

А. П. Рыжков

САДКОВОЕ СИГОВОДСТВО

А. П. Рыжков САДКОВОЕ СИГОВОДСТВО

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

Л. П. Рыжков

Садковое сиговодство

Учебник

*Допущено УМО по образованию в области рыбного хозяйства
в качестве учебника для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлению подготовки
111400 «Водные биоресурсы и аквакультура»*

Петрозаводск
Издательство ПетрГУ
2013

УДК 639.33.043
ББК 47.2
Р93

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Петрозаводского государственного университета
Издается в рамках реализации комплекса мероприятий
Программы стратегического развития ПетрГУ на 2012–2016 гг.

Рецензенты:

В. И. Козлов, доктор биологических наук, профессор
Ю. А. Шустов, доктор биологических наук, профессор

Рыжков, Л. П.

Р93 Садковое сиговодство : учебник / Л. П. Рыжков. — Петрозаводск :
Изд-во ПетрГУ, 2013. — 138 с.

ISBN 978-5-8021-1800-9

В учебнике представлены сведения об основных проблемах организации садкового сигового хозяйства в естественных пресноводных водоемах. Рассмотрены особенности садкового сигового рыбоводства, основные требования этого направления рыбоводства к качеству водной среды, дана биологическая характеристика и рыбохозяйственная оценка наиболее перспективных объектов сиговых хозяйств, рассмотрены способы и производственные процессы подготовки производителей из естественных водоемов к нересту в искусственных условиях, получения качественных половых продуктов, инкубации икры, подращивания личинок и выращивания жизнестойкого посадочного материала. Рассказано о конструкциях садков, технологии выращивания товарной рыбной продукции, о кормлении и росте рыб, профилактике заболеваний, контроле и учете. Показана экономическая эффективность и экологическая безопасность садковых сиговых хозяйств.

Учебник рекомендуется студентам, аспирантам и преподавателям высших учебных заведений, а также рыбоводам различной квалификации и всем желающим заниматься разведением и выращиванием рыбы.

УДК 639.33.043
ББК 47.2

ISBN 978-5-8021-1800-9

© Рыжков Л. П., 2013
© Петрозаводский государственный
университет, 2013

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
Глава I. Особенности садкового сиговодства.....	10
Глава II. Объекты садкового сиговодства.....	17
2.1. Сиг обыкновенный	18
2.2. Чудской сиг	20
2.3. Сиг-лудога.....	21
2.4. Сиг-муксун	23
2.5. Сиг-пыжьян.....	25
2.6. Чир.....	26
2.7. Пелядь	28
Глава III. Создание садкового сигового хозяйства.....	31
3.1. Формы садковых сиговых хозяйств	31
3.2. Основные требования к водоемам для размещения садкового сигового хозяйства.....	39
3.3. Создание садкового сигового хозяйства.....	48
3.4. Природоохранные мероприятия.....	52
Глава IV. Подготовка производителей к нересту в искусственных условиях.....	57
4.1. Качество половых продуктов	58
4.2. Отлов производителей сигов во время нерестовой миграции, их выдерживание и транспортировка.....	61
4.3. Отлов производителей сигов непосредственно на нерестищах, их выдерживание и подготовка к нересту	67
4.4. Формирование маточного стада.....	69
Глава V. Получение, оплодотворение и инкубация икры ...	78
5.1. Получение икры	79
5.2. Получение спермы.....	82
5.3. Осеменение и оплодотворение икры	84
5.4. Подготовка икры к инкубации	86
5.5. Инкубация икры.....	87
Глава VI. Выдерживание и подращивание личинок.....	96
6.1. Выдерживание личинок.....	96
6.2. Подращивание личинок	98

Глава VII. Выращивание качественного посадочного материала.....	104
7.1. Выращивание сеголетков.....	107
7.1.1. Выращивание в бассейнах.....	108
7.1.2. Выращивание в садках.....	115
7.1.3. Выращивание комбинированным способом.....	119
7.2. Выращивание годовиков.....	122
7.2.1. Выращивание в бассейнах.....	123
7.2.2. Выращивание в садках.....	125
7.3. Выращивание двухлетков.....	126
ГЛАВА VIII. Выращивание товарной рыбы	132
Рекомендуемая литература.....	137

ВВЕДЕНИЕ

Сокращение объемов рыбного промысла в океане и ухудшение сырьевых возможностей пресноводных водоемов, рыбные запасы которых в основном поддерживаются за счет искусственного воспроизводства, создают большие сложности в обеспечении населения продовольствием. Особенно остро ощущается недостаток продукции животного происхождения, значительная часть которой производится за счет рыбы и морепродуктов.

По данным ФАО, объемы океанического промысла, основного поставщика рыбной продукции, за предыдущие 10 лет сократились почти на 10 млн т. Объемы вылова рыбы во внутренних водоемах стабилизировались в пределах 9–11 млн т.

По мнению ученых и специалистов рыбохозяйственной отрасли, ожидать в ближайшие годы увеличения объемов промысла не приходится. Промысловые запасы рыб в океане сильно подорваны. Доля истощенных и слабо восстанавливающихся популяций промысловых рыб за предыдущие 30 лет возросла в 3.2 раза, рыболовство во внутренних водоемах продолжает деградировать.

В России, как и во всем мире, в конце прошлого века океанический промысел рыбы сократился почти в 2 раза и в настоящее время колеблется в пределах 3–4 млн т в год. Вылов рыбы во внутренних водоемах находится на самом низком уровне. Спрос же населения на рыбную продукцию увеличивается. Только за последние 5 лет его величина возросла на 10.6 %.

Создается сложная ситуация: спрос на рыбную продукцию увеличивается, а ее добыча сокращается. Выход из этой ситуации в настоящее время один – развитие аквакультуры, которая становится одной из наиболее отрегулированных отраслей рыбной промышленности. За последние 10 лет продукция аквакультуры на планете увеличилась на 15 млн т и приблизилась к 60 млн т, составив в среднем около 60 % от общего объема вылавливаемой рыбы. По сравнению с 70-ми годами прошлого века объем продукции аквакультуры возрос в 6 раз, что способствовало существенному увеличению ее потребления. Величина потребления продукции аквакультуры за это же время увеличилась с 0.7 до 7.8 кг на душу насе-

ления и составила почти 50 % от общего количества потребляемой каждым человеком рыбы в год.

Как показывает мировая практика, аквакультура – весьма устойчивое направление развития рыбной отрасли не только в экономическом, но и в экологическом и социальном отношениях. Она может способствовать как обеспечению высокого жизненного уровня населения в современных условиях, так и сохранению благоприятных условий для наших потомков.

Российская Федерация является одним из основных производителей рыбной продукции пресноводной аквакультуры в Европе. Ее объем в последнее десятилетие приблизился к 150 тыс. т. Однако это не предел. Рыбохозяйственный фонд пресноводных водоемов, составляющий 26,8 млн га разнотипных озер и водохранилищ, позволяет в дальнейшем продолжить наращивание объемов продукции культивируемых в аквакультуре видов рыб. Большой резерв для развития аквакультуры имеют реки страны, общая протяженность которых около 12,4 млн км. Из них около 120 тыс. рек протяженностью 2,3 млн км пригодны для организации рыбоводства. Исходя из современного состояния аквакультуры в стране и учитывая комплекс мер, принимаемых государством, в ближайшее десятилетие можно ожидать увеличения объемов пресноводной аквакультуры до 800 тыс. т.

Несмотря на ожидаемое увеличение объемов прудового и озерного рыбоводства, в ближайшие годы в развитии аквакультуры существенную роль будет играть садковое рыбоводство в естественных водоемах. Об этом можно судить по результатам его развития в Карелии. За предыдущее десятилетие количество выращенной в садках рыбной продукции возросло в 6,1 раза и достигло уровня 13,2 тыс. т. В настоящее время объемы садкового рыбоводства превышают величину промысловых уловов в пресноводных водоемах Карелии в 5,2 раза. Следует также учитывать, что создание садковых хозяйств не требует больших капитальных вложений, которые окупаются в 2–3 года. Это наиболее наукоемкое направление аквакультуры, которое должно стать фундаментом для инновационной деятельности в рыбохозяйственной отрасли. Экономический потенциал садковой аквакультуры в полной мере может обеспечить основные пищевые и производственные потребности человека в экологически чистой и относительно дешевой рыбной продукции.

В перспективе производство садковой продукции может достигнуть: 25–30 тыс. т в Карелии, 55–60 тыс. т в Северо-Западном федеральном округе и 280–320 тыс. т в России. Сроки достижения этих величин во многом будут определяться степенью реализации имеющегося природно-климатического потенциала, интенсивностью освоения новых конкурентоспособных объектов рыбоводства, уровнем научного обеспечения, наличием квалифицированных кадров, эффективностью использования инновационных, инвестиционных и социально-экономических факторов. Известно, что названные факторы могут проявляться с разной степенью эффективности.

До сих пор пресноводная садковая аквакультура базируется на одном виде рыб – радужной форели, что не способствует интенсивному развитию экономической базы и повышению конкурентоспособности этого направления рыбоводства. Необходимо освоение новых ценных видов рыб. Перспективными для садкового рыбоводства представителями пресноводной ихтиофауны в настоящее время могут стать сиговые. Они, существуя в виде множества экологических форм, широко расселены в северных регионах Европы, Азии, Америки, хорошо приспосабливаются к изменяющимся условиям водной среды, пластичны в метаболическом и морфологическом отношении. Например, в Онежском озере известно 9 экологических групп сига обыкновенного, различающихся по ряду меристических и пластических признаков, по характеру питания, местам размножения и т. д. В Ладожском озере этот полиморфный вид сига представлен семью экологическими формами, в Сегозере – шестью. Даже в меньших по акватории озерах (Топозеро, Тикшозеро, Пулозеро и др.) известны по 2–3 экологические формы этого сига. Среди сиговых, наряду с обыкновенным сигом, ценными объектами садкового рыбоводства могут быть муксун, чир, пелядь и др.

Характерной особенностью сиговых является быстрая приспособляемость к поеданию искусственного корма, эффективная его ассимиляция и интенсивное использование на рост. В отличие от многих других представителей ихтиофауны, сига, активно питаясь, хорошо растут на протяжении всего года. Не менее важным для рыбоводства является большой рыночный спрос на качественное «белое» мясо сигов.

Нет никаких сомнений, что в ближайшие годы садковое сиговодство станет одним из перспективных направлений аквакульту-

ры во внутренних водоемах северного бассейна планеты. Уровень прогресса этого важного направления развития рыбохозяйственной отрасли во многом будет определяться возможностью использования знаний о биологических особенностях перспективных объектов садкового сиговодства, способах и условиях их разведения, материально-техническом оснащении и возможностях получения конкурентоспособной рыбной продукции.

В предлагаемом учебнике на основании анализа результатов исследования сиговых рыб дается информация об особенностях и проблемах садкового сиговодства, о биологии объектов разведения и возможностях их использования для получения качественной продукции. Также приводятся сведения об организации садковых хозяйств, о требованиях к состоянию водоемов, о технологии, условиях и нормативах выращивания в садках различных возрастных групп сигов, о техническом оснащении и экономической эффективности садкового сиговодства. Будут рассмотрены некоторые особенности развития сиговых, их отношение к окружающей среде на разных этапах онтогенеза, уход за икрой, личинками и мальками, проведение профилактических мероприятий по сохранению здоровья выращиваемой рыбы. Специально рассматриваются вопросы подготовки производителей к нересту в искусственных условиях, получения качественных половых продуктов, оплодотворения икры и развития эмбрионов. Интересными для учащихся будут сведения о выращивании личинок, смене характера их питания, особенностях роста и отношении к изменяющимся условиям водной среды. Приводятся также данные о характере питания, особенностях кормления и роста молоди и рыб более старшего возраста.

Применение этих знаний в практической работе на хозяйствах позволит специалистам-рыбоводам рационально организовать и осуществить весь рыбоводный процесс, сохраняя здоровье рыб, увеличить их выживаемость, повысить качество рыбной продукции и тем самым добиться повышения экономической эффективности рыбоводного хозяйства. Полученные знания позволят специалистам более эффективно применять на практике сиговодства современные знания и инновационные технологии.

Учебник по садковому сиговодству будет полезен для студентов, аспирантов и преподавателей рыбохозяйственных, сельскохозяйственных и биологических высших учебных организаций. Материалы учебника также целесообразно использовать при повыше-

нии квалификации рыбоводов различного уровня, при разработке прогнозов и программ по развитию рыбоводства и сохранению природных качеств водных экосистем.

Отзывы, предложения и замечания можно направлять по адресу: 185910 Петрозаводск, проспект Ленина 33, Петрозаводский государственный университет, эколого-биологический факультет, Лаборатория экологических проблем Севера, профессору Леониду Павловичу Рыжкову (e-mail: rlp@petrsu.ru).

ГЛАВА I.

ОСОБЕННОСТИ САДКОВОГО СИГОВОДСТВА

Создаваемые садковые хозяйства в процессе формирования становятся функционирующими компонентами природных водных экосистем. В это время устанавливаются взаимосвязи между садковым хозяйством и водной экосистемой. Сбалансированность этой взаимосвязи, с одной стороны, сохраняет существующую экосистему, а с другой – обеспечивает условия для выращивания рыбы в садках. При отсутствии сбалансированности нарушаются условия для нормального существования водной экосистемы и, соответственно, для получения качественной рыбной продукции в садковых хозяйствах. Поэтому при создании садкового хозяйства необходимо иметь четкое представление о его роли в общей экосистеме осваиваемого водоема и о механизмах взаимосвязей в системе садковое хозяйство – водная экосистема.

Механизм взаимосвязей в системе садковое хозяйство – водная экосистема обусловлен как состоянием экосистемы водоемов, в которой размещаются садковые хозяйства, так и качественным и количественным составом компонентов, поступающих из садков в эти водоемы.

Состояние водной экосистемы обычно оценивается по гидрологическому и гидрохимическому режиму водной среды и комплексу биологических показателей (фитопланктону, зоопланктону, бентосу и ихтиофауне). При такой оценке обычно выделяются основные компоненты экосистемы, которые станут ведущими при взаимодействии садкового хозяйства с окружающей средой. Среди них при выращивании рыбы в садках приоритетными становятся температурный и газовый режим в месте размещения садкового хозяйства, так как природная вода, циркулируя через садки, регулирует в них температуру, содержание кислорода и другие показатели. Величина и диапазон колебаний этих показателей особенно важны при выращивании рыб, интенсивность процессов метаболизма (в том числе скорости роста) которых определяется температурными условиями и содержанием растворенного в воде кислорода. Кроме того, через водную среду водоемов в садках хозяйств формируется

качественный и количественный состав органо-минеральных соединений, имеющих важное значение для получения рыбной продукции высокого качества. Через водную среду в садки могут проникать возбудители различных паразитарных и даже вирусных заболеваний, что особенно опасно при высоких концентрациях выращиваемых в садках разновозрастных рыб. Опасными для выращиваемых в садках рыб могут быть различные представители водорослей и других гидробионтов, массовое развитие которых даже способно герметизировать садки. Интенсивное окисление донных отложений может негативно сказаться на газовом режиме садков, следовательно, на выживаемости и росте выращиваемой рыбы.

Обратная сторона взаимосвязи в системе садковое хозяйство – водная экосистема осуществляется путем поступления из садков в водоем минеральных и органических веществ вместе с остатками корма, экскрементами и конечными продуктами метаболизма. Поступившие в водоем растворимые химические соединения включаются в общий круговорот вещества водной экосистемы. Накапливаясь в водоеме, такие соединения способствуют усилению интенсивности развития различных видов водорослей, которые, в свою очередь, могут обрастать делевые стенки садков и тем самым создавать неблагоприятную для существования рыб среду (дефицит кислорода, накопление конечных продуктов метаболизма и т. д.). Нерастворимые компоненты химических соединений выпадают в донные отложения и, трансформируясь, распадаются на более простые образования, которые или вступают в круговорот веществ водной экосистемы или, выпадая в осадок, резервируются. В результате увеличения объемов органических и минеральных веществ в экосистеме будут происходить не только количественные, но и качественные изменения, способные оказать влияние на ее функционирование. При поступлении в водоем больших количеств органических веществ могут создаваться благоприятные условия для развития патогенных организмов. На качественный и количественный состав ихтиофауны может существенно повлиять уходящая из садков (при авариях) выращиваемая рыба. Обычно в течение первых двух-трех месяцев «беглецы» держатся в районе хозяйства, а затем постепенно размещаются по акватории водоема. При наличии благоприятных условий на их базе может сформироваться новый вид, который способен существенно изменить структуры существующей экосистемы.

Условия и методы производства рыбной продукции в садках принципиально отличаются от других направлений рыбоводства, особенно от прудового и озерного. Прежде всего это ограниченность жизненного пространства. Площадь садков чаще всего колеблется в пределах от 100 до 500 м². В них очень высокие плотности посадки, в 3–8 раз выше по сравнению с прудами и озерами. При этом компактность садковых хозяйств, возможность управления технологическим процессом, постоянный контроль за выращиваемой рыбной продукцией и высокая величина ее производства с единицы площади являются большим преимуществом этого направления рыбоводства по сравнению с другими его формами. Это особенно важно в условиях наличия в России огромного рыбохозяйственного фонда внутренних пресноводных водоемов (26,8 млн га), что, без сомнения, должно способствовать увеличению объемов и расширению видового состава выращиваемой в садках рыбы.

Циркумпольное распространение и наличие огромного разнообразия экологических форм создают не только большие возможности для использования сигов в садковом рыбоводстве, но и способствуют получению качественной продукции в относительно короткие сроки при минимальных затратах.

В ограниченном пространстве садков сиги способны нормально развиваться при очень высоких плотностях и активно питаться на протяжении всего года. К искусственным кормам сиги привыкают очень быстро, интенсивно их ассимилируя и эффективно используя на накопление массы тела. Молодь различных форм сигов использует на рост до 36–39 % ассимилированного корма. У старших групп сигов использование усвоенного корма на рост не снижается менее 15–20 % (у разных экологических форм).

Положительной особенностью сигов также является интенсивный рост на протяжении всего года. По нашим данным, в зимний период масса тела молоди сигов (от сеголетка до годовика) увеличивается на 40–60 %. В природных условиях к осени сеголетки большинства сиговых достигают массы тела от 20 до 40 г. Весной масса тела годовиков сигов колеблется в пределах от 30 до 70 г. В высококормных озерах сеголетки пеляди и чира даже достигают массы тела 80–150 г, а к весне у годовиков ее величина возрастает до 100–210 г. При благоприятных условиях масса тела сигов старших возрастов за один год увеличивается на 400–700 г.

Важной особенностью сигов является их негативное отношение к прямым солнечным лучам. На ярком солнечном свете активность рыб (особенно молоди) обычно снижается. Одновременно сокращается потребление пищи и замедляется интенсивность метаболизма, а следовательно, сокращается скорость роста рыб. При выращивании сигов в садках рекомендуется создавать теневые зоны, чтобы рыба могла укрыться от прямого солнечного света.

В то же время высокая активность сигов сохраняется в очень широком диапазоне температур. В пределах температурного интервала от 2 до 23 °С сиги активно питаются и интенсивно используют вещество пищи на рост. Конечно, при низких температурах эти процессы осуществляются несколько медленнее по сравнению с оптимальными. Однако их эффективность значительно выше, чем у лососевых в этих же условиях. Различия могут быть существенными в разных температурных условиях.

Садковому сиговодству, как и садковому форелеводству, свойственна весьма ограниченная потребность в водной среде. Потребность выращиваемой в садках рыбы в воде рассчитывается по количеству поступающих в водоем с остатками корма и конечными продуктами метаболизма фосфора и азота, которые в основном лимитируют интенсивность функционирования водной экосистемы. Известно несколько методов расчета, базирующихся на определении содержания фосфора и азота в потребляемых кормах, в ассимилированной их части, в выделенных экскрементах и жидких продуктах метаболизма, а также в остатках корма и других отходах производства. На основании экспериментальных материалов вычислено, что при выращивании одной тонны сигов в водоем поступает около 6 кг фосфора и 55 кг азота. Зная исходное содержание этих элементов в воде используемого водоема и нормативный показатель их предельно допустимой концентрации в рыбохозяйственных водоемах, легко рассчитать общую потребность воды для выращивания конкретного объема рыбной продукции без нарушения экологического равновесия в водоеме.

Функционирование садковых сиговых хозяйств не нуждается в использовании больших земельных угодий. Основной процесс выращивания рыбы может осуществляться непосредственно в водоеме. Незначительные земельные площади нужны лишь для размещения некоторых складских помещений и для подъезда к водоему.

При сложностях землеотведения весь процесс обслуживания садкового хозяйства можно организовать на акватории водоема.

Важной особенностью садковых сиговых хозяйств является очень высокая наукоемкость. Специальные знания необходимы при выборе конкурентоспособных объектов выращивания. Для организации и функционирования культурного, экономически выгодного и экологически безопасного садкового хозяйства следует знать особенности объекта выращивания: гидролого-гидрохимические условия среды обитания объекта, его продукционные возможности, потребности в пище, уровень ее усвоения, режим питания, рост и развитие, поведение при больших плотностях выращивания (поведение в стае), морфофизиологических особенности и т. д. Только на базе комплекса таких знаний можно определить комплекс профилактических мероприятий и осуществить эффективный технологический процесс выращивания конкурентоспособной рыбной продукции.

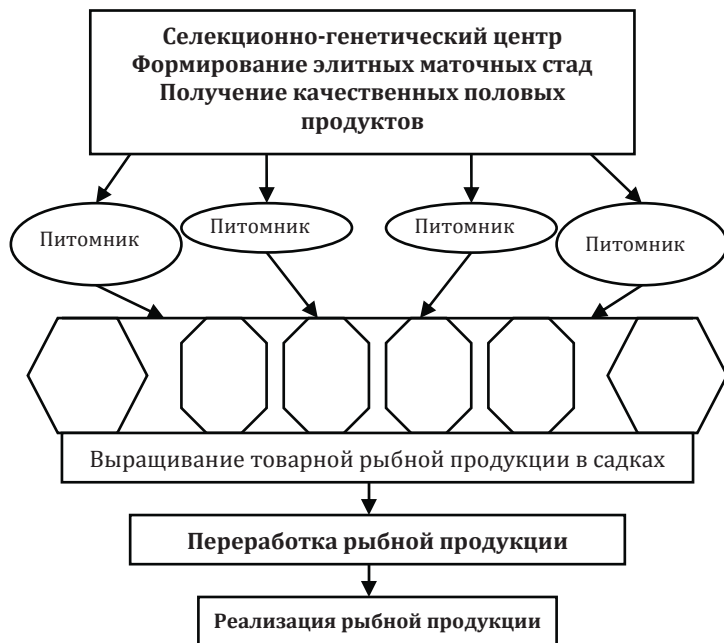


Рис. 1. Схема организации садкового сиговодства по зональному принципу

Садковое сиговодство способно в короткие сроки обеспечить пищевые и производственные потребности человека в экологически чистой, качественной и особенно ценной рыбной продукции. Использование его продукции может существенно сократить сроки компенсации ущерба сиговым видам рыб при негативных воздействиях. Известно, что в природных условиях подорванные промысловые запасы сиговых восстанавливаются на протяжении 20–30 лет. Классическим примером этого может быть Онежское озеро. В конце 1950-х годов интенсивным траловым промыслом были существенно подорваны промысловые запасы сигов и других видов рыб. Для восстановления промысловой численности сигов путем регулирования промысла потребовалось более 25 лет. С использованием массового посадочного материала сиговых хозяйств время их восстановления можно сократить до 5–6 лет. При этом следует учитывать, что капитальные вложения в садковые сиговые хозяйства окупаются в течение 2–3 лет.

При развитии садкового сиговодства создаются условия для его функционирования по зональному принципу (рис. 1). Биологическая целесообразность этого принципа заключается в создании селекционно-генетических центров для получения элитных маточных стад и качественного посадочного материала в каждой конкретной климатической зоне. Экономическая целесообразность – сокращение сроков оборачиваемости капитала при организации специализированных хозяйств и цикличности (этапности) их функционирования. Экологическая целесообразность – сокращение объемов негативных воздействий на окружающую среду на каждом цикле (этапе) производства рыбной продукции.

Особенностью садкового сиговодства является возможность его развития на основе следующих принципов:

- комплиментарной эффективности (синергии);
- системной инновации;
- реалистичности.

Освоение названных принципов развития садкового рыбоводства показывает, что его высокая эффективность будет обеспечена на основе конфигурации с различными направлениями рыбохозяйственной отрасли Российской Федерации. Это значит, что садковое сиговодство в современных условиях может сочетаться с другими направлениями аквакультуры, с воспроизводством сиговых, с их выращиванием в специально подготовленных водоемах, с интро-

дукцией и акклиматизацией, с промыслом и переработкой, со спортивным рыболовством и рыбным туризмом, а также с различными другими способами освоения природных ресурсов страны.

Контрольные вопросы

1. Особенности водных экосистем Карелии.
2. Роль садковых хозяйств в функционировании водной системы (садковое хозяйство – водная экосистема).
3. Характеристика основных показателей водной экосистемы.
4. Условия и методы производства рыбной продукции в садках.
5. Научное обоснование целесообразности выращивания сигов в ограниченном пространстве (садках).
6. Основные принципы садкового сиговодства.

ГЛАВА II. ОБЪЕКТЫ САДКОВОГО СИГОВОДСТВА

Объекты садкового сиговодства должны иметь следующие основные способности:

- нормально развиваться и расти в ограниченном пространстве;
- выживать и нормально развиваться в условиях уплотненной посадки;
- активно потреблять, эффективно ассимилировать и рационально использовать на рост гранулированные корма;
- интенсивно расти, достигая в минимальные сроки товарных размеров и массы тела.

Разнообразие видового состава, особенно экологических форм, сиговых в основном отвечает этим требованиям и тем самым открывает широкие возможности для выращивания их в садковых хозяйствах естественных водоемов. Это позволяет выбирать для культивирования в садках наиболее перспективные для каждой климатической зоны формы сигов. Обычно предпочтение отдается озерным формам сигов, которые, интенсивно питаясь, быстро накапливают массу тела.

Сиги относятся к холодноводным видам рыб, нерестятся осенью (октябрь – декабрь) при низкой температуре воды (6–2 °С). Икру откладывают на песчано-гравийно-галечные грунты. Эмбриональный период продолжается на протяжении всей зимы. Личинки выклеваются ранней весной с небольшими запасами питательных веществ и на 3–5-й день после выклева переходят на активное питание мелкими формами зоопланктона. С возрастом характер питания сигов изменяется. Планктонофаги переходят на питание крупным зоопланктоном, бентофаги – донной фауной. Некоторые формы сигов питаются как планктоном, так и бентосом. Сиги, достигшие крупных размеров, способны хищничать. За первый вегетационный период у различных видов сигов масса тела достигает 20–100 г. За зиму ее величина возрастает на 30–60 %, а при благоприятных условиях и более. При дальнейшем развитии темп роста сигов сохраняется высоким. Годовые приросты массы тела в благоприятных условиях могут достигать 400–700 г. Половой зрелости

сиги достигают в возрасте 4–6 лет. Самцы обычно созревают на год раньше самок.

2.1. Сиг обыкновенный – *Coregonus lavaretus* (Linnaeus, 1758) распространен в реках и озерах бассейна Северного Ледовитого океана от Баренцева и Белого морей до Чукотки и дальше на восток в водных системах Аляски и Канады. Встречается также в бассейне Балтийского моря, в водоемах Великобритании и Скандинавии.

Особенностью сига обыкновенного является наличие множества экологических форм, различающихся по морфологическим признакам (число чешуй в боковой линии, число жаберных тычинок, количество лучей в плавниках и др.), по местам обитания и размножения (озерные, речные, озерно-речные, прибрежные), по характеру питания (планктонофаги, бентофаги, смешанное питание и даже хищники) и по ряду других показателей (рис. 2).

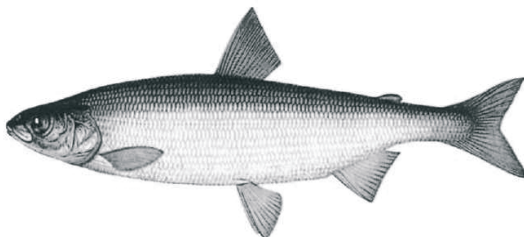


Рис. 2. Сиг обыкновенный Coregonus lavaretus (Linnaeus, 1758)

Окраска верхней части сигов темная, а снизу серебристая. Плавники у большинства рыб темные, а спинной и хвостовой могут быть даже черными. Такое сочетание цвета тела способствует выполнению одной из защитных функций сигов. Сверху темная спинка сигов сливается с темным фоном глубинных вод, а снизу серебристое брюшко на фоне световых бликов в верхнем слое воды плохо просматривается.

Половозрелым сиг обыкновенный становится в возрасте 4–6 лет. Как обычно, самцы созревают на один год раньше самок. Перед нерестом у самцов хорошо выражен брачный наряд в виде эпителиальных бугорков. У самок он проявляется значительно слабее. Средняя плодовитость у разных экологических форм колеблется в пределах 20–30 тыс. икринок. В целом для вида в зависимости от

возраста и размеров рыб плодовитость может изменяться от 4 тыс. до 80 тыс. икринок. Нереститься сиг начинает в конце октября – начале ноября при температуре воды 4–6 °С. Нередко нерест может продолжаться даже в декабре, когда температура воды приближается к 2 °С. Икра откладывается на песчано-гравийно-каменистые грунты. Инкубационный период в природных условиях длится 6–7 месяцев. Экологический диапазон в эмбриональный период развития сегов находится в пределах 0.2–6.0 °С.

