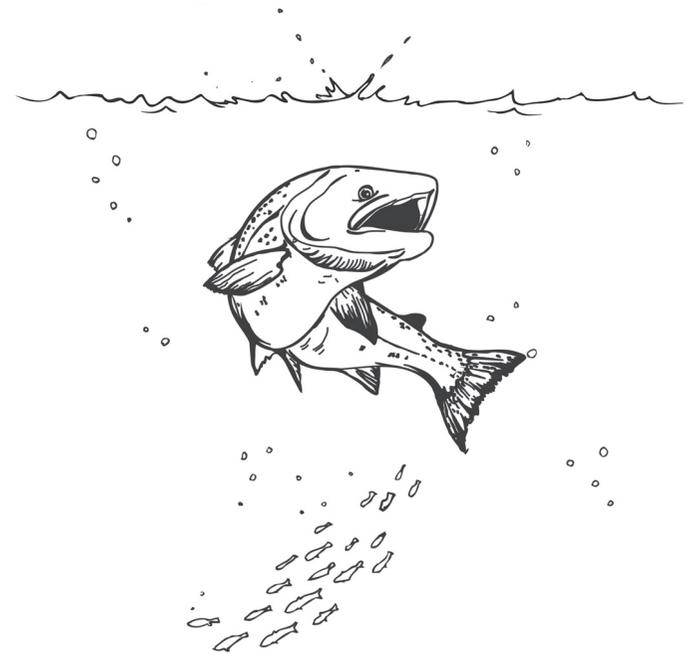




НОРМИРОВАНИЕ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ В САДКАХ



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

Рыжков Л. П.

Дзюбук И. М.

Корнев О. Н.

Полина А. В.

**НОРМИРОВАНИЕ ВЫРАЩИВАНИЯ
ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА
РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ
В САДКАХ**

Учебное пособие
для студентов вузов

Петрозаводск
Издательство ПетрГУ
2014

УДК 597.2/5
ББК 28.6
Н 833

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Петрозаводского государственного университета

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

Разработано в лаборатории
«Экологические проблемы Севера ПетрГУ»

Рецензенты:

д-р биол. наук, профессор *Шустов Ю. А.*;
канд. биол. наук, доцент *Мамонтова О. В.*

Н 833 **Нормирование выращивания посадочного материала радужной форели в садках : учебное пособие** / Рыжков Л. П., Дзюбук И. М., Корнев О. Н., Полина А. В. — Петрозаводск : Издательство ПетрГУ. — 2014. — 44 с.

ISBN 978-5-8021-2216-7

Учебное пособие разработано на основе анализа многолетних экспериментальных материалов и обобщения современных литературных сведений по выращиванию радужной форели в различных садковых хозяйствах.

В учебном пособии дана характеристика радужной форели как объекта выращивания, приведены нормативы выращивания в садках посадочного материала радужной форели. Даны сведения по морфофизиологической оценке выращенного посадочного материала радужной форели и необходимым природоохранным мероприятиям.

Учебное пособие предназначено для учебно-практических работ, выполняемых студентами-биологами, экологами, рыбоведами и зоотехниками, а также для специалистов, работающих в рыбохозяйственной отрасли, особенно для рыбоводов, ихтиологов, экологов, токсикологов и физиологов.

УДК 597.2/5
ББК 28.6

© Рыжков Л. П., Дзюбук И. М., Корнев О. Н., Полина А. В., 2014

© Петрозаводский государственный университет, 2014

ISBN 978-5-8021-2216-7

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Глава 1. Характеристика радужной форели как объекта садкового рыбоводства	7
Глава 2. Нормативы садкового выращивания посадочного материала радужной форели	13
2.1. Оценка рыбоводных площадок для садкового выращивания радужной форели по гидролого-гидрохимическим параметрам	16
2.2. Объемы садкового форелевого хозяйства	20
2.3. Плотности посадки молоди форели в садки	22
2.4. Корма, нормы и эффективность кормления молоди форели	23
2.5. Показатели выживаемости молоди форели	31
2.6. Параметры роста молоди радужной форели	32
Глава 3. Морфофизиологические показатели здорового посадочного материала радужной форели	33
Глава 4. Природоохранные мероприятия при садковом выращивании посадочного материала радужной форели	35
Основные понятия-термины	38
Рекомендуемая литература	40

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время холодноводное индустриальное рыбоводство — это перспективный путь увеличения производства высококачественной рыбной продукции, одним из основных направлений которого является аквакультура, объемы которой в России могут в течение 5–8 лет достигнуть величины 280—300 тыс. тонн.

В Республике Карелия имеются все необходимые условия для увеличения объемов выращивания рыбы в садках: большое количество водоемов с исключительно благоприятными условиями для роста холодноводных видов рыб, отработанные технологии культивирования гидробионтов, богатый практический опыт уже работающих хозяйств индустриального типа, возможности приобретения высококачественных рыбных кормов и посадочного материала, наличие квалифицированных специалистов и системы их подготовки в Петрозаводском государственном университете.

В настоящее время в Республике Карелия работают 53 форелевых хозяйства с общим объемом производства рыбной продукции 23,5 тыс. тонн, что в 8,9 раза превышает промышленный вылов рыбы в пресноводных водоемах Карелии. Экономический эффект от садкового рыбоводства обеспечивается относительно небольшими объемами капитальных вложений в производство и достаточно короткими циклами выращивания рыбы.

Одной из особенностей садкового рыбоводства является весьма ограниченная потребность в акватории водоема, отсутствие необходимости в отведении больших земельных участков, т. к. основной процесс каждого этапа выращивания рыбы осуществляется на самом водоеме. Возможность выращивания рыб при относительно высоких концентрациях в садках при соблюдении требований охраны окружающей среды также способствует развитию аквакультуры. Экономичность и эффективность каждого цикла выращивания рыбы в садковых условиях, включая выращивание посадочного материала, очевидна.

Эффективность рыбоводства определяется результатами последовательного осуществления технологических процессов, направленных на получение конечного качественного продукта.

Начальным этапом производства рыбной продукции является селекционно-племенная работа, обеспечивающая получение элит-

ных производителей, а следовательно, полноценность потомства и эффективность рыбоводства в целом. Второй этап — осеменение и оплодотворение икры с последующей ее инкубацией. Оценкой эффективности этого этапа являются выживаемость эмбрионов и жизнестойкость личинок. Третий этап — выращивание посадочного материала. Результат этого этапа оценивается количеством здорового и жизнестойкого посадочного материала. Завершающим этапом рыбоводного процесса является получение качественной товарной рыбной продукции.

Результаты каждого этапа рыбоводного процесса зависят от четкого соблюдения технологии выращивания и условий их осуществления (температурных, гидрохимических и других). Поэтому на протяжении всех этапов рыбоводного процесса следует четко контролировать состояние выращиваемых объектов, проводить профилактические мероприятия, а также осуществлять учет и выполнять сортировку создаваемой продукции (икры, личинок, мальков и взрослых рыб).

Рыбоводство, в том числе и садковое, — это один из путей оптимизации условий выращивания рыб. Сокращая влияние лимитирующих факторов, человек повышает рыбопродукционные возможности водной среды. Увеличение выхода рыбной продукции под контролем человека возможно двумя путями — воздействием непосредственно на водную среду (например на температуру) и на самих рыб (развитие, рост, выживаемость). Для этого необходимы знания о процессах, которые происходят в водной среде, о биологических особенностях выращиваемых рыб, о закономерностях взаимодействия абиотической и биотической сред и ответных реакциях экосистем на воздействия и др.

Наличие и использование нормативной базы будет способствовать снижению заболеваемости выращиваемых в садках рыб и в определенной степени минимизировать воздействие садковых хозяйств на водные экосистемы.

