должна содержать в себе достаточное количество питательных веществ для функционального (основного) и пластического обмена организма рыб. Недостаток корма приводит к торможению роста, избыток — повышает непроизводительные траты корма. В том и другом случаях увеличиваются затраты корма и снижается эффективность кормления.

При расчете суточного рациона для форели основным и корректирующим показателями являются: фактическая масса рыбы, вычисленная при контрольных взвешиваниях (в промежутках между контрольными взвешиваниями учитывается теоретически рассчитанная масса рыбы с учетом среднесуточного темпа роста) и температура воды (ежедневно), с учетом которой обязательно делается поправка.

В связи с этим производители кормов выпускают свои кормовые таблицы, в которых указан не темп роста, а величина суточного рациона рыбы в % от веса тела и в зависимости от температуры воды. Однако они имеют ориентировочный характер и могут корректироваться в соответствии с конкретной обстановкой в форелевом хозяйстве.

Эффективность выращивания рыбы на искусственных комбикормах нередко оценивают по величине кормового коэффициента (Иванов, 1988).

**Кормовой коэффициент** (КК) — это количество весовых единиц корма, которые надо дать рыбе, чтобы получить прирост ее массы на одну такую же весовую единицу.

В рыбоводной практике различают истинный и рабочий кормовые коэффициенты.

**Истинный кормовой коэффициент** (ИКК) характеризует отношение количества непосредственно съеденного рыбой корма к приросту ее массы. Он устанавливается экспериментально.

Использование этого показателя при развитии рыбы в природных условиях вполне оправданно, так как по химическому составу пища и организм рыбы сходны. При кормлении рыб гранулированными кормами содержание воды в комбикорме и рыбе обычно различа-

ется в 6—7 раз. Это значит, что величина кормового коэффициента занижается в это же количество раз.

*Рабочий кормовой коэффициент (РКК)* показывает отношение количества заданного корма (съеденного рыбой и его потерь из-за неполного поедания и вымывания водой) к приросту массы рыбы.

Этот коэффициент принято называть оплатой корма (ОК), и его применяют в практике рыбоводства (Черфас, 1956):

$$\text{ОК} = \frac{\text{Вес заданного корма (кг)}}{\text{Прирост ихтиомассы (кг)}}$$

Оплату корма нельзя отождествлять с истинным кормовым коэффициентом, как это иногда делается. Показатели ИКК всегда будут ниже ОК (РКК), так как не весь заданный корм съедается рыбой, часть его может теряться.

Общим для кормового коэффициента и оплаты корма является то, что чем ниже их значения, тем выше эффект кормления, т. е. между КК (ОК) и эффективностью кормления наблюдается обратная зависимость.

Использование показателя «оплата корма» с экономической точки зрения является наиболее правильным. Обычно при кормлении рыб сухими гранулированными кормами величина ОК колеблется в пределах 0,9—1,4. Показатель ОК, равный 1,0, означает, что на получение 1 кг привеса рыбы затрачен 1 кг корма.

#### 9.4. Хранение рыбных кормов

Качество кормов зависит *от условий хранения*. При длительном размещении кормов на складе следует соблюдать технологию хранения. Помещение, где они хранятся, должно быть сухим, прохладным и хорошо вентилируемым, температура воздуха — не выше 20 °С, относительная влажность — не более 70 %. При более высокой температуре и влажности сроки хранения кормов сокращаются. В жаркий летний период можно рекомендовать хранение кормов (особенно стартовых) в холодильнике.

Кроме того, при хранении и использовании кормов их необходимо защищать от попадания прямых солнечных лучей. Прямой солнечный свет в десятки раз активизирует окислительные процессы в кормах и приводит их в состояние непригодности для кормления рыбы.

Для продления срока хранения кормов на складе необходимо соблюдать следующие рекомендации:

1. Мешки с кормами должны быть аккуратно сложены штабелями на поддоны (не более 7 слоев), чтобы предотвратить прямой контакт с полом и не допустить отсыревания кормов.

2. Поддоны с мешками должны размещаться не менее чем в 0,5 метра от стен или опор склада. Это позволит предотвратить попадание конденсата со стен на мешки с кормами и беспрепятственно циркулировать воздуху вокруг мешков.

3. Корма, которые поступили на склад для хранения раньше, должны использоваться в первую очередь.

4. Разные типы кормов и корма с различным размером гранул должны храниться отдельно друг от друга (в разных штабелях), при этом маркировка кормов должна быть хорошо видна.

5. Нельзя смешивать в одном штабеле мешки с обычными кормами и мешки с добавками в корм лекарственных препаратов.

6. При получении кормов на паллетах, которые обтянуты полиэтиленовой пленкой, ее следует удалить до того, как корма будут размещены на складе. Это улучшит циркуляцию воздуха вокруг мешков с кормами и уменьшит развитие плесени.

7. Изъятие мешков из штабеля следует производить аккуратно, чтобы не вызывать их случайного повреждения.

8. Корма из поврежденных мешков должны быть использованы в первую очередь.

9. Раз в месяц мешки с кормом рекомендуется перекладывать.

О качестве корма судят по цвету, запаху, влажности и консистенции, а также степени окисления жиров. Для гранулированных кормов определяют степень набухания, размывания гранул и экстрагирования питательных веществ в воде. Полноценность корма может быть установлена по его доступности, степени переваримости, биохимическому составу, по величине прироста рыбы, интенсивности ассимиляции пищи и использованию ее трансформированной энергии на пластический и функциональный обмен. При необходимости оценки качества образцы корма отправляют в аналитическую лабораторию.

## Глава 10. Транспортировка форели

С учетом принципиальных отличий существующие способы транспортировки форели можно разделить на 3 типа: в открытых емкостях без аэрации, в герметически закрытых емкостях с кислородом и в аэрируемых негерметических емкостях.

*Открытые емкости без аэрации* (контейнеры, чаны, бочки и т. п.) используют обычно при перевозке форели на небольшое расстояние, например, при внутривозвратном перемещении рыб. Основным фактором, ограничивающим при этом плотность посадки рыб, является содержание в воде кислорода.

*Герметические емкости* (полиэтиленовые пакеты, пластиковые бутылки, канны и т. п.), заполненные водой и кислородом, используют в основном для транспортировки личинок и мальков форели. Содержание кислорода в воде в них на протяжении всего периода транспортировки обычно сохраняется на достаточно высоком уровне, и ведущим фактором, определяющим допустимый уровень плотности посадки, является выделяемый рыбами углекислый газ.

Транспортировка в *аэрируемых негерметических емкостях*, обеспеченных средствами постоянной подачи в воду воздуха или кислорода, является основным способом доставки посадочного материала форели на садковые хозяйства. Интенсивная продувка воды обеспечивает обычно достаточный уровень содержания в ней кислорода и препятствует накоплению углекислого газа. Основным лимитирующим фактором при этом является накопление растворенных в воде продуктов белкового обмена — азотистых соединений.

Перевозить форель можно только в чистой таре, предварительно обработанной 10—20%-м раствором хлорной извести. Перед перевозкой рыба должна пройти эпизоотический контроль и подвергнуться антипаразитарной обработке 5%-м соевым раствором (5 минут) или 0,2%-м раствором аммиака (1 минуту). Перед обработкой и после нее рыбу следует выдержать в чистой проточной воде.

К перевозке допускается рыба без механических повреждений и наростов плесени на теле, с целым чешуйчатым и кожным покровом, целыми и чистыми плавниками, с неповрежденными глазами, без опухолей на теле. Истощенную, вялую и побитую рыбу из намеченной к перевозке партии удаляют.

Запрещается перевозка рыбы из водоемов, неблагополучных по краснухе, воспалению плавательного пузыря, бранхиомикозу, фурункулезу и вертежу. Также нельзя перевозить рыбу, если при ее осмотре выявлены следующие признаки заболевания: вздутие брюшка, ерошение чешуи, слепота и пучеглазие, язвы на коже, полное или частичное разрушение жабр, белая или серая их окраска, наличие на поверхности тела, плавниках и жабрах многочисленных белых точек, искривление позвоночника и ненормальное развитие черепа. При обнаружении в партии рыбы, предназначенной для перевозки, даже единичных экземпляров с указанными признаками заболевания, вся партия до установления точного диагноза к перевозке не допускается (Здоровая рыба, 2003).

Основное требование при транспортировке состоит в сохранении физиологического состояния и жизни перевозимых рыб. Поэтому, кроме вышеперечисленных условий, большое значение имеет правильная подготовка рыб к перевозке. Необходимо соблюдать следующие правила:

- прекратить кормление за 1—2 дня до перевозки;
- воду для перевозки использовать из естественных водоемов;
- погрузочно-разгрузочные работы проводить поздно вечером, рано утром или ночью;
- разница температуры воды, в которой рыба находилась до погрузки, и воды, в которой она будет перевозиться, не должна превышать 1—2 °С;

— плотность посадки в транспортную емкость необходимо рассчитывать с учетом объема воды, условий ее аэрации и возраста рыб.