Личинки выклеваются в конце апреля или первой половине мая в зависимости от температурных условий водной среды. Первые 2–3 дня после выклева из икры личинки живут за счет небольших запасов питательных веществ в желточном мешке (эндогенное питание). Затем при истощении запасов желточного мешка личинки переходят на смешанное питание. В это время большая часть пищевого рациона обеспечивается за счет естественной пищи (коллекторы, босмины, другие мелкие формы зоопланктона). При полном рассасывании желточного мешка молодь полностью переходит на питание внешней пищей, которая в основном представлена крупными планктонными организмами (дафнии, копеподы, циклопы и др.). С возрастом диапазон кормовых объектов сига обыкновенно существенно расширяется. Некоторые его экологические формы переходят на питание донными кормовыми объектами (тендипедами, олигохетами и др.).

Скорость роста различных форм сига обыкновенного неодинакова. Сеголетки «мелких» сегов чаще всего не превышают 10 г, масса тела «крупных» (озерных) сегов к концу первого вегетационного периода может достигать 25–30 г. При достижении половозрелости масса тела «мелких» сегов колеблется в пределах 80–130 г при длине тела 19–23 см. В этом же возрасте масса тела «крупных» озерных сегов варьирует в пределах 150–250 г при длине тела 24–28 см. С возрастом озерные сего могут достигать линейных размеров 66–68 см и массы тела 2 кг. В середине прошлого века в карельских озерах встречались сего массой до 12 кг.

Темп роста сегов обусловлен не только характером потребляемой пищи, но и во многом зависит от интенсивности процессов метаболизма и уровня ее использования на формирование массы тела (на рост). Известно, что во время интенсивного роста использование ассимилированной части пищи на рост у «мелких» форм сегов не превышает 27 %, а у «крупных» достигает даже 38 %. Конечно, с

возрастом уровень использования ассимилированной пищи на рост закономерно снижается, но с разной интенсивностью. У «мелких» форм этот показатель колеблется около 15, у «крупных» – около 20.

Озерные формы обыкновенного сига являются хорошими объектами пастбищного рыбоводства. Они хорошо приживаются в малых озерах и могут быть объектами спортивного рыболовства и рыбного туризма. Реже они выращиваются в прудовых хозяйствах. В настоящее время сига начинают широко использоваться в пресноводном садковом рыбоводстве. Этому способствует хорошо отработанная технология получения половых продуктов, инкубации икры, выращивания посадочного материала и товарной рыбы.

2.2. Чудской сиг – *Coregonus lavaretus maraenoides* (Poljakow, 1874) является типичным представителем ихтиофауны Чудского и Псковского озер (рис. 3). Интродуцирован во многих водоемах Белоруссии, Южного Урала и Казахстана. Хорошо прижился в озере Севан и некоторых других водоемах Северного Кавказа. Быстро приспосабливается к условиям жизни в малых, даже эвтрофированных озерах с хорошим кислородным режимом.

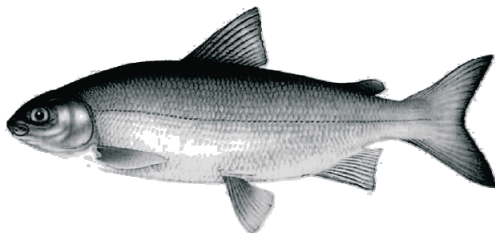


Рис. 3. Чудской сиг

Половой зрелости чудской сиг достигает в возрасте 4–6 лет. Плодовитость невысокая, чаще всего колеблется в пределах от 16 до 82 тыс. икринок. Средняя плодовитость около 40 тыс. икринок. Нереститься чудской сиг начинает в октябре, когда температура воды понижается до 4 °С. Заканчивается нерест обычно во второй половине декабря при температуре воды около 2 °С. Нерест происходит в прибрежных участках озера на каменисто-галечных грунтах с примесью гравия. Инкубационный период продолжается 4–4.5 месяца. Личинки выклеваются в самом конце марта – апреле.

Размер личинок 5–7 мм. В возрасте 3–5 суток личинки переходят на смешанное, а через 4–5 дней – на чисто внешнее питание. Основной корм личинок в это время – коловратки, науплиусы и другие мелкие формы планктона. С возрастом в пище чудского сига появляются более крупные формы зоопланктона (циклопы, дафнии, босмины), а также личинки тендипедид и других насекомых. Осенью во время нереста ряпушки чудской сиг охотно поедает ее икру. Зимой основу пищи сегов составляют тендипедиды и олигохеты. Крупные сиви с удовольствием поедают мелких рыб, особенно снеток, колюшку.

Растет чудской сиг очень быстро. В Чудском озере сеголетки сига достигают массы тела 30–40 г, а при выращивании в прудах даже 70–90 г. Средняя масса тела трехлеток чудского сига в разные годы колеблется около 230 г при длине тела 29–31 см. Пятилетки могут достигать массы тела 820 г и линейных размеров 41 см. Нередко залавливались семилетки массой тела 1100 г. Длина тела таких рыб достигала 45 см. Сиви более старшего возраста залавливались массой тела более 2.5 кг при длине тела до 55 см.

Чудской сиг является прекрасным объектом прудового и озерного рыбоводства. В северо-западном регионе его рыбопродуктивность достигает 130–150 кг/га, а в центральных районах даже 180–200 кг/га. Чудской сиг хорошо зарекомендовал себя как объект пастбищного рыбоводства. Он пользуется популярностью среди рыболовов-любителей и спортсменов. Разработана технология выращивания чудского сига в пресноводных садковых хозяйствах. Относясь к закрытопузырным рыбам, чудской сиг хорошо переносит зимовку в садках, устанавливаемых на глубине, активно питается и интенсивно растет. Он очень требователен к газовому режиму. При снижении содержания кислорода до 2.5 мг/л рыбы погибают. Оптимальное содержание кислорода для чудского сига колеблется в пределах 6.5–7.5 мг/л. Благоприятный интервал кислородного режима для чудского сига находится в пределах 5–10 мг/л.

2.3. Сиг-лудога – *Coregonus lavaretus ludoga* (Poljakov, 1874) в настоящее время признается одной из экологических форм сига обыкновенного. Лудога является основным представителем сегов в ихтиофауне Ладожского и Онежского озер. Кроме того, она встречается в глубоководных водоемах Финляндии, Швеции и других стран Западной Европы. В Онежском и Ладожском озерах является промысловым объектом.

Особенностями лудоги являются небольшая голова, несколько утонченная к рылу, сжатое с боков тело и плоская спина. Цвет тела спины буровато-зеленый, бока туловища серебристые, брюшко серебристо-белое (рис. 4). Как и большинство сигов, лудога относится к холодноводным рыбам, чаще всего обитает на береговых склонах, но при повышении температуры воды уходит на более глубокие участки водоемов. Осенью, когда температура воды понижается до 8–6 °С, лудога возвращается на луды, где активно питается. Половозрелой лудога становится в возрасте 4–6 лет. Ее плодовитость невысокая, чаще всего равняется 8–10 тыс. икринок. У крупных рыб она может достигать 20 тыс. икринок. При понижении температуры до 4–3 °С в конце октября – начале ноября у лудоги начинается нерест. Нерестилища обычно расположены на глубинах от 2 до 15 м, чаще всего 2–6 м. Грунты от валунно-песчаных до песчаных, чаще всего каменисто-гравийные. Лудога во время нереста не прекращает питаться и интенсивно поедает не только икру ряпушки на ее нерестилищах, но и собственную.

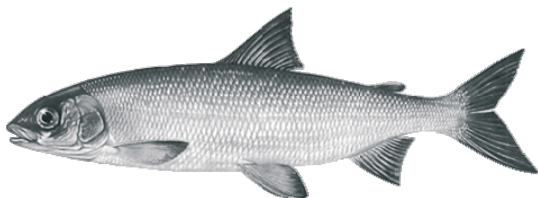


Рис. 4. Сиг-лудога

Личинки лудоги выклеваются обычно в конце марта – начале апреля. Их размеры колеблются в пределах 6–7 мм. Первые несколько дней они держатся в верхних слоях воды и очевидно питаются коловратками и мелкими формами ракообразных. К сожалению, подробные материалы по питанию личинок и мальков лудоги в литературе отсутствуют. В пище половозрелой лудоги чаще всего встречаются моллюски и ручейники. Во время миграции в глубоководные районы пищу лудоги в основном составляют различные формы ракообразных. По материалам М. А. Дятлова (2002), основой пищи ладожской лудоги является понтопорей.

Лудога относится к мелким формам сигов. Сеголетки к концу вегетационного периода вырастают до 8–12 см при массе тела 17–23 г. Об интенсивности дальнейшего роста сига-лудоги можно судить по материалам М. А. Дятлова (2002), приведенным в табл. 1. В Онежском озере уловы лудоги в основном представлены рыбами длиной 31–36 см и массой тела 180–450 г. В прежние годы отлавливались рыбы длиной до 48 см. В Ладожском озере зарегистрированы особи массой тела 4.9 кг.

Сиг-лудога может стать экономически выгодным объектом садкового рыбоводства в северных регионах нашей страны. Эта рыба может интенсивно питаться и быстро расти при очень низких температурах воды (2–6 °С). В экспериментальных условиях за зимний период масса тела сеголетков лудоги увеличивалась до 50 %, двухлетков – до 40 %. Есть основания допускать, что за два вегетационных периода трехлеток лудоги может достигнуть хорошей товарной массы (1.0–1.3 кг).

Таблица 1

**Линейный и весовой рост сига-лудоги из Ладожского озера
(по данным М. А. Дятлова, 2002)**

Год	Возраст, лет							
	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+
Длина (АС), см								
1973	15.2	20.3	25.1	28.0	33.9	36.7	37.7	39.4
1982	16.5	19.6	25.1	29.3	32.5	35.6	37.0	38.6
Масса тела, г								
1973	33	87	168	245	474	595	715	804
1982	37	77	183	293	416	545	625	791

2.4. Сиг-муksун *Coregonus muksun* (Pallas, 1814) относится к группе полупроходных сигов. Распространен в бассейнах северных рек Сибири. Нагуливается в приустьевых участках рек. Является объектом пастбищного рыбоводства и начинает постепенно осваиваться в садковых хозяйствах Северо-Запада России, в Финляндии и других странах Европы. Положительно относится к слабосоленым морским водам.

Тело муксуна удлинненное и сжато с боков. За головой оно несколько возвышается и затем плавно переходит в туловищный отдел. Окраска муксуна типичная для сиговых: темная спина, серебристые бока и очень светлое брюшко (рис. 5). В зависимости от

климатических условий половозрелым муксун становится в возрасте 5–10 лет. С условиями обитания связана и его плодовитость, величина которой колеблется в пределах 9–167 тыс., в среднем около 50 тыс. икринок. Нерестится муксун в реках при температуре воды 4.0–1.0 °С. В северных районах нерест обычно начинается в сентябре, а в южных – в ноябре и продолжается около двух недель. Нерестилища муксуна расположены на перекатах с галечно-гравийными и крупнопесчаными грунтами. Известна двухлетняя периодичность полового цикла муксуна.

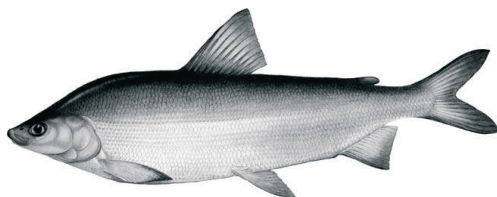


Рис. 5. Сиг-муксун

Массовый выклев личинок обычно наблюдается в апреле при температуре воды 3–4 °С. Их линейные размеры колеблются в пределах 4.5–6.5 мм при массе тела 4–6 мг. Выклюнувшиеся личинки течением воды постепенно сносятся в устьевые участки рек. К этому времени формируется их кормовая база и они начинают активно питаться. При достижении длины тела 44–65 мм молодь муксуна размещается в дельте рек и продолжает активно питаться. Качественный состав пищи молоди постепенно изменяется. В начале преобладают мелкие формы зоопланктона, затем появляются более крупные ракообразные и представители донной фауны. Пища взрослого муксуна более разнообразна. Ее основу составляют мизиды, гаммарусы, моллюски, полихеты и личинки насекомых. В зимний период взрослый муксун предпочитает питаться крупными представителями зоопланктона.

В природных условиях муксун относится к медленнорастущим видам сиговых. В возрасте 2+ масса тела муксуна 34–41 г, 3+ – 62–332 г, 4+ – 65–379 г, 8+ – 360–1410 г, 10+ – 615–2185 г и более. В реке Енисей раньше встречались рыбы до 8 кг, а в Гыданской губе был выловлен муксун длиной 94 см и массой 13.8 кг. Приведенные сведения показывают, что муксун имеет большие потенциальные

возможности для более быстрого роста в благоприятных условиях. При выращивании муксуна в специально подготовленных озерах двухлетки вырастают до 200 г, а трехлетки – до 500–600 г. При выращивании в прудах и садках получены аналогичные результаты.

Преимуществом муксуна как объекта садкового рыбоводства является возможность его выращивания как в пресных, так и в морских (до 10 ‰) водах. Наряду с этим муксун интенсивно питается и растет при очень низких температурах воды (до 1.0 °С). При этом муксун эффективно использует на рост ассимилированную пищу. Во время интенсивного роста вещество усвоенной части пищи до 37 % используется на рост.

2.5. Сиг-пыжьян (сибирский сиг) *Coregonus lavaretus pidschian* (Gmelin, 1788). В России его ареал на западе замыкается государственной границей, на востоке – бассейном реки Анадырь. На севере его распространению препятствует Северный Ледовитый океан, а на юге – монгольские степи. Различные климатические условия обитания пыжьяна способствуют формированию множества местных (экологических) форм.

Тело пыжьяна удлинненное, с боков сплюснутое. Маленькая голова заканчивается подъемом спины. Окраска сверху темная, с боков серебристая, а с брюшной стороны светлая (рис. 6). Половозрелым пыжьян становится в возрасте 4–5 лет, а некоторые северные популяции созревают лишь в возрасте 7–8 лет. Плодовитость различных форм пыжьяна колеблется от 3 тыс. до 120 тыс. икринок. Икра светло-оранжевая, некрупная, ее диаметр колеблется около 2 мм. Нерестилища пыжьяна расположены в реках на глубине 0.5–2.0 м на песчаных или галечно-каменистых грунтах. В зависимости от климатических зон обитания разные популяции пыжьяна нерестятся в разное время, обычно в период с сентября по февраль при температуре воды ниже 4 °С.

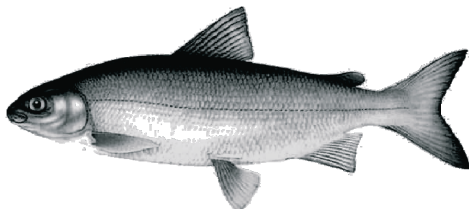


Рис. 6. Сиг-пыжьян

Личинки выклеваются в апреле – первой половине мая при температуре воды от 4 до 8 °С. Их длина 8–11 мм, масса – 5–6 мг. В течение 3–4 дней они скатываются с нерестилищ и в возрасте 7–10 суток начинают активно питаться коловратками и другими мелкими формами зоопланктона. По мере роста молодь пыжьяна переходит на питание более крупными планктонными организмами, чаще всего ветвистоусыми рачками. В пище взрослых рыб преобладают хирономиды, олигохеты и моллюски. Нередко пыжьян потребляет мизид, достаточно энергоемкий корм. Крупные рыбы не отказываются от молоди окуня, тугуна, ерша, ельца и сига. Потребляемая пыжьяном пища хорошо усваивается и используется на рост. По расчетным материалам, неполовозрелые рыбы до 44 % ассимилированной пищи осваивают на пластический обмен (рост). Минимальная величина этого показателя у пыжьяна равняется 24 %.

До полового созревания пыжьян не отличается интенсивным ростом. Масса тела сеголетков обычно не превышает 15 г, а длина – 3.0–3.5 см. Масса тела двухлетков колеблется в пределах 14–36 г, трехлетков – 34–134 г, пятилетков – 108–420 г. При достижении половой зрелости пыжьян начинает интенсивно расти. В возрасте 6+–7+ линейные размеры пыжьяна колеблются в пределах 30–40 см, а масса тела – от 0.8 до 1.2 кг. В озерных и прудовых хозяйствах Северо-Запада России двухлетки сига в качестве добавочной рыбы вырастали до 400–500 г.

Пыжьян может быть использован не только в озерном и прудовом рыбоводстве, но и при выращивании в садках. Он с высокой эффективностью использует на рост вещество пищи, хорошо растет при низких температурах воды, достаточно быстро становится половозрелым и, наконец, имеет вкусное белое мясо, пользующееся на рынке большим спросом.

2.6. Чир (щокур) *Coregonus nasus* (Pallas, 1776), один из крупных представителей сиговых рыб, распространен в реках и озерах бассейна Северного Ледовитого океана от Печоры до Шелагского мыса в Америке. Обитает в реках Канады. Встречается в реках бассейнов Берингова и Охотского морей. Совершает пищевые миграции в слабосоленые воды приустьевых участков рек. Характерными особенностями чира являются маленькая голова, небольшие глаза, нижний рот и высокое, уплощенное с боков тело (рис. 7). Как и у других сигов, окраска спины темная, с боков – серебристая (иногда с жел-

товатыми полосами), брюшко – беловато-серебристое. Во время нереста на голове, туловище и плавниках появляются эпителиальные бугорки, особенно хорошо выраженные у самцов.

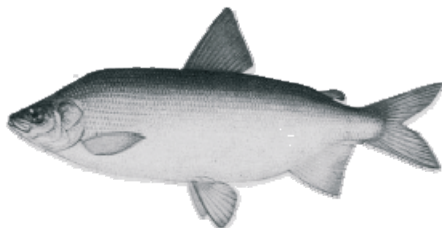


Рис. 7. Чир

В зависимости от климатической зоны обитания половое созревание чира растянуто. В южных частях ареала чир достигает половозрелости в возрасте 5–7 лет, в северных – 7–9 лет. При выращивании на Северо-Западе России чир становится половозрелым в возрасте 4–5 лет. Плодовитость чира колеблется от 12 тыс. до 130 тыс. икринок, в среднем 48 тыс. икринок. Икра по сравнению с другими сигадами очень крупная, около 4 мм в диаметре. Нерестовая миграция чира обычно начинается в конце июля – в августе вверх по течению реки. Нерестится чир поздней осенью (в октябре – ноябре), когда реки начинают покрываться льдом, при температуре воды 2.0–0.1 °С. Нерестилища располагаются на перекатах рек с песчано-галечными грунтами, которые чередуются с плесами глубиной до 20 м. После нереста производители перемещаются на глубокие плесы для питания.

Личинки выклеваются ранней весной и паводковыми водами разносятся по местам нагула. Первые 15–20 дней личинки питаются планктонными организмами, а затем, быстро подрастая, переходят на питание донной фауной (личинки насекомых, олигохеты). По мере роста молодежи диапазон ее пищевых объектов существенно расширяется. В рацион взрослых рыб входят хирономиды, моллюски, ручейники и придонные ракообразные. До 48 % ассимилированной пищи используется на рост, чем обеспечивается его высокая интенсивность. В благоприятных условиях выращивания сеголетки достигают массы тела 150 г, двухлетки – 500–600 г. Средняя

масса тела половозрелого сига в разных регионах обитания колеблется от 2 до 4 кг. Известны сиги длиной до 80 см и весом до 16 кг. Обычно самки растут быстрее самцов. Автору этой книги доводилось держать в руках 6–7-летних рыб весом до 8 кг.

Чир хорошо приспосабливается к различным условиям выращивания (озера, пруды, садки), интенсивно питается зимой при низких температурах воды, быстро растет, его мясо имеет прекрасные вкусовые качества. Чир целесообразно использовать в качестве объекта выращивания при зональной схеме организации садкового рыбоводства. Экономически выгодным может стать выращивание чира до возраста двухлетка-трехлетка. В разных регионах соотношение массы к длине тела различается, что указывает на различную скорость линейного и весового роста рыб.

2.7. Пелядь (сырок) *Coregonus peled* (Gmelin, 1789) обитает в озерах и озерно-речных системах бассейна Северного Ледовитого океана. В северной части Евразии ее ареал простирается от Мезени до Колымы. В результате рыбоводных работ ее ареал расширился на Северо-Запад России, Белоруссию, Прибалтику, Польшу, Финляндию и некоторые другие страны Европы. Тело у этого вида высокое, сжатое с боков. Рот конечный, верхняя челюсть лишь незначительно длиннее нижней. Окраска серебристая с темно-серой спиной, которая несколько темнее по сравнению с другими сигами. На голове и спинном плавнике видны мелкие черные точки (рис. 8).

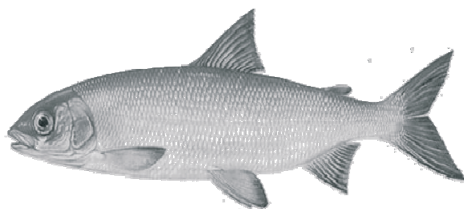


Рис. 8. Пелядь

Возраст половой зрелости пеляди зависит от климатических условий региона, от гидрологических условий и состояния кормовой базы водоема. Обычно диапазон колебаний возраста половозрелости пеляди ограничивается 2–5 годами. Плодовитость колеблется от 3,5 тыс. до 105 тыс. икринок, в среднем 44 тыс. Икра желтоватого

цвета, мелкая, диаметр 1.2–1.9 мм. Озерно-речная форма пеляди нерестится в сентябре – октябре при температуре воды 7–4 °С. У озерной пеляди нерест происходит во время ледостава (октябрь – декабрь) при температуре воды 5.0–0.1 °С. Нерестилища пеляди располагаются на каменисто-песчаных, галечно-гравийных и песчаных грунтах.

Личинки выклеваются ранней весной во время распаления льда (апрель – начало мая). Обычно они сосредотачиваются в верхних слоях воды, питаются мелкими формами фито- и зоопланктона. Их длина 8–11 мм. Во время паводка течением реки личинки размещаются на кормовых пастбищах. По мере роста характер питания молодежи и взрослых рыб мало изменяется – остается планктонным. Видовой состав зоопланктона и его размеры меняются в сторону укрупнения. При недостатке планктонных ракообразных пелядь переходит на питание донными организмами, в частности хирономидами. Усвояемость пищи и ее использование на рост достаточно высокие. В начальный период развития до 31 % ассимилированной пищи используется на рост. В естественных водоемах сеголетки пеляди вырастают до 15–25 г, двухлетки – до 30–90 г, трехлетки – до 40–170 г, четырехлетки – до 60–280 г и т. д. В высококормных водоемах с благоприятным гидролого-гидрохимическим режимом сеголетки достигают массы тела 80–100 г, двухлетки – 450–500 г и т. д. При выращивании двухлеток в специально подготовленных озерах Северо-Запада России масса их тела достигала 150–500 г, трехлеток – 400–1000 г. В Карелии средняя масса тела двухлеток пеляди достигала 300 г. При выращивании в южных районах страны четырехлетки пеляди были длиной 33 см при массе – 690 г, а вес пятилеток превышал 1 кг. Скорость роста озерных форм пеляди значительно (по расчетам, до 30 %) превышает скорость роста озерно-речных форм. Например, в бассейне реки Обь у речной пеляди в возрасте 4+ средняя длина была 26 см и масса 270 г, у озерной – 33 см и 590 г, в возрасте 6+ в реке – 30 см и 350 г, озере – 36 см и 750 г.

Высокая экологическая пластичность пеляди, эффективное использование искусственного корма на рост, широкий диапазон параметров условий для развития и роста, способность нормально существовать в ограниченном пространстве позволяют рекомендовать ее для садкового рыбоводства в пресных и слабосоленых водах природных водоемов.

Контрольные вопросы

1. Основные требования к объектам садкового сиговодства.
2. Биологическая характеристика сига обыкновенного *Coregonus lavaretus* (Linnaeus, 1758).
3. Озерные формы сигов и их характеристика (чудской сиг, сиг-лудога и др.).
4. Озерно-речные формы сигов и их характеристика (сиг-муксун, сиг-пыжьян и др.).
5. Пелядь – особенности роста и развития.
6. Половое созревание и плодовитость сигов.
7. Сроки и условия нереста сиговых.
8. Выклев и развитие личинок.
9. Значение смешанного питания личинок.
10. Питание молоди сигов.
11. Особенности роста сиговых.

ГЛАВА III.

СОЗДАНИЕ САДКОВОГО СИГОВОГО ХОЗЯЙСТВА

Основной принцип при создании садковых сиговых хозяйств любой мощности – обеспечение благоприятных условий для выращивания качественного посадочного материала и конкурентоспособной товарной рыбной продукции. Такие условия обеспечиваются местом размещения садкового хозяйства, состоянием окружающей водной среды, применяемой технологией и, конечно, формой его организации.

3.1. Формы садковых сиговых хозяйств

В настоящее время на основании анализа использования производственно-технологического цикла выделяются следующие формы организации садковых хозяйств: полносистемные, специализированные и комплексные.

В **полносистемных хозяйствах** осуществляется полный цикл производства рыбной продукции: от формирования маточного стада разводимого объекта, инкубации икры и получения личинок до производства товарной рыбной продукции и ее реализации (рис. 9). Для полного осуществления этого процесса в состав полносистемного хозяйства должны входить:

- садки для формирования маточного стада (основные, ремонтные и резервные);
- помещения для получения половых продуктов, инкубационные аппараты;
- рыбоводные аппараты для подращивания личинок и выращивания мальков;
- садки для выращивания посадочного материала;
- садки для выращивания товарной рыбы;
- оборудование для контроля состояния выращиваемой рыбной продукции;
- приборы для контроля качества водной среды;
- вспомогательные помещения и рыбоводный инвентарь.

Для повышения эффективности полносистемного сигового хозяйства в его составе следует иметь специальный цех по переработке рыбной продукции (охлаждению, солению, копчению и т. д.).

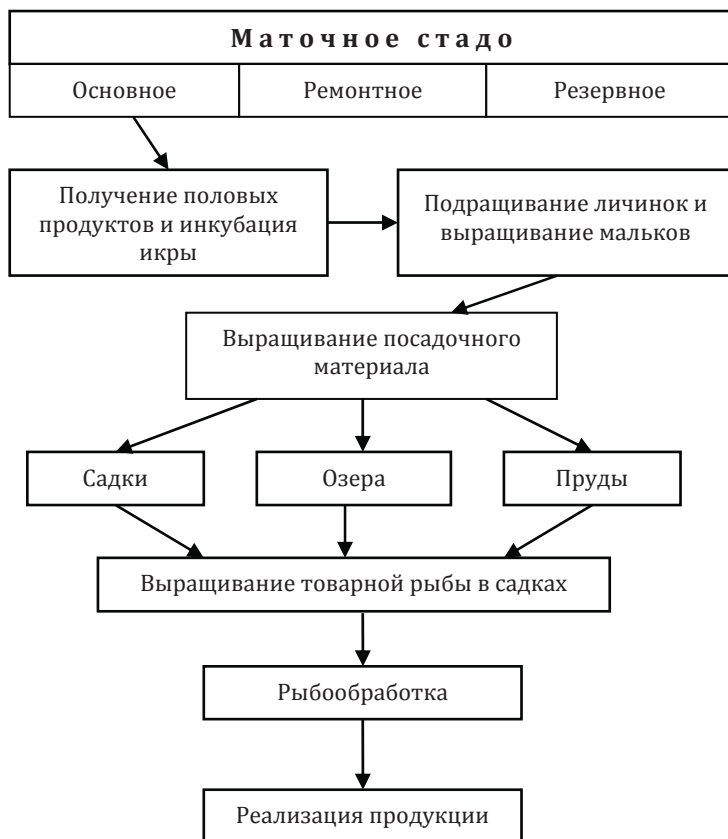


Рис. 9. Полносистемное сиговое хозяйство

Объемы рыбоводных сооружений и вспомогательных помещений определяются общей мощностью хозяйства.

Положительной стороной такой формы сигового хозяйства является отсутствие необходимости иметь прямые связи с другими хозяйствами. В частности, не требуется завозить из других хозяйств посадочный материал. Значит, исключается вероятность

занести в хозяйство возбудителей различных заболеваний. В настоящее время это очень важно, так как во многих хозяйствах существуют очаги различных инфекций. Не меньшее значение имеет наличие возможности реализации продукции на разных этапах ее производства (икра, молодь, посадочный материал, товарная рыба, переработанная рыба) и короткие сроки оборачиваемости капитала (инвестиций, кредитов и т. д.). К отрицательным сторонам такой формы хозяйства следует отнести длительный срок его организации (5–6 лет), очень продолжительное время окупаемости капитальных вложений (до 8 лет), сложность управления разнопрофильным хозяйством и недостаток специалистов широкой квалификации.

При организации сигового рыбоводства по зональному принципу наиболее приемлемы **специализированные хозяйства**, которые создаются на основе этапности осуществления технологического процесса при получении конечного продукта (формирование маточных стад, выращивание посадочного материала, выращивание товарной рыбы). Использование этого принципа позволяет размещать каждое специализированное хозяйство в таких участках водоемов, в которых имеются наиболее благоприятные условия для осуществления каждого этапа производства рыбной продукции.