Следует отметить, что, несмотря на удовлетворительные результаты по выращиванию форели в садках, получение высококачественной рыбопродукции сдерживается отсутствием современной нормативной базы. В настоящее время садковое рыбоводство базируется на нормативной базе в основном 25-летней давности

(Канидъев с соавт., 1985; Михеев, 1988 и др.) и многие ее положения не соответствуют сегодняшнему дню. Поэтому для дальнейшего успешного развития садкового рыбоводства необходимо разработать более современную нормативную базу, использование которой позволило бы более эффективно осваивать высококачественные форелевые корма, способствующие получению высоких рыбоводных показателей, особенно увеличению скорости роста рыбы.

Основные нормативные положения при садковом выращивании посадочного материала радужной форели на водоемах Карелии отражены в настоящем учебном пособии.

В учебном пособии дана характеристика радужной форели как основного объекта садкового рыбоводства. В нем приведены нормативы выращивания разновозрастного посадочного материала радужной форели в различных условиях садковых хозяйств. При этом особое внимание уделено оценке рыбоводных площадей и обоснованию объемов выращивания рыбы. Даны рекомендации по использованию кормов, норм кормления и плотностям посадки. Описаны нормативные показатели выживаемости посадочного материала, кормового коэффициента и роста форели. Уделено внимание морфофизиологической оценке выращенного посадочного материала радужной форели и необходимым природоохранным мероприятиям. В конце приводятся терминологический справочник и рекомендуемый список литературы.

Пособие целесообразно использовать для практических занятий студентов и аспирантов, также оно может быть полезно для преподавателей и специалистов-рыбоводов.

ГЛАВА 1. ХАРАКТЕРИСТИКА РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ КАК ОБЪЕКТА САДКОВОГО РЫБОВОДСТВА

Радужная форель является традиционной формой культивирования во всех странах мира. Благодаря своей пластичности, быстрому росту, высокой степени конверсии корма, относительно короткому для лососевых рыб периоду инкубации икры и несомненным вкусовым достоинствам она стала основным объектом садкового рыбоводства.

В настоящее время на садковых рыбоводных предприятиях нашей страны широко используются такие породы радужной форели, как форель Камлоопс, Рофор, Адлер, Росталь, Дональдсона, форель Адлерская янтарная и Золотистая форель. Конечно, каждая порода имеет свои особенности, но во всех них сохраняется генетический комплекс радужной форели. Поэтому целесообразно дать общую характеристику данного вида как объекта садкового рыбоводства.

Радужная форель относится к объектам холодноводного рыбоводства, хотя диапазон благоприятных для ее роста температур достаточно широк: колеблется от +4 до +20 °С. Такой интервал температурных условий характерен для водных масс большинства карельских озер. На разных этапах развития в этом диапазоне температур форель активно питается и интенсивно растет. При температуре воды ниже +4 и выше +20 °С интенсивность ее питания существенно сокращается, а следовательно, замедляется темп ее роста. Дискомфортная для форели температура воды находится за пределами отмеченного диапазона. Очень важно, что радужная форель хорошо переносит суточный перепад температур до + 5 °С, хотя на каждом этапе развития предпочитает определенную температуру водной среды.

Нерестится радужная форель при температуре воды от +4 до +10 °С. Величина икринок и плодовитость радужной форели варьируют в зависимости от возраста и размеров самок. Диаметр икринок колеблется от 3,0 до 5,3 мм, плодовитость — от 1300 до 4200 икринок. На каждый килограмм живого веса обычно приходится 1300—2000 икринок. Икра оранжево-желтая. В северном регионе икру от радужной форели в искусственных условиях чаще всего получают в январе — марте, что позволяет к началу вегетационного периода иметь полноценный посадочный материал.

Продолжительность эмбрионального развития зависит от температуры воды и изменяется от 210 до 320 градусо-дней, или от 28 до 86 суток. Благоприятная температура для эмбрионального развития находится в пределах +6...10 °С. При температуре воды +7,5...9,0 °С продолжительность эмбриогенеза равняется 45—50 суткам. Повышение температуры воды в благоприятном интервале сокращает продолжительность инкубации, но увеличивает сумму необходимого тепла (градусо-дней) для развития эмбрионов.

Выклев личинок при благоприятных температурных условиях обычно продолжается 4—6 суток. Размер личинок при выклеве колеблется в пределах 12—19 мм, а масса — 60—100 мг. Желточный мешок занимает до 75 % от общей массы личинки. Выклюнувшиеся личинки в течение 8—10 суток питаются за счет запасов питательных веществ в желточном мешке. Они неактивны и большее время проводят на дне выростных бассейнов. Желательно, чтобы дно бассейнов было покрыто ворсистой тканью. Это приспособление способствует равномерному распределению личинок.

Оптимальная температура воды для выдерживания и подрачивания личинок +8...13 °С, а допустимый диапазон температуры в этот период онтогенеза составляет от 3 до 16 °С. Однако использовать допустимый диапазон не рекомендуется. Существенно сокращается выживаемость личинок.

Личиночный период продолжается в течение 10—15 суток. В этот период завершается формирование пищеварительного тракта и личинки постепенно переходят на активное питание внешней пищей. Особенно важен период смешанного питания. Личинки в это время очень чувствительны к внешним воздействиям. Перепады температуры, недостаток кислорода и резкие изменения других факторов среды могут способствовать снижению выживаемости личинок.

После перехода на активное питание начинается мальковый период развития форели. Этот период обычно характеризуется интенсивным ростом молоди, формированием внешнего облика взрослого организма, совершенствованием кровеносной, пищеварительной и выделительной систем. Организм рыбы подготавливается к формированию половой системы, интенсивное развитие которой определяет переход к новому периоду развития форели —

ювенальному (неполовозрелого организма). В этот период отмечается активное питание и интенсивный рост форели.

Формирование половой системы и появление вторичных половых признаков происходит в период половозрелого организма. В зависимости от сроков достижения рыбами половой зрелости в этом периоде выделяют возрастные группы: годовик (молодь при достижении возраста 1 года, обычно сразу после зимовки); двухлеток (молодь, выращиваемая на протяжении второго вегетационного периода); двухгодовик (молодь в возрасте двух лет) и т. д. Рыба этих возрастных групп используется в качестве посадочного материала.

Масса радужной форели в искусственных условиях выращивания на 1-м году жизни (сеголетки осенью) может достигать от 50 до 180 г, годовиков — 100—300 г, двухлеток — 800—1100 г.

Для рыбоводов важно знать, что в первые год-два после наступления половозрелости форель активно растет, а затем интенсивность роста у форели, как и у других видов рыб, замедляется и ее дальнейшее выращивание становится экономически невыгодным. Так, двухгодовики обычно имеют массу 1200—1500 г, трехгодовики — 2000—2500 г и четырехгодовики — 3000—4000 г. Одновременно с замедлением интенсивности роста затухает половая функция и сокращается плодовитость.

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

Радужная форель требовательна к содержанию растворенного в воде кислорода, благоприятная концентрация которого должна быть не менее 7 мг/л. Летальная концентрация растворенного в воде кислорода для нее менее 2,5 мг/л. Особенно чувствительны к содержанию кислорода в воде эмбрионы, личинки и мальки. Как показали наши опыты, при содержании кислорода 3—3,5 мг/л личинки форели погибают. Более устойчивы к дефициту кислорода взрослые рыбы, хотя эта устойчивость снижается во время нереста.

При выращивании форели в верхнем диапазоне температур (+18...20 °С), особенно во время интенсивного кормления, следует особенно внимательно следить за содержанием кислорода, так как его дефицит может привести к гибели рыб. Содержание кислорода при температуре воды +20 °С не должно быть менее 7 мг/л.