### 10.1. Транспортировка личинок и мальков

Личинок форели рекомендуется перевозить после перехода на активное питание, так как во время состояния «покоя» (эндогенное питание) они легко травмируются.

Перевозить личинок и мальков форели (до 20 г) наиболее целесообразно в герметичных полиэтиленовых пакетах. Стандартный пакет имеет объем 40 л, длину 65 см, ширину 50 см и толщину пленки 0,07—0,15 мм. За рубежом для этих целей используют пакеты из пресованного полиэтилена или канны из органического стекла толщиной 8—10 мм (рис. 23).

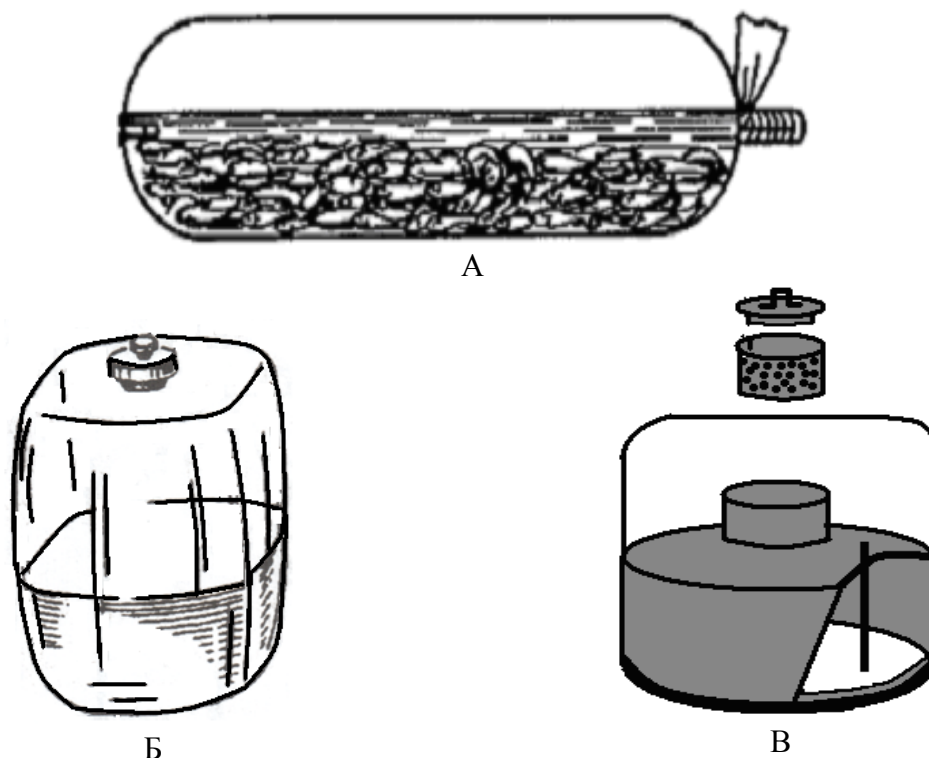


Рис. 23. Тара для перевозки личинок и мальков:

А — полиэтиленовый пакет; Б — пакет из пресованного полиэтилена; В — канн

Полиэтиленовые пакеты предварительно промывают, заполняют чистой водой (желательно из водоема, который служил источником водоснабжения рыбоводных аппаратов) и помещают в них нормированное количество молоди форели (табл. 24).

Оставшееся пространство заполняется кислородом, который подается из баллонов через резиновые трубки при помощи редуктора под небольшим давлением. Содержащийся в пакетах кислород будет постепенно проникать в воду и насыщать ее (при качке). Заполненные пакеты герметически завязывают и укладывают в специальные ящики или коробки для перевозки размером  $65 \times 35 \times 35$  см.

Для улучшения условий перевозки на длительные расстояния целесообразно между пакетами и с наружной их стороны помещать небольшие полиэтиленовые мешочки со льдом (Привезенцев, 2004).

**Плотность посадки личинок и мальков форели (кг)  
в стандартные полиэтиленовые пакеты**  
(источник: <http://fish-industry.ru/forelevodstvo/>)

| Масса<br>рыбы (г)          | Длительность транспортировки (ч) |     |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------|----------------------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                            | 5                                | 10  | 15   | 20   | 25   | 30   | 35   | 40   | 45   | 50   |
| При температуре воды 5 °С  |                                  |     |      |      |      |      |      |      |      |      |
| До 0,2                     | 0,2                              | 0,2 | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  |
| 0,5                        | 0,3                              | 0,3 | 0,3  | 0,3  | 0,3  | 0,3  | 0,3  | 0,3  | 0,3  | 0,3  |
| 1,0                        | 0,5                              | 0,5 | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0,5  |
| 2,0                        | 0,7                              | 0,7 | 0,7  | 0,7  | 0,7  | 0,7  | 0,7  | 0,7  | 0,7  | 0,7  |
| 5,0                        | 1,0                              | 1,0 | 1,0  | 1,0  | 1,0  | 1,0  | 1,0  | 0,95 | 0,91 | 0,83 |
| 10,0                       | 1,5                              | 1,5 | 1,5  | 1,5  | 1,5  | 1,3  | 1,1  | 0,95 | 0,91 | 0,83 |
| 20,0                       | 1,8                              | 1,8 | 1,8  | 1,8  | 1,8  | 1,5  | 1,4  | 1,2  | 1,1  | 1,0  |
| При температуре воды 10 °С |                                  |     |      |      |      |      |      |      |      |      |
| До 0,2                     | 0,2                              | 0,2 | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  |
| 0,5                        | 0,3                              | 0,3 | 0,3  | 0,3  | 0,3  | 0,3  | 0,3  | 0,3  | 0,3  | 0,3  |
| 1,0                        | 0,5                              | 0,5 | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0,45 | 0,4  |
| 2,0                        | 0,7                              | 0,7 | 0,7  | 0,7  | 0,7  | 0,66 | 0,57 | 0,5  | 0,45 | 0,4  |
| 5,0                        | 1,0                              | 1,0 | 1,0  | 1,0  | 0,87 | 0,73 | 0,63 | 0,55 | 0,48 | 0,44 |
| 10,0                       | 1,5                              | 1,5 | 1,4  | 1,0  | 0,87 | 0,73 | 0,63 | 0,55 | 0,48 | 0,44 |
| 20,0                       | 1,8                              | 1,8 | 1,5  | 1,1  | 0,91 | 0,8  | 0,69 | 0,6  | 0,54 | 0,48 |
| При температуре воды 15 °С |                                  |     |      |      |      |      |      |      |      |      |
| До 0,2                     | 0,2                              | 0,2 | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,18 | 0,16 |
| 0,5                        | 0,3                              | 0,3 | 0,3  | 0,3  | 0,3  | 0,3  | 0,3  | 0,3  | 0,27 | 0,24 |
| 1,0                        | 0,5                              | 0,5 | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0,44 | 0,38 | 0,33 | 0,3  | 0,27 |
| 2,0                        | 0,7                              | 0,7 | 0,7  | 0,66 | 0,53 | 0,44 | 0,38 | 0,33 | 0,3  | 0,27 |
| 5,0                        | 1,0                              | 1,0 | 1,0  | 0,8  | 0,64 | 0,53 | 0,46 | 0,4  | 0,36 | 0,32 |
| 10,0                       | 1,5                              | 1,5 | 1,0  | 0,8  | 0,64 | 0,53 | 0,46 | 0,4  | 0,36 | 0,32 |
| 20,0                       | 1,7                              | 1,7 | 1,2  | 0,92 | 0,74 | 0,61 | 0,53 | 0,46 | 0,41 | 0,37 |
| При температуре воды 20 °С |                                  |     |      |      |      |      |      |      |      |      |
| До 0,2                     | 0,2                              | 0,2 | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,18 | 0,16 | 0,14 | 0,12 |
| 0,5                        | 0,3                              | 0,3 | 0,3  | 0,3  | 0,3  | 0,3  | 0,25 | 0,22 | 0,2  | 0,18 |
| 1,0                        | 0,5                              | 0,5 | 0,5  | 0,5  | 0,4  | 0,33 | 0,28 | 0,25 | 0,22 | 0,2  |
| 2,0                        | 0,7                              | 0,7 | 0,66 | 0,5  | 0,4  | 0,33 | 0,28 | 0,25 | 0,22 | 0,2  |
| 5,0                        | 1,0                              | 1,0 | 0,8  | 0,6  | 0,48 | 0,4  | 0,34 | 0,3  | 0,27 | 0,24 |
| 10,0                       | 1,5                              | 1,1 | 0,8  | 0,6  | 0,48 | 0,4  | 0,34 | 0,3  | 0,27 | 0,24 |
| 20,0                       | 1,8                              | 1,2 | 0,8  | 0,66 | 0,52 | 0,43 | 0,37 | 0,32 | 0,29 | 0,26 |

При перевозке молоди форели на небольшие расстояния, если длительность транспортировки составляет не более 5 часов, можно придерживаться показателей, представленных в таблице 25.