Специализированное маточное хозяйство формируется для каждой конкретной природной области. Например, в Карелии достаточно иметь два таких хозяйства (для северной и южной областей). Маточные сиговые хозяйства создаются чаще всего на базе природных популяций озерных быстрорастущих экологических форм сигов, которые хорошо адаптированы к местным условиям. Для этого в хозяйстве необходимо иметь:

- плавсредства (лодки) и орудия промысла (мережи, сети, тягловые невода);
- садки для выдерживания отловленных производителей;
- садки для формирования маточного стада;
- помещения для отбора половых продуктов и инкубации икры;
- инкубационные аппараты;
- оборудование для контроля состояния производителей и качества водной среды;
- вспомогательные помещения и рыбоводное оборудование.

При формировании маточного стада сиговых обычно применяются методы массового и индивидуального искусственного отбора.

Предварительный отбор обычно проводится на этапе малька массой 2–4 г в возрасте около 2 месяцев. Массовый отбор рекомендует начинать с сеголетков массой 20–30 г напряженностью 10 %. У более старших возрастных групп обычно проводится индивидуальный направленный отбор (увеличение скорости роста, повышение плодовитости, сокращение сроков полового созревания и т. д.). Прежде всего отбирают активных особей, отличающихся быстрым ростом, хорошей упитанностью, без признаков повреждений и заболеваний, размещающихся в нижних горизонтах садков. Одновременно из маточного стада изымаются все рыбы, значительно отстающие в росте (более 25 % от средней массы и размеров), поврежденные и заболевшие, плавающие на боку или вверх брюшком, постоянно находящиеся в верхнем слое воды. У половозрелых рыб учитывается плодовитость и качество половых продуктов.

При создании и функционировании специализированного маточного хозяйства появляется возможность использовать продуктивных природных и собственных производителей и тем самым постоянно улучшать качество потомства и конкурентоспособность производимой товарной продукции.

Специализированные садковые хозяйства по выращиванию посадочного материала сигов целесообразно также создавать в каждой природной области. Их количество и мощность определяются потребностями рынка. В таких хозяйствах следует выращивать посадочный материал различного возраста и, соответственно, различной массы. Например, массой тела 5, 20, 50, 100 г и даже 200–400 г. При этом продолжительность циклов выращивания будет изменяться от нескольких месяцев (сеголетков) до 1.5 лет (двухлетков). Возрастное разнообразие товарной продукции будет способствовать расширению рынка сбыта выращиваемой продукции.

Необходимое оборудование хозяйства для выращивания посадочного материала:

- садки разных размеров с дековым покрытием различной ячеи;
- автокормушки;
- аппаратура для оценки качества посадочного материала;
- аппаратура для контроля качества водной среды;
- вспомогательные помещения, рыбоводное оборудование.

Если цикл выращивания посадочного материала начинается с последних этапов развития эмбрионов, 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. Молодь массой тела около 300 мг пересаживается в садки, устанавливаемые в естественных водоемах со слабым течением воды. Ячея для выростных садков подбирается в соответствии с размерами выращиваемой молоди (посадочного материала).

Специализированные садковые сиговые хозяйства по выращиванию товарной рыбы формируются и функционируют в каждой природной зоне. Общая мощность таких хозяйств определяется следующими основными факторами:

- **экологической емкостью водоемов**, в частности физическими параметрами (глубиной и площадью водоемов, температурой и скоростью течения воды и др.), гидрохимическими показателями (O_2 , PO_4 , BPK_5 , NO_3 , NO_2 , NH_3 , $P_{мин}$, $P_{орг}$ и др.) и биологическими особенностями (макрофитами, фитопланктоном, зообентосом и рыбным населением) водоемов;

- **потребностями рынка** (по материалам РАМН, норма потребления рыбы одним человеком в год составляет 23,7 кг).

Зная норму потребления рыбы человеком в год и общую численность населения, не представляет трудности рассчитать общую потребность в рыбной продукции в каждом конкретном регионе. Например, для Карелии она равняется 15,3 тыс. т/год, а для Санкт-Петербурга – 115,8 тыс. т/год. В соответствии с потребностями рынка товарная рыбная продукция может реализовываться в разном возрасте: однолетней (250–350 г), двухлетней (0,8–1,2 кг) и трехлетней (более 2 кг).

Рыбоводное оборудование сиговых товарных хозяйств:

- садки разных размеров и объемов с делевым оснащением различной ячеи;

- автокормушки;

- аппаратура для контроля за поведением выращиваемых рыб и поедаемостью корма, для оценки качества выращиваемой продукции и состояния водной среды;

- бытовые, складские и другие вспомогательные помещения, рыбоводное оборудование.

При выращивании товарной продукции высокого качества особое внимание следует уделять поведению рыб в садках, эффективности использования корма и скорости их роста, а также своевременному проведению профилактических мероприятий.

Положительной стороной специализации садкового сиговодства по зональному принципу является наиболее эффективное использование кадров, 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.

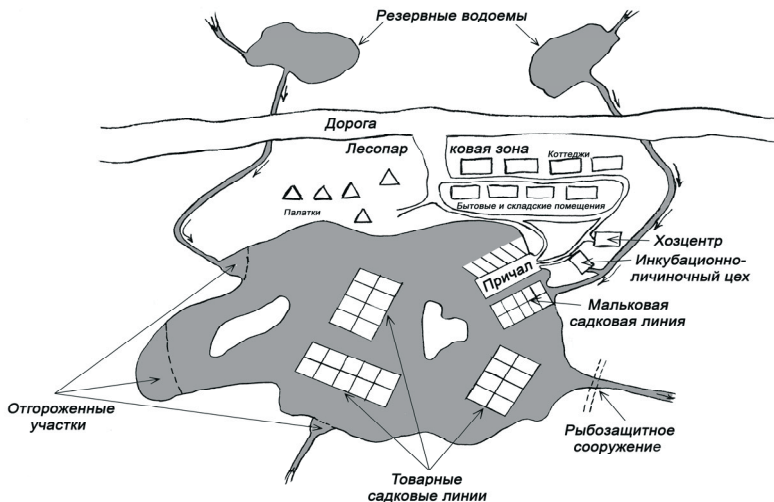


Рис. 10. Общая схема комплексного садкового сигового хозяйства

Комплексные садковые сиговые хозяйства – это новая форма хозяйствования на пресноводных водоемах, которая позволяет одновременно использовать несколько способов производства рыбной продукции (садковый, бассейновый, пастбищный, прудовый, озерный). При организации такого хозяйства возможно использовать различные сочетания этих методов. Например, в садковом сиговодстве Северо-Западного и Западно-Сибирского регионов эффективным может быть сочетание садкового, бассейнового, пастбищного и озерного способов, а в Центральном – садкового, бассейнового, прудового и пастбищного. Общая схема комплексного садкового сигового хозяйства представлена на рис. 10. Аналогичная

схема может быть использована при выращивании других видов рыб (форели, осетров), а также их комплекса. Например, форель, сиг и местные виды рыб или осетр, лосось, сиг и традиционные обитатели осваиваемых водоемов.

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

Поэтому в составе комплексного садкового сигового хозяйства необходимо иметь:

- арендованные или приобретенные в собственность водоемы (озера, заливы);
- садки различных размеров;
- инкубационно-личиночный цех с лотками и бассейнами с проточной водой;
- автокормушки и другое рыбоводное оборудование;
- плавсредства, орудия промысла и спортивное снаряжение;
- бытовые и складские помещения;
- гостевые помещения (коттеджи, палатки и др.).

Акватории водоемов, площади рыбоводных сооружений и другие объекты хозяйства определяются его общей мощностью. Нецелесообразно экологически и невыгодно экономически организовывать такие хозяйства на водоемах большой площади (5–10 тыс. га). Практика показывает, что максимальная акватория водоема не должна превышать 500–600 га. Допустимо в одном хозяйстве иметь несколько (до 3) небольших водоемов (до 200 га).

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

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

Пастбищный комплекс (бассейны, садки, озера) важен в комплексном хозяйстве для выращивания посадочного материала в бас-

сейнах или садках под полным контролем рыбоводов и последующего его размещения в естественном водоеме (озере) комплексного хозяйства для нагула на самовоспроизводящейся кормовой базе.

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

Рассмотрим общую схему технологического процесса при функционировании комплексного садкового сигового хозяйства (рис. 10).

Технологический процесс в таком хозяйстве экономически выгодно начинать с приобретения оплодотворенной икры на стадии «глазка» и ее доинкубирования в аппаратах Вейса. При наличии половозрелых рыб при выращивании в озерах или садках возможно частично использовать половые продукты от этих производителей. Содержать в таких хозяйствах специальные маточные стада нецелесообразно, так как их формирование требует значительных материальных и финансовых затрат и наличия соответствующих специалистов (селекционеров, генетиков). Следующим этапом является размещение выклюнувшихся из икры личинок и организация их кормления. Личинки сиговых начинают питаться на 3–5-й день после выклева. В качестве корма можно использовать «Эквизо» или корма фирмы «Райсио агро».

Затем подрощенная в течение 3–4 недель молодь размещается в садки для получения жизнестойкого посадочного материала к концу первого вегетационного периода. Кормить молодь следует гранулированными сиговыми кормами различных производителей.

Осенью сеголетки размещаются в садки или в озера для получения товарной продукции, а их избыток реализуется другим производителям. При выращивании товарной рыбы в садках используются гранулированные корма, а при выращивании в озерах – естественная кормовая база.

Садковая товарная продукция реализуется через рынок, а выращиваемая в озерах и местная рыба используется для спортивного рыболовства и рыбного туризма.

Комплексное садковое сиговое хозяйство может функционировать на протяжении многих лет. Если же производить соответствующую его модернизацию на инновационной основе, то его деятельность путем перехода с одного этапа (цикла) на другой может осуществляться безгранично.

3.2. Основные требования к водоемам для размещения садкового сигового хозяйства

Подбор водоемов или части их акваторий для размещения садковых хозяйств является одной из главных задач будущего организатора производства. От правильного выбора места размещения хозяйства зависит его будущая экономическая эффективность. Выбор водоема для размещения садкового хозяйства обычно начинается с гидрографической оценки его состояния. Исследуются глубины водоема, наличие течений и их скорости, возможная высота волн при различных направлениях ветра, грунты, толщина илового слоя, зарастаемость и другие показатели. Полученные результаты сравниваются с условиями для нормального функционирования размещаемого садкового хозяйства, которые в основном определяются объектом выращивания и используемой технологией.

Акватория для предполагаемого размещения садкового сигового хозяйства должна отвечать следующим гидрографическим условиям:

- площадь акватории потенциального участка должна обеспечивать размещение садков, охранную зону для функционирования хозяйства (не менее 100 м от садков) и возможность развития хозяйства;
- глубина водоема на месте установки садков не должна быть менее 8 м для выращивания товарной продукции и менее 5 м для выращивания посадочного материала;
- расстояние садков от любых зарослей растительности должно быть не менее 100 м;
- наличие течений воды в районе садков, скорость течений в пределах 0.02–0.15 м/с;
- защита садков от ветрового и волнового перемешивания, высота волны в районе садков не должна превышать 1.5 м;
- отсутствие легко взмучиваемых донных отложений, особенно антропогенного происхождения;
- свойства грунта должны обеспечивать устойчивое закрепление садков в месте их установки;
- рельеф дна должен способствовать рассеиванию остатков корма и продуктов метаболизма выращиваемых рыб, в частности, не должно быть значительных углублений;

- вблизи садкового хозяйства должны полностью отсутствовать бытовые, сельскохозяйственные и производственные стоки;
- окружающая садковое хозяйство среда не должна быть источником заболеваний выращиваемых рыб.

При выборе места размещения садкового хозяйства, наряду с гидрографическими условиями, необходимо учитывать экономические факторы.

Прежде всего целесообразно рассмотреть наличие рынка сбыта производимой рыбной продукции и его возможности. Этой проблеме до сих пор не уделяется должного внимания. Если рынки больших городов еще в какой-то степени изучаются, то рынкам «нерыбных» регионов не уделяется никакого внимания. Вместе с тем известно, что «нерыбные», степные и засушливые районы могут быть достаточно значительными потребителями рыбной продукции, особенно из северных районов. Конечно, следует учитывать и расстояние таких рынков от размещения хозяйств. Экономисты рекомендуют использовать для транспортировки продукции наиболее дешевый вид транспорта, позволяющий в короткие сроки доставлять продукцию на рынок. Важное значение для экономики также имеет наличие возможных конкурентов и их мощность. Поэтому реализуемая продукция должна быть конкурентоспособной, в частности дешевой, и иметь высокие качественные показатели. Ее качество может быть повышено путем переработки (живая рыба, соленье, вяление, копчение и т. д.).

На следующем этапе выбора водоема или отдельной части его акватории для создания садкового хозяйства организатор должен определить пригодность водной среды для выращивания рыбы. Ведь вода является не только средой обитания рыб, но и активно участвует во всех биохимических реакциях их организма, обеспечивая его нормальное функционирование. Поэтому оценка качества водной среды при выборе водоема для размещения садкового хозяйства становится не менее важной задачей организатора производства. Вода должна быть благоприятной для выращивания рыбы, и в ней не должны содержаться загрязняющие вещества, негативно влияющие на рост рыб и их вкусовые качества.

О качестве водной среды обычно судят по величинам гидрохимических показателей, знание которых позволяет многосторонне оценить абиотические условия и получить представление о возможностях развития биоты.

Температура воды является одним из важнейших показателей для пойкилотермных организмов. Известно, что температура тела рыб сходна с температурой воды, в которой они обитают. Экологический диапазон температурных условий в онтогенезе сигов колеблется в пределах от 0.1 до 23.0 °С. Для нормального развития его эмбрионов температура воды не должна выходить за пределы 0.1–7.0 °С. Личинки сигов нормально развиваются в температурном диапазоне 7.0–12 °С, а для старших рыб температурный оптимум колеблется в пределах 12–18 °С.

Изменения температуры даже в пределах экологического диапазона оказывают влияние на интенсивность процессов метаболизма, скорость роста и развития, на сроки полового созревания и время нереста сигов.

Экспериментальные работы с молодью сиговых показали, что при снижении температуры воды даже в благоприятном интервале замедляется интенсивность дыхания и сокращается скорость роста. При повышении температуры наблюдаются обратные явления. Например, в опытах при температуре 12–13 и 16–17 °С (благоприятный интервал) различия в интенсивности газообмена мальков пеляди на протяжении 10 дней достигали 39–47 %. Использование вещества трансформированной пищи на пластический обмен (РА) в этот же период составляло 21.1 и 23.5 % соответственно.

Известны примеры, когда онежская ряпушка при повышенной температуре воды не приходила на нерестилища и откладывала икру в более холодных (глубоких) участках водоема. В результате рыбаки, установившие на миграционном пути ряпушки орудия промысла, остались без улова. Аналогичные случаи влияния температуры на нерест рыб известны для многих видов.

Особенно четко можно проследить влияние температуры воды на продолжительность эмбриогенеза сиговых. Например, изменение средней температуры воды в эмбриональный период развития сигов на 1 °С сокращает или удлиняет продолжительность эмбриогенеза на 10–15 %. Также опытными работами сотрудников СеврыбНИИпроекта (Ю. С. Дмитренко, З. А. Горбунова) было показано, что при снижении температуры воды до нижнего предела экологического диапазона продолжительность эмбриогенеза пеляди в условиях Карелии увеличивается на 15–20 дней. Также известно, что если температура воды при инкубации икры сигов превышает благоприятный интервал, то у эмбрионов нарушается процесс морфо-

генеза и выклеывавшиеся личинки становятся нежизнеспособными.

Температура воды имеет большое значение при подготовке производителей рыб к нересту. На основе регулирования температурных условий академик А. Н. Державин разработал экологический метод регулирования скорости созревания половых продуктов у различных видов рыб. С помощью этого метода можно ускорять или затормаживать созревание половых продуктов. В настоящее время метод широко используется в рыбоводстве.

Газовый режим. Формирование газового режима в водоеме осуществляется через физическое взаимодействие водной среды с атмосферой, микробиологические и биохимические процессы, фотосинтез, дыхание и другие механизмы.

Кислород. Это очень лабильный компонент водной среды водоемов. Его содержание в воде в основном обеспечивается за счет диффузии из атмосферы. Сиги нормально развиваются при содержании растворенного в воде кислорода больше 5.5 мг/л. Его оптимальная величина для нормальной жизни рыб колеблется в пределах 7–10 мг/л. Критическая концентрация O_2 для сигов 3–4 мг/л, а летальная меньше 1.3 мг/л. На протяжении суток содержание кислорода в воде может колебаться в значительных пределах, в результате чего могут возникать заморы. Причина суточных и сезонных колебаний кислорода заключается в различной интенсивности развития фитопланктона, в изменении температурных условий, освещенности и других показателей среды. Особенно высока опасность возникновения заморы в эвтрофных водоемах (чаще всего утром). Поэтому садковые хозяйства, особенно сиговые, не рекомендуется размещать в водоемах высокой трофности. О появлении заморных явлений в садках или других рыбоводных сооружениях можно судить по поведению рыб. При недостатке кислорода рыбы совершают вертикальные миграции (свечки) для захвата атмосферного воздуха. Быстро устранить дефицит кислорода в садках можно с помощью водоструйных насосов.

Углекислый газ. Один из конечных продуктов метаболизма организмов. Его содержание в воде в пределах 5–20 мг/л безопасно для жизни рыб. Значительное увеличение CO_2 выше 20 мг/л угнетает газообмен рыб и может привести к их гибели. Высокому содержанию CO_2 в садках могут способствовать большие плотности посадки рыб,

слабая проточность садков, обилие водорослей, в том числе на делевых стенках, поступление органических соединений извне.

Сероводород в природных водах олиготрофных и мезотрофных водоемов практически не встречается, но может образовываться в придонных слоях воды при длительном функционировании садковых хозяйств. Опасность даже незначительных количеств H_2S для рыб заключается в его угнетающем действии на способность тканей усваивать кислород. Кроме того, на его окисление требуется значительное количество кислорода (на 1 мг H_2S требуется 2.5 мг O_2), что может способствовать появлению заморных явлений.

Аммиак, конечный продукт метаболизма организмов, весьма опасен для жизни рыб. В водоемах образуется при минерализации органического вещества. Предельно допустимая концентрация аммиака для рыбохозяйственных водоемов – 0.05 мг/л. Его токсичность возрастает при увеличении рН. В сильнощелочной среде (рН выше 8.0) возможно возникновение у выращиваемых рыб тиксикозов.

Наряду с изучением термического и газового режимов общую оценку водной среды можно получить при определении показателей рН, цветности и прозрачности воды, содержания взвешенных и органических веществ.

Активная реакция воды (рН). По изменениям величины этого показателя можно судить о концентрации свободных ионов и оценивать их динамику в сторону кислотности или щелочности водной среды. Его величина зависит от соотношения концентраций двуокиси углерода (диоксида углерода) и бикарбонатов. Для сиговых особенно опасно увеличение рН, показывающее нарастание щелочности воды. Известно, что при рН более 8.0 замедляется скорость роста рыб, а у эмбрионов нарушается процесс морфогенеза. Выклюнувшиеся личинки сигов чаще всего нежизнеспособны. При рН более 9.0 возможно возникновение некроза жаберного аппарата и гибель рыб. Оптимальная величина рН для сиговых 6.5–7.5.

Прозрачность вод зависит от количества взвешенных в них минеральных и органических частиц различного происхождения. Весной – минерало-органические смеси паводковых вод, летом – массовое развитие водорослей, осенью – взмученные минеральные компоненты, зимой – окисление отмирающих водорослей. При низкой прозрачности вод содержащиеся в них минеральные и органические компоненты могут обволакивать оболочки икринок и раз-

вивающийся жаберный аппарат личинок, нарушать процесс газообмена молоди и более старших рыб. Малая прозрачность вод может угнетать поисковую активность молоди и взрослых рыб. Для сегов прозрачность вод должна быть не менее 2 м, а для икры и личинок – не менее 3 м по диску Секки.

Цветность вод в основном определяется содержанием веществ гумусового происхождения. Чаще всего это болотные воды водосборов, которые формируют цвет воды в озерах, реках и других водоемах. Цветность до 30 градусов считается технологической нормой. Однако по многолетним наблюдениям известно, что в северных водоемах, имеющих болотное питание, цветность воды даже до 200 градусов не оказывает негативного влияния на результаты выращивания рыбы в садках. Рыбоводам же следует знать, что при большой цветности воды зрительный рецептор у рыб работает менее эффективно, чем в прозрачной воде, поэтому снижается активность поиска пищи в природных условиях.

Взвешенные вещества могут оказаться весьма опасными для выращиваемых рыб. Они в основном представлены взвесями взмученного грунта и детрита, способными при большом содержании (50–100 мг/л) обволакивать оболочки икринок, жаберный аппарат личинок и даже мальков. Взвесь также затрудняет дыхание и питание взрослых рыб. Снижая прозрачность воды, она сокращает роль зрительных рецепторов в поиске и добыче пищи и тем самым отрицательно сказывается на росте рыб. Содержание взвешенных веществ в рыбохозяйственных водоемах, особенно в тех, где осуществляется рыбоводство, не должно превышать 10 мг/л.

Органические вещества в водной среде, состоящие из неразложившихся остатков растительных и животных организмов, продуктов их трансформации и преобразования, находятся в растворенном, коллоидном и взвешенном состояниях, образующих динамическую систему, в которой под воздействием физических, химических и биологических факторов непрерывно осуществляются переходы из одного состояния в другое. Увеличение их содержания или нарушение процессов трансформации может привести к образованию сероводородных зон, дефициту кислорода, избытку углекислоты и даже к нарушению биологического статуса водоемов, что может проявляться в ускорении их эвтрофирования. В результате может возникнуть ситуация, препятствующая проведению в таких водоемах любых рыбоводных работ.

Достаточно точно о содержании органических веществ в водоеме можно судить по окисляемости и биологическому потреблению кислорода (БПК₅, БПК₂₀). По величине перманганатной окисляемости (ПО) определяется содержание легкоокисляемых органических веществ. Обычно их величина колеблется около 30 % от общего содержания органики в водной среде. Оптимальная величина ПО для рыбохозяйственных водоемов 10–15 мгО/л, допустимая – до 30 мгО/л. Снижение этого показателя является индикатором сокращения биологической продуктивности в водоеме, что может быть благоприятным для организации садкового рыбоводства. Конечно, водоем с очень малым содержанием органики (ПО < 5) непригоден для рыбоводства. Методом бихроматной окисляемости (БО) можно определить общее количество органических веществ (до 90 %), находящихся в водоеме. Большая часть этой органики представлена медленно трансформирующимися веществами. Их влияние на трофический статус водоема достаточно продолжительное. Нормативный показатель ПБ для рыбохозяйственных водоемов – 40–45 мгО/л, допустимая величина – до 100 мгО/л. О содержании лабильной органики обычно судят по величине БПК₅, реже – по БПК₂₀. Рыбохозяйственный норматив БПК₅ – 2.0 мгО₂, допустимая величина для сиговых 7.0 мгО₂/л. Норматив для БПК₂₀ – около 3.0 мгО₂/л. Превышение названных нормативов может отрицательно сказаться на нормальном развитии эмбрионов и личинок, на пищевой активности и росте старших возрастных групп рыб. Большое количество органики в водоеме будет способствовать развитию водорослей с соответствующими последствиями для газового режима в садках.

Более детальную информацию об органическом веществе можно получить при изучении динамики азотных и фосфорных соединений. Они поступают в водоемы с почвенным стоком, с атмосферными осадками, с конечными продуктами метаболизма организмов. По их состоянию можно определить экологические возможности водоемов для осуществления рыбоводных мероприятий, в том числе садкового рыбоводства, и даже воздействие этих мероприятий на водные экосистемы.

Растворимые компоненты азотных соединений присутствуют в водной среде в виде аммонийного азота, нитритов и нитратов. Фосфорные соединения представлены в виде минеральных и органических компонентов. Чрезмерное содержание этих веществ в водоемах чаще всего неблагоприятно сказывается на их экологиче-

ском статусе и даже может повлиять на трофический уровень водоемов и функционирование рыбоводных хозяйств.

Допустимые величины содержания названных веществ определены в нормативах для рыбохозяйственных водоемов. Установлены следующие величины предельно допустимых концентраций (ПДК) для рыбохозяйственных водоемов:

- аммонийный азот – 0.4 мгN/л;
- нитриты – 0.02 мгN/л;
- нитраты – 9.1 мгN/л;
- минеральный фосфор – 0.05–0.15 мгP/л (в зависимости от рыбохозяйственной категории водоема);
- общий фосфор – до 2.0 мгP/л в естественных водоемах.

Минеральные вещества, наряду с физическими показателями водной среды и с наличием органических веществ, весьма важны для нормального развития и роста рыб. Они обеспечивают неорганическую структуру тела рыб, активно участвуют в осуществлении их физиологических функций и биохимических реакций. Кроме биогенных элементов в тканях рыб обнаружены барий, бор, ванадий, кадмий, мышьяк, никель, ртуть, свинец, стронций и фтор. Большинство из этих элементов являются весьма ядовитыми для гидробионтов. Например, ПДК ванадия – 0,001 мг/л, кадмия – 0,005 мг/л, свинца – 0.006 мг/л, ртути – 0.0 мг/л и т. д. Среди биогенных элементов также встречаются опасные для жизни рыб. В частности, ПДК хрома трехвалентного – 0.07, железа закисного – 0.05 мг/л, марганца – 0.01 мг/л, меди – 0.01 мг/л, цинка – 0,01 мг/л. Однако все они в разных количествах необходимы для нормального развития и роста, так как участвуют в осуществлении множества физиологических функций. Железо является важнейшим элементом дыхательной функции, калий и натрий – осморегуляции, кальций – создания структуры организма, марганец – гормональной регуляции, медь – синтеза и активации ферментов, цинк – образования инсулина и дыхательных энзимов. При наличии этих знаний специалист-рыбовод должен учитывать возможное механическое воздействие при накоплении некоторых элементов в водной среде. Например, повышенное содержание окисного железа может нарушить процесс развития эмбрионов сигов, покрывая оболочки икры плотным слоем своих отложений. Аналогичная ситуация может возникнуть с личинками сигов, когда их жабры покрываются слоем окисного железа.

Основные требования к качеству водной среды рыбохозяйственных водоемов приведены в табл. 2 (по ОСТ 15.372.-87).

Таблица 2

**Основные требования к качеству водной среды
рыбохозяйственных водоемов**

Параметр	Инкубация икры	Выращивание рыбы	Допустимые величины	ПДК р/х
Прозрачность, м	> 2	> 1.5	–	–
Цветность, град.	–	< 30	< 100	–
Взвешенные вещества, мг/л	< 5.0	< 10.0	< 30.0	+0.25 к фону
pH	7–8	7–8	6.6–8.5	6.6–8.5
O ₂ , мг/л	> 9	> 9	> 6	> 6
CO ₂ , мг/л	10	10	< 20	–
Сероводород, мг/л	Отсутствие	Отсутствие	Отсутствие	–
Аммиак свободный, мгN/л	< 0.01	< 0.05	< 0.1	0.05
Перманганатная окисляемость, мгO/л	< 10	< 10	< 30	–
Бихроматная окисляемость, мгO/л	–	< 45	< 65	–
БПК ₅ , мгO ₂ /л	< 2.0	< 5.0	< 8.0	2.0
Аммонийный азот, мгN/л	< 0.75	< 0.5	< 0.5	0.5
Нитриты, мгN/л	–	< 0.02	< 0.1	0.08
Нитраты, мгN/л	–	< 0.5	< 1.0	2.0
Фосфаты, мгP/л	–	< 0.05	< 0.3	0.05* 0.15** 0.2***
Железо общее, мгFe/л	< 0.1	< 0.5	–	0.1
Железо закисное, мгFe/л	Отсутствие	< 0.1	–	–
Жесткость общая, мг-экв./л	1.5–5.0	3.0–7.0	–	–
Минерализация, г/л	< 1.0	< 1.0	–	–
Нефтепродукты, мг/л	< 0.05	< 0.05	–	0.05

Примечание. * – олиготрофный водоем, ** – мезотрофный водоем, *** – эвтрофный водоем.

При выборе водоемов для садкового хозяйства, зная токсичность элементов и их содержание в водной среде, источники происхождения и пути транспортирования, специалист-рыбовод имеет возможность обезопасить выращиваемых рыб. Это можно сделать путем удаления размещаемого хозяйства от источников токсичных элементов, изменения путей их транспортировки, устранения антропогенных водотоков и т. д.

При этом рыбовод должен знать, что при функционировании садкового хозяйства в какой-то степени может измениться гидрохимический статус водной среды. Поэтому, проводя комплексный анализ водной среды в предполагаемой акватории размещения хозяйства, следует обращать внимание не только на водообеспечение, но и на возможные изменения качества водной среды.

После выбора места размещения садкового сигового хозяйства на основе комплексного анализа материалов о гидрологическом и гидрохимическом составе вод следующим этапом является его создание.

3.3. Создание садкового сигового хозяйства

На основании тщательного анализа материалов по исследованию гидролого-гидрохимического состояния водоема, предполагаемого для организации садкового хозяйства, определяется его пригодность для создания такого хозяйства. При положительном решении создание садкового сигового хозяйства по выращиванию разновозрастной рыбной продукции начинается с уточнения конкретного объекта выращивания, площади акватории участка и формы хозяйствования. Например, из сигов в качестве объекта выращивания предлагается освоить сига-муксуна, форма организуемого хозяйства – специализированное (выращивание посадочного материала), акватория предполагаемого участка – 50 га в северо-западной части озера Святозеро (площадь озера 900 га).

Следующим этапом создания садкового хозяйства является участие в конкурсе на заключение договора о предоставлении рыбопромыслового участка. Конкурс обычно проводит орган государственной власти субъекта Российской Федерации. Организатор конкурса рассылает соответствующие извещения, которые являются основанием для подачи заявки. Требования к составлению заявки определяются в публикуемом извещении. При получении положительного решения на право заключения договора о предоставле-

нии рыбопромыслового участка заявитель заключает такой договор с организатором конкурса. После заключения договора заявитель приобретает право на осуществление рыбоводных или иных видов работ.