Причиной снижения содержания кислорода в воде могут быть интенсивное разложение обрастаний на стенках дели, трансформация несъеденной рыбами пищи, погибших кормовых организмов и др. Показателем снижения содержания кислорода служит беспокойное поведение рыб. При беспокойстве рыбы в садке необходимо срочно проверить концентрацию растворенного в воде кислорода. Его дефицит не только ограничивает объемы выхода рыбной продукции, но и может привести к гибели выращиваемой рыбы. Для устранения дефицита кислорода применяют турбо-, ветро- и другие конструкции аэраторов. Хорошие результаты можно получить при кратковременном усилении водообмена.

Другим, не менее важным компонентом газового режима в воде садков является содержание двуокси углерода. Его содержание не должно превышать 10 мг/л. В обычных условиях форель может переносить концентрацию углекислоты в воде до 40 мг/л. При избытке углекислоты значительно замедляется рост рыб и возрастает кормовой коэффициент. Увеличению количества CO_2 в водной среде способствуют 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 водной среды, а в бассейнах периодически увеличивать проточность.

При выращивании форели в любых рыбоводных сооружениях активная реакция воды (рН) наиболее благоприятна в интервале 7—8. Допустимый диапазон в пределах 6,5—8,5, а критическими для радужной форели являются значения рН ниже 5 и выше 9. Присутствие в водной среде гидроокиси 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: при постоянном его уровне рыба не испытывает дискомфорта и растет несколько быстрее.

Для рыбы опасны и токсичны соединения железа, сероводород, хлор, цинк, медь, кадмий и аммиак.

Для форели опасны даже невысокие концентрации соединений железа в воде (в пределах 0,2 мг Fe/л). Так, гидроокись железа образует на жабрах рыбы бурый налет, вызывает удушье. 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, а оптимальным — не более 0,5 мг/л. В ОСТе 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.

Хлор в виде хлороватистой кислоты и хлораминов токсичен для форели, причем его токсичность возрастает при снижении концентрации растворенного кислорода в воде. Летальная концентрация хлора для форели — 4 мкг Cl/л. ОСТ 15.372.-87 предусматривает его полное отсутствие в водной среде форелевых хозяйств.

Фенолы оказывают вредное влияние на форель, как из-за токсичности, так и в силу их высокой окисляемости, приводящей к снижению концентрации растворенного в воде кислорода. Кроме того, они придают мясу рыбы неприятный привкус. Токсичность фенолов возрастает с уменьшением содержания растворенного в воде кислорода, снижением температуры и увеличением минерализации воды. Пороговая концентрация фенолов — 0,5 мг/л, а при температуре воды 5 °С — 0,25 мг/л.

Токсичность цинка обусловлена ионом цинка и, возможно, также взвешенным цинком, присутствующим в виде основного карбоната или гидроокиси в суспензии. Токсичность цинка зависит от состава воды. Она уменьшается при увеличении жесткости, температуры, минерализации и содержания взвесей и увеличивается при уменьшении концентрации растворенного в воде кислорода. Максимальная концентрация растворенного в воде цинка должна составлять 0,3 мг Zn/л.

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

Кадмий в низких концентрациях содержится в песчаных и сланцевых почвах, из которых он медленно выщелачивается в поверхностные воды, входит в состав некоторых фосфорных удобрений, а также широко используется в промышленности, особенно при гальванопокрытии, и поэтому часто присутствует в промышленных отходах. Концентрация кадмия в незагрязненных пресных водах обычно составляет 0,01—0,5 мкг/л, а максимальная концентрация, не оказывающая негативного влияния на радужную форель, находится в пределах 0,5—2,0 мкг/л.

Повышенные концентрации тяжелых металлов в воде оказывают негативное воздействие на выращиваемую рыбу, угнетают рост особей, нарушают функции печени и ферментов метаболизма, редуцируют 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: Fe>Zn>Cu>Mn>Ni>Pb>Cd>Co.

ОСТом 15.372-87 установлена ПДК для неионизированного аммиака для форели — 0,05 мг/л, а для икры — 0,01 мг/л, но желательно его полное отсутствие. Негативное воздействие аммиака на рыб увеличивается с повышением температуры и рН воды.

Максимальное содержание взвешенных веществ в воде при выращивании форели составляет не более 10 мг/л, цветность воды — 100 градусов. Биогенные элементы азот и фосфор не оказывают токсического действия на форель даже при достаточно высоких значениях; их предельно допустимые концентрации определяются не потребностями рыбы, а требованиями к качеству среды. Однако при выращивании радужной форели необходим контроль за содержанием в воде биогенных элементов. Соединения азота и фосфора необходимы для формирования естественной продуктивности водоемов. Эти биогенные вещества особенно важны при осуществлении рыбоводных мероприятий, так как их содержание может существенно изменяться. При их недостатке сокращаются объемы производства первичной продукции, а при избытке начинается процесс эвтрофирования. Это не способствует нормальному функционированию рыбоводных хозяйств.

ГЛАВА 2. НОРМАТИВЫ САДКОВОГО ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ

В форелеводстве посадочный материал подразделяется на следующие категории: личинки (возраст 15—18 суток), мальки (возраст 2—3 месяца), сеголетки (возраст 4—5 месяцев), годовики и двухлетки. Методы выращивания посадочного материала и используемые при этом рыбоводные сооружения зависят от направления деятельности рыбоводного хозяйства.

Выращивание посадочного материала форели начинается с момента выклева личинок, которые в основном размещаются без пересадок в инкубационно-выростных пластиковых аппаратах (рис. 1). Диаметр таких аппаратов 80—90 см, глубина 30—40 см. Реже для этих целей используются прямоугольные пластиковые бассейны (длина 120—150 см, ширина 35—45 см и глубина 25—35 см).

Обычно в первые двое суток личинки выклеваются единично. Затем, на третьи-четвертые сутки, количество выклевывающихся личинок достигает максимума и на шестые сутки при благоприятных температурных условиях выклев обычно завершается. При повышении температуры воды (в пределах нормы) выклев личинок ускоряется, а при ее понижении, наоборот, замедляется.

Размеры выклюнувшихся личинок зависят от величины икринок и могут быть в пределах: длина 12—19 мм, масса 60—100 мг. Плотность размещения личинок в рыбоводных аппаратах для дальнейшего выдерживания и выращивания должна составлять не более 10 тыс. шт./м² при уровне воды 0,2 м. Расход воды подерживают 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. Выращивать личинок лучше всего в сумеречных условиях при освещении 200—600 лк. Нельзя допускать попадания на личинок прямых солнечных лучей. Подкормку личинок внешним кормом следует начинать при рассасывании желточного мешка наполовину. В качестве корма используются специализированные стартовые корма в виде крупки. Режим кормления в первые дни — до 24 раз в сутки, с последующим сокращением до 8 и даже до 4 раз в сутки.



Рис. 1. Круглые бассейны для подращивания личинок

Для закрепления пищевого рефлекса необходимо строго соблюдать установленный режим кормления (очередность обслуживания аппаратов, подачу дополнительных световых сигналов и т. д.). Средняя масса личинок к этому времени обычно равняется 150—160 мг при средней длине тела 25—30 мм. Оптимальная температура перехода на экзогенное питание +10 °С, которая постепенно доводится до +14 °С, уровень воды в рыбоводных емкостях сохраняется на отметке 0,2—0,3 м, плотность посадки остается прежней (10 тыс. шт./м²). Световой режим переменный: чередование освещения и темноты примерно по 12 часов. Выживаемость личинок не должна быть менее 80 %.