**Соотношение количества воды и кислорода при перевозке молоди форели  
в полиэтиленовых пакетах (длительность транспортировки до 5 часов)**

| Материал | Количество | Температура<br>воды (°C) | Количество (л) |          |
|----------|------------|--------------------------|----------------|----------|
|          |            |                          | Вода           | Кислород |
| Личинки  | 1000 штук  | 1—5                      | 2              | 3        |
|          |            | 5—10                     | 4              | 6        |
| Мальки   | 1 кг       | 1—5                      | 12             | 18       |
|          |            | 5—10                     | 16             | 25       |
|          |            | > 10                     | 20             | 35       |

Перевозить пакеты с личинками и мальками форели можно транспортом любого вида и без сопровождающих. По прибытии на место их на некоторое время предпочтительно поместить в водоем для выравнивания температуры воды.

Пакеты из прессованного полиэтилена и канны особенно удобны при перевозке личинок и мальков форели на небольшие расстояния. При заливке водой в них должно оставаться свободное пространство в 10—15 см. Для рыбы до 1 г принимается соотношение ее массы и воды от 1 : 8 до 1 : 10, а свыше 1 г — от 1 : 2 до 1 : 6.

Для внутрихозяйственных перевозок также можно использовать молочные бидоны (40 л). Длительность транспортировки — от нескольких минут до двух часов, в зависимости от температуры воды и вида перевозимой рыбы. Бидоны тщательно моют и заполняют на 1/3 водой, после чего в них помещают личинок или мальков форели и доливают воду до горловины, которую обвязывают двойным слоем марли. На марлю кладут деревянный брусок размером 2 × 2 см и опускают крышку, но не стягивают ее зажимом. Этим достигается постоянная аэрация воды и исключается выброс личинок или мальков с водой при толчках во время перевозки. Плотности посадки рыб такие же, как и в каннах (Рыжков с соавт., 2011).

При соблюдении всех выше указанных требований перевозки личинок и мальков отход их за период транспортировки обычно не превышает 1 %.

## 10.2. Перевозка крупного посадочного материала и товарной рыбы

Для функционирования товарных форелевых садковых хозяйств в больших количествах требуется перевозить посадочный материал разного возраста и размеров. Чаще всего это молодь массой более 20 г, которая уже достаточно хорошо переносит перевозку в больших емкостях.

Наиболее удобно перевозить посадочный материал в живорыбных машинах, обеспеченных системой жизнеобеспечения для рыб. Однако такие транспортные средства достаточно дорогие, и далеко не многие хозяйства могут позволить себе их приобретение. В связи с этим для транспортировки большого количества молоди широкое применение получили специализированные съемные контейнеры, которые можно устанавливать на автомашинах, железнодорожных платформах и судах. Если не имеется такой возможности, то к труднодоступным хозяйствам доставлять посадочный материал можно непосредственно в садках, транспортируемых по воде. Этот способ также дает хорошие результаты.

*Съемные контейнеры* имеют квадратную или прямоугольную форму и изготавливаются из стеклопластика, между внешними и внутренними поверхностями которого находится изотермический материал. Их конструкция предусматривает наличие двух люков, служащих для загрузки емкости рыбой и дальнейшей ее выгрузки, а также сливного крана для сбрасывания воды с возможностью регулировки потока (рис. 24).

Контейнеры также могут быть оснащены разгрузочными желобами лоткового типа или в виде рукава, компрессорами, подающими в воду атмосферный воздух под давлением 0,2—0,3 атм., или системой подачи кислорода из баллонов.



Рис. 24. Съемные контейнеры

Нормы посадки рыбы в контейнеры устанавливают в зависимости от способа аэрации воды (табл. 26), а также с учетом ее температуры и времени транспортировки рыбы (табл. 27).

Таблица 26

**Нормы посадки форели в зависимости от способа аэрации воды  
(Орлов, Шевченко, 1985)**

| Способ аэрации воды                                   | Соотношение рыбы и воды |
|-------------------------------------------------------|-------------------------|
| Поступление кислорода через открытую поверхность воды | 1 : 100                 |
| Механическое перемешивание                            | 1 : 20                  |
| Распыление воды в воздухе                             | 1 : 3                   |
| Продувание воды кислородом                            | 1 : 1                   |

Таблица 27

**Нормы расхода воды (л) при перевозке 1 кг форели  
в контейнерах с кислородом**

| Материал          | Температура воды (°C) | Время перевозки (ч) |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-------------------|-----------------------|---------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                   |                       | 2                   | 4  | 6  | 8  | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
| Мальки            | 1—5                   | 8                   | 8  | 9  | 9  | 10 | 10 | 10 | 11 | 11 | 12 |
|                   | 5—10                  | 9                   | 9  | 10 | 10 | 11 | 11 | 11 | 12 | 12 | 13 |
|                   | 10—15                 | 10                  | 10 | 11 | 11 | 12 | 12 | 13 | 14 | 14 | 15 |
|                   | 15—18                 | 15                  | 17 | 19 | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| Годовики и старше | 1—5                   | 6                   | 6  | 7  | 7  | 8  | 8  | 8  | 9  | 9  | 9  |
|                   | 5—10                  | 7                   | 7  | 8  | 8  | 9  | 9  | 9  | 10 | 10 | 11 |
|                   | 10—15                 | 8                   | 8  | 9  | 9  | 10 | 11 | 11 | 12 | 12 | 13 |

Контроль за состоянием рыбы, условиями среды в контейнерах и технической исправностью оборудования необходимо производить в течение первых 3 часов после начала движения с интервалом 30 минут, а в дальнейшем — через каждый час.

Особое внимание следует уделять контролю температуры воды, которая на протяжении всего периода транспортировки не должна превышать 8 °C, а также поступлению кислорода

да, содержание которого в воде не должно быть ниже 7 мл/л. Средняя скорость движения по шоссе — 65—70 км/ч. По возможности следует избегать незапланированных остановок.

*Живорыбные автоцистерны* монтируются на шасси автомобилей разных марок. По своей конструкции они представляют собой емкость из нержавеющей стали, оборудованную механизмами, обеспечивающими поддержание жизнедеятельности рыб (рис. 25).

Для перевозки посадочного материала и товарной рыбы небольшие рыбоводные хозяйства России используют живорыбные цистерны АЦТП-2,8 объемом 2800 л и АЦЖР-3 объемом 3000 л. По своей конструкции они незначительно отличаются друг от друга. В верхней части цистерны оборудованы одной (АЦТП-2,8) или двумя (АЦЖР-3) заливными горловинами, которые закрываются изотермическими крышками. Заполнение цистерн водой производится посредством насоса. Обогащение воды кислородом осуществляется воздушным компрессором производительностью 10 м<sup>3</sup>/ч, работающим от основного двигателя автомобиля. В передней части автоцистерн находится емкость для льда, а в задней стенке расположен люк диаметром 250 мм, к которому крепится брезентовый рукав для выпуска рыбы.



А



Б

Рис. 25. Автоцистерны для перевозки живой рыбы:

А — на шасси ГАЗ; Б — на шасси МАЗ

(источник: <http://spectr-avto.ru/catalog/avtocisterny/perevozka-jivoy-ribi/>)

Оптимальная температура воды в цистерне во время перевозки рыбы в весенне-летний период составляет +6—10 °С, в осенне-зимний — +7—3 °С. В холодное время года в воду подается теплый воздух из теплообменника, а летом добавляется лед. При перевозке форели на короткие расстояния (до 50 км) отношение ее массы к массе воды находится в пределах 1 : 2. При более длительной перевозке соотношение, соответственно, равно 1 : 4. Норма загрузки устанавливается в зависимости от массы рыбы, длительности перевозки и содержания растворенного кислорода в воде (табл. 28).

За рубежом созданы *специализированные живорыбные машины*, обеспечивающие высокую надежность при перевозке рыбы. На них устанавливаются стеклопластиковые термоизолированные контейнеры с люками для погрузки-выгрузки рыбы и сливными трубами. Машины оборудуются сосудах с жидким кислородом, который, проходя через испаритель, подается в контейнеры в газообразном состоянии. В качестве распылителей кислорода используют резиновые армированные шланги. Устанавливается также дополнительная система подачи атмосферного воздуха, который распыляется в воде через перфорированные металлические трубки (рис. 26).