Затем для использования права на осуществление рыбоводной деятельности разрабатывается рыбоводно-биологическое обоснование (РБО). Для этого привлекаются научные организации или соответствующие квалифицированные специалисты, которые собирают литературные сведения по гидрологическому, гидрохимическому и гидробиологическому состоянию планируемого для размещения хозяйства водоема и проводят полевые исследования. На основании анализа этих сведений рассчитывается экологическая емкость осваиваемого водоема или отдельной его части. Зная биологические особенности предполагаемого объекта выращивания, можно определить мощность хозяйства. Для наглядности рассмотрим условный пример расчета мощности садкового сигового хозяйства. Допустим, что на протяжении года в предполагаемом водоеме может трансформироваться 1500 т азота и 180 т фосфора. Природная нагрузка на водоем составляет 600 т азота и 75.0 т фосфора. Кроме того, различные виды антропогенной нагрузки составляют 180 т азота и 24.0 т фосфора. Суммарная нагрузка на данный водоем до функционирования хозяйства равна 780 т азота и 99.0 т фосфора. Следовательно, существует еще лимит 720 т азота и 81 т фосфора. Известно, что при выращивании в садках каждой тонны сиговых в водную среду ежегодно поступает 0.060 т азота и 0.007 т фосфора. Разделив лимит на соответствующий показатель поступлений в водоем азота и фосфора, получаем по азоту мощность хозяйства 120 т, по фосфору – 116 т. Следовательно, садковое хозяйство мощностью до 120 т не окажет негативного влияния на экосистему водоема. Вообще при разработке РБО особое внимание следует обращать на экологическую безопасность предполагаемого для создания на водоеме садкового хозяйства. Организатор хозяйства должен хорошо понимать, что любые нарушения в экосистеме водоема прежде всего повлияют на выращиваемую в хозяйстве рыбу, что может существенно отразиться на его экономике.

Для организации садкового хозяйства целесообразно использовать следующую структуру РБО:

- краткая характеристика размещения района предполагаемого размещения садкового хозяйства (климатические особенности,

температурные условия, направление ветров, окружающий водоем ландшафт, промышленное или сельскохозяйственное освоение, возможные источники загрязнения среды);

- характеристика энергетической и транспортной инфраструктуры региона;
- географическая и морфометрическая характеристика водоема;
- гидролого-гидрохимическая характеристика участка водоема для предполагаемого размещения садкового хозяйства с расчетом предварительной нагрузки на водоем;
- технология всего производственного процесса выращивания рыбной продукции;
- определение общей экологической емкости водоема;
- оценка существующего и возможного антропогенного воздействия и определение лимита безопасного воздействия создаваемого садкового хозяйства;
- возможные риски и меры минимизации экологической опасности.

Для перехода на завершающий этап составляется общий план хозяйства, в котором показывается размещение всех водных и наземных объектов. Состав объектов и размеры участков их размещения определяются формой и структурой организации хозяйства, объемом и качеством производимой продукции, комплексом сооружений и зданий, намечаемых к строительству.

К основным водным объектам относятся садковые комплексы и причалы. Кроме того, могут быть плавучие помещения для обслуживающего персонала, складские помещения и другие вспомогательные сооружения. Если в хозяйстве несколько садковых комплексов, то они размещаются на расстоянии не менее 500 м друг от друга. Этим исключается возможное влияние отходов одного комплекса на другой. Расстояние между комплексами можно сократить с помощью различных разделяющих объектов, например островов. При определении общей акватории хозяйства необходимо учитывать создание рыбоохранной зоны, площадь которой может составлять до 100 м от периметра садкового комплекса. Рыбоохранная зона необходима для минимизации стрессовых ситуаций у выращиваемой рыбы (например, от воздействия проходящих моторных плавсредств). Причалы размещаются в прибрежных, закрытых от прямого ветрового воздействия участках водоема, удобных для подхода плавсредств и на-

земного транспорта. При размещении других водных объектов учитывается их назначение и безопасность.

Наземные объекты чаще всего представлены зданиями и сооружениями для центра управления хозяйством, бытовыми и складскими помещениями, инкубационно-личиночным и мальковым цехами и другими вспомогательными помещениями в зависимости от структуры и мощности хозяйства. При размещении зданий и сооружений необходимо предусматривать водозащитные и охранные зеленые зоны, а также соблюдать санитарно-гигиенические и противопожарные нормативные показатели. Одним из важных условий является обеспечение подъездов ко всем зданиям и сооружениям и к источникам пожарного водоснабжения. Конечно, необходимо обеспечить реальную дорожную связь внутрихозяйственных проездов с центральной магистральной дорогой. К сожалению, на создание такой связи не всегда обращается внимание. В результате пренебрежения к созданию устойчивого дорожного покрытия с центральными магистралями возникают трудности с обеспечением хозяйства кормами, горюче-смазочными материалами и даже с реализацией выращиваемой продукции.

Завершающим этапом до начала строительства садкового хозяйства является разработка проектно-сметной документации и решение материальных и финансовых проблем. При разработке проектно-сметной документации конкретизируется план размещения как водных, так и наземных сооружений, что отражается в ее технико-экономических показателях. На основе нормативных документов уточняется схема размещения садковых комплексов, порядок их обслуживания, размеры рыбоохранных зон и общая схема связи в хозяйстве. Общая акватория садкового хозяйства и общая площадь земельного участка рассчитываются на основании рекомендаций «Генеральные планы сельскохозяйственных предприятий» (СНиП II-97-76) и других нормативных документов. Особенно внимательно необходимо следить за изменениями в законодательных актах, нормативах, инструкциях. Знание происходящих изменений значительно облегчит создание новых форм хозяйствования в сфере аквакультуры. В частности, более активно следует использовать возможности государственной поддержки в области доступности кредитных ресурсов, страхования рисков, системы государственного лизинга, развития селекционно-племенной работы,

проведения профилактики эпизоотических заболеваний, научных исследований, консалтинговых и информационных мероприятий для производителей продукции аквакультуры.

3.4. Природоохранные мероприятия

При функционировании садковых хозяйств остатки корма, экскременты и конечные продукты метаболизма выращиваемых рыб, попадая в садки, вымываются в окружающую среду. Жидкие компоненты распределяются в водной толще, а твердые и пастообразные оседают на дно. В процессе трансформации эти вещества с разной скоростью входят в состав водной экосистемы, оказывая определенное влияние на ее качественный состав, количественные показатели и функционирование. В результате могут произойти не только изменения в состоянии, но и в структуре водной экосистемы, а возникающие изменения в водной экосистеме, в свою очередь, будут влиять на условия выращиванияемых в садках рыб. Изменения в условиях среды в садках могут способствовать замедлению темпа роста рыб, сокращению их выживаемости и даже ухудшению качества рыбной продукции. Такие сложные взаимоотношения садкового хозяйства с окружающей водной средой будут отрицательно отражаться на его экономических показателях, снижая рентабельность производства рыбной продукции.

Для того чтобы правильно оценить возможные ситуации взаимодействия садковых хозяйств с окружающей водной средой, необходимо хорошо знать механизм этого взаимодействия.

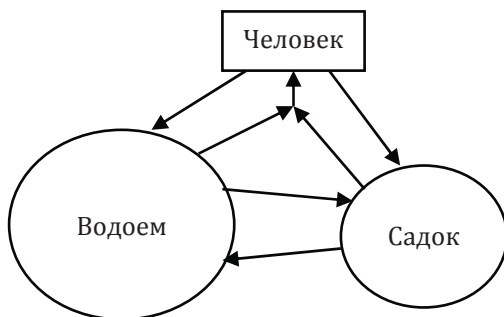


Рис. 11. Схема взаимодействия водоем – садок при участии человека

Известно, что каждый садок, устанавливаемый в водоеме, становится одним из компонентов существующей природной экосистемы и внешняя природная среда начинает взаимодействовать с внутренней средой садков. Общая схема этого взаимодействия с активным участием человека приведена на рис. 11.

Процесс взаимодействия среды водоема и садков прежде всего начинается с формирования температурного и газового режимов в садках под воздействием окружающей природной среды. Диапазон изменений этих показателей определяет интенсивность процессов метаболизма, рост и развитие выращиваемых рыб. Одновременно через водную среду водоема в садках формируется комплекс минеральных и органических веществ, также оказывающих воздействие на выращиваемую рыбу и получаемую рыбную продукцию. Аналогичное взаимодействие происходит через гидробионтов водоема. Из садков в водоем поступают органические вещества (остатки корма, экскременты, конечные продукты метаболизма). Вблизи садков увеличивается их содержание, что стимулирует интенсивность нарастания массы водорослей, которые, обрастая делевые стенки садков, могут их герметизировать и нарушить газовый режим в садках. Донные флора и фауна, создающие благоприятный режим под садками, при увеличении содержания органики в воде способны интенсивно размножаться и ухудшать трофический статус водоема. Водная среда водоема может быть источником заболеваний выращиваемых в садках рыб. Увеличению числа возбудителей болезней рыб в водоеме могут способствовать органические выделения от выращиваемых в садках рыб. Возможно и обратное явление: источником заболеваний в водоеме может стать выращиваемая в садках рыба.

Улучшению взаимодействия между водоемом и садками может способствовать человек (рис. 11). Воздействие человека на функционирующую систему водоем – садок прежде всего проявляется в выборе водоема и места размещения садков, в определении конструкции садков и способов их установки, в обеспечении качества посадочного материала и плотности его размещения в садках, в рациональном кормлении выращиваемой рыбы и обеспечении благоприятных условий развития. Окончательным результатом такого взаимоотношения при активном участии человека должна стать качественная и конкурентоспособная рыбная продукция.

Для предупреждения возможных негативных последствий взаимодействия садковых хозяйств с окружающей средой рекомендуется осуществлять определенный комплекс мероприятий.

Забота о сохранении благоприятной водной среды при функционировании садкового хозяйства должна начинаться уже при выборе водоема и размещении хозяйства. Правильному решению проблем сохранения природной среды способствует Закон об охране окружающей среды (2002), законы о сохранении водных и лесных ресурсов и другие законодательные акты, постановления, нормативные документы.

При установке садков важное значение имеет их проточность, обеспечивающая газовый режим, содержание минеральных и органических компонентов и другие показатели экологического статуса в садках. Перемешивание воды и проточность в садках обеспечиваются движением выращиваемых рыб, волнениями водных масс, ветровыми перемешиваниями, направленными течениями и другими факторами. Наряду с этим проточность садков обеспечивается величиной ячеи делевых стенок, наличием на них обрастаний и т. д. В зависимости от возраста выращиваемой рыбы проточность в сивовых садках может колебаться в пределах от 0.02 до 0.15 м/с.

Особенно опасно для окружающей среды завышение объемов выращивания рыбной продукции, воздействие которой может превысить экологическую емкость водоема и нарушить его биологический статус. Известны различные методы оценки поступления биогенных веществ в водоемы при выращивании рыбы в садках. Чаще всего используется оценка экологической емкости водоема по количеству поступающих в него фосфора и азота (P, N), которые в основном определяют его трофический статус. Наиболее простым, но не менее достоверным является расчет по общему расходу корма и содержащихся в нем азота и фосфора (8 и 1.5 % соответственно) с учетом их усвояемости (60 и 70 %). У сивов усвояемость этих элементов несколько выше (75 и 85 %). По данным С. П. Китаева и соавторов (2006), при выращивании каждой тонны форели в водоем поступает около 8 кг фосфора и 70 кг азота. Для сивов эти показатели в среднем будут на 12–17 % меньше. Зная фактическое содержание этих элементов в водоеме, нормативные показатели возможного их количества (ПДК), объем протекающей воды и величины поступления азотно-фосфорных соединений с единицы продук-

ции, не представляет трудности рассчитать возможную мощность хозяйства.

Весьма опасно для биологического статуса водоема нарушение технологии выращивания рыб, особенно кормления, несвоевременная сортировка, длительное пребывание в садках погибших организмов. Такие нарушения способствуют увеличению количества поступающих в водоем остатков корма, экскрементов, продуктов распада погибших рыб, конечных продуктов метаболизма и других биогенных элементов. В результате в водоеме усиленно развивается бактериальная флора, водоросли и другие компоненты водной экосистемы.

В процессе функционирования садкового хозяйства для своевременного выявления возможных нарушений необходимо особенно тщательно следить за изменениями плотности размещения рыб, размерно-вещного состава, скорости роста, величиной пищевого рациона и режимом кормления, поедаемостью пищи выращиваемой рыбой. При отклонении любого показателя от нормативов и календарного графика выращивания рыбной продукции следует тщательно выяснять причину этого явления и своевременно ее устранять. Специалисту при этом не следует забывать о возможности появления заболеваний.

Об уровне воздействия садкового хозяйства на окружающую среду можно судить по основным гидрохимическим и биологическим показателям. В частности, мною предложен способ индексов, основанный на изучении соотношения показателей в зоне хозяйства и контроле (патент № 2 447 435). Для получения точных результатов следует правильно оценить и выбрать станцию контроля. На контрольную станцию не должно воздействовать исследуемое хозяйство или другие неблагоприятные факторы.

Наряду с оценкой уровня воздействия садкового хозяйства и с мероприятиями по улучшению условий его функционирования необходимо ежеквартально проводить оценку состояния окружающей садковое хозяйство водной среды. Такие работы выполняются специализированными санитарно-эпидемиологическими службами и аккредитованными научными организациями. Более эффективно экологическую безопасность садкового хозяйства можно проводить по программе экологического мониторинга каждые три года. Экологический мониторинг выполняется исключительно научны-

ми организациями, имеющими хорошо оборудованные лаборатории и квалифицированные кадры.

Контрольные вопросы

1. Основные формы организации садковых хозяйств.
2. Характеристика полносистемных садковых хозяйств.
3. Специализированные садковые сиговые хозяйства и их характеристика.
4. Характеристика и значение комплексных садковых сиговых хозяйств.
5. Определение мощности садковых сиговых хозяйств (основные показатели).
6. Гидрографические условия, необходимые для размещения садковых сиговых хозяйств, и их характеристика.
7. Экономические основания для организации садкового сигового хозяйства.
8. Оценка качества водной среды по гидрохимическим показателям для размещения садкового сигового хозяйства (основные показатели).
9. Значение температуры и газового режима для выращивания сиговых рыб.
10. Роль биотических показателей при выращивании сиговых рыб (органическое вещество, гидробионты).
11. Нормативные показатели для рыбохозяйственных водоемов.
12. Юридические основания для оформления рыбоводного участка (конкурс).
13. Рыбоводно-биологическое обоснование создания садкового сигового хозяйства.
14. Определение экологической емкости водоема и мощности садкового сигового хозяйства.
15. Воздействие садкового хозяйства на окружающую среду и способы его минимизации.

ГЛАВА IV. ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ К НЕРЕСТУ В ИСКУССТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Морфологические особенности, физиологическое и биохимическое состояние производителей рыб во многом определяют качество половых продуктов, посадочного материала и даже товарной продукции. В этом отношении представляют большой интерес представители семейства сиговых. Это одна из наиболее разнообразных систематических групп рыб, устойчивость и биологическое разнообразие которых определяются наличием множества экологических форм. Сиги различных форм характеризуются большой изменчивостью внешнего строения и поведения. Среди них существуют как полупроходные (не совершающие длительных нерестовых миграций), так и жилые формы. Чаще всего жилые формы сигов растут медленнее по сравнению с полупроходными. Особенно быстро растут озерные сиги. Многим формам сигов свойственен очень высокий уровень использования трансформированной пищи на пластический обмен, что обеспечивает интенсивный рост и достаточно быстрое накопление общей биомассы. У озерных сигов отмечается высокий уровень генеративного обмена, что способствует получению качественных половых продуктов. Характер питания у сигов различных экологических форм также неодинаков. Среди них различают сигов-планктофагов, сигов-бентофагов, сигов-хищников и сигов со смешанным характером питания.

Использование уникальных особенностей сигов из естественных условий в садковом рыбоводстве в качестве репродукторов представляет большой интерес для получения качественной рыбной продукции. В настоящее время некоторые рыбоводы уже проявляют интерес к использованию производителей сиговых из природных водоемов для получения половых продуктов. Этот интерес к природным производителям сиговых будет возрастать и дальше. Большинство садковых хозяйств северного региона страны размещаются непосредственно в водоемах или вблизи от них, причем в этих водоемах существуют естественные популяции сигов. Сиги в этих водоемах хорошо адаптированы к условиям данной климати-

ческой зоны, а их потомство, являясь высокотолерантным, может проявлять высокую устойчивость. Вместе с этим следует учитывать, что отлов природных производителей значительно экономичнее по сравнению с формированием маточных стад в искусственных условиях. Однако этот путь создания репродукторов в дальнейшем не должен исключаться. Базой для формирования маточных стад могут быть сиги из природных водоемов, особенно их озерные формы.

Функционирование садковых хозяйств на природных популяциях сегов также весьма важно для сохранения их промысловых запасов путем воспроизводства, а также для организации водного туризма. При сочетании сегового и форелевого направлений садковой аквакультуры с элементами воспроизводства природных ресурсов, организации промысла и водного туризма появляется возможность создания в природном водоеме многокомпонентного комплексного рыбоводного хозяйства. Такой тип хозяйства может обеспечить более эффективное освоение водной среды, повысить конкурентоспособность и экономические возможности садкового рыбоводства.

При использовании в садковом рыбоводстве природных экологических форм сегов для получения качественных половых продуктов важное значение имеют условия получения (отлова) и сохранения производителей в преднерестовый и нерестовый периоды. В это время завершается основной этап формирования икры и спермы и определяется их готовность к оплодотворению и дальнейшему развитию. Нарушение условий (температуры, освещения, проточности и др.) при завершении этого этапа может существенно снизить оплодотворяемость икры и в дальнейшем привести к нарушениям при развитии эмбрионов и личинок.

4.1. Качество половых продуктов

При производстве рыбной продукции в садках основными требованиями к выращиваемым рыбам являются их устойчивость к специфическим условиям содержания, высокий уровень ассимиляции пищи и ее использование на рост. Не менее важным является получение качественной и конкурентоспособной товарной продукции. Во многом эти требования к состоянию организма рыб определяются качеством половых продуктов. Поэтому в рыбоводстве качеству половых продуктов уделяется особое внимание.

Наиболее полноценны икра и сперма у крупных и быстрорастущих производителей сигов. Однако использование половых продуктов в рыбоводных целях от впервые созревших производителей не всегда дает положительные результаты. Как показала практика, наиболее качественна икра (сперма) у сигов – во время второго-третьего нереста после полового созревания. На качество половых продуктов могут также влиять плодовитость рыб и объемы эякулята. Максимальная плодовитость рыб и большие объемы эякулята обычно снижают качество половых продуктов. При максимальном увеличении этих показателей обычно уменьшается диаметр икринок и сокращается концентрация эякулята. Следствием этого является сокращение количества питательных веществ в половых продуктах, а это негативно отражается на величине оплодотворяемости икры и качестве получаемого потомства. Обычно величина оплодотворяемости икры уменьшается, так как дефицит питательных веществ у сперматозоидов сокращает время их подвижности. Личинки выклеваются малых размеров и с недостатком питательных веществ. Задерживается формирование пищеварительного тракта, и личинки не имеют возможности эффективно использовать внешнюю пищу. Снижается выживаемость личинок, а выжившие особи растут очень медленно. Очень низкая плодовитость рыб экономически нерентабельна, а малые объемы эякулята не способствуют получению высоких показателей оплодотворяемости икры. Поэтому следует отбирать крупных и быстрорастущих производителей со средними показателями половых продуктов.

Икра должна быть одинаковой по диаметру, без большого количества водянистой полостной жидкости, и особенно без кровоизлияний. Цвет всех икринок должен быть однородным – темно-желтоватым. Нежелательно большое количество крупных жировых капель (не более 3–5), что нередко встречается у сигов с низкой плодовитостью. В табл. 3 приведены средние значения плодовитости и диаметра икринок некоторых видов сиговых рыб. Эти сведения могут быть ориентиром для подбора производителей с качественной икрой. Доброкачественная сперма однотонного цвета, однородной консистенции густых сливок без посторонних примесей. О низком качестве спермы можно судить по наличию синеватого оттенка, желтоватой или сероватой окраски. Наличие примесей крови и слизи в качественной сперме недопустимо. О качестве спермы можно также судить по продолжительности активного состояния спермато-

зоидов. Если их активность превышает 1,5–2 минуты, то такую сперму можно отнести к очень качественной (табл. 4).

Таблица 3

**Средняя плодовитость и диаметр икринок у самок
некоторых видов сиговых рыб**

Вид рыбы	Средняя плодовитость, тыс. шт.	Средний диаметр икринок, мм	Примечания
Сиг обыкновенный	20–30	2.6–3.3	Для разных экологических форм
Сиг чудской	40	–	Рыжков, 1987; Решетников, 2002; Мухачев, 2004; Рыжков, Кучко, Дзюбук, 2011 и др.
Сиг-лудога	10	2.8	
Сиг-муksун	50	2.2	
Сиг-пыжьян	51	2	
Чир	48	4	
Пелядь	44	1.7	

Таблица 4

**Средний объем единовременной порции эякулята,
средняя концентрация и активность сперматозоидов
у самцов некоторых видов сиговых рыб**

Вид рыбы	Объем эякулята, см ³	Концентрация спермиев в 1 мм ³	Активность спермиев, с	Примечания
Сиг обыкновенный	1.22	7.14	55–105	Рыжков
Сиг чудской	1.78	6.90	45–80	Рыжков
Сиг-лудога	0.78	7.56	–	Мухачев, 2004
Сиг-муksун	2.20	6.10	50–80*	Мухачев, 2004
Сиг-пыжьян	–	6.60	35–65	Рыжков
Чир	4.30	6.30	40–60	Мухачев, 2004
Пелядь	1.60	7.60	45–75*	Мухачев, 2004

Примечание. * – собственные данные.

Наряду с биологическими особенностями рыб качество половых продуктов зависит от способов их добычи из водоемов и от мето-

дов выдерживания до нереста, то есть от качества подготовки производителей к нересту. Как показала практика, высокие качества половых продуктов сохраняются у сигов при вылове рыб как во время нерестовой миграции (за 10–12 дней до нереста), так и непосредственно на нерестилищах. Поэтому для получения качественных половых продуктов можно рекомендовать отлавливать рыб не только на местах нерестилищ, но и во время нерестовой миграции. Однако технологии подготовки репродукторов к нересту значительно различаются в зависимости от места промысла, времени и условий выдерживания производителей до созревания половых продуктов.

4.2. Отлов производителей сигов во время нерестовой миграции, их выдерживание и транспортировка

Для подготовки к отлову производителей во время нерестовой миграции сигов необходимо тщательно изучить их миграционные пути. Прежде всего определяются ширина миграционной акватории и глубина водоема. Это очень важно знать при установке орудий отлова рыб. Затем исследуются скорость течения и степень зарастаемости миграционного пути сигов как жесткой, так и мягкой водной растительностью. Визуально выявляется наличие на акватории посторонних предметов (захламленности). Сильная захламленность акватории может значительно усложнить использование орудий лова. Исследуются наличие и состояние подъездных путей. Специально определяются время, продолжительность и скорость миграции сигов, изучается динамика температурного режима. Отклонение температурных условий от оптимума для нереста сигов может изменить время их нерестовой миграции.

На основании полученных материалов составляется карта миграции сигов в конкретном водоеме и определяется место установки орудий лова и садкового модуля для выдерживания производителей. При определении сроков и места установки орудий лова необходимо учитывать температуру воды и конкретное время созревания половых продуктов. Желательно, чтобы промежуток времени от отлова производителей до нереста был не более 10–12 дней.

Для отлова производителей сигов рекомендуется использовать мережи или ставные невода. Общий вид мережи с одним крылом и двумя установочными кольями показан на рис. 12.

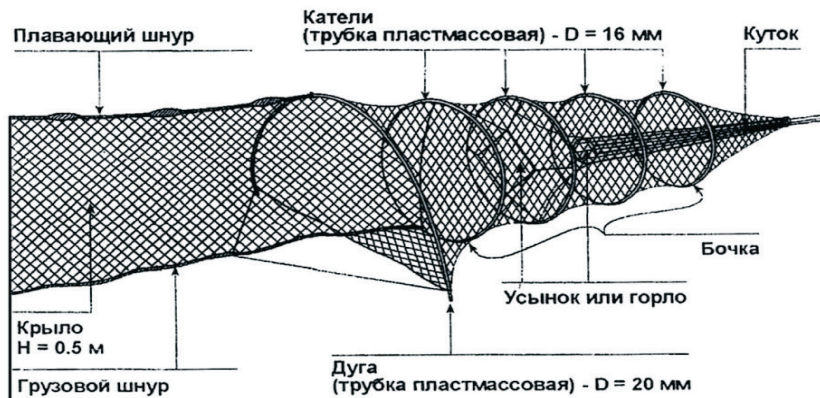


Рис. 12. Общий вид сети с крылом и установочными кольями

В зависимости от типа водоема (река, озеро, озеровидное расширение) применяют различные способы установки сети. В качестве примера на рис. 13 приведены две схемы установки сетей.

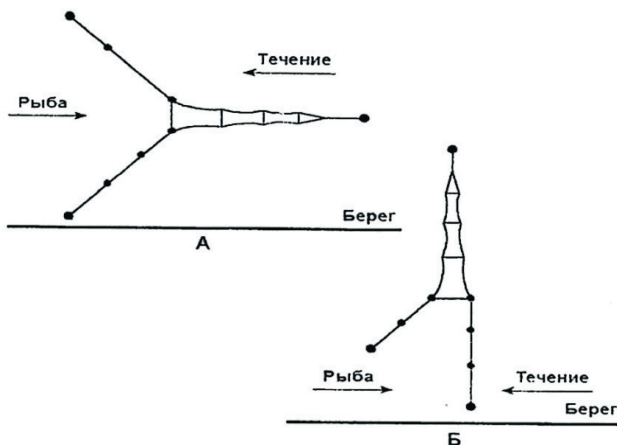


Рис. 13. Схемы установки сетей в реках, озеровидных расширениях и заливах озер

Первую схему установки орудия лова (А) целесообразно использовать в руслах рек. Одно крыло крепится в прибрежной части водоема, а второе выносится ближе к центру. Мигрирующая рыба с помощью широко раздвинутых крыльев направляется в мережу. Вторая схема установки мережи (Б) используется для перекрытия путей нерестовых миграций сигов в озеровидных расширениях рек или в заливах озер. Прямое крыло от первой дуги мережи перекрывает миграционный путь сигов, а второе, подвижное крыло отсекает только часть мигрирующей рыбы и направляет ее в мережу. Часть производителей при такой схеме установки мережи имеет возможность мигрировать на естественные нерестилища.

Каждая мережа не реже одного раза в сутки осматривается рыболовами. Изъятые из нее производители размещаются в специальные садковые комплексы для последующего выдерживания или транспортировки.



Рис. 14. Общий вид на установленный ставной невод (фото)

Аналогичные схемы могут быть применены при использовании ставных неводов (рис. 14). Если мережи или ставные невода использовать для отлова производителей невозможно, то в качестве промыслового орудия допустимо использовать ставные жаберные

сети с соответствующим размером ячеей. Конечно, при отлове сигов жаберными сетями им будут нанесены различные поверхностные травмы, что во время выдерживания может вызвать различные заболевания кожных покровов и даже гибель рыб. Сильно травмированных рыб следует сразу же выбраковать и ни в коем случае не использовать для получения половых продуктов. Отловленных производителей размещают в специальные садковые модули для выдерживания. Оптимальной конструкцией модуля для выдерживания производителей сигов может быть конструкция из 4 садков. В зависимости от количества выдерживаемых рыб возможно использовать модули из 2, 6, 8 и более садков. На перекрытии реки Шуи (Карелия) хорошие результаты получены при выдерживании производителей лосося в модуле из 4 садков (рис. 15).



Рис. 15. Садковый модуль для выдерживания производителей лосося (фото)

Аналогичную конструкцию модуля с некоторыми модификациями целесообразно использовать для выдерживания производителей сигов. Стенки сиговых садков изготавливаются из капроновой дели ячеей 28–36 мм, которая натягивается на ранее подготовленный каркас из деревянных брусочков или пластиковых трубок ($d = 2\text{--}3$ см). Плавучесть садков обеспечивается пластиковыми трубами диаметром около 30 см, которые размещаются между садками

(рис. 15). Для плавучести садков можно использовать также 200-литровые бочки. Это менее эстетично, но значительно дешевле. Рабочий объем каждого садка не более 8 м^3 ($2 \times 2 \times 2 \text{ м}$). Большой объем садка затруднит его обслуживание, особенно при проверке созревания половых продуктов. Модуль с помощью якорей устанавливается в районе отлова производителей на глубине водоема не менее 3 м. Для удобства обслуживания садковый модуль желательно размещать у берега водоема.

В зависимости от размеров рыб в каждый садок объемом 8 м^3 размещается от 30 до 60 производителей. Более плотная посадка может привести к травмированию рыб и очень неудобна для работы с производителями. Самцы и самки размещаются в разных садках. Это особенно важно во время созревания половых продуктов. При совместном выдерживании рыб разного пола возможен неконтролируемый нерест и, соответственно, потеря части половых продуктов.