При переходе личинок на внешний корм начинается мальковый период развития. О его начале можно судить по образованию первой настоящей чешуи на хвостовом стебле молоди. Оптимальная температура в период смешанного питания находится в пределах +10...14 °С, в период перехода на активное питание должна быть +13...15 °С. Мальков размещают в рыбоводных сооружениях больших размеров: в круглых бассейнах диаметром 1,5—2,0 м, в квадратных 1,5 х 1,5 м или 2,0 х 2,0 м (рис. 2). Толщина водного слоя 0,3—0,4 м (к концу выращивания). Принцип вододачи и водоотведения сохраняется прежним (как у личинок).



Рис. 2. Бассейны для выращивания мальков

К началу малькового периода средняя масса тела мальков колеблется в пределах 0,3—0,5 г. Плотность посадки молоди массой тела до 1 г сохраняется на уровне 8—10 тыс. особей/м². По мере роста мальков плотность посадки сокращается: для молоди массой тела 3—5 г — 3,0—3,5 тыс. особей/м², при массе тела 5—10 г — 1,5—2,0 тыс. особей/м², 10—20 г — 600—800 особей/м², 30—50 г — 300—400 особей/м² и так далее. Водоподача — 3—5 л/мин. на 1000 особей. Благоприятное содержание кислорода — 7—9 мг/л. Выживаемость — не менее 85 %.

При выращивании более крупного посадочного материала обычно используются бассейны больших размеров (круглые — диаметром до 4 м, квадратные — 3 x 3 м). Температура воды летом +14...+17 °С, зимой +7...10 °С). Конечно, если есть экономически целесообразная возможность сохранять летние температуры воды, то следует этим воспользоваться. Содержание кислорода — не менее 7 мг/л. Водоподача — до 4 л/мин. на 1000 особей. Плотность посадки для молоди массой тела 100—150 г — до 350 особей/м², при массе тела 150—250 г плотность посадки сокращается до 300 особей/м².

Наряду с выращиванием в бассейнах молодь форели массой тела более 5 г целесообразно выращивать в садках. Это более экономично, так как отсутствуют расходы на водоподачу, водоотведение и очистку сточных вод. Выращивать в садках молодь меньшей массы тела (1—3 г) в принципе возможно. Однако это потребует использовать дель очень мелкой ячеи, что опасно для водообмена. Условия выращивания целесообразно сохранять на уровне благоприятных (t° +13...16 °С; O_2 не ниже 7 мг/л). Плотность посадки 10—15 кг/м³. Выживаемость должна быть не менее 90 %. Частота кормления постепенно сокращается от 6 до 2 раз в сутки в зависимости от возраста, размеров молоди.

2.1. ОЦЕНКА РЫБОВОДНЫХ ПЛОЩАДОК ДЛЯ САДКОВОГО ВЫРАЩИВАНИЯ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ ПО ГИДРОЛОГИЧЕСКИМ И ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ

Для выращивания посадочного материала в садках необходимо очень тщательно подобрать водоем или часть его акватории, на котором предполагается разместить рыбоводное хозяйство. Оценка пригодности предполагаемой рыбоводной площадки производится по морфологическим, гидрологическим и трофологическим показателям, по динамике ледового и ветрового режимов, химическому составу вод. При этом обращается внимание на соответствие рассматриваемой акватории водоема общим ветеринарно-санитарным требованиям, на обеспечение экологической безопасности, также на состояние транспортных путей и энергетическую обеспеченность

Акватория водоема, предназначенная для размещения садкового хозяйства по выращиванию посадочного материала радужной форели, должна отвечать следующим критериям:

- рыбоводная площадка должна быть расположена на расстоянии не менее 100 м от высшей водной растительности;
- глубина на месте установки садков должна быть не менее 6 м при минимальном уровне воды, оптимальной глубине около 10—12 м;
- высота волны на рыбоводном участке не должна превышать 1,5 м при максимальной скорости ветра;
- максимальная скорость течения на рыбоводном участке — 0,5 м/сек, оптимальная скорость течения — 1,5 длины выращиваемой молоди в секунду;
- при зимнем содержании рыбы на акватории 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.

Химический состав воды при выращивании форели определен ОСТом 15.372-87. Эти сведения приведены в табл. 1. Для оценки рекомендованных ОСТом 15.372-87 показателей химического состава воды в табл. 1 также приведены сведения по ПДК этих веществ в водоемах различных категорий.

**Требования форели к химическому составу воды и ПДК вредных веществ
для рыбохозяйственных водоемов
(ОСТ 15.372-87)**

Наименования показателей	Значения показателей				Рыбохозяйственная ПДК
	Для инкубации икры	Технологическая норма при выращивании форели	Допустимые значения при выращивании форели		
Температура, °С	6—10	до 20	-	-	-
Прозрачность, м	не < 2	не < 1,5	-	-	-
Цветность, Град.	-	не > 30****	не > 100	-	-
Взвешенные вещества, г/м ³	не > 5,0	не > 10	не > 30	+0,25 к фону* +0,75 к фону****	
pH, ед. pH	7,0—8,0	7,0—8,0	6,5—8,5	6,5—8,5	
Кислород растворенный, г/м ³	9—11	не ниже 9,0	не ниже 6,0	не ниже 6,0	
Диоксид углерода растворенный, г/м ³	10	10	30	-	
Сероводород растворенный, г/м ³	отсутствие				
Аммиак растворенный, г/м ³	0,01	0,05	0,1	0,05	
Перманганатная окисляемость, гО/м ³	10	10	30	-	
Бихроматная окисляемость, гО/м ³	-	45	65	-	
БПК ₅ , гО ₂ /м ³	2,0	5,0	8,0	2,0	
БПК ₂₀ гО ₂ /м ³	-	-	-	3,0	

Продолжение табл. 1

Аммоний, гN/м ³	0,75	0,2	0,5	0,5
Нитраты, гN/м ³		0,5	1,0	40
Нитриты, гN/м ³		0,02	0,1	0,08
Фосфаты, гP/м ³	-	0,05	0,3	0,05* 0,15** 0,2***
Железо общее, гFe/м ³	-	0,5	-	0,1
Железо закисное, гFe/м ³	отсутствие	0,1	-	-

* Водоем высшей рыбохозяйственной категории;

** Водоем первой рыбохозяйственной категории;

*** Водоем второй рыбохозяйственной категории;

**** Величина цветности на озерах Карелии, в большинстве своем имеющих болотное питание, может составлять до 200 градусов, что не оказывает отрицательного влияния на результаты выращивания форели. Это подтверждает многолетний опыт работы форелевых хозяйств Карелии.

2.2. ОБЪЕМЫ САДКОВОГО ФОРЕЛЕВОГО ХОЗЯЙСТВА

Объемы садкового форелевого хозяйства должны быть экологически безопасными. Хозяйство с превышающей нормативы концентрацией рыбы в садках способно оказывать негативное воздействие на экосистему водоема, выражающееся в локальном снижении качества воды. Существует несколько методов расчета оптимальной мощности садкового хозяйства, основные из которых — по предельной величине поступления общего фосфора в водоем от садкового хозяйства и по критической концентрации фосфора в суммарном притоке водоема. Известно, что фосфор является основным эвтрофирующим элементом в водоемах, поэтому определение баланса его поступления в озеро является основой для расчета объема выращивания форели в садках.

Для расчета возможной мощности садкового хозяйства исследуется исходное состояние водоема и определяются параметры водной площадки предполагаемого создания хозяйства.

При оценке исходного состояния водоема для создания форелевого хозяйства используются следующие показатели:

- объем котловины водоема;
- величина водообмена водоема;
- фоновые показатели содержания фосфора в воде водоема;
- содержание фосфора в кормах, предполагаемых к использованию в хозяйстве;
- удельное выделение фосфора в неусвояемой части кормов (экскрементах);
- продолжительность вегетационного периода.