**Плотность посадки форели (кг) в живорыбные автоцистерны  
(Александров, 2005)**

| Масса<br>рыбы<br>(г) | Температура воды (°C)            |     |     |    |     |    |     |     |    |
|----------------------|----------------------------------|-----|-----|----|-----|----|-----|-----|----|
|                      | 10                               | 15  | 10  | 15 | 10  | 15 | 5   | 10  | 15 |
|                      | Длительность транспортировки (ч) |     |     |    |     |    |     |     |    |
|                      | 12                               | 14  | 14  | 18 | 18  | 27 | 16  | 25  | 40 |
| 20                   | —                                | 90  | —   | 70 | 100 | 50 | —   | 80  | 30 |
| 40                   | —                                | 90  | 130 | 70 | 120 | 50 | —   | 90  | 30 |
| 80                   | —                                | 100 | 160 | 80 | 130 | 50 | —   | 90  | 30 |
| 100                  | —                                | 100 | 170 | 80 | 130 | 50 | —   | 90  | 30 |
| 200                  | 180                              | 110 | 170 | 80 | 130 | 60 | —   | 100 | 30 |
| 500                  | 230                              | 110 | 190 | 80 | 150 | 60 | 260 | 110 | 30 |
| 1000                 | 240                              | 120 | 200 | 90 | 160 | 60 | 350 | 110 | 40 |



*Рис. 26. Живорыбная машина Scania*

Перевозимая рыба не должна испытывать резких колебаний температуры воды. По прибытии к месту выпуска температуру воды в емкостях с рыбой следует выровнять с температурой воды в естественном водоеме.

Допустимое различие температур в рыбоводных емкостях и в естественных условиях не должно превышать 2 °C. Выравнивание температуры производится постепенным добавлением воды из водоема в контейнеры с рыбой. Одновременно избыток воды сбрасывается из емкостей. Эта операция проводится в три этапа, с замещением одной трети объема воды с интервалом в 30 мин. Следует учесть, что таким образом рыба легче адаптируется к морской воде (если она в дальнейшем будет выращиваться в морских условиях), поскольку снижается степень осмотического стресса.

После выравнивания температуры рыба из емкости выпускается в «приемный» садок через пластиковый жесткий шланг с гладкими стенками или трубу диаметром не менее 20 см, которые крепятся к ее боковой стенке, где расположено спускное отверстие. Допустимое расстояние между выходным отверстием шланга (трубы) и поверхностью воды в садках — не более 30 см.

Во время выпуска рыбы из емкостей в них должна постоянно подаваться вода с помощью насоса. Это позволяет избежать скоплений форели в шланге, облегчает ее продвиже-

ние и снижает травматизм. Недопустимо использование в качестве выпускного шланга брезентовых рукавов, на которых легко образуются перегибы, что приводит к травмированию посадочного материала, в частности к потере чешуи.

После выпуска рыбы в «приемный» садок ее оставляют в покое на сутки или двое, а затем сортируют (если есть необходимость) и распределяют по выростным садкам для дальнейшего выращивания. Кормление форели в это время желательно не производить.

При *транспортировке по воде* рыба помещается в «транспортный» садок. При этом необходимо соблюдать следующие условия:

- во время погрузки «транспортный» садок должен быть защищен от сильного волнового воздействия;

- если транспортировку рыбы предполагается осуществлять по морю, то садок для ее приема (по возможности) должен располагаться в месте с частичным опреснением воды;

- при погрузке рыбы глубина водоема под садком должна быть не менее 1 м (в морских условиях — во время отлива);

- садок с размещенным в нем посадочным материалом при необходимости следует отбуксировать на достаточную глубину (10—12 м) и оставить в таком положении на сутки или двое в зависимости от состояния рыбы;

- оптимальная температура воды при загрузке и транспортировке — 6—8 °С;

- в течение этого периода форель кормить не рекомендуется.

В качестве буксира обычно используют малотоннажные суда (типа МРБ), двигатель которых способен долгое время работать на малых оборотах.

Транспортировка осуществляется при безветренной погоде, предпочтительнее в ночное время. Скорость движения выбирается с таким расчетом, чтобы предотвратить образование задней делевой стенкой мешка, в котором скапливается рыба. Оптимальная расчетная скорость движения — 1,5 км/ч. Расстояние между буксиром и садком не менее 40—50 м. Для сохранения формы садковой дели во время движения вдоль передней (по ходу судна) делевой стенки плотно упакованные мешки с грузом около 50 кг опускаются на веревках в садок, на глубину 3 м. По прибытии в хозяйство рыбу сортируют и размещают в выростные садки.

## Глава 11. Профилактика заболеваний форели

Одним из важнейших факторов повышения эффективности работы форелевых садковых хозяйств является благоприятная обстановка по заболеваемости. Выращивание полноценно здоровой рыбы обеспечивает отсутствие потерь и затрат от заболеваний, возможность повышения качества продукции и сохранение безопасности для потребителей. В связи с этим особенно важным является контроль состояния здоровья форели и профилактика ее заболеваний.

При интенсивном развитии садкового рыбоводства применение индустриальных методов выращивания рыбы может привести к усложнению экологической и эпизоотической ситуаций в водоемах. Высокая плотность посадки, нерациональное использование искусственных кормов могут приводить к органическому загрязнению водоемов. При этом происходит снижение резистентности организма рыб, увеличение численности бактерий, возникает риск развития (особенно в летний период, при высоких температурах воды) различных эпизоотий.

На каждом этапе биотехнологического цикла, особенно при быстрых изменениях внешней среды или экстремальных явлениях в ней, также могут возникнуть условия для развития заболеваний рыб.

Здоровый организм способен в пределах биологической нормы приспосабливаться к изменяющимся условиям среды. Однако при нагрузках, превышающих приспособительные возможности организма, нарушаются нормальные физиологические функции и возникают болезни. Количество заболеваний растет пропорционально количеству выращиваемых рыб и уровню интенсификации производства (Итоги ... , 1998).

Для сохранения здоровья форели, выращиваемой в садках, немаловажное значение имеют качество используемых кормов и соблюдение оптимального режима кормления. Корма должны соответствовать физиологическим требованиям рыбы, быть сбалансированными по составу и высокоусваиваемыми, что обеспечивает быстрый рост форели и поддержание здоровья организма. Недостаточное и избыточное кормление ухудшает физиологическое состояние форели и приводит к возникновению алиментарных или инфекционных заболеваний.

Возникновению заболеваний может способствовать хэндлинг-стресс, т. е. стресс, вызванный рыбоводными мероприятиями — перевозками, пересадками, сортировками (Юхименко, Викторова, 1979; Ведемейер и др., 1983; Румянцев, Пермяков, 1988). Такие воздействия снижают иммунно-физиологический статус рыб, и вирулентные бактерии получают большую возможность проникновения в организм (Конев, 1996).

В ходе транспортировки могут создаваться нагрузки, приводящие к повреждению наружных покровов и слизистых оболочек внутренних органов (пищеварительного тракта) рыб, что способствует быстрому размножению болезнетворных микроорганизмов (Юхименко, Викторова, 1979). Это ведет к поражению паренхиматозных органов и возникновению инфекций.

Существует вероятность завоза возбудителей опасных заболеваний, в первую очередь вирусных, при приобретении икры и посадочного материала из других хозяйств. Это особенно актуально для хозяйств Карелии и смежных с ней областей, тесно сотрудничающих с Финляндией. Успех решения данной проблемы во многом зависит от качества работы селекционно-генетических центров и специализированных хозяйств, где выращивается посадочный материал.

Необходимо понимать и помнить, что любые отклонения от технологического процесса при отсутствии тщательного контроля и профилактических мероприятий могут привести

к ухудшению качества рыбной продукции и даже к уменьшению ее количества в садковых и других индустриальных рыбных хозяйствах.

Следовательно, успех деятельности в форелеводстве зависит от следующих факторов:

- от состояния водной среды;
- от эффективности используемой биотехники;
- от качества кормов и режима кормления;
- от качества икры и посадочного материала;
- от уровня генетико-селекционных работ;
- от уровня охраны здоровья культивируемых рыб.

Активное развитие садкового форелеводства за последние 30 лет вызвало ряд изменений в характере и структуре болезней форели и их возбудителей. Если раньше лидирующее положение занимали болезни паразитарные, то теперь наибольшую опасность представляют инфекционные болезни. Однако паразитарные болезни не утратили своей актуальности, хотя ущерб от них значительно снизился.