Производителей сигов выдерживают в садках модуля до начала нереста. В процессе выдерживания сигов необходимо следить за температурой воды и состоянием газового режима. Температура воды не должна быть выше $8 \text{ }^\circ\text{C}$, а к началу нереста должна снизиться до $5\text{--}3 \text{ }^\circ\text{C}$. Недопустимо снижение содержания кислорода менее $6\text{--}7 \text{ мг/л}$. Среди других показателей гидрохимического состава воды необходимо обращать внимание на величину pH и общее содержание железа. Их повышенные величины ($\text{pH} > 7,6$ и $\text{Fe} > 0,1 \text{ мгFe/л}$) могут оказать неблагоприятное воздействие на производителей, следовательно, и на качество половых продуктов.

Конечно, главное внимание рыбоведа должно быть сосредоточено на регулярной оценке состояния содержащихся в садках рыб. В первые дни выдерживания осмотр рыб рекомендуется проводить не реже одного раза в двое суток, а во время нереста – ежедневно. При осмотре следует обращать внимание на внешний вид рыбы, ее общее состояние и степень созревания половых продуктов. Погибшие рыбы не должны находиться в садках более суток. Рыбы после отбора половых продуктов обратно в садки не возвращаются. Они или выпускаются в водоем, или реализуются. За период выдерживания производителей сигов в садковом модуле ($10\text{--}12$ суток) выживаемость рыб не должна быть менее 90 %. Более низкая выживаемость рыб чаще всего связана с плохим качеством производителей или с неблагоприятными условиями их выдерживания.

При возникновении трудностей с выдерживанием отловленных производителей сигов в районе добычи их целесообразно перевести на хозяйство для подготовки к нересту. Перевозка может выполняться водным транспортом в специальных «прорезях», представляющих собою лодку с отверстиями для обеспечения в ней проточности. Плавучесть лодки обеспечивается за счет герметических «банок», встроенных в ее носовую и кормовую части. Производители размещаются непосредственно в лодке между «банками». Количество перевозимых производителей определяется длительностью перевозки. При перевозке в течение 8–10 часов при температуре воды 3–5 °С плотность посадки может достигать 50 кг/м³.

Если перевозка производителей осуществляется наземным транспортом, то в качестве транспортирующего средства целесообразно использовать живорыбные автомашины. Количество перевозимой рыбы зависит от продолжительности перевозки и температуры воды. При температуре воды 3–5 °С плотность посадки рыбы может достигать 60–70 кг/м³. Длительность перевозки в этом случае не должна превышать 6–8 часов.

Перевезенные на хозяйство производители сигов размещаются в садковые модули, и вся процедура выдерживания осуществляется в том же порядке, что и на месте их вылова. На хозяйстве выдерживание производителей сигов может выполняться в бассейнах или других емкостях. В этих условиях нарушение температурного или газового режима может привести к большой гибели рыб. Температура воды при выдерживании сигов в рыбоводных емкостях не должна повышаться более 3–4 °С, а содержание кислорода не должно быть ниже 7 мг/л. Регулирование названных факторов водной среды следует осуществлять путем изменения проточности рыбоводных аппаратов и плотности посадки рыбы. При сохранении благоприятных условий созревание половых продуктов у сигов будет осуществляться в природном режиме.

Созревшие икра и сперма при малейшем надавливании на брюшко рыбы свободно вытекают. Отбор икры и спермы необходимо проводить в закрытых помещениях (палатках, домиках). Для икры рекомендуется использовать эмалированную или керамическую посуду с гладкими стенками. Сперму можно отбирать в небольшие сосуды (склянки), в которых ее можно хорошо перемешать. Осеменение икры выполняется по методу В. П. Врасского, сухим способом. Через 20–30 минут после осеменения оплодотворен-

ную икру тщательно отмывают и готовят к перевозке на рыбоводное хозяйство для инкубации.

Обычно икра перевозится в термоящиках на рамках. Не следует использовать большие термоящики, это очень неудобно и осложняет перевозку. Мы обычно использовали термоящики длиной 60 см, шириной 35 см и высотой 45 см. Для размещения икры на дно термоящика укладывается 4–5-сантиметровый слой льда, который закрывается марлевой салфеткой. На салфетку устанавливается инкубационная рамка с сеткой ячей не более 2 мм. На сетку рамка укладывается влажная марлевая салфетка и на нее размещается в 3–4 слоя подготовленная для транспортировки икра. Сверху икра укрывается влажной марлевой салфеткой. Затем на первой рамке с икрой размещается вторая рамка, и процедура размещения икры повторяется до заполнения термоящика. Верхняя рамка в термоящике не заполняется икрой. В ней на марлевой салфетке размещается лед, а термоящик герметически закрывается крышкой. Икра подготовлена для перевозки. Время транспортировки икры в термоящиках не должно превышать одни сутки. При более длительном пребывании икры в термоящике могут возникнуть нарушения в процессе дробления, а в результате – сокращение выживаемости эмбрионов.

4.3. Отлов производителей сигов непосредственно на нерестилищах, их выдерживание и подготовка к нересту

Отлов производителей сигов непосредственно на нерестилище исключает процедуру их длительного выдерживания до нереста, так как на нерестилище сиги приходят уже с созревшими половыми продуктами. До начала отлова рыб необходимо исследовать акваторию нерестилища сигов и определить места установки орудий лова. Одновременно проводится контроль за температурным и газовым режимом водной среды в районе нерестилища. Температурные условия и газовый режим водной среды в это время должны соответствовать «нерестовым». Для большинства сигов температура воды во время нереста должна быть в пределах 3–5 °С, а содержание кислорода – не менее 7 мг/л. Следует обратить внимание также на соответствие других показателей водной среды (рН, ПО, БПК₅, наличие токсических веществ и возможных источников загрязнения) условиям, благоприятствующим нересту сигов.

При наличии благоприятных условий для нереста сига производится отлов их производителей. Для отлова целесообразно использовать жаберные ставные сети. В данном случае незначительное травмирование рыб не опасно для получения качественных половых продуктов, так как их длительное выдерживание не производится. Формирование половых продуктов осуществлялось в природной среде, состояние которой и определило их качество. Задача рыболовов и рыбоводов – не допустить нарушений в технологии отбора половых продуктов.

Всех отловленных производителей, кроме «текучих», помещают в садки для завершения процесса формирования полноценных половых продуктов. От «текучих» производителей половые продукты отбираются сразу после отлова. Икра осеменяется обычным сухим способом и после оплодотворения передается на инкубацию. «Недозревшие» производители содержатся в садках (рис. 15) до полного созревания половых продуктов. Высоту садков целесообразно сократить до 1,2 м. Соответственно, изменится их рабочий объем, который будет равен $4,8 \text{ м}^3$. При плотности посадки 15 экз./м^3 в такой садок можно поместить до 75 производителей. В процессе подготовки производителей к нересту следует обращать особое внимание на динамику температурного режима. В период выдерживания отловленных рыб, который обычно продолжается не более 2–3 суток, температура воды в садках должна быть «нерестовой» (3–5 °С). Обычно в северных широтах к этому времени температура воды снижается до названного выше уровня. Наряду с температурой необходимо контролировать газовый режим в садке. Содержание кислорода в садках не должно быть меньше 7 мг/л. При выборе места установки садков следует учитывать оба названных фактора. Целесообразно устанавливать садки в местах со слабым течением. Если в естественных условиях температуру воды регулировать практически невозможно, то для корректировки газового режима имеется несколько путей. При снижении содержания кислорода менее 7 мг/л целесообразно воспользоваться аэратором или организовать подачу в садок свежей воды с высоким содержанием кислорода. При отсутствии таких возможностей следует просто организовать перемешивание воды с помощью любого предмета (лопата, палка, ветка дерева и т. д.).

Контроль за состоянием производителей проводится ежедневно в утренние часы. Все «текучие» рыбы отбираются из садков и раз-

мещаются в малых емкостях (бидонах, тазах и др.), и от них отцеживается зрелая икра, которая осеменяется согласно существующим прописям. После осеменения икра помещается в емкости со слабой проточностью и выдерживается в них до завершения процесса оплодотворения (3–4 часа). Затем определяется качество полученной икры (цвет, диаметр, начало дробления и коэффициент оплодотворения). Одновременно исследуется качество спермы. Обычно оценивается продолжительность жизни спермиев (по их подвижности) и объем эякулята.

После первичной оценки качества потомства икра при необходимости обесклеивается и размещается в инкубационные аппараты (например, аппараты Вейса), в которых эмбрионы развиваются до получения личинок.

Инкубационный период у сиговых в зависимости от температуры воды обычно длится 80–180 дней, выклюнувшиеся личинки током воды через рожок сливного обруча размещаются в личиночных лотках или бассейнах для выращивания.

4.4. Формирование маточного стада

Полносистемные садковые сиговые хозяйства могут успешно развиваться на базе производителей из природных водоемов. Для этой цели достаточно использовать описанные выше методы отлова и выдерживания производителей для получения посадочного материала в искусственных условиях (разделы 4.2, 4.3). Организация же садковых хозяйств по зональному принципу потребует массового производства качественного посадочного материала. Такой материал можно получить исключительно в специализированных маточных хозяйствах, если их основу будут составлять производители, адаптированные к конкретной климатической зоне, и будет планомерно осуществляется селекционно-племенная работа.

Исходным материалом для формирования маточного стада могут быть элитные производители уже существующих маточных стад сигов в других хозяйствах. В этом случае посадочный материал можно завозить как икрой, так и мальками и даже сеголетками. Большинство рыбоводов обычно отдают предпочтение перевозке икры как наименее трудоемкому и наиболее дешевому способу. При транспортировке икры рыбовод должен учитывать особенности раннего эмбриогенеза рыб. Не рекомендуется перевозить икру во время интенсивного дробления, на этапах гастрюляции и обра-

зования осевого скелета, а также перед выклевом личинок. В это время формирующиеся эмбрионы очень чувствительны к любым внешним воздействиям (механическим, температурным, газовым) и погибают в значительных количествах. При транспортировке икры перед выклевом эмбрионов обычно происходит массовое абортывание личинок и как следствие – большой отход. Более устойчива к внешним воздействиям икра сразу после оплодотворения (в течение 15–20 часов) и на стадии «глазка». Транспортируя икру на малочувствительных этапах эмбриогенеза, можно получать весьма удовлетворительные результаты. Выживаемость эмбрионов достигает 95–98 %. Конечно, перевоза икру в периоды ее высокой устойчивости, не следует забывать о важности сохранения благоприятных условий. Если икра транспортируется сразу после оплодотворения, то температуру при перевозке следует сохранять в этих же пределах, то есть 3–5 °С. При транспортировке икры на стадии «глазка» температура должна соответствовать ее величинам при инкубации. Недопустимо уменьшение содержания кислорода ниже 7 мг/л.

В пределах северной части ареала сиговых целесообразно в специализированных хозяйствах формировать маточное стадо на базе природных популяций озерных или проходных быстрорастущих экологических форм сигов, которые хорошо адаптированы к местным условиям. Отлавливать производителей для получения икры следует во время нерестовой миграции (разделы 4.2, 4.3). Подготовка производителей к нересту для получения качественного посадочного материала подробно описана в разделе 4.2. Исполнителям особое внимание следует обращать на условия выдерживания производителей (температурные, газовые, скорость течения), отбора половых продуктов и подготовки икры к инкубации (закрытые помещения, температура и т. д.).

Обычно маточное стадо состоит из двух групп – группы «ремонта» и группы «производителей». Ремонтная группа представлена молодыми (неполовозрелыми) особями, которые в дальнейшем используются для формирования основной части маточного стада – «производителей». В зависимости от видовой принадлежности оптимальный возрастной состав производителей необходимо сохранять на более продуктивном уровне. Известно, что более продуктивны производители сигов в первые 2–4 года после наступления половой зрелости (возраст 4+–8+). У старших особей уменьшается

величина рабочей плодовитости и ухудшается качество половых продуктов.

Мощность маточного стада определяется по количеству икры, необходимой для реализации в эмбриональный период (сразу после оплодотворения и на стадии «глазка») и для получения посадочного материала старших возрастных групп. Расчет производится на основе средней рабочей плодовитости каждого вида сигов с учетом выживаемости эмбрионов, личинок, мальков и сеголетков. Например, установлено, что потребность в **икре** для реализации составит **10 млн штук**, в мальках – 2.5 млн особей и в сеголетках – 1.5 млн. Известно, что выживаемость эмбрионов составляет 70 % от исходного количества икры, личинок – 70 %, мальков – 80 %, сеголетков – 85 %.

Рассчитаем необходимое количество икры для получения 2.5 млн мальков. Если их выживаемость составляет 80 %, то для получения их исходного количества потребуется $2.5 \text{ млн} \times 100 / 80 = 3.1$ млн особей. При выживании 70 % для получения 3.1 млн молоди потребуется $3.1 \text{ млн} \times 100 / 70 = 4.4$ млн личинок. Наконец, для получения 4.4 млн личинок необходимо будет иметь $4.4 \text{ млн} \times 100 / 70 = 6.3$ **млн оплодотворенных икринок**. Сделав аналогичный расчет, получим, что для выращивания 1.5 млн сеголетков необходимо иметь **4.5 млн оплодотворенных икринок**. Следовательно, общая потребность в икре составит $10.0 + 6.3 + 4.5 = 20.8$ млн штук. Если среднюю рабочую плодовитость сига обыкновенного принять за 50 тыс. икринок, то для получения 20.8 млн икринок потребуется $20.8 \text{ млн} / 50 \text{ тыс.} = 416$ самок. Известно, что для сиговых соотношение самок и самцов в маточном стаде должно быть 1 : 1. Значит, к рассчитанному количеству самок необходимо прибавить аналогичное количество самцов. Общая численность маточного стада в таком хозяйстве должна быть не менее 832 особей. Для сохранения этого числа особей в маточном стаде рекомендуется иметь резерв (30 % самок и 10 % самцов). Таким образом, постоянная численность маточного стада производителей для рассматриваемого хозяйства должна быть $832 + 125 + 42 = 999$, то есть не менее 1000 производителей. Ежегодное обновление маточного стада «производителей» составляет до 30–35 % и выполняется за счет ремонтной группы.

Технологически процесс формирования маточного стада обычно осуществляется в три этапа.

Первый этап – формирование группы «ремонта». У сиговых этот этап осуществляется на протяжении 4 стадий.

Стадия 1. Отбор племенной молоди начинается в возрасте мальков около 2 месяцев. К этому времени в основном сформированы все системы органов и молодь ведет активный образ жизни, концентрируясь в стаи. Средняя масса тела мальков колеблется в пределах 1.5–2.5 г. Учитывая, что в этом возрасте чешуйчатый покров у молоди сигов легко повреждается, из селективируемого стада выбирается вся слабая и отстающая в росте молодь, особи с различными уродствами и повреждениями поверхности тела, с признаками заболеваний и с другими нарушениями. Оставшаяся после выбраковки здоровая и качественная молодь необходимой для хозяйства численности осторожно размещается в садки 3 х 3 х 4 м из безузловой дели ячеей 3–4 мм. Плотность посадки – около 1200–1400 особей/м³. Целесообразно использовать корма группы РГМ, фирмы Реху-агро и др.

Стадия 2. Отбираются сеголетки в возрасте 5–6 месяцев. Обычно это мероприятие проводится поздней осенью в конце первого вегетационного периода. Отбирают молодых особей с хорошими экстерьерными признаками и массой тела для сигов планктофагов не менее 25 г и для сигов бентофагов – не менее 35 г. Нежелательно допускать широкого диапазона колебаний размерно-весовых показателей. Биологически оправдана разница в массе тела у данной группы рыб до 10 г. Например, если максимальный вес 40 г, то минимальный не должен быть меньше 30 г. Сеголетков размещают в садках тех же размеров с ячеей 5–8 мм. Плотность посадки – около 400–500 экз./м³. Корма тех же модификаций, но с более крупными гранулами. Учитывая биологические особенности сигов, в зимнее время кормление молоди не должно прекращаться.

Стадия 3. Отбирают молодь ранней весной в возрасте около 12 месяцев. К этому времени полностью завершается годовая цикл развития и практически сформирована воспроизводительная система. Отбирают обычно наиболее быстрорастущих особей с хорошими экстерьерными признаками. Минимальный вес планктофагов не должен быть менее 80–100 г, бентофагов – менее 120–140 г. Отмеченные колебания веса обусловлены видовой принадлежностью сигов. Годовиков размещают в садках 4 х 4 х 5 м с ячеей 10–16 мм. Плотность посадки – 180–230 особей/м³. Для кормления го-

довиков используются корма таких же модификаций с более крупными гранулами.

Стадия 4. На этой стадии завершается массовый отбор в группе «ремонта». Возраст «ремонта» – двухлетки (1+), трехлетки (2+) и четырехлетки (3+). Единично могут встречаться особи более старшего возраста и впервые созревающие производители. Отбор производится в нерестовый период. В это время не представляет труда отличить самок от самцов и половозрелых рыб переместить в группу «производителей». В зависимости от возраста отбираются планктофаги массой тела не менее 300 г, бентофаги – 450 г. Выбраковываются все особи мелких размеров, с нарушениями экстерьера, с повреждениями кожных покровов и с признаками заболеваний. Размеры садков целесообразно увеличить до 5 х 5 х 6 м с соответствующими размерами ячеи. Плотность посадки – 60–80 особей/м³. Рекомендуется использовать специализированные корма РГМ и иностранных фирм.

Для полного обеспечения мощности хозяйства на каждой стадии формирования группы «ремонта» необходимо иметь 35–40-процентный резерв племенной молодежи.

Ориентировочные показатели минимальной массы тела при формировании группы «ремонта» на разных стадиях массового отбора приведены в табл. 5. Для определения величины каждого показателя использовались результаты опытных работ и данные динамики роста сигов в природных условиях.

Таблица 5

Ориентировочные показатели формирования маточного стада сигов по массе тела (г)

Возрастная группа	Сиг обык- нов.	Чуд- ской сиг	Сиг- лудога	Сиг- муксун	Сиг- пыжь- ян	Чир	Пелядь
Мальки, 50–60 суток	2–3	4–5	4–5	3–4	3–4	4–6	2–3
Сеголетки	25	40	25	23	20	100	25
Двухлетки	100	120	100	100	80	300	100
Трехлетки	180	250	250	200	180	500	180
Четырехлетки	270	400	350	350	280	800	300
Пятилетки	380	550	450	450	380	1000	450
Шестилетки	450	700	600	550	500	1300	600
Семилетки	550	900	800	700	600	1700	700
Восьмилетки	700	1200	950	–	–	2000	800

Второй этап – формирование группы «производителей». На данном этапе обычно выделяются 3 стадии: бонитировка, определение сроков наступления половозрелости и отбор производителей для нереста.

Стадия 1. Регулярный индивидуальный отбор по комплексу признаков, определяющих скорость линейного и весового роста, телосложение, возраст полового созревания, продуктивность, качество половых продуктов и другие селекционируемые признаки. Обычно индивидуальный отбор начинается с определения массы тела рыб и их линейных размеров. Затем исследуются возраст рыб, показатели их экстерьера, формирование воспроизводительной системы, качество половых продуктов.

Производители, не соответствующие по массе тела стандартным показателям для каждого вида сиговых, дальнейшей оценке не подлежат и выбраковываются.

Стадия 2. Оценка сроков созревания половых продуктов. Интенсивная подготовка к нересту у сиговых начинается за 1.5–2.0 месяца до его начала. В природных условиях примерно в это время начинается нерестовая миграция проходных сигов и концентрация местных форм на нерестилищах. В искусственных условиях отобранные для нереста производители сортируются по полу и раздельно размещаются в садках до полного созревания половых продуктов. При сортировке рыбы с отклонениями от допустимых стандартов выбраковываются. Учитываются весовые и линейные показатели рыб, упитанность, широкоспинность, прогонистость, размеры головы и другие показатели.

Упитанность производителей оценивается по величине коэффициента, который рассчитывается по формуле: $Q = W/L^3 \times 100$, где Q – упитанность по Фульгону (%), W – масса тела (г), L – длина от начала рыла до конца чешуйчатого покрова (см).

Широкоspинность рассчитывается по формуле $B_r = B / L \times 100$, где B_r – коэффициент широкоspинности (%), B – толщина туловища (см), L – длина от начала рыла до выемки в хвостовом плавнике (см).

Прогонистость определяется по формуле $L_{пр.} = L / H$, где $L_{пр.}$ – индекс прогонистости, L – длина от начала рыла до выемки в хвостовом плавнике (см), H – максимальная высота тела (см).

Размеры головы рассчитываются по формуле $C_{гол.} = C / L \times 100$, где $C_{гол.}$ – индекс головы (%), C – длина головы от начала рыла до

конца жаберной крышки (см), L – длина от начала рыла до выемки в хвостовом плавнике (см).

Стадия 3. Получение половых продуктов. Для получения половых продуктов грамотные рыбоводы стремятся использовать производителей с хорошо выраженными морфологическими признаками, обращая основное внимание на развитие мышечной ткани. Желательно выбирать производителей одного возраста и сходных размеров. Такая однородность будет способствовать получению жизнестойкого, хорошо адаптированного и устойчивого к любым воздействиям посадочного материала.

Третий этап – выращивание производителей.

1. После отбора половых продуктов большая часть производителей возвращается в маточное стадо для дальнейшего выращивания. Выбракованные и погибшие производители замещаются рыбами из ремонтного стада. Всех отобранных рыб размещают в садки размером 5 x 5 x 6 м и объемом не менее 150 м³. Садки меньших размеров использовать нежелательно. При штучном весе 600–1000 г на каждый кубический метр водной среды помещается от 30 до 50 рыб. Плотность посадки более крупных производителей (1500–1800 г) сокращается до 20 и даже 10 рыб.

2. Для кормления производителей желательно использовать специализированные рыбные корма, изготавливаемые как в России, так и за рубежом. Особенностью этих кормов должна быть высокая энергоемкость, сбалансированность по биохимическому составу и биологическая полноценность. Нормирование кормления определяется по индивидуальному весу производителей и температуре водной среды. Периодичность внесения корма регулируется возрастом рыб и сезонностью их выращивания. В теплое время года не рекомендуется давать корм реже 2 раз в сутки.

3. Индивидуальный вес производителей определяется 2 раза в месяц. Для этого из разных участков каждого садка отлавливается не менее трех проб численностью до 10 рыб в каждой пробе. Взвешивать рыб каждой пробы желательно в воде. Самый простой метод заключается в следующем. Сосуд (ведро) соответствующего объема наполовину наполняется водой и взвешивается. Затем в него вносится рыба и вновь производится взвешивание. Разность веса показывает общую массу обследуемой рыбы. Например, вес сосуда с водой 7 кг и вес этого же сосуда с водой и шестью рыбами 13 кг. Следовательно, вес рыбы 6.0 кг. В другой пробе 5 рыб весили

6.5 кг, в третьей 10 рыб весили 12 кг. Для того чтобы определить средний вес производителей, необходимо сложить веса всех (трех) проб (6.0 + 6.5 + 12 кг) и разделить на сумму количества взвешенных рыб (6 + 5 + 10). В результате получим индивидуальный вес производителей из данного садка: $24.5 / 21 = 1.17$ кг.

4. При выращивании производителей особое внимание уделяется контролю за состоянием водной среды. Ежедневно в утренние часы определяется содержание растворенного в воде кислорода. Снижение его содержания до 6 мг/л свидетельствует о неблагоприятном газовом режиме. Три раза в сутки измеряется температура воды. Это очень важный показатель для характеристики условий формирования маточного стада. При отклонении температуры от благоприятной зоны замедляется формирование воспроизводительной системы и качественных половых продуктов. Знание температуры необходимо также для расчета кормового рациона. Другие гидрохимические показатели при отсутствии неблагоприятных воздействий можно определять один раз в квартал (рН, сероводород, аммиак, аммонийный азот, нитриты, нитраты, фосфаты, железо и другие при необходимости). Из других показателей целесообразно исследовать прозрачность, цветность, минерализацию, нефтепродукты, взвешенные вещества, перманганатную окисляемость и БПК₅. При любой экстремальной ситуации выявляется источник воздействия и немедленно определяется гидрохимия воды.

Контрольные вопросы

1. Оценка производителей для получения качественных половых продуктов.
2. Основные показатели качества зрелой икры.
3. Характеристика показателей качества спермы.
4. Отлов производителей сигов во время нерестовой миграции.
5. Способы выдерживания производителей на местах нерестовой миграции.
6. Транспортировка производителей с места отлова на рыбноводное хозяйство.
7. Отбор и транспортировка икры.
8. Способы отлова производителей сиговых на нерестилище.
9. Выдерживание производителей на рыбноводном хозяйстве и подготовка их к нересту.

10. Целесообразность формирования маточных стад сиговых на основе природных популяций.
11. Структура маточного стада сиговых.
12. Определение мощности маточного стада сиговых.
13. Формирование группы маточного стада «ремонта».
14. Характеристика формирования маточного стада группы «производителей».
15. Особенности выращивания производителей сиговых.
16. Условия формирования маточного стада сиговых на основе природных популяций.
17. Контроль за формированием маточного стада сиговых.
18. Рациональное использование маточного стада сиговых.

ГЛАВА V. ПОЛУЧЕНИЕ, ОПЛОДОТВОРЕНИЕ И ИНКУБАЦИЯ ИКРЫ

Известно, что от качества половых продуктов во многом зависит оплодотворяемость икры, развитие и выживаемость эмбрионов, рост, развитие и выживаемость личинок и даже все последующие периоды жизненного цикла рыб. На качество половых продуктов влияют состояние производителей и условия их подготовки к нересту, технология и условия отбора половых продуктов, сохранение их до осеменения икры и условия его выполнения.

Для получения качественных половых продуктов в сиговодстве обычно используются быстрорастущие и продуктивные производители в возрасте 4+–8+. Половозрелые рыбы должны быть совершенно здоровыми и без механических повреждений. Качественные икра и сперма должны свободно вытекать при легком массажирувании брюшка рыбы. Нельзя допускать падения половых продуктов в используемую посуду даже с небольшой высоты. Икра и сперма должны стекать по стенкам приемника половых продуктов. На качество отбираемых половых продуктов у сигов также могут негативно влиять повышенная температура и яркое освещение. Очень опасны нарушения технологического процесса при отборе половых продуктов и осеменении икры. Некачественные половые продукты особенно чувствительны к внешним воздействиям (температуре, проточности, перемещению и т. д.) и в значительных количествах погибают. Выполненные нами исследования по влиянию температуры воды на икру сигов показали, что при ее повышении до 10 °С оплодотворяемость икры снижается до 30 %.

Особенно важен для сигов, как и для других видов рыб, эмбриональный период развития, на протяжении которого в основном формируется организм. Этот процесс осуществляется путем последовательного перехода формирующегося организма от одного этапа развития к другому. Во время перехода на каждый новый этап развития усиливается темп дифференцировок и ускоряются процессы метаболизма. Продолжительность перехода на каждый но-

вый этап развития у эмбрионов сигов колеблется от нескольких минут (в начале эмбриогенеза) до нескольких часов (в конце эмбриогенеза). Эмбрион очень чувствителен к внешним воздействиям. Наши опыты показали, что при повышении температуры воды во время переходной стадии до 10 °С выживаемость эмбрионов сокращалась до 20 %. У выключившихся личинок из этих опытов нередко наблюдалось искривление позвоночника.

Интенсивно происходящая дифференциация организма во время переходной стадии реализуются на протяжении каждого нового этапа. Эмбрион интенсивно растет, метаболизм стабилизируется. Чувствительность эмбрионов к внешним воздействиям значительно ослабевает. Даже кратковременное увеличение температуры воды в это время до 10 °С существенно не отражается на выживаемости эмбрионов. Выживаемость сохраняется на уровне 70–75 %. Продолжительность этапов с возрастом эмбрионов увеличивается от нескольких часов до нескольких суток. К концу каждого этапа интенсивность всех процессов метаболизма, в том числе и скорость роста, замедляется. Организм на протяжении этапа подготовился к переходу на следующий уровень развития. Наступает переходная стадия, на которой осуществляется новый цикл дифференции эмбриона.

Знание особенностей получения половых продуктов, оплодотворения икры и эмбриогенеза весьма необходимо для получения качественного посадочного материала и, следовательно, конкурентоспособной товарной продукции.

5.1. Получение икры

Тщательно отбраковывая по внешнему виду на четвертой стадии зрелости (примерно за 10–12 дней до начала нереста), производителей сигов разделяют на группы по полу и степени зрелости половых продуктов. Каждую группу рыб размещают в специальные садки для окончательного формирования половых продуктов. Для этой цели следует использовать небольшие по размеру неглубокие садки (3 x 3 x 2 м), которые устанавливают в акватории водоема рыбоводного хозяйства. Садки с производителями обычно устанавливают в местах, хорошо доступных для контроля за состоянием выдерживаемых рыб (например, у пирса хозяйства). Желательно наличие слабого течения воды в месте установки садков. Расстояние от днища садка до дна водоема должно быть не менее одного

метра. Недопустимо в месте размещения садков наличие любых видов загрязняющих веществ, шумовых и сильных ветровых воздействий.

Половозрелых самцов на четвертой-пятой стадиях зрелости половых продуктов обычно размещают в отдельный садок и по мере потребности используют для получения спермы. Самок же чаще всего разделяют на три группы. Первая группа – самки конца четвертой стадии зрелости половых продуктов («мягкое брюшко»), вторая – середина четвертой стадии («ослабленное брюшко») и третья – переход от третьей к четвертой стадии («твердое брюшко»). Дальнейший осмотр самок первой группы проводится ежедневно, второй – через 2–3 дня, третьей – через 4–5 дней. В дальнейшем по мере созревания половых продуктов сроки осмотра производителей сокращаются до ежедневного. Зрелые икра и сперма свободно вытекают при легком нажатии на брюшко рыбы.