Оценка параметров водной площадки предполагаемого создания 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;
- 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);
- по величине ПДК для фосфатов определяется целесообразность создания садкового хозяйства предполагаемой мощности.

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

В качестве примера приводится расчет мощности условного садкового хозяйства:

- объем озерной котловины — $1,5 \text{ км}^3 = 1,5 \text{ млрд. м}^3$;
- водообмен, КУВ — 1;
- фоновое содержание фосфора — 0,005 мгР/л;
- фоновый запас фосфора в воде водоема: $0,005 \text{ мг/л} \times 1,5 \text{ км}^3 = 8,0 \text{ т}$;
- удельное выделение фосфора — 4,5 кг/т корма;
- расход корма за сезон — 90 т;
- продолжительность вегетационного периода — 180 суток;
- площадь акватории рыбоводной площадки — $10\,000 \text{ м}^2$;
- средняя глубина в районе рыбоводной площадки — 10 м;
- условный объем водных масс на рыбоводной площадке — $100\,000 \text{ м}^3$;
- выделение фосфора за вегетационный период: $4,5 \times 90 = 405 \text{ кг}$;
- добавка фосфора в районе рыбоводной площадки за вегетационный период (без смешивания с водными массами всего водоема): $405 \text{ кг} / 100\,000 \text{ м}^3 = 4,05 \text{ мгР/л}$;
- среднесуточная добавка фосфора к фону в районе составит: $4,05 \text{ мгРл} / 180 \text{ сут.} = 0,02 \text{ мгР/л}$.

Рассчитанный показатель ежесуточной добавки фосфора вместе с его фоном даже в зоне рыбоводной площадки не превышает величины ПДК для мезотрофного водоема. Если же учесть, что рыбоводная площадка занимает всего лишь 0,6 % акватории водоема, то влияние функционирования садкового хозяйства мощностью 90 т практически отсутствует.

2.3. ПЛОТНОСТЬ ПОСАДКИ МОЛОДИ ФОРЕЛИ В САДКИ

Плотность посадки рыбы в садки определяется в зависимости от массы их тела (табл. 2). Общепринятые и используемые конечные плотности посадки (рыбопродуктивность) при выращивании посадочного материала радужной форели от 3 до 200 г должны составлять не более 15 кг/м³.

Таблица 2

Плотности посадки молоди форели в садки

Масса тела мальков, г	Плотность посадки, тыс. особей/м ²
до 0,5	10
0,5—1,0	8—10
2—3	7,5
3—5	3—3,5
5—10	1,5—2,0
10—20	0,6—0,8
30—50	0,3—0,4
100—150	0,3
150—250	0,3

Во время процесса выращивания молоди производится периодическая сортировка рыбы для получения однородных групп форели, что обеспечивает более интенсивное потребление корма всеми особями и повышает качество рыболовной продукции. При сортировках рыбы уровень их кормления уменьшается на 30 % или прекращается совсем.

2.4. КОРМА, НОРМЫ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОРМЛЕНИЯ МОЛОДИ ФОРЕЛИ

При выращивании посадочного материала важное значение имеет рациональное его кормление. Это качество корма, величина рациона, режим кормления и доступность корма. Правильно подобранные корма и технологии кормления — основополагающий фактор успешного ведения дел в форелеводстве.

Качественный корм влияет на результат успеха на любом этапе производства рыбной продукции. В настоящее время десятки фирм мира, в том числе и России, такие как Гатчинский ККЗ, ООО “Гидрокорм”, ЗАО “Assortiment-Agro”, ОАО “Лайский КЗ”, Завод “AQUAREX”, “Raisio agro”, AS “Skretting”, AS “Aller-Aqua”, AS “BioMar”, CBV “Coppens”, LTD “Ewos”, S.C.A. “La Gonessant”, S.A. “Alicorp” и другие, производят в основном качественные корма, и рациональное их использование всегда дает положительный результат.

На Северо-Западе России наиболее часто для выращивания посадочного материала форели используются корма финской фирмы Rehu Raisio и датских фирм BioMar и Aller Aqua, в максимальной мере соответствующие потребностям форели. Корма имеют качественную и экологическую декларации и представлены полным спектром модификаций для выращивания рыбы разного возраста.

В 2014 году на российский рынок пришли корма Vita итальянской фирмы Veronesi. Они разработаны для выращивания мальков. Для примера приведена характеристика форелевого комбикорма марки Vita (табл. 3).

**Характеристика комбикорма марки Vita
Для выращивания мальков радужной форели**

Название продукта, форма выпуска	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

* использованное в зависимости от температуры в течение нескольких дней, но не более недели.

Все корма экструдированы при водостойкости в течение 12 часов, причем водорастворимые витамины сохраняют свою первоначальную концентрацию на протяжении как минимум 2 часов, что при правильной организации кормления позволяет полностью избежать их потерь. Уровень протеина в рационе радужной форели составляет для сеголетков массы до 40 г 45—50 %, для молоди до 100 г 40—45 % и 35—40 % для рыбы от 100 до 200 г. Содержание в кормах жира 8—12 % обеспечивает нормальный прирост рыбы. Корма для форели сбалансированы по содержанию минеральных элементов и добавок витаминов (премикса).

Гарантированный срок хранения форелевых кормов составляет 6 месяцев, а при хранении в сухом, относительно прохладном помещении корма сохраняют свои качества в течение года.

Корм вносится при помощи автокормушек и вручную. Достоинством автоматического кормления рыбы является регулярное внесение корма, соответствие его объема рассчитанному рациону, экономия средств и рабочего времени.

К недостаткам следует отнести: отсутствие визуального контроля за состоянием рыбы; ограничение площади, на которую вносится корм; необходимость технической проверки исправности кормушек. При ручном кормлении вносимый в садки корм распределяется более равномерно по всей площади садка, осуществляется визуальный контроль за поведением рыбы и потребностью в пище. При ручном кормлении снижается степень бимодального размерно-весового распределения рыбы в садке.

Кормление молоди форели следует осуществлять согласно норм. Нормы кормления рыбы, предложенные производителями комбикормов, следует корректировать в соответствии с конкретной обстановкой на форелевом хозяйстве. Так, в зависимости от повышенных значений температуры воды (например, в конце июля – начале августа) и некоторого снижения параметров кислородного режима нормы кормления следует уменьшить вдвое или вообще прекратить подачу корма. При ухудшении кислородного режима протеин корма утилизируется неэффективно.

Величина рациона определяется по специальным таблицам, в которых учитываются навеска молоди и температура воды (табл. 4—8). В качестве примера для личинок и мальков радужной форели приводятся рекомендации М. А. Щербина и Е. А. Гамыгина (табл. 4).

Таблица 4

Суточный рацион личинок и мальков форели стартовыми кормами, % массы тела (Щербин, Гамыгин, 2006)

Температура воды, °С	Масса тела рыб, г				
	до 0,2	0,2—0,5	0,5—2	2—5	5—10
2	3,7	3,2	2,5	1,8	1,5
4	4,2	3,7	2,9	2,1	1,8
6	4,8	4,3	3,3	2,5	2,2
8	5,7	5,0	3,8	2,9	2,6
10	6,5	5,9	4,4	3,4	3,0
12	7,5	6,9	5,2	4,1	3,5
14	8,6	7,8	6,1	4,7	4,1
16	9,4	8,3	6,7	5,3	4,8
18	9,8	8,7	7,4	5,7	5,2
20	9,0	8,1	6,5	5,1	4,4

Для кормления более крупного посадочного материала целесообразно использовать рекомендации фирмы “Raisio agro” (табл. 5). Эти рекомендации особенно полезны тем, что в них приводятся сведения по сезонам выращивания.