Среди инфекционных заболеваний на первое место в последнее годы выходят болезни вирусной этиологии. Убедительным подтверждением этому служат перечни особо опасных (декларируемых) болезней культивируемых рыб, опубликованные Международным эпизоотическим бюро (МЭБ) — межправительственной организацией по охране здоровья животных. Из этого перечня особо опасными для лососевых рыб Северо-Западного региона могут быть следующие вирусные заболевания: вирусная геморрагическая септицемия, инфекционный некроз гемопоэтической ткани, инфекционный некроз поджелудочной железы, инфекционная анемия лососевых, а также бактериальная почечная болезнь, фурункулез лососевых и паразитарное заболевание гиродактилез, вызываемый видом *Gyrodactylus salaricus* (Рыжков с соавт., 2007).

В связи с этим для профилактики заболеваний форели и предупреждения распространения заразных болезней необходим строгий контроль над эпизоотической ситуацией в садковых рыбоводных хозяйствах в сочетании с регулярными профилактическими мероприятиями, а также соблюдением всех рыбоводных и ветеринарно-санитарных нормативов.

Кроме того, работники рыбного хозяйства сами могут активно влиять на самочувствие и жизненную среду рыб, соблюдая ряд простых правил:

1. Постоянно следить за состоянием и поведением рыб.
2. Контролировать качество воды.
3. Содержать в чистоте все рыбоводные сооружения и рыбоводный инвентарь.
4. Для каждого рыбоводного сооружения иметь индивидуальный инвентарь.
5. Проводить дезинфекцию рыбоводного инвентаря.
6. Своевременно удалять погибшую и больную рыбу из рыбоводных емкостей.
7. Регулярно проводить профилактические и лечебные ванны.
8. Правильно организовывать кормление и своевременную сортировку рыб.
9. Кормить рыб качественными кормами.
10. Содержать отдельно здоровых и больных рыб.
11. Не допускать скопления рыбоядных птиц на территории рыбоводного хозяйства.
12. Не захламлять территорию хозяйства пищевыми отбросами и рыбными отходами.

Для предупреждения различных заболеваний также рекомендуется проводить профилактические ванны. В качестве профилактических средств можно использовать формалин, поваренную соль, перекись водорода, хлорамин и йодоформ.

Профилактические ванны для форели применяются лишь тогда, когда в этом имеется настоятельная необходимость. Это связано с тем, что используемые химические препараты в какой-то мере токсичны для рыбы и могут оказывать неблагоприятное влияние на ее организм. Кроме того, обработка в ваннах всегда вызывает у рыб стресс (Здоровая рыба ... , 2003).

При проведении профилактических ванн следует соблюдать следующие правила:

1. Производить купание в чистом бассейне в утренние часы.
2. Перед купанием рыбу не кормить в течение 8—12 часов.
3. Предварительно проверять качество препарата на нескольких экземплярах рыб.
4. Контролировать процесс купания и прекращать его, если у рыб возникли симптомы ухудшения состояния.
5. Следить за содержанием кислорода в воде во время обработки рыбы.
6. После обработки выдерживать рыбу в проточной воде.
7. Применять средства личной защиты.

Существует три способа проведения профилактических ванн: кратковременное купание, обработка в проточной воде и погружение.

*Кратковременные ванны* используют для одновременной обработки большого количества рыбы в бассейнах и прудах, в которых можно прекратить водоподачу. В воду вносят препарат, как правило, на 15—20 минут, после чего возобновляется ток воды. Этот способ можно применять и для делевых садков небольших объемов.

*Обработку в проточной воде* применяют для профилактики заболеваний рыб в длинных бетонированных или земляных бассейнах без прекращения водоподачи. При этом небольшое количество сильнодействующего препарата вносят за короткое время в приток воды, в результате чего препарат распространяется по бассейну с рыбой.

*Погружение* используют для обработки небольшого количества рыбы. В этом случае рыбу помещают на 30—60 секунд в сильный раствор препарата, после чего выдерживают в проточной воде.

Формалиновые ванны применяют для молоди и рыб старших возрастов при концентрации  $1 : 4000—1 : 5000 = 250—200$  мл 38%-го формалина/1000 л воды. Время экспозиции — 15—30 минут.

Насыщенная солевая ванна эффективна для крупных рыб при концентрации 2—2,5 % (20—25 кг поваренной соли/1000 л воды) и длительности купания 10—15 минут. Слабая солевая ванна применяется для мелкой рыбы при концентрации 1—1,5 % (10—15 кг/1000 л) при экспозиции 15—20 минут.

Ванны с перекисью водорода применяют для рыбы любого возраста. Используется 50%-й раствор активной перекиси при разведении 50—100 мг/л. Время экспозиции — 30—60 минут.

Хлораминовые ванны применяются только для мальков. Для их купания требуется раствор, содержащий 1—2 мг/л активного хлора, или 4—8 г хлорамина/1000 л воды. Время экспозиции — 20—40 минут.

Более подробную информацию по вопросам проведения профилактических мероприятий, а также лечения рыбы можно получить из специальной литературы.

## Глава 12. Экологическая безопасность садкового форелеводства

Наращивание объемов производства рыбной продукции в садках, даже при соблюдении всех требований нормативных документов по обеспечению экологической безопасности водных экосистем, несомненно, сказывается на их состоянии. Интенсивные формы рыбоводства, в частности садковое выращивание рыбы с довольно значительными концентрациями ее на небольшой площади, оказывают модифицирующее воздействие на экосистему водоема вследствие дополнительного поступления органических и минеральных веществ.

Загрязнения от садковых хозяйств подразделяют на две группы: твердые и растворимые. К первой относят непотребленные корма, слизь рыбы, чешую и фекалии. Ко второй — продукты метаболизма рыб (в основном аммоний, мочевины), растворимые органические вещества корма, общий фосфор, углерод, азот и другие, антибиотики, применяемые для профилактики и лечения выращиваемой рыбы. Известно, что потери от заданного рыбам корма составляют не менее 5 %. От потребленного корма 20 % составляют экскременты и 15 % — конечные продукты метаболизма, содержащие фосфорные, азотистые и другие органические соединения.

Дополнительное поступление в водные экосистемы органических веществ может способствовать ускорению в них процессов эвтрофикации. Это, в свою очередь, отразится на видовом составе, численности и биомассе гидробионтов, на их физиологической активности и в целом на биологической структуре водных сообществ. При этом необходимо учитывать, что северные водоемы — геологически молодые и легко подвергаются любому воздействию. Этому способствует также достаточно медленная трансформация органических веществ.

Практический опыт свидетельствует о том, что экологическое благополучие водоема при размещении садкового хозяйства во многом зависит от правильного выбора места расположения производственных площадок, от достаточно точного определения объемов выращивания рыбопродукции, выполнения требований ко всем технологическим процессам, в том числе и кормлению рыбы. Не случайно в странах с развитой аквакультурой разрешения на рыбоводную деятельность выдают не на объем выращиваемой рыбы, а на количество используемого в хозяйствах корма.

Большое значение для сохранения водной экосистемы при функционировании форелевого хозяйства имеют постоянный контроль, оценка и анализ основных составляющих конкретного производства: плотности размещения рыбы в садках, темпов ее роста, количества используемых кормов и их поедаемости. Также важен контроль общесанитарных показателей загрязнения водной среды: БПК<sub>5</sub> и БПК<sub>20</sub>, минерального фосфора, аммонийного азота, взвешенных веществ, кислорода, pH. Деятельность форелевого хозяйства не подвергает водоем экологическому риску, если концентрации загрязнителей не превышают ПДК для данной категории водоема в районе размещения садков.

При современном уровне развития садкового рыбоводства, соблюдении технологии и экологических требований эксплуатации садковых рыбоводных хозяйств естественные процессы самоочищения и самовосстановления в водных экосистемах нейтрализуют дополнительное поступление органики в водную среду. При этом следует учитывать, что общее влияние рыбоводных хозяйств на функционирование водных экосистем незначительно по сравнению с другими источниками загрязнения (Fitalgo, 2003; Demirak, 2006). Так, например, в Карелии в 2011 году с различными стоками в поверхностные воды республики поступило 4772 т соединений азота и 198 т соединений фосфора (Государственный доклад ... , 2012). От выращенной в садках рыбы эти величины составили 928 и 106 т соответственно. По нашим данным, влияние форелевых садковых хозяйств, размещенных в озерах,

на расстоянии более 100 м от садков уже не проявляется (Рыжков с соавт., 2014). По данным других авторов, воздействие садковых хозяйств локально и практически не отмечается на расстоянии более чем 30 м (Helminen, 2003).