Отбор икры необходимо производить в закрытом помещении, чтобы защитить ее от воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды (яркого света, ветра, дождя, снега). Температурный режим воздуха в помещении следует поддерживать на уровне температуры, при которой выдерживались производители перед нерестом (2–6 °С).

Икра отбирается в чистые и сухие эмалированные или пластмассовые емкости с гладкой поверхностью (тазы, ведра). Металлическую посуду применять не следует, так как при отборе икры сегов поздней осенью возможно ее примерзание к стенкам емкости и последующая гибель.

Для сохранения производителей и получения икры высокого качества рекомендуется учитывать следующие условия:

- температура воздуха должна соответствовать температуре воды, при которой производители выдерживались;
- производители должны быть с текучими половыми продуктами (пятая стадия зрелости);
- отбор половых продуктов производить в утренние часы;
- не допускать попадания любых видов влаги на половые продукты до начала осеменения икры;
- избегать воздействия на половые продукты яркого света, ветра, дождя (снега) и других неблагоприятных факторов;
- для отцеживания икры сеговых использовать емкости с гладкими стенками (эмалированные, пластиковые); не допускается ис-

пользование металлических емкостей (в холодную погоду икра может примерзнуть к стенкам металлической емкости);

- для отцеживания спермы использовать стерильные пробирки.

Для получения половых продуктов сиговых рыб наиболее эффективным является метод «отцеживания» (рис. 16). Этот метод по своему существу близок к природному нересту рыб и не требует никаких химических или хирургических вмешательств.



Рис. 16. Получение икры у сиговых рыб методом «отцеживания»

Для отцеживания икры самку тщательно, но быстро обтирают вафельным полотенцем или марлевой салфеткой, чтобы не допустить попадания в рыбоводную емкость воды и слизи. Затем голову самки оборачивают мокрым полотенцем (марлевой салфеткой) и, придерживая ее левой рукой, массирующими движениями другой руки в сторону анального плавника, слегка надавливая на брюшко, сцеживают икру по стенке собирающей емкости. Генитальное отверстие должно касаться края емкости. Недопустимо падение икры прямо в емкость, так как при падении икра травмируется и погибает. Известно, что у неоплодотворенной икры оболочки мягкие и плотно прилегают к яйцеклетке. Поэтому малейшее механическое воздействие на такую икринку приводит к травмированию яйце-

клетки и дальнейшей ее гибели. Для большей сохранности икры рекомендуется ее сцеживать на марлевую салфетку, размещаемую в емкости на небольшом расстоянии от дна (3–4 см) (Рыжков, Кучко, Дзюбук, 2011). Отцеживаемая икра должна быть прозрачной. При появлении мутных икринок или отдельных кровоизлияний отцеживание необходимо прекратить. В каждую емкость обычно собирают икру от 3–5 самок.

Сразу после отцеживания икра оценивается по качеству. Обычно определяются цвет, диаметр и масса икринок. Икра хорошего качества однородна по цвету и сходна по размерам и массе. Целесообразно сравнить ее со средними показателями, свойственными данному виду или экологической группе рыб. При наличии сходства полученную икру можно признать качественной и полноценной. Икру с большим количеством полостной жидкости, кровоизлияниями, с остатками фекалий и в виде комков не рекомендуется использовать для получения потомства. Не следует использовать также икру, полученную с большими усилиями. Она неполноценна и не способна к оплодотворению.

Собранная в емкость качественная икра в течение 5–10 минут должна быть осеменена. При длительном хранении неоплодотворенной икры микропиле в ее оболочках закрывается с помощью фолликулярных клеток и прекращается связь яйцеклетки с окружающей средой (Кауфман, 1990). В наших опытах зрелая икра в гаметаканнах уснувших самок сигов при температуре около 0 °С не теряла способности к оплодотворению в течение 6–8 часов. У севанской форели эта способность сохранялась в течение 18–24 часов.

5.2. Получение спермы

Для сохранения здоровья самцов необходимо их головы тщательно обернуть мокрым полотенцем. Затем, придерживая голову рыбы левой рукой, правой рукой отгибают хвостовой стебель, устанавливая генитальное отверстие над посудой для сбора спермы (рис. 17). Легкими массирующими движениями от брюшных плавников к анальному отверстию сцеживают сперму. Нельзя сильно нажимать на брюшко впереди брюшных плавников. Можно повредить семенники, и тогда вторая порция спермы будет непригодна для оплодотворения. Зрелая сперма тонкой струйкой вытекает в подготовленную чистую и сухую емкость (например, стерильные

пробирки). Так как сперма у самцов созревает отдельными порциями, то одного самца можно использовать несколько раз.



Рис. 17. Получение спермы у сиговых рыб методом «отцеживания»

Доброкачество спермы оценивается по цвету, по объему эякулята, концентрации спермиев и времени их подвижности (табл. 4). Ее цвет должен быть белым, концентрация – консистенции густых сливок. Объем эякулята определяют по количеству спермы, отцеженной за один раз, а концентрацию оценивают под биноклем, подсчитывая количество спермиев в одном кубическом миллиметре эякулята. Для определения подвижности и продолжительности жизни спермиев каплю спермы помещают на предметное стекло и вносят несколько капель чистой воды. Сперматозоиды активизируются, и под небольшим увеличением микроскопа (лупы) можно определить интенсивность движения и продолжительность жизни спермиев. Сперма очень качественная, если спермии живут не менее 1.5–2.0 минут. До использования спермы для осеменения икры нельзя допускать попадания в нее воды, крови и других жидкостей. При наличии влаги сперма быстро теряет фертильность. Не следует использовать для осеменения икры жидкую водянистую сперму или сперму с примесью крови.

В качестве резерва, например, при недостатке самцов, сперму целесообразно заготовить заранее. Для этого от каждого «текучего» самца сперма отбирается в отдельные стерильные пробирки, которые тщательно закрываются корковыми пробками. Не рекомендуется для этой цели использовать резиновые пробки, которые полностью препятствуют движению воздуха. Пробирки со спермой хранятся в термосах со льдом или в холодильниках при температуре около 0 °С. Высокое качество спермы хорошо сохраняется, если пробирки обернуть марлевыми многослойными салфетками. Этот прием обезопасит сперму от возможных колебаний температуры. Срок хранения спермы в таких условиях не должен превышать 5 суток. Перед использованием консервированной холодом спермы следует проверить ее качество.

5.3. Осеменение и оплодотворение икры

Осеменение – это сближение спермиев с икринкой (яйцом). В водной среде природных водоемов сближившийся с икринкой спермий через микропиле проходит внутрь яйцеклетки, в которой и происходит слияние женской и мужской клеток (оплодотворение или кариогамия). Оплодотворение является сложным процессом, начинающимся с активации яйца и открытия микропиле. Для этого в благоприятных условиях достаточно соприкосновения сперматозоида с яйцом. После открытия микропиле единственный из множества сперматозоид проникает в яйцеклетку и происходит объединение родительских пар. Проникновение сперматозоида в яйцеклетку сопровождается закрытием микропиле и увеличением плотности оболочек. От скорости уплотнения оболочек зависит величина образующегося перивителлинового пространства. У мелкой икры этот процесс происходит в достаточно короткие сроки и величина перивителлинового пространства незначительна. Конечно, размеры перивителлинового пространства также зависят от количества воды в желтке и от экологических условий формирования яйцеклеток. Итогом этого процесса является образование новой клетки – зиготы, которая в процессе многочисленных делений и других преобразований превращается в многоклеточный организм, в данном случае во взрослую рыбу – сига.

В искусственных условиях осеменяют икру сигов сухим, русским, способом, разработанным в XIX веке российским исследователем В. П. Врасским. Для этого в отобранную от 3–5 самок икру

осторожно вливают хорошо перемешанную сперму от 3–4 самцов. Категорически не рекомендуется вносить сперму от каждого самца последовательно. При последовательном внесении спермы в осеменяемую икру нарушается принцип избирательности. Для получения наилучших результатов оплодотворения икры желательно, чтобы сперма была получена непосредственно перед использованием. Конечно, при недостатке «свежей» спермы можно использовать ее резервные запасы. Для качественного осеменения каждого килограмма икры требуется около 3 см³ чистой спермы.

После внесения спермы половые продукты осторожно и тщательно перемешивают птичьим пером или даже чистой рукой для равномерного распределения спермиев среди икры. Затем в емкость с хорошо перемешанными половыми продуктами вливают небольшое количество воды (до 0.2 л на 1 кг икры) и полученную смесь половых продуктов с водой вновь тщательно перемешивают. В это время спермии активизируются, сперматозоид проникает через микропиле в яйцеклетку и происходит оплодотворение икры.

Смесь половых продуктов с водой выдерживается не менее 5–10 минут. Если сперматозоиды активны и успешно проходит процесс оплодотворения икры, то на поверхности воды образуется специфическая пленка из пены.

Через 5–10 минут оплодотворенную икру в течение 1 или 2 часов тщательно промывают в чистой, проточной воде для удаления остатков спермы и других органических примесей. При отсутствии проточности воду в емкости с икрой меняют до 10 раз. Плохая отмывка икры во время ее инкубации может способствовать развитию сапролегнии. Поэтому рыбовод с особой тщательностью должен следить за чистотой оплодотворенной икры.

Затем оплодотворенную икру в емкости при постоянном движении оставляют на 2–3 часа для набухания в чистой проточной воде. Удобно этот процесс осуществлять при слабой проточности или сменяя воду каждые полчаса. Объем воды в емкости должен быть в 3–4 раза больше объема икры. За это время икра набухает и завершается образование перивителлинового пространства. Средняя температура воды, при которой осуществляются все процессы оплодотворения икры и подготовки ее к инкубации, должна быть относительно стабильной и соответствовать температурным условиям выдерживания производителей.

5.4. Подготовка икры к инкубации

Подготовка оплодотворенной и набухшей икры сигов к инкубации включает обесклеивание (при необходимости) и профилактическую обработку для предупреждения грибковых заболеваний.

Обесклеивание икры сигов обычно проводят в емкостях, позволяющих обеспечивать ее постоянное движение. Для этого целесообразно использовать инкубационные аппараты Вейса или его модифицированные системы (Казанского, Чеза) с восходящим током воды. Использование этих аппаратов требует тщательного контроля за направлением в них потока воды и скорости течения, которые обеспечивали бы очень слабое движение икры (без «кипения»). «Кипение» икры обычно приводит к значительному увеличению смертности эмбрионов. При прекращении движения клейкая икра очень быстро образует комочки, препятствующие ее дальнейшей подготовке к инкубации. В качестве обесклеивающего вещества целесообразно использовать тальк, мел или обезжиренное молоко. При выборе обесклеивающего вещества следует учитывать, что тальк и мел утяжеляют икру и делают ее оболочки непрозрачными. Первое нежелательно при инкубации икры в аппаратах Вейса, а второе затрудняет наблюдение за развитием эмбрионов.

Для проведения обесклеивания икры готовится суспензия обесклеивающего вещества. Суспензию из талька и мела готовят следующим образом: 75–100 г талька (мела) и 8–11 г поваренной соли смешивают с пятью литрами чистой воды, полученную смесь хорошо перемешивают. На каждый килограмм икры необходимо использовать 0,5 л густой приготовленной смеси, которую разбавляют 4 л воды.

Для приготовления обесклеивающего вещества из обезжиренного молока в него добавляют поваренную соль из расчета 2–3 г поваренной соли на 1 л молока. Приготовленную смесь следует хорошо перемешать до полного растворения соли. Подготовленная таким образом смесь молока с поваренной солью вносится в икру для обесклеивания (5 л молочной смеси на 1 кг икры).

Обесклеивание заканчивается, если икринки не будут склеиваться. Обычно на эту операцию затрачивается до 45 минут. После этого икру следует хорошо промыть чистой водой.

Для выполнения профилактических мероприятий тщательно отмытую от суспензии икру подвергают воздействию дезинфицирующего раствора. Для этого используют раствор хлорамина в кон-

центрации 1:30000 (экспозиция 20 мин) или перекись водорода в дозировке 500–1000 мг/л (экспозиция 15 мин). Для проведения профилактики икра размещается в эмалированном тазике с небольшим количеством воды. Затем в тазик с икрой вливается используемый дезинфицирующий раствор и в зависимости от его состава икра выдерживается в нем определенное время (15–20 мин). При проведении дезинфекции необходимо очень тщательно следить за содержанием в воде кислорода. При снижении его содержания менее 5 мг/л дезинфекцию следует прекратить, а икру тщательно промыть чистой водой и заложить в инкубационные аппараты, которые предварительно дезинфицируют свежим раствором хлорной извести.

5.5. Инкубация икры

Для инкубации икры сигов следует использовать экономичные и простые по конструкции аппараты Вейса с восходящим током воды (рис. 18), в которых возможно создать наиболее благоприятные условия для развития эмбрионов сиговых.

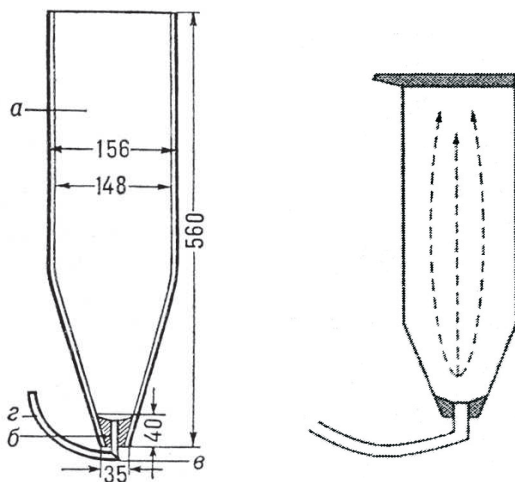


Схема аппарата

Схема водотока

Рис. 18. Стандартный инкубационный аппарат Вейса с восходящим током воды:

а – цилиндр, *б* – пробка, *в* – трубка, *г* – шланг

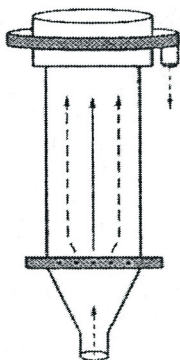
Аппарат Вейса представляет собой стеклянный или суживающийся книзу пластиковый цилиндр с пробкой на узком конце. Его форма напоминает перевернутую бутылку с отрезанным дном. В пробку вставляется синтетическая или металлическая трубка диаметром 0,6–1,4 см в зависимости от объема аппарата. На верхний край аппарата надевается синтетический или металлический обруч со сливным рожком. Вода поступает в аппарат через шланг, надеваемый на трубку в нижней ее части. Ток воды поддерживает икринки во взвешенном состоянии на протяжении всего периода инкубации. Сброс воды из аппарата происходит через сливной рожок, перед которым установлена решетка, предохраняющая от выноса из аппарата икринок и выклюнувшихся личинок. Расход воды в стандартном аппарате – 3–4 л/мин. Обычно аппараты Вейса размещаются в стойке до 20 штук (рис. 19). Следует строго следить за вертикальной установкой аппаратов. Любое отклонение от вертикали изменяет направление струи водотока в аппарате, следовательно, нарушает равномерное перемешивание икры и способствует созданию заморных явлений. Подача воды в аппараты независимая, ее сброс осуществляется в общий водосбросной лоток, а из него – в канализационную сеть.



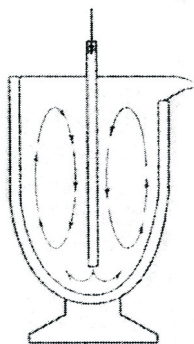
Рис. 19. Инкубационные аппараты Вейса с восходящим током воды в стойке (до 20 шт.)

Для размещения икры аппарат Вейса наполовину заполняют водой. Затем при очень слабом ее токе по стенке осторожно вливают в аппарат подготовленную к инкубации икру. Норма загрузки аппарата икрой сигов – до 300 тыс. штук. Это примерно 2/3 объема стандартного аппарата. После заполнения аппарата икрой регулируют его проточность. Расход воды в аппарате по мере развития эмбрионов увеличивается от 2.2 до 4.0 л/мин. Во время включения подачи воды в аппарат необходимо тщательно следить за равномерным перемешиванием икры. В случае неравномерности необходимо отрегулировать вертикальное положение аппарата. Нельзя допускать «кипения» икры, могут быть повреждены ее оболочки с соответствующими негативными последствиями.

Среди других модификаций аппаратов с восходящим током воды пользуются популярностью для инкубации икры сиговых и карповых рыб аппараты Казанского и аппараты Чеза (рис. 20).



Аппарат Казанского



Аппарат Чеза

Рис. 20. Модифицированные аппараты Вейса с восходящим током воды (аппарат Казанского, аппарат Чеза)

Аппарат Казанского является модификацией аппарата Вейса. Его отличительная особенность – установка специальной водоструйной головки для рассеивания потока воды. Головка имеет одно центральное отверстие ($d = 5$ мм) и шесть боковых ($d = 3$ мм каждое), направляющих потоки воды под углом 15° . Это приспособ-

ление улучшает омываемость инкубируемой икры. Рабочая емкость – до 300 тыс. икринок сиговых, расход воды – 3–4 л/мин.

Аппарат Чеза представляет собой бокаловидную емкость со сливным носиком в верхней части. Вода подается через трубку сверху и рассеивается в аппарате округленным дном. Создаваемый вертикальный поток поддерживает инкубируемую икру во взвешенном состоянии и постоянном движении. Мощность стандартного аппарата – до 300 тыс. икринок сига при расходе воды 3–4 л/мин.

Икра сиговых очень чувствительна к яркому освещению (фотофильна). В то же время не рекомендуется полностью затемнять инкубационные цеха, и особенно инкубационные аппараты. Полное затемнение инкубационных цехов нередко приводит к значительной гибели эмбрионов или выклеву нежизнеспособных личинок. Хорошие результаты получены при инкубации икры сиговых при рассеянном (сумеречном) освещении. Это биологически оправданно, поскольку в природных условиях икра рассеивается по поверхности грунта на нерестилище и попадает под укрытия небольших предметов (мелкой гальки, щебня и др.), в небольшие расщелины и углубления, которые защищают ее от яркого освещения. В то же время слабое освещение сохраняется. Темнота же угнетает процессы метаболизма. Это доказано нашими опытами. В темноте интенсивность потребления кислорода у эмбрионов обыкновенного сига сокращалась до 70 % по сравнению с сумеречными условиями освещения.

Важное значение для обеспечения благоприятных условий развития эмбрионов сиговых имеют нормы загрузки инкубационных аппаратов и объемы их водоснабжения (табл. 6). Приведенные в табл. 6 нормы загрузки инкубационных аппаратов Вейса и объемы их водообеспечения рассчитаны на основании величин потребления кислорода эмбрионами различных видов и экологических форм сигов при температуре воды в пределах оптимума (0.2–1.2 °С) и содержании растворенного в воде кислорода в пределах 8.5–10.5 мг/л.

На рыбоводных заводах икра сигов обычно инкубируется при температуре от 0.1 до 1.0 °С. При этой температуре эмбриогенез у разных видов сигов продолжается от 210 до 100 суток (табл. 7). Чем выше температура инкубации икры, тем короче эмбриональный период. Если инкубацию икры сигов провести при температуре 1–2 °С, то продолжительность эмбриогенеза сократится на 1/3 часть.

Однако к сокращению продолжительности эмбрионального периода путем повышения температуры воды следует относиться с очень большой осторожностью. Существует зона оптимальных температур, диапазон которых колеблется в пределах от 1.0 до 7.0 °С в зависимости от вида рыб. Не рекомендуется инкубировать икру сегов вблизи верхней температурной границы экологического диапазона (7 °С). Постепенно увеличивать температуру воды до 5–6 °С целесообразно за 3–6 дней до выклева личинок. Это будет способствовать более массовому выклеву личинок.

Таблица 6

Нормы загрузки икры сеговых в стандартные аппараты Вейса и объемы их водоснабжения

Виды и экологические формы сеговых рыб	Температура нереста, °С	Количество икры, тыс. шт.	Обеспечение аппаратов водой, л/мин	Примечания
Сиг обыкновенный	0.4–1.0	250–300	2.2–2.6	t °С – 0.2–1.2 O ₂ , мг/л – 8.5–10.5 Подача воды, л/мин – 2.1–3.2
Сиг чудской	0.4–1.0	250–300	2.2–2.6	
Сиг-лудога	0.4–1.0	220–260	2.1–2.6	
Сиг-муксун	0.2–1.0	300–330	2.4–2.8	
Сиг-пыжьян	0.2–1.0	280–310	2.4–2.7	
Чир	0.2–0.4	230–260	2.2–2.5	
Пелядь озерная	0.2–0.8	500–550	2.5–3.2	

Таблица 7

Продолжительность эмбриогенеза некоторых видов и экологических форм сегов

Виды и экологические формы сеговых рыб	Температура нереста, °С	Продолжительность эмбриогенеза, сут.	Количество градусодней	Автор
Сиг обыкновенный	0.4–1.0	160–200	155–210	Мухачев, 2004
Сиг чудской	0.4–1.0	160–180	155–170	Рыжков, 2010
Сиг-лудога	0.4–1.0	145–190	130–175	Рыжков, 2010
Сиг-муксун	0.2–1.0	160–190	110–160	Мухачев, 2004
Сиг-пыжьян	0.2–1.0	150–180	125–160	Рыжков, 2010
Чир	0.2–0.4	165–180	86–100	Мухачев, 2004
Пелядь озерная	0.2–0.8	180–195	145–185	Мухачев, 2004

Наряду с температурой необходимым условием при инкубации икры сигов является сохранение постоянного тока воды с высоким содержанием растворенного в ней кислорода (> 8.5 мг/л). Критическая концентрация кислорода для сигов во время эмбрионального развития равна 7 мг/л. Целесообразно во время дробления яйцеклетки сохранять ток воды в пределах 2.2–2.4 л/мин, на этапе подвижного эмбриона – 2.6–2.8 л/мин. Перед выклевом личинок ток воды следует увеличить до 4.0 л/мин.

Во время инкубации икры сигов необходимо следить за ее общим состоянием. При появлении погибших икринок рекомендуется их своевременно удалять, чтобы не способствовать развитию сапролегнии. Удалить погибшую икру сигов из аппаратов Вейса не представляет никакой трудности, так как погибшие икринки всплывают и концентрируются над слоем живых развивающихся эмбрионов. По мере накопления погибшие икринки удаляются при помощи сифона или увеличением тока воды через носик обруча аппарата.

Появление тонких нитей сапролегнии показывает на начало этого неприятного заболевания. Необходимо срочно провести профилактическую обработку икры одним из растворов: малахитовым зеленым с уровнем разведения 1/200000 и длительностью обработки 50 минут или раствором фиолетового «К» с концентрацией 5 мг/л и длительностью обработки 25 минут. Для профилактической обработки икры рекомендуется также использовать препарат йодоформ (100 мг/л) или перекись водорода (500–1000 мг/л) при длительности экспозиции 10–15 минут.

Проводя любые манипуляции с икрой, рыбовод должен хорошо знать динамику взаимосвязей эмбрионов на разных этапах развития с условиями окружающей среды. Эта динамика проявляется в изменении чувствительности развивающихся эмбрионов к различным факторам внешней среды. Известно, что в процессе эмбриогенеза существуют так называемые «критические периоды», когда икра очень чувствительна к внешним воздействиям. У сигов высокая чувствительность обнаружена перед и во время гастрюляции, а также во время дифференцировки осевых органов. В это время категорически запрещается проводить любые манипуляции с икрой, возможна ее значительная гибель. Например, увеличение тока воды на 10 минут до слабого «кипения» икры во время гастрюляции в наших опытах приводило к гибели большого числа эмбрионов (до 78 %).

При появлении в глазах пигмента (стадия «глазка») чувствительность икры к внешним воздействиям снижается и в это время можно проводить профилактические мероприятия, а также обрабатывать икру, переносить, перевозить и т. д. Если икра инкубируется при средней температуре 0,2 °С, стадия глазка у чудского сига наступает на 54–67-й день инкубации, у сига-лудоги – на 60–71-й день, у обыкновенного сига – на 60–68-й день инкубации.

При завершении формирования эмбрионов происходит их освобождение от оболочек икры, начинается выклев личинок. Обычно выклев личинок продолжается несколько дней. В первые 1–2 дня личинки выклевываются единично. Затем скорость выклева увеличивается (этому должно способствовать увеличение температуры воды до 5.0–6.0 °С). Через 5–6 дней выклев личинок прекращается. Выклевывающиеся личинки через носик верхнего обруча инкубационного аппарата с помощью соответствующего шланга размещаются в личиночные ванны или другие рыбоводные емкости для дальнейшего выращивания.

Эмбриональный период развития организма рыбы заканчивается и начинается новый, личиночный, период.

Оценить общее состояние инкубируемой икры возможно по величинам ее оплодотворяемости и последующей выживаемости.

Обычно величину оплодотворяемости определяют на стадии дробления зародышевого диска, когда под биноклем достаточно четко видны 2 или 4 бластомера. Для этого отобранные пробы икры (по 30–50 шт.) фиксируют 10 % уксусной кислотой с добавлением 10 г поваренной соли на 1 л раствора или смесью из спирта и ледяной уксусной кислоты в соотношении 3:1. В любой из этих жидкостей оболочки икринок становятся прозрачными, а зародышевый диск отчетливо просматривается под биноклем. В каждой пробе определяют количество оплодотворенной (процесс дробления продолжается) и неоплодотворенной (процесс дробления нарушен) икры. Принимая общее количество икры за 100 %, рассчитывается процент ее оплодотворяемости в каждой пробе. Затем вычисляется средний процент оплодотворяемости икры в исследуемой партии по трем пробам. Например, в первой пробе из 50 икринок оказались неоплодотворенными 2 икринки. Процент оплодотворяемости равен 4.0 %. Во второй пробе из 47 икринок 2 также оказались неоплодотворенными. Процент оплодотворяемости равен 4.2 %. В третьей пробе из 45 икринок оказалась неопло-

дотворенной одна икринка. Доля оплодотворения – 2.2 %. В данной партии икры процент оплодотворяемости равен $4.0 + 4.2 + 2.2 = 10.4 : 3 = 3.5$ %. Это вполне удовлетворительный результат.

Выживаемость эмбрионов определяют по величинам общего количества инкубируемой и погибшей икры. Погибшая икра включает икринки, отмершие во время ее инкубации, и икринки, оставшиеся после выклева личинок. Например, на инкубацию заложено 300 тыс. икринок сига. За период инкубации погибло 60 тыс. икринок, и 3150 икринок осталось после выклева личинок. Общее количество погибшей икры – 63 150 особей. Выживаемость равна 79.9 %. Согласно нормативам, выживаемость эмбрионов сиговых более 75% признается хорошим результатом инкубации икры. Более точные результаты дает определение процента выживаемости эмбрионов по величине заложенной на инкубацию икры и количества выклюнувшихся личинок. Так, если на инкубацию заложено 300 тыс. икринок, а выклюнулось 225 тыс. личинок, то процент выживаемости эмбрионов будет равен 76 %. При расчете названными способами возможны незначительные расхождения в показателях выживаемости эмбрионов. Обычно они связаны с возможностями учета погибшей икры во время инкубации.

Специалисты и рыбоводы отдают предпочтение второму способу, то есть оценивают состояние инкубируемой икры по количеству выклюнувшихся личинок.

Контрольные вопросы

1. Оценка качества половых продуктов у сиговых рыб.
2. Влияние условий окружающей среды на формирование качественных половых продуктов.
3. Наиболее экономичный способ получения икры у сигов, его характеристика.
4. Способы получения качественной спермы у сигов.
5. Осеменение и оплодотворение икры.
6. Подготовка икры к инкубации.
7. Инкубационные аппараты для инкубации икры сиговых, их характеристика.
8. Необходимость нормирования плотности размещения икры в инкубационных аппаратах и объемов водоподачи в них.

9. Условия инкубации икры сигов (плотность размещения, проточность, температура, освещение и др.).

10. Характеристика «критических периодов» в эмбриональный период.

11. Определение величины оплодотворяемости икры.

12. Способы определения и расчета величины выживаемости эмбрионов.

13. Основные заболевания икры сигов, их характеристика.

14. Профилактические мероприятия в период эмбриогенеза сигов.

ГЛАВА VI. ВЫДЕРЖИВАНИЕ И ПОДРАЩИВАНИЕ ЛИЧИНОК

Личиночный период развития рыб следует рассматривать как переход организма от эмбриогенеза к постэмбриональному развитию. В это время завершаются коренные морфофизиологические преобразования, совершенствуются механизмы восприятия окружающей среды и особи приобретает облик взрослых организмов. Полностью исчезают специфические личиночные органы (плавниковая складка и др.). Завершается формирование пищеварительной системы, и личинки с эндогенного типа питания переходят на потребление исключительно внешней пищи. Зрительные рецепторы становятся основными в восприятии окружающей среды, в том числе поиске пищи и защите от хищников. Происходят соответствующие изменения в дыхательной, кровеносной и нервной системах. Изменяются направление и скорость процессов метаболизма. Осуществляются и другие изменения, обеспечивающие существование организма во внешней среде.

У сиговых этот период весьма короткий и продолжается от 6–8 до 15–20 суток. Однако, учитывая его важность в формировании организма рыб, необходимо специально рассмотреть его особенности.