Таблица 5

**Суточный рацион молоди раДУЖНОЙ форели в разные сезоны года,
% от массы тела (по данным "Raisio agro", 2013)**

Навеска, г	Температура воды, °С									
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
	Весна – апрель – июнь									
20	0,6	0,9	1,2	3,15	3,63	3,81	4,30	4,30	2,30	1,31
30	0,5	0,8	1,2	2,84	3,32	3,41	3,98	3,98	2,12	1,31
40	0,5	0,8	1,2	2,31	2,73	2,91	3,55	3,55	1,90	1,31
50	0,5	0,8	1,0	2,21	2,42	2,59	3,01	3,01	1,61	1,31
60	0,4	0,8	1,0	1,79	2,00	2,39	2,90	2,90	1,55	1,21
80	0,4	0,7	0,9	1,63	1,89	2,27	2,87	2,87	1,53	1,21
100	0,4	0,6	0,8	1,52	1,87	2,20	2,84	2,84	1,52	1,21
120	0,3	0,6	0,8	1,47	1,84	2,18	2,80	2,80	1,50	1,21
150	0,3	0,6	0,8	1,42	1,84	2,17	2,76	2,76	1,47	1,19
180	0,3	0,6	0,8	1,31	1,81	2,17	2,76	2,76	1,47	1,19
210	0,3	0,5	0,7	1,26	1,79	2,16	2,71	2,71	1,45	1,19
250	0,3	0,5	0,7	1,21	1,79	2,16	2,71	2,71	1,45	1,19
	Лето – июль – август									
20	-	-	-	3,00	3,36	3,63	3,84	3,84	2,19	1,06
30	-	-	-	2,70	3,07	3,25	3,55	3,55	2,02	1,06
40	-	-	-	2,20	2,60	2,69	3,17	3,17	1,81	1,06
г	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20

50	-	-	-	2,10	2,30	2,40	2,69	2,69	1,53	1,06
60	-	-	-	1,70	1,90	2,21	2,59	2,59	1,48	0,98
80	-	-	-	1,55	1,80	2,10	2,56	2,56	1,46	0,98
100	-	-	-	1,45	1,90	2,04	2,54	2,54	1,45	0,98
120	-	-	-	1,40	1,80	2,02	2,50	2,50	1,43	0,98
150	-	-	-	1,35	1,78	2,01	2,46	2,46	1,40	0,96
180	-	-	-	1,25	1,72	2,01	2,46	2,46	1,40	0,96
210	-	-	-	1,20	1,70	2,00	2,42	2,42	1,38	0,96
250	-	-	-	1,15	1,70	2,00	2,42	2,42	1,38	0,96
Осень – сентябрь - ноябрь										
20	0,5	1,0	1,51	2,40	2,90	3,04	3,52	3,52	1,75	-
30	0,4	0,8	1,39	2,16	2,60	2,88	3,20	3,20	1,62	-
40	0,4	0,7	1,21	1,76	2,08	2,15	2,54	2,54	1,45	-
50	0,4	0,7	1,09	1,68	1,84	1,92	2,15	2,15	1,23	-
60	0,3	0,7	0,91	1,36	1,52	1,77	2,07	2,07	1,18	-
80	0,3	0,6	0,79	1,24	1,44	1,68	2,05	2,05	1,17	-
100	0,3	0,5	0,72	1,16	1,42	1,63	2,03	2,03	1,16	-
120	0,3	0,5	0,72	1,12	1,40	1,62	2,00	2,00	1,14	-
150	0,2	0,5	0,67	1,08	1,40	1,61	1,97	1,97	1,12	-
180	0,2	0,5	0,65	1,00	1,38	1,61	1,97	1,97	1,12	-
210	0,2	0,5	0,63	0,96	1,36	1,60	1,94	1,94	1,10	-
250	0,2	0,5	0,60	0,92	1,36	1,60	1,94	1,94	1,10	-

При использовании материалов, приведенных в таблицах 4 и 5, следует учитывать, что содержание растворенного в воде кислорода на вытоке из бассейна или в садке не должно быть ниже 7,0 мг/л.

Не менее важен при выращивании посадочного материала радужной форели режим ее кормления. Если при переходе на смешанное и активное питание личинок следует кормить очень часто (до 24 раз в сутки), то для молоди массой тела 150—250 г достаточно вносить пищу всего лишь 2—3 раза в сутки. Т. е. частота кормления молоди радужной форели зависит от массы выращиваемой рыбы. Чем меньше размер и масса рыбы, тем чаще ее следует кормить. Более подробная информация приведена в таблице 6.

Таблица 6

Суточный режим кормления посадочного материала радужной форели (раз в сутки) (Рыжков, Кучко, 2008).

Масса рыбы, г	Количество кормлений
до 0,2	12—24
0,2—1,0	10—20
1,0—2,0	9—18
2,0—5,0	8—16
5,0—15,0	8—12
15,0—50,0	6—8
50—150	3—5
150—250	2—3

Установленный график режима подачи корма следует выдерживать на протяжении всего периода выращивания.

Конечно, корм выращиваемой молоди на всех этапах ее развития должен быть доступен. Это определяется размерами крупки и в дальнейшем размерами гранул. Каждой размерной группе форели должна соответствовать крупка или гранула комбикорма определенного диаметра (табл. 7). Кормление молоди малых размеров крупными гранулами делает их недоступными. Ротовой аппарат не позволяет его захватить. Если же крупную молодь кормить гранулами очень малых размеров, то затраты энергии на их потребление не обеспечат положительный энергетический баланс. В обоих случаях корм для молоди становится недоступным.

Таблица 7

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

Масса рыбы, г	Размер частиц корма, мм	
	крупка	гранулы
до 0,2	0,3—0,4	-
0,2—1,0	0,4—0,6	-
1,0—2,0	0,6—1,0	-
2,0—5,0	1,0—1,5	-
5,0—10,0	1,5—2,0	1,8
10,0—20,0	2,0—3,0	1,8—2,5
20—50	3,0	1,8—2,5
50,0—200,0	-	2,5—3,0
200,0—800,0	-	4,0—6,0

Заниженные или завышенные размеры комбикормов приводят к замедлению скорости роста рыб, потерям корма, а в некоторых случаях даже к закупорке и травмированию пищевода, что в конечном итоге снижает эффективность выращивания посадочного материала форели.

При выращивании форели следует ориентироваться на предложенные разработчиком комбикормов кормовые коэффициенты и добиваться того, чтобы кормовой коэффициент не превышал максимальный из предложенных. В табл. 8 приводятся нормативные кормовые коэффициенты для некоторых кормов, используемых рыбоводами Карелии.

Таблица 8

**Нормативные кормовые коэффициенты,
предложенные разработчиками комбикормов
при выращивании посадочного материала радужной форели**

Марка корма	Масса рыбы, г	Размер корма, мм	Кормовой коэффициент
1	2	3	4
Raisio Respons E	0,12—6,0	0,4—0,6—1,0	0,8—1,1
Raisio Respons E	2,0—20,0	1,2—1,5	0,7—1,0
Raisio Royal	15,0—30,0	1,7	0,7—0,9

1	2	3	4
Raisio Royal	25,0—125,0	2,5—3,5	0,8—0,9
Экстракт 17 BioMar	0—4,0	0,6—1,0—1,2	0,5—0,8
Экстракт 17	2,0—15,0	1,3—1,5	0,6—0,9
Экстракт 2	15,0—50,0	2,0	0,7—1,0
Экстракт 19	50,0—150,0	3,0	0,7—1,0
Экстракт 19	150,0—200,0	3,0	0,75—1,05

При соблюдении норм и режимов кормления на всех этапах выращивания рыбы можно достичь таких результатов: масса радужной форели в искусственных условиях выращивания на 1-м году жизни (сеголетки осенью) может достигать от 50 до 120 г, масса годовиков — от 60 до 140 г, двухлетков — от 300 до 800 г.