Однако при дальнейшем интенсивном развитии садкового форелеводства можно ожидать усиления воздействия на окружающую среду этого направления рыбохозяйственной деятельности, что может привести к весьма сложным ситуациям в состоянии водоемов. Результатом возможных изменений в структуре водных экосистем Севера могут стать не только экологические, но и экономические проблемы. Государственная экологическая экспертиза, которая должна проводиться при проектировании форелевых хозяйств, и ведомственный контроль за качеством воды при их функционировании не смогут решить все проблемы сохранения природных водных и наземных экосистем. Это можно будет сделать лишь на основании результатов многолетнего экологического мониторинга, регулярное выполнение программы которого позволяет систематически получать достоверные данные о состоянии гидробионтов и водных биоресурсов, а также о токсикологических параметрах водной среды в районах функционирования форелевых хозяйств. Данные мониторинга позволяют не только оценить качество водной среды в конкретное время, но и прогнозировать возможные изменения в водных экосистемах при различных мощностях форелевых хозяйств. Поэтому результаты экологического мониторинга особенно необходимы для директивных и других государственных органов при планировании объемов развития форелеводства и размещения садковых хозяйств в каждом конкретном регионе с учетом его социально-экономического развития (Рыжков, Дзюбук, 2014).

Многолетние комплексные исследования, проводившиеся Лабораторией экологических проблем Севера Петрозаводского государственного университета на водоемах Карелии под руководством профессора Л. П. Рыжкова, показали, что независимо от трофического статуса водоемов отмечается воздействие садковых хозяйств на легко окисляемые органические соединения и биохимически лабильную органику (БПК<sub>5</sub>) в придонных слоях и по всей водной толще. Изменяется также содержание аммонийного азота, нитритов и нитратов, минерального фосфора в придонных слоях водоемов и общего фосфора в водной толще. Наиболее подвержены влиянию садковых хозяйств химические компоненты вод, гидробиологические параметры (численность и биомасса фито-, зоопланктона и макрозообентоса) озер с мезотрофным статусом или близким к такому. Олиготрофные водоемы реагируют на воздействие изменением лишь некоторых органических показателей (биохимически лабильная органика в придонных слоях воды, минеральный фосфор), изменением численности и биомассы зоопланктона, макрозообентоса.

Во всех водоемах около садков отмечалось изменение качественного и количественного состава рыб. Зафиксировано появление у садков леща, увеличение численности окуня, ерша. Показана периодичность подхода рыбы к садкам, связанная с графиком кормления форели. Выявлены морфофизиологические изменения у ерша (индикаторного вида), обитающего в районе садковых хозяйств.

В целом полученные в ходе мониторинга материалы показывают, что функционирование садковых хозяйств тесным образом связано с общим состоянием водной экосистемы, трофностью водоема и его экологическими особенностями, а также зависит от соблюдения технологии производства рыбной продукции. Поэтому сохранение водной среды при развитии садковой аквакультуры требует постоянного контроля за ее состоянием, и при малейшем отклонении от нормы следует срочно выявлять его причины и принимать соответствующие меры (Рыжков, Дзюбук, 2014).

Для водоемов Карелии разработан способ оценки воздействия садковой аквакультуры на состояние водной экосистемы (Рыжков, 2012). Способ основан на комплексном определении степени загрязнения водной экосистемы и включает следующие этапы:

— установление зон для отбора проб: контрольной — с отсутствием влияния хозяйства (удаление ее от садкового хозяйства средней мощности не менее чем на 500 м) и загрязнения — в районе садкового хозяйства (обычно в центре хозяйства, между садками);

— отбор проб для исследования компонентов водной экосистемы (с поверхности и придонного горизонта);

— определение конкретных показателей исследуемых компонентов (воды и гидробионтов);

— вычисление соотношения индексов между количественными показателями исследуемых компонентов в контрольной зоне и зоне загрязнения;

— сравнение полученных индексов с эталонными: <0,5 — «опасно», 0,5—0,8 — «наличие воздействия», 0,8—1,3 — «норма», 1,3—1,8 — «слабое воздействие», 1,8—2,3 — «среднее воздействие», >2,3 — «опасно».

Для примера приводим данные о компонентах водной экосистемы, полученные в районе функционирования садкового хозяйства на одном из водоемов Карелии (табл. 29).

Таблица 29

**Показатели состояния водной экосистемы в районе функционирования садкового хозяйства на одном из водоемов Карелии**

| <b>Компоненты водной экосистемы</b> | <b>&lt;0,5<br/>(опасно)</b> | <b>0,5—0,8<br/>(наличие воздействия)</b> | <b>0,8—1,3<br/>(норма)</b> | <b>1,3—1,8<br/>(слабое воздействие)</b> | <b>1,8—2,3<br/>(среднее воздействие)</b> | <b>&gt;2,3<br/>(опасно)</b> |
|-------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------|
| ПО                                  | —                           | —                                        | 1,1/1,1                    | —                                       | —                                        | —                           |
| БПК <sub>5</sub>                    | —                           | —                                        | 0,9                        | 1,7                                     | —                                        | —                           |
| NH <sub>4</sub>                     | —                           | —                                        | 1,1/1,1                    | —                                       | —                                        | —                           |
| NO <sub>3</sub>                     | —                           | —                                        | 0,9                        | 1,4                                     | —                                        | —                           |
| P <sub>мин</sub>                    | —                           | —                                        | 1,2/1,3                    | —                                       | —                                        | —                           |
| P <sub>общ</sub>                    | —                           | —                                        | 1,1/0,9                    | —                                       | —                                        | —                           |
| Фитопланктон:                       |                             |                                          |                            |                                         |                                          |                             |
| — численность                       | —                           | —                                        | —                          | —                                       | 2,0                                      | —                           |
| — биомасса                          | —                           | —                                        | —                          | —                                       | 2,2                                      | —                           |
| Зоопланктон:                        |                             |                                          |                            |                                         |                                          |                             |
| — численность                       | —                           | —                                        | —                          | —                                       | —                                        | —                           |
| — биомасса                          | —                           | 0,5                                      | 1,2                        | —                                       | —                                        | —                           |
| Бентос:                             |                             |                                          |                            |                                         |                                          |                             |
| — численность                       | 0,02                        | —                                        | —                          | —                                       | —                                        | —                           |
| — биомасса                          | 0,04                        | —                                        | —                          | —                                       | —                                        | —                           |

Из других широко применяемых методов оценки экологической нагрузки на водную среду можно назвать метод Бевенриджа (1987) и способ, разработанный С. П. Китаевым (2006). Чаще же всего в хозяйствах оценка биогенной нагрузки на водные экосистемы оценивается по общему расходу кормов, количеству поступающего с пищей фосфора или азота, усвояемости кормов и т. д.

Таким образом, необходимо отметить, что при дальнейшем интенсивном развитии садкового форелеводства очевидна необходимость выполнения на водоемах мониторинговых исследований, результаты которых важны для решения социальных, экономических и экологических вопросов.

## Заключение

Во всем мире интенсивно увеличивается использование водных ресурсов для выращивания гидробионтов в контролируемых человеком условиях. Это связано с уменьшением рыбных запасов в водоемах, ухудшением условий естественного воспроизводства рыб и увеличением потребности населения в качественных продуктах питания (Рыжков, Дзюбук, 2014).

На Европейском Севере России приоритетным и перспективным направлением аквакультуры стало садковое рыбоводство. Его интенсивное развитие в Карелии началось с 1990-х годов. В это время 17 фермерских хозяйств производили от 500 до 1000 т рыбной продукции. В 2000 году производство рыбной продукции в садках достигло 1700 т, а в 2014 году его величина составила порядка 22 400 т. Незначительный спад в 2015 году связан с экономическими санкциями.

Быстрому наращиванию объемов садкового рыбоводства способствовали такие факторы, как: обилие разнотипных по продуктивности и абиотическим условиям водоемов, благоприятные климатические условия (длительный световой период во время вегетации, благоприятный температурный режим, большие запасы чистой воды и т. д.), энергообеспеченность, развивающиеся транспортные системы и близость рынков сбыта, большой спрос населения на рыбную продукцию, выращенную в садках, хорошая научная обоснованность этого направления рыбохозяйственной отрасли, наличие технологии производства посадочного материала и товарной рыбы в садках, накопленный практический опыт и новые социально-экономические условия.

Потенциал и возможности для дальнейшего развития этой отрасли рыбного хозяйства значительны. При умеренной цене выхода на рынок (порядка 15 млн рублей) и за довольно короткий срок (1,5—2 года) оно позволяет получать качественную товарную продукцию и высокую прибыль. При себестоимости товарной продукции форели на уровне 170 рублей за килограмм отпускная цена может составлять 350—380 рублей (в зависимости от размера рыбы, сезона ее вылова и рыночной конъюнктуры), а рентабельность — достигать 25 %.