6.1. Выдерживание личинок

При выклеве из икры личинки сигов восходящим током воды поднимаются в верхние слои инкубационных аппаратов и через специальные сливы скатываются в глубокие проточные бассейны – личинкоуловители (0.8 x 0.8 x 1.1 м) или в другие рыбоводные сооружения (ванны, лотки), в которых они окончательно освобождаются от эмбриональных оболочек (рис. 21). Затем личинок размещают в лотках, бассейнах или других рыбоводных емкостях. Обычно для выдерживания личинок рекомендуется использовать квадратные (1.0 x 1.0 x 0.4 м) или круглые бассейны с гладкими стенками (4–6 м³), с центральным сливом и круговым движением воды (рис. 22). Можно использовать и другие конструкции с подачей воды снизу и с поверхностным сливом. Глубина любых рыбоводных

конструкций для выдерживания личинок не должна превышать 0.4 м. Плотность посадки личинок – 400–500 шт./л, проточность – около 4 л/мин, содержание растворенного в воде кислорода – не ниже 7 мг/л. В первые 2–3 дня следует сохранять температуру воды, которая была во время выклева личинок (4–5 °С), а затем постепенно ее повышать до 12–16 °С. Освещение рыбоводных емкостей с личинками должно быть равномерным и неярким (рассеянный свет). Выклюнувшиеся личинки сигов обычно размещаются по всей толще воды, совершая мерцательные движения, направленные вверх. Через 2–3 дня после выклева основная масса личинок сиговых концентрируется в средних слоях воды. В это время они мало активны, слабо реагируют на течение воды, но избегают яркого солнечного или яркого искусственного освещения. Однако полное затемнение рыбоводных аппаратов негативно отражается на их поведении. Личинки поднимаются в верхние горизонты воды, активность их еще больше замедляется.



Рис. 21. Бассейн-личинкоуловитель

В течение 3–4 дней после выклева личинки сигов питаются за счет небольших запасов питательных веществ в желточном мешке (эндогенное питание). Затем при истощении запасов желточного мешка личинки переходят на смешанное питание. В это время в природных водоемах пищевой рацион личинок обеспечивается как запасами питательных веществ в желточном мешке, так и за счет естественной пищи (коловратки, босмины, другие мелкие объекты зоопланктона). В рыбоводных хозяйствах личинкам этого возраста на протяжении 3–4 дней корм необходимо вносить малыми дозами, в светлое время суток ежедневно. В качестве корма можно использовать как отечественные (ПС-95, РГМ-СП и др.), так и зарубежные корма фирм Raisio agro, Skretting AS и др. Гранулы корма в первые

дни не должны превышать 0.1 мм (пыль). Личинки в это время еще не очень активны и поэтому схватывают только частички корма, находящиеся в непосредственной близости от них. Для повышения кормовой активности целесообразно использовать мелкий зоопланктон в количестве до 20 % от общего рациона. Зоопланктон можно собирать с помощью электрического света. Обычно под источником света зоопланктон концентрируется, и его можно отлавливать с помощью сачков из капронового сита № 50–60. При размещении личинок в садки из капронового сита № 35–45 (при массе 8–20 мг) размещенные в водоеме источники света для привлечения живого корма целесообразно устанавливать над каждым садком.

Вообще в это время основное внимание рыбоводов должно быть сосредоточено на доступности любого вида кормов по размерам. При переходе личинок на смешанное питание плотность посадки следует сократить до 300 шт./л. Учитывая изменение уровня газообмена, проточность рыбоводных емкостей увеличивается в среднем до 6 л/мин, что обеспечит сохранение качественных показателей водной среды на прежнем уровне.

Переход личинок на смешанное питание является критическим периодом. Личинки очень чувствительны к любым воздействиям – как физическим, так и химическим. Вообще личиночный период самый чувствительный на протяжении всей жизни рыб. При нарушении технологии выращивания и условий развития, а также при резких колебаниях условий окружающей среды обычно наблюдается большая смертность личинок.

В этот период развития формируются устойчивость и адаптационные возможности личинок, которые в основном определяют остальные периоды жизненного цикла сегов. Нередко на эту закономерность в онтогенезе рыб обращается мало внимания. В результате, как правило, в последующие переходные периоды жизненного цикла увеличивающаяся смертность не находит у рыбоводов объяснения. Инфекция отсутствует, условия благоприятные, корма качественные, а рыба гибнет. Причиной же могут быть нарушения, возникшие во время личиночного периода.

6.2. Подращивание личинок

При полном рассасывании желточного мешка личинки полностью переходят на питание внешней пищей. В природных условиях к этому времени в основном развиваются большинство кормовых

организмов. Как правило, это босмины, копеподы, дафнии, циклопы и личинки хирономид. Активно питаюсь, личинки интенсивно растут и развиваются. Осуществляется подготовка их перехода на следующий (мальковый) период развития.

Учитывая особенности перехода личинок сего со смешанного питания на активное (внешнее) в рыбоводных хозяйствах следует более тщательно, но и интенсивно продолжить перевод личинок на потребление искусственных кормов. Прежде всего, следует обращать внимание на размеры кормовых гранул. Используемый гранулированный корм должен быть доступен по своим размерам личинкам. Его величина, соответствуя размерам личинок, не должна превышать по диаметру 0.15 мм. Корм следует вносить по всей акватории рыбоводного аппарата небольшими порциями с режимом кормления до 15 раз в сутки. В это время вносить корм следует вручную, так повышается эффективность его потребления и ассимиляции. Задача рыбовода – продолжить «обучение» личинок поиску пищи, развивая у них инстинкт быстрого схватывания гранул корма и интенсивного заглатывания для дальнейшей трансформации в пищеварительном тракте.



а)



б)

*Рис. 22. Круглые бассейны для подраживания личинок:
а – общий вид бассейна для личинок; б – центральный сток бассейна
с личинками*

Для подраживания личинок чаще всего используются квадратные (1.0 x 1.0 x 0.4 м или 2 x 2 x 0,5 м) или круглые бассейны с гладкими стенками (до 2 м³), с центральным сливом и круговым движением воды (рис. 22). Можно также использовать другие конструкции рыбоводных аппаратов с подачей воды снизу и с поверхностным

сливом. Глубина таких конструкций для подращивания личинок не должна превышать 0.5 м. Рекомендуемая плотность посадки – не более 100 экз./л. По мере роста личинок плотность их размещения сокращается до 50 экз./л, а к концу подращивания – до 20 экз./л. Прочность воды в бассейнах сохраняется на уровне 5–6 л/мин.

Подращивать личинок сиговых также можно в садках из капроновой дели, устанавливаемых непосредственно в прямоугольных лотках. Для личинок 15–40 мг используется капроновое сито № 30–35. Рекомендуется на каждый погонный метр лотка устанавливать один садок. Плотность размещения личинок в садках, размещаемых в рыбоводных лотках, по мере их роста постепенно сокращается от 100 до 20 экз./л. Использование садков при подращивании личинок в лотках очень упрощает процедуру их перемещения в другие емкости и практически не повреждает внешние покровы.

На некоторых рыбоводных заводах подращивают личинок в садках, устанавливаемых непосредственно в водоемах (прудах, озерах, водохранилищах). Для этой цели рекомендуется использовать квадратные садки из капронового сита. Для личинок массой от 15 до 40 мг используется сито № 30–35. А. Н. Канидьев с соавторами (1987) рекомендуют использовать для этих целей садки размером 1.5 x 1.5 x 2.0 м. Такие садки для подращивания личинок и более крупной молоди сиговых до сих пор используются во многих садковых хозяйствах. Плотность размещения подращиваемых в садках личинок зависит от динамики массы их тела. А. Н. Канидьев с соавторами (1987) рекомендуют при массе тела до 50 мг в каждый литр воды размещать по 20 особей.

К началу активного питания у личинок завершается большинство морфологических преобразований и они приближаются к облику взрослых организмов. В основном завершается формирование пищеварительного тракта, кровеносной, дыхательной и выделительной систем. Одновременно увеличивается поток пищеварительных ферментов, ускоряются процессы метаболизма, увеличивается эффективность использования пищи на пластический и энергетический обмен, что способствует ускорению роста организмов и увеличению их активности. Соответственно, изменяются взаимоотношения организмов между собой и с окружающей средой. Личинки становятся очень чувствительными к внешним воздействиям (критический период).

Возникает необходимость обеспечить взаимодействие происходящих в организме изменений с условиями окружающей среды, чтобы обеспечить благоприятные условия для дальнейшего выращивания личинок. В искусственных условиях (бассейнах, лотках, садках) это обязанность рыбовода, который должен отрегулировать плотность размещения организмов в рыбоводных емкостях, скорректировать температурный и газовый режимы, организовать рациональный режим кормления и обеспечить личинок полноценными искусственными и при необходимости живыми кормами.

В период от выклева из икры до начала активного питания масса тела личинок увеличивается в 2–3 раза и почти на 50 % возрастает потребление кислорода. Следовательно, учитывая изменения, происходящие в организме личинок, необходимо уменьшить плотность их размещения в рыбоводных аппаратах и увеличить проточность. Для убедительности можно выполнить весьма несложный расчет. Для примера используем личинок муксуна, которые выклеваются из икры массой тела около 6 мг. Интенсивность потребления кислорода у них в это время равняется примерно 0.02 мг/г-час. При переходе на активное питание масса тела личинок колеблется около 15 мг, интенсивность потребления кислорода возрастает до 0.03 мг/г-час. При рекомендованной плотности посадки выклюнувшихся личинок 500 экз./л общая их масса составит 3.0 г/л. Необходимо сохранить такую же массу при переходе личинок на смешанное питание. Для этого 3.0 г, или 3000 мг, делим на 15 мг и получаем 200 экз./л. Выполнив аналогичный расчет по изменению интенсивности потребления кислорода, получим, что проточность воды в рыбоводном аппарате следует увеличить до 5–6 л/мин. Использование расчетных нормативов при подращивании личинок сиговых в рыбоводных хозяйствах подтвердило их достоверность. Конечно, не следует забывать о необходимости регулировать температурный режим воды. Л. П. Рыжков, Т. Ю. Кучко, И. М. Дзюбук (2011) рекомендуют в этот период поддерживать температуру воды в пределах 17–20 °С. Содержание растворенного в воде кислорода не должно быть ниже 7 мг/л. При более низком содержании кислорода (до 5 мг/л) интенсивность потребления пищи у личинок снижается и одновременно сокращается скорость роста. По наблюдениям моих коллег, скорость роста может сокращаться в 2, а иногда и в 3 раза. Что касается условий освещения, то

желательно их сохранять на уровне природных, то есть сумеречными (рассеянный свет).

Большую опасность при подращивании личинок представляет газопузырьковая болезнь. Пузырьки воздуха, попадая в жабры, нарушают процесс газообмена, и личинки погибают. Для предупреждения этого заболевания большое значение имеют водоподготовка, динамика температуры и атмосферное давление. Самый простой метод – устройство перед подачей воды в бассейны специального «отстойника», в котором должны уравниваться температура и газовый режим. Вода из такого отстойника подается под одинаковым давлением.

Через 10–12 дней после выклева личинки формируются в мелкие стайки, активность их питания возрастает, ускоряется рост. К этому времени частоту кормления личинок целесообразно сократить до 8–6 раз в день.

Уход за подращиваемыми личинками заключается в регулировании проточности рыбоводных аппаратов для обеспечения температурного и кислородного режимов. При этом необходимо тщательно контролировать качество подаваемой воды, особенно во время весенних паводков. Нельзя допускать обрастания стенок рыбоводных емкостей водорослями. Для этого рекомендуется их чистить не реже одного раза в двое суток, лучше ежедневно. При необходимости производится дезинфекция.

Обязательным условием является использование индивидуального оборудования (скребков, сачков, сифонов и т. д.) и соблюдение санитарно-гигиенических правил.

При благоприятных условиях развития к возрасту 25–30 суток у личинок сигов полностью завершается личиночный период. К этому времени исчезают все личиночные органы, что приводит к разрушению существовавших у личинок взаимосвязей с окружающей средой. Осуществляется переход личинок на следующий уровень развития с соответствующими морфологическими преобразованиями и новыми взаимоотношениями с окружающей средой. Молодь сигов приобретает основные черты взрослого организма – начинается мальковый период развития.

Вообще выдерживание и подращивание личинок следует рассматривать как один из этапов подготовки для получения качественного посадочного материала. Процесс развития любого орга-

низма непрерывен и начиная с оплодотворения икринки осуществляется путем его перехода с одного этапа на другой.

Контрольные вопросы

1. Значение личиночного периода в онтогенезе рыб.
2. Технология выдерживания личинок (рыбоводные аппараты, плотность размещения, условия среды).
3. Смешанное питание личинок, особенности подкормки, переход на искусственные корма.
4. Подращивание личинок. Рыбоводные аппараты, плотность размещения, водоподача, условия среды.
5. Кормление подращиваемых личинок.
6. Уход за подращиваемыми личинками.

ГЛАВА VII. ВЫРАЩИВАНИЕ КАЧЕСТВЕННОГО ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА

При выращивании качественного посадочного материала основными требованиями к нему являются высокая устойчивость к специфическим условиям содержания в садках, высокий уровень ассимиляции и использования потребляемых искусственных кормов на создание массы тела и интенсивный темп роста. Названные качества посадочного материала формируются в процессе эмбрионального, личиночного и малькового периодов онтогенеза рыб.

Условия развития эмбрионов и личинок, определяющие их качество, создают основу для получения качественного посадочного материала. В мальковый период завершается формирование посадочного материала. В этот период полностью формируются системы органов (пищеварительной, дыхательной, кровеносной, нервной, гормональной и др.). Исключение составляет половая система, формирование которой завершается при наступлении половой зрелости. Обычно сиги в зависимости от условий обитания и видовой принадлежности становятся половозрелыми в возрасте 3–10 лет. Например, в Карелии пелядь становится половозрелой в возрасте 2+, а в северной части бассейна реки Обь – в возрасте 4+–5+. Чир в южных районах ареала становится половозрелым в 5–7 лет, а в северных – в 7–9 лет. Аналогичная ситуация наступления половозрелости отмечена у сига-пыжьяна (4–5 и 7–8 лет), у сига-муксуна (4–5 и 8–10 лет) и других видов рыб.

Поскольку форма, функции и условия роста рыбы взаимосвязаны, одновременно с формированием систем органов у молоди вырабатываются механизмы взаимосвязи с окружающей средой (рецепторные системы) и способы защиты организма от неблагоприятных воздействий (механической, химической и др.). Изменяется характер метаболизма, увеличиваются абсолютные показатели функционального и пластического обмена и изменяется соотношение между этими процессами. В частности, у двухлетков онежского сига рассчитанные по интенсивности потребления кислорода абсо-

лутные показатели функционального обмена увеличились в 4 раза по сравнению с сеголетками. По величине накопления массы тела абсолютные показатели пластического обмена у этой же возрастной группы сегов возросли в 3 раза. Из литературы также известно, что у эмбрионов сегов использование ассимилированной пищи на пластический обмен достигает 60 %, а у личинок этот показатель несколько снижается (до 40 %), у сеголетков его величина сокращается до 30 %, у двухлетков она равна всего лишь 25 % (Рыжков, 1989, 1991; Ryzkov, 1992, 1996). Соответственно, затраты ассимилированной пищи на функциональный обмен изменяются следующим образом: 40, 60, 70 и 75 %. Выполнив некоторые расчеты, вычислим, что соотношение этих показателей в процессе раннего онтогенеза сегов изменяется от 3:2 до 1:3. Это значит, что доля использования вещества и энергии ассимилированной пищи на рост (пластический обмен) с возрастом молодежи сокращается. В то же время доля энергетических затрат на функциональный обмен возрастает.

Известно наличие динамических изменений в отношении эмбрионов, личинок, сеголетков, годовиков и двухлетков к температуре воды, к газовому режиму, к условиям освещения и другим факторам окружающей среды. Эмбрионы сеговых в природных условиях формируются при температуре воды 0,2–1,2 °С. К концу эмбриогенеза температура воды повышается до 3–6 °С, что способствует более интенсивному выклеву личинок. Личиночный период начинается при температуре 4–5 °С, заканчивается при 12–16 °С. Сеголетки в летний период развиваются при температуре 14–20 °С. Осенью их формирование заканчивается при температуре воды 4–2 °С. Зимой при температуре 1–2 °С и ранней весной при температуре 3–5 °С молодь сегов достигает возраста годовика. Рост двухлетков происходит во второй вегетационный период, когда температура воды изменяется от 4 до 20 °С и от 20 до 3–5 °С.

Содержание кислорода для эмбрионов сегов не должно быть ниже 8.5 мг/л, для личинок – не менее 7 мг/л и для более старших рыб не менее 6 мг/л. Критическая концентрация кислорода для большинства сегов – 5.5 мг/л. При содержании кислорода менее 3 мг/л молодь сегов погибает (асфикция).

Для эмбрионов и личинок условия освещения «сумеречные», в эмбриональный период желательно более сильное затемнение

инкубируемой икры. Старшие возрастные группы сига нормально развиваются при слабом освещении. Нежелательно попадание на них прямых солнечных лучей.

Рыбоводу следует хорошо знать, что взаимодействие организма со средой имеет приспособительный характер. Это значит, что система структур, функций и поведенческих реакций организмов обеспечивает их оптимальное существование в пределах конкретных условий природной среды. Например, эмбрионы многих видов сиговых весьма чувствительны к воде с величинами pH более 8. В щелочной среде нарушается нормальный эмбриогенез сига и большинство эмбрионов погибают. В этом отношении весьма интересен опыт акклиматизации сига в озере Севан. В 1924–1932 годах в Севан были завезены чудской сиг и сиг-лудога. В это время величина pH в водах Севана была значительно выше 8. Выживали лишь эмбрионы сига, развивающиеся в устьевых участках впадающих речек с нейтральной реакцией водной среды. Уловы сига до середины 1950-х годов прошлого века не превышали 5 т/год. В результате понижения уровня вод в озере и сокращения их объема к пятидесятым годам двадцатого столетия величина pH сократилась до 7.6. Сиги освоили ранее недоступные из-за высокой щелочности воды нерестилища, их численность начала быстро возрастать. В 1980–90-е годы вылов сига в Севане достиг 300 тонн/год. Другую опасность для эмбриогенеза сига представляет наличие в воде соединений железа. Его предельно допустимая концентрация для рыбохозяйственных водоемов – 0.1 мг/л. При концентрации железа 0.2 мг/л оболочка икры покрывается им и нарушается ее взаимодействие с окружающей средой. Эмбрионы в основном погибают. Такой печальный опыт мы имели при инкубации икры пеляди на Сямозерском экспериментальном заводе.

Конечно, приведенные сведения об особенностях влияния условий окружающей среды на эмбрионов, личинок и мальков сига не исчерпывают всех сведений, которые должен знать рыбовод при выращивании качественного посадочного материала для садкового сиговодства. Однако эти знания, возможно, помогут специалистам обратить внимание на сложность и важность раннего онтогенеза в жизни рыб и будут способствовать созданию благоприятных условий для получения качественного посадочного материала.

При выращивании посадочного материала сига обычно выделяют следующие четыре возрастные группы:

1. Малек – в районе хвостового стебля закладываются первые склериты чешуи, усиливается накопление массы тела, линейные размеры увеличиваются равномерно, изменяются пропорции тела.

2. Сеголеток – молодь, прожившая первый вегетационный период. В летний период эта возрастная группа интенсивно питается. Темп весового и линейного роста высокий. В зависимости от вида рыб в природных условиях средний вес сеголетков обычно колеблется от 20 (муксун) до 100 г (чир). К осени существенно увеличивается жирность тела. Полностью завершается формирование систем органов, за исключением половой системы. По внешнему виду молодь полностью принимает облик взрослого организма.

3. Годовик – молодь, прожившая один год с момента выклева из икры. Обычно сиги этого возраста достигают ранней весной (апрель, начало мая). В зимний период активность молоди несколько снижается, но она продолжает питаться и расти. По интенсивности преобладает линейный рост. К весне содержание жира в мышцах рыб минимальное.

4. «Двухлетка» – молодь, прожившая два вегетационных периода. Летом она интенсивно питается и хорошо растет. К осени содержание жира в мышцах сигов максимальное. В природных условиях средний вес двухлетков молоди колеблется в широких пределах – от 80 до 300 г.

При выращивании посадочного материала в благоприятных условиях рыбоводных хозяйств интенсивность роста молоди сигов может быть значительно выше по сравнению с природными условиями.

7.1. Выращивание сеголетков

При завершении личиночного периода, в возрасте 20–25 суток с момента выклева из икры, у сигов начинается мальковый период развития. К этому времени полностью исчезают все личиночные органы, молодь становится более активной и интенсивно питается. Формируются более мощные стаи. Средняя масса тела молоди колеблется около 40 мг, линейные размеры близки к 19 мм.

Выращивать молодь сигов до сеголетка возможно как в бассейнах, так и в садках. Наиболее экономичным является комбинированный способ: первые месяц-полтора молодь продолжают выращивать в бассейнах, а в дальнейшем ее размещают в садки, устанавливаемые в озерах. Для организации садковых сиговых хо-

зайств не рекомендуется использовать эвтрофные озера. Большое количество органических веществ и возможность периодических «заморных» ситуаций могут отрицательно повлиять не только на рост, но и на выживаемость выращиваемой молоди.

7.1.1. Выращивание в бассейнах

Для выращивания молоди сигов в бассейнах обычно используют рыбоводные емкости круглой или прямоугольной формы. На рис. 23 приведены образцы некоторых конструкций бассейнов, которые могут успешно использоваться для выращивания сеголетков сиговых. Для этой цели вполне пригодны также рыбоводные аппараты, используемые для подращивания личинок (рис. 22). С возрастом молоди объемы этих аппаратов необходимо увеличивать. При выращивании молоди до среднего веса 3 г диаметр круглых бассейнов – 1.0–1.2 м, глубина – 0.5–0.6 м. Размеры квадратных бассейнов – 1.5 x 1.5 x 0.5 м. При дальнейшем выращивании сеголетков размеры и, соответственно, объем бассейнов необходимо увеличивать в 2–4 раза. Основным условием использования любых конструкций рыбоводных аппаратов является поверхностная подача воды и центральный (возможно, боковой) ее сток. На рыбоводных заводах обычно круглые и прямоугольные конструкции бассейнов устанавливают в одну, две и даже в три линии (рис. 24). Это удобно для кормления выращиваемых рыб. В Финляндии кормление рыб в таких рыбоводных емкостях осуществляется автоматически с помощью движущейся по рельсам кормушки, которая работает по соответствующей программе.

При выращивании сеголетков молодь сигов сохраняет высокую чувствительность к газовому режиму. Критическая концентрация кислорода для этой возрастной группы сигов равна 6.5 мг/л. Поэтому необходимо сохранять его содержание в воде рыбоводных аппаратов на уровне более 7.0 мг/л. Зная интенсивность потребления кислорода молодью сигов и его содержание в воде рыбоводных аппаратов, легко рассчитать плотность размещения в них молоди. При массе тела от 0.05 до 0.2 г рекомендуется плотность от 30 тыс. до 8 тыс. особей/м³, при массе от 0.2 до 2.0 г – 8.0–1.5 тыс. особей/м³, при массе от 2.0 до 20.0 г – 1.5–0.4 тыс. особей/м³ и при массе от 20 до 70 г – 0.4–0.1 тыс. особей/м³.

Проточность бассейнов при выращивании молоди до 20 г постепенно увеличивается от 4 до 6 л/мин. Для более старшей молоди ее величина сохраняется на уровне 6–8 л/мин.



*Рис. 23. Некоторые конструкции бассейнов для выращивания
молоди сигов*



*Рис. 24. Линии бассейнов с ленточной кормушкой
(используются в Финляндии)*

Используя расчетные и проверенные на практике нормативы плотности размещения молоди и проточности воды в бассейнах, необходимо постоянно контролировать содержание растворенного в воде кислорода. Обычно пробы воды отбираются на вытоке из бассейна. При приближении содержания кислорода к критической концентрации следует увеличивать проточность рыбоводных аппаратов или уменьшать плотность размещения в них молоди.

Освещение бассейнов следует сохранять по-прежнему сумеречным, не допуская попадания прямых солнечных лучей. Известно, что при ярком солнечном свете у молоди сигов замедляется интенсивность метаболизма, возрастает чувствительность к любым внешним воздействиям, снижается активность и возрастает смертность.

Для обеспечения интенсивного роста молоди необходимо позаботиться о качестве корма, его доступности и режиме кормления. О качестве корма обычно судят по его химическому составу. Корма для молоди сигов должны отличаться высоким содержанием белков (около 50 %), содержать все необходимые витамины (А, Д, С, Е) и микроэлементы. В зарубежных кормах (Skretting AS, Raisio agro и других) обычно содержится большое количество жира (до 28 %),

что нередко приводит к накоплению липидов в брюшной полости молоди. Отечественные корма содержат меньшее количество жира (6–15 %) и белков (до 45 %). В то же время они хорошо витаминизированы и содержат необходимые для молоди сигов микроэлементы. Хорошие результаты получены при кормлении молоди сигов кормами ГосНИОРХа (МС-84, ПС-95, ТСФ-84), ВНИПРХа (РГМ-СС, РГМ-СП), АтлантНИРО (Aller crystal), Raisio agro (Nutra XP 1.0, Royal 1.2/1.5, Royal 1.7, Royal 2.5), Skretting AS (Nutra st, Nutra parr). BioMar (Inicio, Inicio Plus, Inicio 917) других отечественных и зарубежных фирм. Экспериментальные исследования и рыбоводная практика дают основание рекомендовать для молоди сигов массой до 0.2 г в качестве корма крупку гранулой до 0.3 мм. По мере роста молоди размеры гранул корма увеличиваются: при массе тела 0.2–1.0 г – до 0.5 мм, при массе до 3.0 г – до 0.8 мм, при массе до 10 г – до 1.5 мм, при массе 80–150 г – до 2.5 мм. Несоблюдение размеров кормовых гранул отрицательно сказывается на качестве и скорости роста молоди. Заниженные размеры гранул увеличивают интенсивность функционального обмена и сокращают уровень пластического обмена (роста молоди). Гранулы увеличенных размеров становятся недоступными для молоди по величине, поедаемость их резко сокращается.

При кормлении молоди высокобелковыми кормами следует придерживаться приведенных в табл. 8 норм кормления, разработанных на основе результатов морфофизиологических исследований молоди сигов.

Соблюдение режима кормления имеет очень важное значение для получения качественного посадочного материала. От режима кормления зависят величины потребления и ассимиляция пищи и ее использования на рост организма. Учитывая морфологические и физиологические особенности каждой возрастной группы молоди сигов, рекомендуется следующий режим кормления:

- при увеличении массы тела от 0.05 до 10 г частота кормления сокращается от 8 до 6 раз в сутки;
- при увеличении массы тела от 10 до 30 г – от 6 до 3 раз в сутки;
- при увеличении массы тела от 30 до 60 г – 3 раза в сутки;
- при дальнейшем росте молоди возможно 2-разовое кормление.

Таблица 8

Нормы кормления молоди сиговых рыб (% от биомассы)

Температура воды, °С	Масса молоди, г			
	1–5	5–15	15–30	30–60
5	2.3	1.5	1.3	1.0
6	2.9	1.8	1.7	1.3
7	3.3	2.4	2.0	1.6
8	3.7	2.7	2.3	1.9
9	4.3	3.0	2.6	2.0
10	4.7	3.4	2.9	2.3
11	5.2	3.8	3.1	2.6
12	5.6	4.1	3.4	2.8
13	6.0	4.4	3.8	3.0
14	6.5	4.8	4.0	3.2
15	7.0	5.1	4.3	3.5
16	7.5	5.5	4.6	3.8
17	8.0	5.9	4.9	4.0
18	8.4	6.2	5.3	4.4
19	–	6.3	5.5	4.7
20	–	6.5	5.7	5.1

Из литературы хорошо известно, что у большинства лососевых и сиговых потребленная пища, в том числе гранулированная, трансформируется в пищеварительном тракте в течение 6–9 часов (Щербина, Гамыгин, 2006). После переваривания пищи сформировавшиеся экскременты выводятся из организма во внешнюю среду, и пищеварительный тракт до следующего кормления остается свободным. При 3-кратном кормлении практически все время пищеварительный тракт функционирует, трансформируя регулярно потребленный корм. При 2-кратном режиме кормления около 6–8 часов в сутки процесс пищеварения у молоди сигов не осуществляется. Эти особенности молоди лососевых и сиговых рыбовод должен учитывать и соответственным образом регулировать режим ее кормления. Наряду с этим режим кормления необходимо регулировать путем периодического (не реже раза в 10 суток) взвешивания молоди. Замедление роста может быть следствием неправильного режима кормления и недостаточной величины рациона. Конечно, не исключаются и другие факторы влияния среды, например заболелания молоди. Ежемесячная профилактика позволит исключить многие болезни молоди. Обработать молодь сигов можно непо-

средственно в бассейнах, прекращая их проточность на 10–20 минут. В качестве профилактического средства обычно используют малахитовую зелень, раствор формалина, марганцовокислый калий, поваренную соль, хлорамин и многие другие препараты.

Уход за выращиваемой молодью сигов заключается в ежедневной чистке стенок бассейнов, чтобы избежать образования обрастаний водорослями. Выделяемые водорослями обрастаний токсины могут отрицательно влиять на рост и даже на выживаемость молоди. Не рекомендуется использовать рыбоводное оборудование (скребки, сачки и др.) для обслуживания нескольких бассейнов. Это противоречит санитарно-гигиеническим правилам. Ежедневный отбор погибшей молоди будет способствовать сохранению благоприятных условий в бассейнах.