2.5. ПОКАЗАТЕЛИ ВЫЖИВАЕМОСТИ МОЛОДИ ФОРЕЛИ

На основании анализа многолетней работы форелевых хозяйств Карелии при выращивании посадочного материала радужной форели в садковых условиях нормативная выживаемость должна составлять:

- для личинок — не менее 80 %;
- для мальков — не менее 85 %;
- для летнее-осеннего выращивания сеголетков — не менее 85 %;
- для зимовки сеголетков-годовиков — не менее 90 %;
- для двухлетков — не менее 90 %.

2.6. ПАРАМЕТРЫ РОСТА ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ

Республика Карелия, имея значительную протяженность с севера на юг, различается по природным факторам, в связи с чем делится на северную (севернее 64°30' с. ш.), среднюю (между 64°30' и 63° с. ш.) и южную (южнее 63° с. ш.) территории. С учетом климатических условий Карелии показатели роста молоди форели различаются (табл. 9).

Таблица 9

Нормативная навеска (г) разновозрастной форели при садковом выращивании в природных условиях

Возраст молоди	Сроки (середина месяца)	Южные районы Карелии	Средние районы Карелии	Северные районы Карелии
Личинки	март	не < 0,1	не < 0,1	не < 0,05
Мальки	апрель	не < 2	не < 2	не < 0,8
Сеголетки	май	не < 6	не < 6	не < 2
	июль	не < 25	не < 20	не < 8
	ноябрь	не < 120	не < 110	не < 50
Годовики	май	не < 140	не < 120	не < 60
Двухлетки	ноябрь	не < 800	не < 700	не < 300

Таким образом, в условиях карельских водоемов возможно выращивание посадочного материала радужной форели, мелкой (60—300 г) и крупной (140—800 г) партий.

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 3. МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗДОРОВОГО ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ

Водные экосистемы могут существенно изменяться (гидрологический, гидрохимический режимы, количественные и качественные показатели гидробионтов и др.) под влиянием деятельности человека. Поэтому важным является поддержание условий водной среды для существования гидробионтов, в том числе и рыб, на оптимальном уровне. Это возможно сделать на основе простого в использовании, эффективного и высокочувствительного метода морфофизиологических индикаторов (Смирнов с соавт., 1972). Метод позволяет выявить самые ранние стадии процессов, происходящих у рыб в ответ на начальные или слабые изменения среды обитания.

Применение этого метода необходимо при выращивании рыб в контролируемых человеком условиях. На основании морфофизиологического анализа рыбоводы имеют информацию о состоянии выращиваемых рыб и условий среды их существования. Следовательно, они могут принять необходимые меры (профилактика заболеваний, изменение режима водоподачи, качества кормов и режима кормления, изменение плотности посадки и др.) для устранения негативных явлений своевременно, до проявления изменений во всем стаде выращиваемой рыбы (Рыжков, Дзюбук, Кучко, 2013).

Для объективной оценки здоровья выращенного в садках посадочного материала радужной форели эффективно используется метод морфофизиологических индикаторов. Морфофизиологические параметры включают в себя состояние и размеры внутренних органов (сердце, печень, селезенка, желудок, кишечник, гонады), гематологические показатели (количество эритроцитов, концентрация гемоглобина, интенсивность кроветворения, морфология клеток крови, лейкоцитарная формула), наличие жировых накоплений (табл. 10). Эти тесты наиболее точно интегрируют общее физиологическое состояние организмов. Изучение строения и функции внутренних органов совместно с изучением внешнего строения рыб дает более полную картину о состоянии организма в конкретных условиях среды.

**Морфофизиологические характеристики
сеголетков и годовиков радужной форели
при садковом выращивании**

Показатели	Возраст		
	0+	Годовики (мелкая группа)	Годовики (крупная группа)
Вес, г	33,0±1,4	58,5±3,2	290,0±8,6
Индекс органов и внутривисцерального жира, %			
Сердце	0,19±0,01	0,17±0,01	0,13±0,01
Печень	1,59±0,04	1,58±0,03	1,24±0,05
Селезенка	0,10±0,01	0,18±0,01	0,18±0,01
Желудок	1,70±0,03	1,10±0,04	1,18±0,04
Кишечник	2,10±0,06	2,19±0,10	1,70±0,08
Жабры	2,60±0,09	2,50±0,09	2,40±0,10
Гонады	-	-	0,12±0,09
Жир	1,46±0,07	1,54±0,09	1,37±0,10
Относит. длина органа, % к длине АВ			
Кишечник	57,1±1,16	63,0±1,74	62,3±1,91

Гематологическая характеристика здоровых сеголетков и годовиков радужной форели по показателям сходная и имеет следующие средние значения:

- количество эритроцитов — 1,05 млн/мм³;
- концентрация гемоглобина — 8,7 г %;
- интенсивность кроветворения — до 16 % незрелых форм;
- лейкоцитарная формула: лимфоциты — 88—92 %, моноциты — 6—9 %, нейтрофилы — 2—3 % от общего количества лейкоцитов.

Значительные отклонения от приведенного стандарта свидетельствуют о нарушении нормального протекания физиологических процессов в организме форели.

ГЛАВА 4. ПРИРОДООХРАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ САДКОВОМ ВЫРАЩИВАНИИ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ

Интенсивные формы рыборазведения, 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 от садков с рыбой. Загрязнения от функционирования садковых хозяйств подразделяются на твердые и растворимые. К первой группе относятся непотребленные корма, слизь рыбы и ее чешуя, фекалии; ко второй — продукты метаболизма рыб (в основном аммоний, мочевины), растворимые органические вещества корма, общий фосфор, углерод, азот и др., антибиотики, применяемые для профилактики и лечения выращиваемой рыбы.

Для экосистемы водоемов в целом представляют наибольшую опасность в плане эвтрофикации два растворимых загрязнения — фосфор и азот. При садковом выращивании рыб поступление этих биогенов обусловлено минерализацией микроорганизмами остатков органических веществ используемых кормов и фекалий, выщелачиванием солей донных элементов непосредственно из кормов и фекалий и в результате метаболизма у рыб.

Выращивание посадочного материала радужной форели в садках не должно оказывать негативного влияния на водную среду. Практический опыт свидетельствует о том, что успех экологического выбора водоема и площадок расположения садковых хозяйств зависит от достаточно точного определения объемов выращивания рыбопродукции, выполнения требований ко всем технологическим процессам, в том числе к технологии кормления рыбы.

Для оценки и анализа воздействия работы садковых комплексов на окружающую среду необходимо постоянно контролировать основные составляющие конкретного производства: плотность размещения рыбы в садках, темпы ее роста, учет количества используемых кормов и их поедаемость. Для определения качества водной среды контролируются общесанитарные показатели загрязнений: БПК₅ и БПК₂₀, минеральный фосфор, аммонийный азот, взвешен-

ные вещества, кислород, рН. Деятельность форелевого хозяйства не подвергает водоем экологическому риску, если концентрации загрязнителей не превышают ПДК для данной категории водоема в районе размещения садков.

Для водоемов с садковыми хозяйствами разработан также способ оценки воздействия садковой аквакультуры на состояние водной экосистемы (Рыжков, 2012). Способ основан на комплексном определении степени загрязнения водной экосистемы и заключается:

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

- отборе проб в зонах для исследования компонентов водной экосистемы (с поверхности и придонного горизонта);

- определении конкретных показателей исследуемых компонентов (воды и гидробионтов);

- вычислении соотношения индексов между количественными показателями исследуемых компонентов в зонах — контрольной и загрязнения;

- сравнении 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 значения компонентов водной экосистемы, полученные в районе функционирования садкового хозяйства на одном из водоемов Карелии (табл. 11).