В связи с тем, что форелевые садковые хозяйства организуются на внутренних водоемах, требования к охране водной среды, а также возможности самих водных объектов определяют их производственные мощности. Несмотря на это, самыми распространенными являются хозяйства мощностью от 100 до 500 т. В Республике Карелия такие хозяйства составляют 78 %. На долю крупных садковых хозяйств (более 1000 т) приходится порядка 16 %. Оставшиеся 6 % составляют мелкие фермеры (рис. 27).

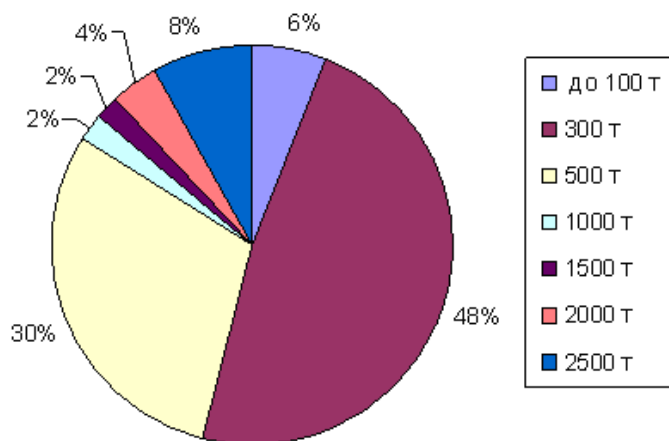


Рис. 27. Распределение форелевых хозяйств в Республике Карелия в зависимости от объема выращиваемой рыбы

В настоящее время считается, что форелевое садковое хозяйство будет рентабельным при производстве товарной рыбы в количестве от 100 тонн и более. Наиболее оптимальный алгоритм развития производства — выход хозяйства на объем 500 тонн товарной рыбы в год, а затем — развитие переработки, которая увеличивает прибыль в два-три раза.

Практика показывает, что многие хозяйства при увеличении объемов производства переходят к выращиванию разновозрастной товарной рыбы с использованием разноразмерного посадочного материала. Это способствует увеличению спроса и ускоряет оборот продукции.

Организация инкубации и подращивания посадочного материала в самом хозяйстве также оправдывает затраты и делает его более независимым от поставщиков молоди и рыночной политики.

Финансовые вложения в неполносистемное форелевое садковое хозяйство можно разделить на два потока:

Первый — это вложения, связанные с непосредственным созданием и организацией работы (так называемый пусковой период). Сюда включают финансовые вложения для разработки РБО и ЭО, проектирование хозяйства, работу экспертов, научное обеспечение, строительство садковых линий и производственных площадей, приобретение основного оборудования.

Второй — это вложения, связанные с производством и выращиванием продукции (эксплуатационный период): приобретение посадочного материала, кормов, вспомогательных материалов; оплата труда; налоговые платежи и обязательные отчисления в различные фонды.

Анализ хозяйственной деятельности садковых хозяйств Республики Карелия показывает, что на долю финансовых вложений в создание и организацию форелевых хозяйств приходится всего 20—22 % от общей суммы затрат. Более значительная доля средств связана с дальнейшей эксплуатацией хозяйств. Так, 30—50 % всех затрат на выращивание форели при 1,5-годовом цикле производства идет на приобретение кормов, от 9 до 20 % — на оплату труда и 6—12 % — на приобретение посадочного материала.

Затраты на выращивание товарной форели оказывают непосредственное влияние на отпускную цену рыбной продукции и цену ее реализации. Последняя, как правило, возрастает на 20—30 %, когда продукция доходит до покупателя. Однако несмотря на высокие цены, спрос на радужную форель постоянно растет. Производители активно осваивают технологии ее переработки на месте, при этом расширяется ассортимент выпускаемой рыбной продукции, пользующейся повышенным спросом у населения.

В последние годы ряд крупных рыбоводных хозяйств Республики Карелия не только увеличили объемы выращивания рыбы, но и осуществили планы по строительству перерабатывающих мощностей, позволяющих на месте производить основные технологические процессы обработки рыбы (охлаждение, потрошение, заморозка, икра и др.) для дальнейшей транспортировки с целью сбыта. В настоящее время такая переработка имеется в следующих карельских хозяйствах: ООО «Райгуба» и ИП Н. В. Федоренко (Кондопожский район), ООО «Кала я марьяпоят» (г. Костомукша), ООО «Сегозерское» (Сегежский район), ООО «Норд-Ост Рыбпром» (Медвежьегорский район), ООО «Рэйнбоу» (Олонецкий район), ООО «РокФор» (Лахденпохский район), рыбоводное хозяйство ОАО «Кондопога» (г. Кондопога), ЗАО «Кала Ранта» (п. Куркиёки, Лахденпохский р-н).

Кроме того, в 2013 году завершилась реализация инвестиционного проекта ЗАО «Вирта» по строительству и вводу в эксплуатацию крупнейшего на Северо-Западе России инкубационно-выростного цеха производительностью 12,5 млн штук малька форели. В 2014 году осуществлен инвестиционный проект строительства первой очереди инкубационно-выростного цеха ООО «Карелпродактс» в пос. Ламберг Сортавальского муниципального района, производственной мощностью 2,5 млн штук мальков форели в год. В 2015 году ООО «Карелпродактс» приступило к строительству второй очереди инкубационно-

выростного цеха. В сфере строительства перерабатывающих мощностей в настоящее время ООО «Парад-плюс» реализует инвестиционный проект строительства цеха по переработке рыбы, мощностью до 1000 т в год. В 2017 году по плану Росрыболовства в Карелии должно начаться строительство селекционно-генетического центра, открытие которого позволит рыбоведам не закупать посадочный материал за пределами республики. Планируется, что центр разместится в районе Белого моря.

Чтобы укрепить позиции Карелии на общероссийском уровне, наука, бизнес и власть в 2016 году объединили усилия по созданию пилотного проекта, касающегося стратегии развития регионального рыбохозяйственного кластера.

По оценкам разработчиков, реализация стратегии позволит добиться значительного мультипликативного и системного эффекта за счет создания и развития инфраструктурного и производственного комплекса, который выведет отрасль на новый уровень конкурентоспособности. Одним из направлений ее развития является открытие новых садковых форелевых хозяйств на Белом море, а также на внутренних водоемах Калевальского, Кемского и Лоухского районов, что позволит создать более 100 рабочих мест для местных жителей и увеличить объемы выращивания садковой форели до 35 тыс. тонн в год (Стратегия ... , 2016).