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

Компоненты водной экосистемы	< 0,5 опасно	0,5—0,8 наличие воздей- ствия	0,8—1,3 норма	1,3—1,8 слабое воздей- ствие	1,8—2,3 среднее воздей- ствие	2,3 > опасно
ПО	-	-	1,1/1,1	-	-	-
БПК ₅	-	-	0,9/	/1,7	-	-
NH ₄	-	-	1,1/1,1	-	-	-
NO ₃	-	-	/0,9	1,4/	-	-
Р мин.	-	-	1,2/1,3	-	-	-
Р общ.	-	-	1,1/0,9	-	-	-
Фитопланктон: – численность – биомасса	- -	- -	-	-	2,0 2,2	- -
Зоопланктон: – численность – биомасса	- -	0,5	1,2	-	-	-
Бентос: – численность – биомасса	0,02 0,04	-	-	-	-	-

Из других широко применяемых методов оценки экологической нагрузки на водную среду можно назвать метод Бевенриджа (1987) и способ, рассмотренный С. П. Китаевым с соавторами (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.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ-ТЕРМИНЫ

Биогенные элементы — вещества, необходимые для существования живых организмов: кислород, азот, фосфор, железо, марганец и др.

Кормовой коэффициент (КК) — отношение количества съеденного рыбой корма к приросту ее массы.

Морфофизиологические показатели — параметры качественной оценки выращенной рыбы (состояние внутренних органов рыбы, гематологические показатели).

ПДК вредных веществ — предельно допустимые концентрации вредных веществ в водной среде.

Премикс — поливитаминная смесь, включающая жирорастворимые (А, Д, К, Е) и водорастворимые (В и С) витамины. Основа премикса — мелко просеянная мука.

Рыбоводная площадка — площадь, выбранная при проектировании и строительстве рыбоводного хозяйства.

Рыболовство — добыча рыбы в естественных водоемах — является одной из форм хозяйственной деятельности. Существует промышленное, любительское и спортивное рыболовство.

Рыбопродуктивность — количество рыбной продукции с единицы объема водной среды, кг/м³.

Садковое рыбоводство — выращивание разновозрастной рыбопродукции в садках, установленных на водоемах, как в пресных, так и морских водах.

Суточный рацион питания — ежедневная порция корма, содержащая в себе достаточное количество питательных веществ для функционального и пластического обмена в организме рыб.

Холодноводное индустриальное рыбоводство — выращивание холодолюбивых видов рыб в условиях использования высоких плотностей посадки рыбы, механизации кормления рыбы и др.

Экструдированные корма — рыбные комбикорма, приготовленные на экструдерах. Корм достаточно водостойкий.

Экосистема — природная система, связывающая живые организмы со средой их обитания.

ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ РЫБЫ

Эмбрион — стадия развития организма, начиная со стадии зиготы до выхода из яйцевых оболочек.

Личинка — стадия развития рыбы, которая характеризуется отличием внешнего облика и внутреннего строения от взрослого организма, наличием специфических личиночных органов — наружных жабер и непарной плавниковой складки.

Личиночный период — это начальный этап развития молоди рыб вне оболочек икры, когда у них имеются специфические личиночные органы (наружные жабры и непарная плавниковая складка), которые в дальнейшем пропадают, а внешний облик и внутреннее строение ещё не приняли формы взрослого организма.

Малек — стадия развития рыбы, которая характеризуется закладкой первой чешуи, обычно в районе хвостового стебля, изменением окраски и пропорции тела, появлением брюшных плавников и настоящих внутренних жабер.

Мальковый период — этап развития, который начинается с исчезновения личиночных органов и продолжается до ювенольного состояния.

Сеголеток — организм, рожденный этим летом (весной) и еще не проживший целого года. Этап развития характеризуется интенсивным ростом, окончательным формированием всех систем органов, за исключением половой системы, отсутствием каналов боковой линии у некоторых видов. Внешне организм близок к облику взрослой рыбы, вторичные половые признаки обычно отсутствуют.

Ювенольный период — этап развития молоди, который сопровождается быстрым ростом рыб и формированием половой системы. Молодь становится похожей во всех чертах строения на взрослую рыбу, оставаясь еще неполовозрелой.

Годовик — молодь при достижении возраста 1 года, обычно сразу после зимовки.

Двухлеток — молодь, выращиваемая на протяжении второго вегетационного периода.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 17.12.04-77. Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила токсикации рыбохозяйственных водных объектов. Госкомстандарт СМ СССР. — Москва., 1977. — 3 с.
2. Зиновьев Е. А., Мандрица С. А. Методы исследования пресноводных рыб. — Пермь : Б. и., 2003. — 113 с.
3. Канидъев А. Н. Инструкция по разведению радужной форели. Москва. : ВНИИПРХ, 1985. — 60 с.
4. Каталог кормов для рыб фирмы BioMar. — Лен. обл., п. Ропша : Б. и., 2003. — 5 с.
5. Китаев С. П., Ильмаст Н. В., Стерлигова О. П. Методы оценки биогенной нагрузки от форелевых ферм на водные экосистемы. — Петрозаводск : КарНЦ РАН, 2006. — 40 с.
6. ОСТ 15.372.-87. Охрана природы. Гидросфера. Вода для рыбо-водных хозяйств. Общие требования и нормы. — Москва., 1988. — 3 с.
7. Применение метода морфофизиологических индикаторов для оценки качественного состава рыб / Метод. указания. — Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 1997. — 20с.
8. Рыжков Л. П. Способ оценки влияния садковой аквакультуры на состояние водной экосистемы. Патент № 2447435. Заре-гистр. 10. 04. 2012.
9. Рыжков Л. П., Дзюбук И. М., Кучко Т. Ю. Ихтиологические исследова-ния на водоемах : учеб. пособие для студентов эколого-биолог. и агротехн. фак. — Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2013. — 72с.
10. Рыжков Л. П., Кучко Т. Ю., Кучко Я. А. Выращивание форели в садках. / Метод. рекомендации. — Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2000. — 58 с.
11. Рыжков Л. П., Кучко Т. Ю. Садковое рыбоводство в естествен-ных водоемах. — Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2008. — 164 с.
12. Рыжков Л. П., Нечаева Т. А., Евсеева Н. В. Садковое рыбо-водство : проблемы здоровья рыб. — Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2007. — 120 с.

13. Рыжков Л. П., Кучко Т. Ю., Дзюбук И. М. Основы рыбоводства / учебник. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 287 с.
14. Сборник нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству : в 2 т. Т. 2. Москва : Агропромиздат, 1986. — 120 с.
15. Смирнов В. С., Божко А. М., Рыжков Л. П., Добринская Л. А. Применение метода морфофизиологических индикаторов в экологии рыб. — Петрозаводск : Карелия, 1972. — 169 с.
16. Beveridge M. Cage aquaculture/ Fishing news Books Ltd Farnham. — Susrey. Eng., 1987. — 43 p.

Учебное издание

Рыжков Леонид Павлович

Дзюбук Ирина Михайловна

Корнев Олег Николаевич

Полина Алина Викторовна

**НОРМИРОВАНИЕ ВЫРАЩИВАНИЯ
ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА
РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ
В САДКАХ**

Учебное пособие

Редактор *О. В. Козина*

Компьютерная верстка *О. В. Десятерик*

Подписано в печать 05.02.2015. Формат 60 × 84 1/16.

Бумага офсетная. Уч.-изд. л. 2. Тираж 100 экз. Изд. № 327

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Отпечатано в типографии Издательства ПетрГУ

185910, Петрозаводск, пр. Ленина, 33

ISBN: 978-5-8021-2216-7



9 785802 122167