## Библиографические ссылки

- Александров С. Н.* Садковое рыбоводство. М. : АСТ ; Донецк : Сталкер, 2005. 270 с.
- Арендаренко Г. А.* Методические указания по садковому выращиванию радужной форели в водоемах Карелии. Петрозаводск : Карелия, 1976. 17 с.
- Арендаренко Г. А.* Основы форелеводства в Карелии. Петрозаводск : Карелия, 1981. 84 с.
- Атлас пресноводных рыб России / ред. Ю. С. Решетников. М. : Наука, 2002а. Т. 1. 378 с.
- Атлас пресноводных рыб России / ред. Ю. С. Решетников. М. : Наука, 2002б. Т. 2. 252 с.
- Богданова Е. А.* Болезни лососевых и сиговых рыб в аквакультуре. СПб. : ГосНИОРХ, 1994. 184 с.
- Ведемейер Г. А., Мейер Ф. П., Смит Л.* Стресс и болезни рыб. М. : Наука, 1981. 640 с.
- Войнарович В., Хойчи Д., Мот-Поульсен Т.* Мелкомасштабное разведение радужной форели. Рим, 2014. 102 с.
- Выведение новых пород рыб / ред. В. М. Голод. СПб. : Изд-во Рос. нац. б-ки, 2001. 164 с.
- Гамыгин Е. А., Пономарев С. В.* Традиционное и новое кормовое сырье в кормопроизводстве для рыб // Рыбное хозяйство. Сер. Аквакультура : обзорная информация ВНИЭРХ. 1993. Вып. 5. 31 с.
- Гамыгин Е. А., Спектрова Л. В.* Физиологические и экологические основы рационального кормления гидробионтов // Биологические основы марикультуры. М. : ВНИРО, 1998. С. 216—245.
- Герасимов Ю. Л.* Основы рыбного хозяйства : учеб. пособие. Самара : Изд-во Самар. ун-та, 2003. 108 с.
- Григорьев С. С., Седова Н. А.* Индустриальное рыбоводство : учеб. пособие для студентов. Петропавловск-Камчатский : Из-во Камчат. ГТУ, 2008. 353 с.
- Дажо Р.* Основы экологии. М. : Прогресс, 1975. 415 с.
- Здоровая рыба / Р. Рахконен, П. Венненстрем, П. Ринтамяки-Киннунен, Р. Каннел. Хельсинки : НИИ охотничьего и рыб. хозяйства, 2003. 160 с.
- Иванов А. П.* Рыбоводство в естественных водоемах. М. : Агропромиздат, 1988. 364 с.
- Инструкция по племенной работе с породами форели. М. : Минсельхоз России, 2001. 30 с.
- Инструкция по разведению радужной форели / А. Н. Канидьев, Н. П. Новоженин, Е. А. Гамыгин, Е. Ф. Титарев. М. : ВНИИПРХ, 1985. 60 с.
- Итоги научно-практических работ в ихтиопатологии. М. : МИК, 1998. 137 с.
- Ихтиопатология / Н. А. Головина [и др.]. М. : Мир, 2003. 448 с.
- Карасева Т. А., Сердюк А. В., Логинова Г. А.* Стрептококковая инфекция на лососевых хозяйствах Европейского Севера // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. СПб., 1992. Вып. 331. С. 120—124.
- Каталог пород, кроссов и одомашненных форм рыб России и СНГ. М., 2001. 150 с.
- Корма CORPENS для форели и сиговых 2016 [Электронный ресурс] : [каталог кормов]. Helmond, Netherlands, 2016. 17 с. URL: [http://alfeus.ru/p/download/katalog\\_korma\\_dlja\\_foreli\\_i\\_sigovyh\\_2016.pdf](http://alfeus.ru/p/download/katalog_korma_dlja_foreli_i_sigovyh_2016.pdf) (14.06.2016).
- Китаев С. П., Ильмаст Н. В., Стерлигова О. П.* Методы оценки биогенной нагрузки от форелевых ферм на водные экосистемы. Петрозаводск : Изд-во КарНЦ РАН, 2006. 40 с.
- Козлов В. И.* Справочник фермера-рыбовода. М. : ВНИРО, 1998. 446 с.
- Конев Н. В.* Нормальная микрофлора рыб и ее роль в возникновении бактериальных заболеваний, вызванных стрессом // Научные тетради ГосНИОРХ. СПб., 1996. Вып. 34. 46 с.
- Михеев В. П.* Садковое выращивание товарной рыбы. М. : Легкая пром-сть, 1982. 216 с.

*Нечаева Т. А.* Эпизоотическое состояние форелевых рыбоводных хозяйств Ленинградской области в зависимости от условий выращивания : дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2003. 179 с.

Об утверждении отраслевой программы «Развитие товарной аквакультуры (товарного рыбоводства) в Российской Федерации на 2015—2020 годы» [Электронный ресурс] : приказ М-ва сел. хоз-ва РФ от 16 янв. 2015 г. № 10. М., 2015. URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70751534/>.

*Остроумова И. Н.* Биологические основы кормления рыб. СПб. : ГосНИОРХ, 2001. 372 с.

*Остроумова И. Н.* Биологические основы кормления рыб. 2-е изд. СПб. : ГосНИОРХ, 2012. 564 с.

Отчет Министерства сельского, рыбного и охотничьего хозяйства Республики Карелия о результатах работы в 2014 году [Электронный ресурс]. Петрозаводск, 2015. URL: [http://www.gov.karelia.ru/Power/Ministry/Agriculture/Docs/otchet\\_2014.pdf](http://www.gov.karelia.ru/Power/Ministry/Agriculture/Docs/otchet_2014.pdf).

Породы радужной форели (*Oncorhynchus mykiss* W.). М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2006. 316 с.

Правила охраны поверхностных вод. Типовые положения. М. : ВНИРО, 1991. 20 с.

Республика Карелия в цифрах. 2014 : кр. стат. сб. / Карелиястат. Петрозаводск, 2014. 39 с.

*Румянцев Е. А., Пермяков Е. В.* Рекомендации по борьбе с болезнями сиговых и лососевых рыб в озерных и садковых хозяйствах. Петрозаводск : СеврыбНИИпроект, 1988. 15 с.

*Рыжков Л. П., Кучко Т. Ю., Кучко Я. А.* Выращивание форели в садках. Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2000. 56 с.

*Рыжков Л. П., Кучко Т. Ю.* Садковое рыбоводство в естественных водоемах. Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2005. 128 с.

*Рыжков Л. П., Нечаева Т. А., Евсеева Н. В.* Садковое рыбоводство — проблемы здоровья рыб. Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2007. 118 с.

*Рыжков Л. П., Кучко Т. Ю.* Садковое рыбоводство. Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2008. 164 с.

*Рыжков Л. П., Кучко Т. Ю., Дзюбук И. М.* Основы рыбоводства : учебник. СПб. : Лань, 2011. 287 с.

*Рыжков Л. П., Дзюбук И. М.* Экологическая безопасность садкового рыбоводства. Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2014. 98 с.

Садковая аквакультура : региональные обзоры и всемирное обозрение. Рим, 2010. 259 с. (Технический доклад ФАО по рыбному хозяйству. № 498).

Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб / под ред. А. М. Наумовой и А. Н. Мачнева. М., 1998. Ч. 1. 310 с.

Способ оценки влияния садковой аквакультуры на состояние водной экосистемы : пат. Российская Федерация : заявка 124534 / Л. П. Рыжков ; заявитель и патентообладатель : Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования «Петрозавод. гос. ун-т». № 124534 ; заявл. 10.12.2012 ; опубл. 10.02.2013.

Стратегия и план мероприятий по созданию и развитию рыбохозяйственного кластера в Республике Карелия. Петрозаводск : М-во сел., рыб. и охотничьего хоз-ва РК, 2016. 149 с.

*Хойчи Д., Войнарович А., Мот-Поульсен Т.* Руководство по искусственному воспроизводству форели в малых объемах. Будапешт, 2012. 22 с.

*Шмаков Н. Ф., Яржомбек А. А.* Обмен и потребности радужной форели в фосфоре, кальции и магнии // Труды ВНИИПРХа. 1980. Вып. 27. С. 212—220.

Экологический справочник для рыбоводной промышленности Северо-Запада России. Хельсинки, 2013. 112 с.

*Юхименко Л. Н., Викторова В. Ф.* Аэромонады рыб // Болезни рыб и борьба с ними. М., 1979. Вып. 23. С. 37—35.

- Beveridge M.* Cage aquaculture // Fishing News Books Ltd Farnham. Susrey. Eng. 1987. 43 p.
- Cho C. Y.* Feeding systems for rainbow trout and other salmonids with refrence to current estimates of energy and protein requirements // Aquaculture. 1992. Vol. 100. P. 107—123.
- Demirak A., Balci A., Tufei M.* Environmental impact of the marine aquaculture in Gulluk Bay, Murkey // Environ Monit. and Assess. 2006. Vol. 123, № 1—3. P. 1—12.
- Fitalgo M. Z.* Fish-farm effluents in the River Baseiro : Effects of water guality // Verh. Int. Ver. Theor. and Anqew. Zimnol. 2003. № 28, r. 3. P. 1345—1349.
- Helminen H., Honkaneh T.* The role of aquaculture in the eutrophication process of the Archipetion of Treoretical and Applied Zimnology Melhoume // Verh. Int. Ver. Theor. and Angew. Zimnol. 2003. № 28, r. 3. P. 1176—1179.
- Watanabe T.* Importance of the study of broodstock nutrition for further development of aquaculture // Nutrition and feeding in fish. London : Acad. Press, 1984. P. 395—414.
- Watanabe T.* Lipid nutrition of fish // Comp. Biochem. Physiol. 1982. Vol. 73. P. 3—15.

Учебное электронное издание

**Кучко** Тамара Юрьевна  
**Дзюбук** Ирина Михайловна

## **САДКОВОЕ ФОРЕЛЕВОДСТВО**

*Учебное электронное пособие  
для студентов эколого-биологического  
и агротехнического факультетов*

Редактор *Т. В. Климюк*  
Компьютерная верстка *Т. Д. Шестаковой*  
Оформление обложки и этикетки диска *Е. Ю. Тихоновой*

Подписано к изготовлению 12.07.2016. 1 CD-R. 19 Мб.  
Изд. № 99

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
185910, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33

<http://www.petrso.ru>  
Тел. (8142) 71-10-01

Изготовлено в Издательстве ПетрГУ  
185910, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33  
<http://press.petrso.ru/UNIPRESS/UNIPRESS.html>  
Тел./факс (8142) 78-15-40  
[nvpahomova@yandex.ru](mailto:nvpahomova@yandex.ru)

ISBN: 978-5-8021-2924-1