Контроль за состоянием молоди наиболее просто и достаточно объективно может осуществляться путем измерения массы тела и общей длины рыбы от кончика рыла до конца хвостового плавника. Если такие измерения выполнять еженедельно, то на основании вычисления соотношений этих показателей через каждые 10 дней можно получить объективные сведения о росте молоди. Например, проанализируем рост молоди сига в возрасте от 50 до 130 суток (табл. 9). Для удобства анализа величины приведенных показателей условные, хотя они весьма близки к реальным данным при выращивании молоди сигов в бассейнах.

Таблица 9

Весовой и линейный рост молоди сига

Возраст, сутки	Вес, г	Прирост веса, %	Длина, мм	Прирост длины, %	Вес, г/длина, см	Прирост веса / прирост длины
50	0.2		24		0.08	
60	0.4	200	29	121	0.14	1.65
70	0.9	225	37	128	0.24	1.76
80	1.2	133	44	119	0.27	1.12
90	1.7	142	53	120	0.32	1.18
100	2.5	147	61	115	0.41	1.28
110	4.6	219	69	113	0.67	1.94
120	10.3	224	88	128	1.17	1.75
130	20.5	199	110	125	1.86	1.59

Судя по приведенным в табл. 9 материалам, в возрасте 50–130 суток состояние молоди сига можно признать удовлетворительным. Это хорошо подтверждается показателями соотношений вес (г) / длина (см) и прирост веса / прирост длины. В первом случае с разной интенсивностью, но хорошо прослеживается более быстрое увеличение массы тела молоди. Во втором случае подчеркивается закономерная динамика изменений этих показателей при развитии молоди.

Одновременное замедление весового и линейного роста молоди отмечается в возрасте 70–80 суток. Это может быть следствием некоторого ухудшения общего состояния молоди, и специалист-рыбовод должен обратить особое внимание на это явление. Прежде всего необходимо оценить общее состояние молоди, ее размещение в бассейне, общую активность, поедаемость корма и состояние здоровья. Конечно, следует обратить внимание на качество задаваемого корма, в частности на сроки его хранения, кислотность и другие показатели. Не меньшее значение для состояния молоди имеет окружающая среда. При ее оценке прежде всего обращается внимание на температурный и газовый режимы. Если эти показатели не выходят за пределы нормы, то исследуется возможность попадания в бассейны загрязняющих веществ или других опасных компонентов. Если же температура или газовый режим выходят за пределы нормы, то принимаются меры по устранению этих отклонений. Например, это можно осуществить путем увеличения проточности рыбодных аппаратов.

Отмеченное замедление линейного роста в возрасте 90–110 суток при постоянном наращивании темпа весового роста не может рассматриваться как ухудшение состояния молоди. Динамика и соотношение линейного и весового роста молоди скорее всего являются следствием закономерных изменений периодичности этих показателей, что хорошо подтверждается последующими их изменениями (Рыжков, 2008, 2009, 2010).

О состоянии молоди можно также судить по динамике соотношения (индекса) между величиной массы тела и кубом его линейных размеров. Уравнение, по которому можно производить вычисление индекса соотношения, представляется следующим образом:

$$ИС = M_{\text{мг}} / L_{\text{см}}^3,$$

где ИС – индекс соотношения; М – масса тела молоди, мг; L – длина тела молоди, см³.

При изометрическом росте пропорции тела рыб (длина, ширина, высота) сохраняются в основном постоянными. Величина ИС существенно не изменяется. При преобладании линейного роста величина ИС уменьшается. Масса тела молоди увеличивается незначительно. При преобладании весового роста величина ИС увеличивается. Масса тела молоди интенсивно нарастает (табл. 10). Более интенсивное нарастание массы тела у молоди сига отмечено в возрасте 50–70 суток. В возрасте около 80 суток наблюдается изометрический рост (ИС 14.1). Затем в возрасте 90–100 суток ускоряется линейный рост, а с возраста 110 суток происходит постепенное ускорение весового роста.

Таблица 10

**Динамика показателей индекса соотношения (ИС)
у молоди сегов**

Возраст, сутки	Величина ИС	Возраст, сутки	Величина ИС
50	15.6	100	11.0
60	16.4	110	14.0
70	17.8	120	15.1
80	14.1	130	15.4
90	11.4	-	-

Использование знания закономерностей периодичности весового и линейного роста может помочь рыбоводу контролировать рост молоди и определять наиболее экономичную реализацию продукции. Например, нет необходимости реализовывать сеголетков в начале интенсивного наращивания массы тела. Экономичнее реализовать продукцию после интенсивного накопления массы тела, то есть на 15–20 суток позднее. Сеголетки к этому времени будут значительно крупнее и качественнее.

Конечно, для каждого вида сегов и в каждом хозяйстве периодичность весового и линейного роста будут различными. Проводя же контрольные измерения названных показателей, рыбовод будет точно знать, когда интенсивнее накапливается масса тела сеголетков, а когда молодь быстрее растет в длину.

7.1.2. Выращивание в садках

При завершении личиночного периода молодь сеговых можно выращивать в садках, устанавливаемых в природных водоемах. Для мальков массой тела от 40 до 200 мг целесообразно использовать квадратные садки размером 1.5 x 1.5 x 2.0 м с капроновым мешком

из сита № 8–10. Обычно садки устанавливаются в акваториях олиготрофных или мезотрофных водоемов (рис. 25). Глубина водоема в месте размещения садков должна быть не менее 6–8 м. Необходимо наличие слабого течения для обеспечения смены воды в садках. Плотность посадки – 15–6 тыс. экз./м³. Для сохранения газового режима и выноса продуктов метаболизма проточность в садках рекомендуется около 0.04 м/с, ее можно обеспечивать за счет течений воды в местах их установки. Благоприятная температура воды – от 12 до 18 °С, оптимальная – 13–15 °С. В качестве корма эффективно использовать гранулированные корма Nutra starter, Skretting и др. Из отечественных кормов чаще всего применяются корма РГМ-СС и МС-84. Размеры крупки корма – 0.3–0.4 мм. Для повышения эффективности молодь кормят чаще всего вручную 6–8 раз в сутки. Весьма перспективно использование многофункциональных кормушек типа T Drum 2000, которые устанавливаются на специальных рельсах. Управляются такие кормушки через компьютеры по специально разработанным программам.



Рис. 25. Общий вид садков для выращивания молоди сиговых

Молодь массой 200 мг и более размещают в садках с ячейкой дели 2–3 мм, размером 3 x 3 x 3 м. Возможно использование садков объемом до 60 м³. Плотность посадки – 6.0–1.5 тыс. экз./м³. Проточность в садках не должна быть меньше 0.05 м/с. При меньшем водообмене в садках может возникнуть дефицит кислорода и будут накапли-

ваться конечные продукты метаболизма, что может привести к замедлению роста выращиваемой молоди. Не исключается увеличение ее смертности. Благоприятная температура воды – 13–19 °С. Молодь кормят как отечественными кормами (РГМ-СС, РГМ-СП, ПС-95), так и кормами иностранных фирм (Raisio agro, Biomar, Корпенс, Skretting).

Молодь массой тела более 3 г для сохранения благоприятных условий целесообразно выращивать в садках размером 3 x 4 x 4 м или 4 x 4 x 5 м. Дальнейшее увеличение размеров садков возможно, но, как показала практика, это значительно затрудняет уход за садками и контроль за состоянием рыбы. Если объемы садков при выращивании молоди не изменять, то размеры ячеей дели по мере роста рыб должны обязательно увеличиваться: для молоди массой 3–10 г – до 5–6 мм, а для более крупных сеголетков – до 8–10 мм. Увеличение размеров ячеей улучшает водообмен в садках и, следовательно, сохраняет благоприятные условия для развития молоди. Однако нельзя увлекаться увеличением размеров ячеей, так как при большой ячейе может происходить объеживание молоди. Это приводит к сокращению выживаемости выращиваемых рыб.

Плотность посадки 3-граммовой молоди следует сократить до 1500–1200 экз./м³. В дальнейшем при увеличении массы тела молоди необходимо контролировать плотность ее размещения в садках. При массе более 10 г плотность целесообразно сократить до 700–400 экз./м³. При изменении плотности размещения молоди в садках отпадает необходимость изменять в них водообмен, целесообразно сохранять его на уровне 0.05 м/с. При этом следует не забывать контролировать газовый режим в садках. Содержание растворенного в воде кислорода не должно быть ниже 7.0 мг/л. Из практики известно, что при содержании кислорода около 5 мг/л темп роста молоди сокращается почти в 2 раза. Примером этому могут быть результаты опытов, выполненные с молодькой пеляди. Молодь выращивалась на протяжении 20 суток в двух режимах содержания кислорода – 9.2–10.8 и 4.8–5.5 мг/л. В первом опыте средний суточный прирост веса составил 27.5 %, а во втором – 12.3 %. Интересно отметить, что у этой же молоди выявлены различия в потреблении пищи (89.0 и 62.1 кДж), в ее ассимиляции (72.9 и 59.5 %) и, соответственно, в использовании на рост (29.4 и 22.9 %). Вообще рост молоди сигов прекращается при содержании кислорода менее 3 мг/л.

С возрастом молоди изменяется ее отношение к температуре воды. Благоприятная температура для старшей молоди колеблется в более широком диапазоне по сравнению с началом малькового периода. Для разных видов сигов этот диапазон равняется 12–22 °С. Оптимум – 14–18 °С. В оптимальных температурных условиях пластический обмен (рост) у сигов осуществляется при минимальных энергетических затратах. У молоди сига-муксуна, выращиваемой при оптимальной температуре (15–17 °С) на каждую единицу прироста массы тела (кДж) затрачивалось 3 единицы энергии (кДж). При температуре 20–22 °С (еще благоприятной) затраты энергии на единицу прироста возросли до 4.2 единиц (кДж).

При превышении благоприятной температуры воды можно охлаждать воду в садках путем ее закачивания из нижних слоев водоема (ниже термоклина). Такой способ позволяет снижать температуру на 2–3 °С. Конечно, общие затраты на выращивание молоди в этом случае увеличатся, но сама молодь сохранится. В этом случае следует считать, что выгоднее.

При соблюдении всех биологических и технологических условий выращивания сеголетков, используя мальковые корма названных выше фирм, в течение 3 месяцев можно получить молодь массой не менее 30 г.

При выращивании посадочного материала в садках особое внимание необходимо уделять чистоте дельевых стенок, так как их обрастание водорослями происходит очень быстро (в течение 2–4 суток). Периодичность этой операции зависит от размеров ячеи и трофического статуса водоема. Чем крупнее ячея дели, тем реже требуется очищать ее от обрастаний. Чем выше трофность водоема, тем чаще следует проводить чистку садков. В олиготрофных водоемах садки обрастают водорослями в течение 3–4 суток, а в мезотрофных – даже 2 суток. Водоросли обрастаний, уменьшая размеры ячеи, сокращают водообмен в садках и тем самым вызывают снижение содержания растворенного в воде кислорода, что негативно сказывается на росте молоди и может увеличить ее смертность. Результатом обрастания также может быть накопление конечных продуктов метаболизма. Поэтому, несмотря на регулярную чистку садков, необходимо тщательно следить за содержанием в них кислорода. При его снижении, очищая дельевые стенки от обрастаний, необходимо создавать принудительный водообмен, закачивая чистую воду.

Контролируя условия среды в садках, не следует забывать об оценке состояния молоди, которое можно определять по ее размещению в садке, активности поедания корма и темпу роста рыб. Для сохранения здоровья молоди проводятся регулярные профилактические мероприятия (не реже одного раза в 1–1.5 месяца). В качестве препаратов используются формалин, малахитовый зеленый, марганцевокислый калий и др. При выявлении заболевания необходимо срочно изолировать садок с больной рыбой и провести курс ее лечения (Рыжков, Нечаева, Евсеева, 2007). О состоянии молоди можно также судить по темпу ее роста и соотношению показателей масса / размеры. Подробно об этом говорится в разделе 7.1.1.

Регулярное удаление погибших рыб также будет способствовать сохранению их качества. Количество изъятых из садков погибших рыб обязательно регистрируется в специальном журнале.

При соблюдении технологических нормативов и наличии благоприятных условий выживаемость молоди должна быть не менее 80 %.

7.1.3. Выращивание комбинированным способом

Комбинированный способ выращивания сеголетков сеголетков разделяется на 2 этапа. На первом этапе продолжительностью около месяца молодь выращивается в бассейнах. На втором этапе ее выращивание до сеголетка осуществляется в садках. Преимущество этого метода заключается в следующем:

- при продолжении выращивания молоди в бассейнах исключается лишнее ее перемещение, а следовательно, и травмирование;
- сохраняется возможность регулирования условий выращивания (температуры, освещения, газового режима, водообмена и др.);
- обеспечивается тщательный контроль за состоянием выращиваемой молоди;
- при выращивании молоди в садках исключается ее перемещение в новые условия для получения товарной продукции;
- снимается стрессовая ситуация сеголетков, возникающая при их перемещениях;
- обеспечивается подготовка молоди к условиям производства товарной продукции;
- не снижается темп роста при переводе сеголетков на новый этап развития;

- сохраняется высокая выживаемость молоди на всех этапах развития (малек, сеголеток, годовик и более старшие возрастные группы).

В разделах 7.1.1 и 7.1.2. подробно описана технология выращивания сеголетков как при бассейновом, так и при садковом их выращивании. Некоторые аспекты этой технологии возможно использовать и при комбинированном способе получения сеголетков.

К началу малькового периода личинки сига обычно достигают средней массы около 40 мг при средней длине около 19 мм. Дальнейшее выращивание молоди до массы тела 200 мг целесообразно продолжить в тех же рыбоводных емкостях, используя как круглые (диаметр – 1.0–1.2 м, глубина – 0.5–0.6 м), так и квадратные (1.5 x 1.5 x 0.5 м) бассейны (рис. 23, 24). Начальная плотность посадки молоди – 30 тыс. особей/м³, конечная плотность – около 8.0 тыс. особей/м³, то есть в процессе роста молоди плотность ее посадки необходимо уменьшать. Благоприятная температура воды – 10–16 °С. Проточность воды в бассейнах около 4 л/мин. Содержание кислорода на вытоке не менее 7 мг/л. В это время используется гранулированный корм ГосНИОРХа – МС-84, ВНИИПРХа – РГМ-СС, Raisio agro – Nutra XP 0,5, Royal 1.2 и др. Размер гранул не должен превышать 0.3 мм. При больших размерах гранул корм для молоди этой массы тела будет недоступен. Частота кормления должна быть 6–8 раз в сутки. Конечно, частоту кормления можно сокращать, например, до 4 раз в сутки, но тогда его поедаемость будет снижаться. Следствием этого станет сокращение усвояемости корма и замедление темпа роста. Конечно, ухудшится качество выращиваемой молоди. Норма внесения корма при увеличении температуры воды от 10 до 16 °С соответственно будет возрастать от 5.5 до 7.5 % от биомассы выращиваемой молоди.

Дальнейшее выращивание молоди до средней массы 2 г можно проводить в тех же рыбоводных сооружениях или в бассейнах, размеры которых увеличиваются в 2 раза. Плотность посадки – от 8 тыс. до 1.5 тыс. экз/м³. Благоприятная температура воды – 12–17 °С. Проточность – 5 л/мин. Содержание кислорода – не менее 7 мг/л (на вытоке). Корма МС-84, РГМ-СС, Nutra XP 0.7, Royal 1.2 и др. Размер гранул – до 0.6 мм. Использование мелких гранул потребует большей затраты энергии на их поедание и, соответственно, сократит эффективность использования пищи на рост молоди. Более крупные гранулы корма будут недоступны молоди этого размера.

Режим кормления – 4–6 раз в сутки. Для нормирования кормления можно использовать материалы, приведенные в табл. 8.

При выращивании молоди сигов от 2 до 3 граммов можно использовать такие же рыбоводные емкости (d – 1.2 м, глубина – 0.6 м, и 1.5 x 1.5 x 0.5 м). Плотность посадки – 1.0–1.5 тыс. экз./м³. Благоприятная температура воды – 12–18 °С. Особое внимание следует обращать на водообмен в бассейнах, изменением объемов которого можно регулировать не только температуру воды, но и газовый режим. Расчетная величина проточности – около 6 л/мин. При этой величине и содержании кислорода на входе около 8 мг/л на выходе его показатель не снизится менее 7 мг/л, что является нижним пределом для нормального развития молоди сигов. Корма ПС-95, РГМ-СП, Nutra XP 0.7, Royal 1/2/1/5 и др. Рекомендуемый размер гранул – до 0.8 мм. Режим кормления – 4–6 раз в сутки. Суточные нормы кормления приведены в табл. 8.

При благоприятных условиях выращивания молодь сигов достигает массы тела 3 г в течение 45–55 суток. Выживаемость не менее 75 %.

Молодь средней массой 3 г для дальнейшего выращивания пересаживают в делевые садки. К этому времени молодь хорошо адаптирована к изменяющимся условиям окружающей среды, чешуйчатый покров полностью покрывает все тело, хорошо развиты зрительные рецепторы. Она очень активна, интенсивно питается и быстро накапливает массу тела. В основном преобладает весовой рост. Величина ИС превышает 15.5.

Выращивать молодь сигов массой более 3 граммов целесообразно в садках размером 3 x 4 x 4 м или 4 x 4 x 4 м (рис. 25). В таких садках с ячейкой 5–6 мм более интенсивно происходит водообмен, что сохраняет нормальный газовый режим, устойчивую температуру и более эффективно выводит конечные продукты метаболизма рыб. Сохранению благоприятного режима в садках также способствует наличие проточности (не более 0.05 м/с). При этом сохраняется возможность более тщательного наблюдения за поведением и состоянием выращиваемой молоди. Плотность посадки 800–1000 экз./м³. При достижении молодь массой 10 г плотность посадки следует сократить до 800–400 экз./м³, а более 25 г – до 300–250 экз./м³. При этом размеры ячеек в дели увеличиваются до 6–10 мм. Благоприятная температура воды – 12–22 °С, оптимальная – 14–18 °С. Содержание кислорода больше 7 мг/л. Корма РГМ-СП, ПС-

95, Nutra starter-1, Nutra parr-1.2 и др. Режим кормления 3–4 раза в сутки. По мере роста молоди возможно кормление 2–3 раза в сутки. При 2-разовом кормлении следует тщательно следить за поедаемостью корма и ростом молоди. Раздача и дозирование корма более эффективны при использовании автоматических кормушек. В настоящее время существует множество таких кормушек. Поэтому рыбовод должен подобрать такую конструкцию, использование которой наиболее эффективно в его хозяйстве.

На этапе садкового выращивания сеголетков необходимо следить за чистотой дельевых стенок. Регулярная (раз в 2–4 суток) чистка садков будет обеспечивать благоприятный режим для выращиваемой молоди. Профилактические мероприятия (не реже одного раза в 1.5 месяца) позволят сохранить здоровье молоди и получить качественный посадочный материал. Все оборудование для ухода за рыбой и садками должно быть индивидуальным.

Соблюдая технологию выращивания и сохраняя благоприятные условия, за три месяца можно получить сеголетков массой 30–35 г. Максимальная выживаемость составляет 80 %.

7.2. Выращивание годовиков

Выращивание посадочного материала сигов от сеголетка до годовика происходит в зимний период (с ноября по апрель). Годовиков можно выращивать как в бассейнах, так и в садках, размещаемых в естественных водоемах.

Преимуществами бассейнового выращивания является возможность сохранения повышенной температуры воды, высокая эффективность кормления и, соответственно, получение более крупного посадочного материала. Отрицательный фактор – значительные энергозатраты на поддержание повышенной температуры воды в бассейнах. Также требуются капитальные вложения в строительство рыбоводных сооружений (цехов).

При выращивании в садках не требуется капитальных сооружений (только садки и их установка), сохраняется температура воды естественного водоема, в котором размещены садки. Следовательно, капитальные вложения минимальны, энергозатраты незначительны. Однако очень низкая температура воды не способствует высокой эффективности использования корма и скорости роста молоди.

В каждом хозяйстве решение о способе выращивания годовиков может быть принято на основании разработки соответствующего бизнес-плана.

7.2.1. Выращивание в бассейнах

При выращивании годовиков в бассейнах рекомендуется использовать круглые ванны диаметром до 4–6 м и глубиной не менее 0.8 м. Целесообразно также использовать стеклопластиковые бассейны овальной формы размером 4 x 3 м и 5 x 4 м, глубиной 0.8–0.9 м (рис. 26). В некоторых хозяйствах такие сооружения изготавливаются из бетона. Безусловно, бетонные сооружения более долговечны, но их нельзя перемещать. Бассейны из синтетических материалов, напротив, менее долговечны, их достоинство – возможность перемещения. Это очень важно, так как при завершении цикла выращивания на этой же площади можно размещать другие рыбодонные аппараты.



Рис. 26. Сортировочный аппарат в работе

Выращивать молодь сегов в бассейнах возможно при различной температуре воды. Наиболее экономичной является температура 4–6 °С. При этой температуре затраты на энергию подогрева воды минимальны, а темп роста молоди сохраняется достаточно высоким. Плотность посадки молоди массой тела 30–60 г – 0.5–0.3 тыс. экз./м³, при массе 60–100 г – 0.3–0.2 тыс. экз./м³. Проточность со-

храняется на уровне 4–7 л/мин. Для регулирования проточности необходимо вести суточный контроль за содержанием кислорода на вытоке, его содержание не должно быть ниже 7 мг/л. Условия освещения – сумеречные. Менее экономично выращивать молодь при более высокой температуре воды, поскольку велики затраты на подогрев воды. Если же принимается решение использовать для выращивания молоди более высокие температуры (6–8 °С, 8–10 °С или 10–12 °С), то, соответственно, корректируются плотность ее посадки и величина водообмена в бассейнах. Не рекомендуется высаживать посадочный материал в зимних условиях при температуре воды выше 12 °С. При более высоких температурах воды нарушается нормальный годовой биологический цикл развития организма и качество посадочного материала снижается.

При температуре воды 4–6 °С молодь кормят не более двух раз в сутки. Предпочтительнее одноразовое кормление в утренние часы. При более высоких температурах необходимо кормить молодь не реже двух раз в сутки. Нормы кормления молоди сига, рассчитанные по интенсивности процессов метаболизма для разных возрастных групп, приведены в табл. 11.

Для определения оптимальной величины кормления необходимо иметь точные данные о конкретной биомассе выращиваемой в бассейне рыбы. Для этого следует проводить не реже одного раза в декаду ее контрольные измерения. Для этого достаточно определить средний вес и численность молоди.

Таблица 11

Суточная норма кормления молоди сегов, % биомассы

Температура воды, °С	Масса молоди, г				
	30–40	40–50	50–60	60–80	80–100
1	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3
2	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4
3	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4
4	1.0	0.8	0.7	0.5	0.5
5	1.3	1.0	0.8	0.6	0.5
6	1.6	1.3	1.0	0.8	0.6
7	2.0	1.6	1.3	1.1	0.8
8	2.3	2.0	1.6	1.3	1.1
9	2.7	2.2	1.7	1.6	1.4
10	3.1	2.5	1.9	1.8	1.6
11	3.3	2.6	2.1	2.0	1.8
12	3.5	2.9	2.4	2.1	2.0

Кормить выращиваемых годовиков с наибольшей эффективностью можно гранулированными кормами Royal, Nutra, Início и другими с размером гранул от 1.5 до 2.5 мм.

При создании благоприятных условий для роста молоди не следует забывать об уходе за ней и рыбоводными бассейнами, о проведении профилактических мероприятий и в целом о здоровье выращиваемых рыб.

Соблюдая технологию выращивания годовиков в бассейнах и обеспечивая благоприятные условия для их роста и развития, в апреле можно получить молодь массой от 80 до 150 г.

7.2.2. Выращивание в садках

В зимние садки сеголетков переводят перед ледоставом с плотностью посадки 2–3 тыс. экз./м³. Для этого чаще всего используются садки размером 5 x 5 x 5 м или 6 x 6 x 6 м. В некоторых хозяйствах для зимнего выращивания молоди используются круглые садки диаметром 4–8 м и глубиной 5–6 м. Размер ячеей дели в садках определяется по размерам молоди. Для рыб массой 30–60 г используется дель ячейей 8–10 мм. Для рыб массой 60–100 г – ячейей 10–12 мм. Во время перемещения сеголетков в садки необходимо провести их сортировку. Для этого используют различные виды сортировочных установок. При ручной сортировке можно рекомендовать сортировочные ящики без дна и сортировочные столы, при полуавтоматической сортировке – аппараты FSM-2S и AGK, при автоматической сортировке – аппараты ленточного, роликового и револьверного типов (Рыжков, Кучко, Дзюбук, 2011). На рис. 26 представлен сортировочный аппарат, применяемый в садковых хозяйствах Карелии.

Кормят молодь теми же кормами, что и при бассейновом выращивании. Нормы внесения корма приведены в табл. 11. При температуре 2–3 °С мелкую молодь (30–50 г) предпочитают кормить один раз в сутки утром. Более крупную (60–100 г) возможно кормить также в утренние часы, но один раз в двое суток. При температуре воды около 1 °С возможен режим кормления для мелкой молоди один раз в двое суток, для крупной молоди – один раз в 3–4 дня. Предпочтительнее кормить молодь в первой половине дня. В это время она наиболее активна. Для молоди массой тела от 30 до 100 г доступны гранулы размером от 1.5 до 2.5 мм.

Естественно, что в зимних условиях трудно следить за состоянием садков и поведением в них молоди. Для этой цели рекоменду-

ется использовать эхолоты типа Humminbird 160, Humminbird PiranhaMAX 170, Humminbird SmartCast RF 25, Garmin echo 150 и многие другие. Если никаких нарушений в садках и поведении молоди не обнаруживается, то вполне достаточно определять массу тела молоди 1–2 раза в месяц для расчета объема рациона корма.

Очень важно в зимний период следить за газовым режимом в садках. Содержание кислорода должно быть не менее 7 мг/л, а содержание углекислоты – не более 15 мг/л. При ухудшении названных показателей в садках необходимо создать проточность путем подачи в садки чистой воды.

Если в садки были перемещены сеголетки средней массой тела 30 г, то к весне следует ожидать рыб массой 45–50 г. При посадке более крупных или более мелких сеголетков масса их тела может увеличиться на 25–35 %. Интенсивность роста молоди сигов в основном зависит от температуры воды. При очень низкой температуре ($< 1\text{ }^{\circ}\text{C}$) рост практически прекращается. Конечно, не менее важны и другие факторы среды – водообмен, газовый режим, pH, содержание органики, прозрачность. Их желательнее также контролировать 2–3 раза в зимний сезон.

7.3. Выращивание двухлетков

Весной годовиков сига частично реализуют или перемещают в садки для дальнейшего выращивания. Во время этой процедуры молодь необходимо обработать в течение 3–5 мин в 5 % растворе поваренной соли. Эта процедура необходима для предупреждения заболевания рыб. Чаще всего инфекция проникает при перемещениях рыбы.

Средняя масса годовиков, выращенных в садках, не превышает 50 г, длина рыбы не более 15 см.

Нагульные садки обычно имеют площадь 40–60 м² и глубину 5–6 м. Крепятся такие садки на тросах, закрепленных в открытой части озера якорями, а в прибрежной части – на мощных деревьях или также на якорях. На рис. 27 показаны различные конструкции садков, в том числе садки, закрепленные на тросах. Ячей в садках для рыб массой 50–100 г – 9–12 мм, для рыб массой 100–200 г – 12–14 мм и для рыб 200–300 г – 14–16 мм.





Рис. 27. Садки для выращивания разных видов рыб

Плотность посадки молоди при выращивании в садках определяется в основном массой тела. Рыб массой тела 50–80 г выращивают при плотности 200–250 экз./м³, при массе 80–120 г – 150–200 экз./м³, 120–200 г – 150–100 экз./м³, 200–300 г – 70–100 экз./м³. Выживаемость сигов во второй вегетационный период не превышает 85 %.

Оптимальная температура воды для выращивания двухлетков 14–18 °С. Допустимо ее увеличение до 22 °С. Содержание кислорода – более 7 мг/л, углекислоты – менее 15 мг/л. Благоприятная проточность воды в садках не менее 0.05 м/мин.

Для защиты рыб от птиц садки прикрывают специальной сеткой (рис. 28). Для предупреждения солнечного облучения часть садка прикрывается специальным тентом.

Кормят выращиваемых двухлетков специализированными кормами, созданными на базе РГМ. Хорошие результаты получены при использовании кормов фирмы Raisio agro, Biomar и других иностранных фирм.

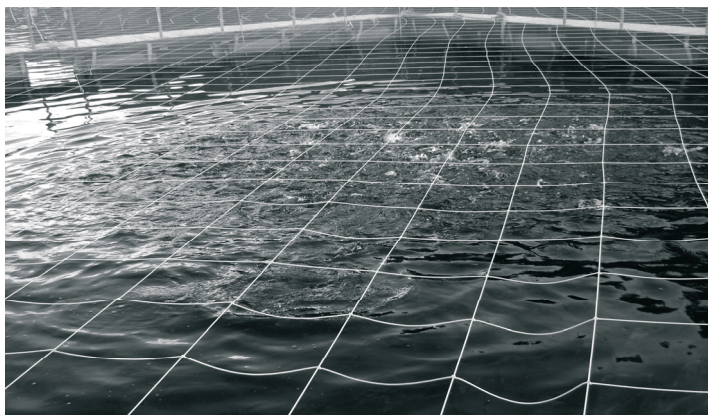


Рис. 28. Защита от птиц

Величина рациона, как известно, зависит от температуры воды. В табл. 12 приведены суточные нормы кормления, рекомендуемые для выращивания двухлетних сегов. Оптимальный размер гранул корма 1.7–3.0 мм. Гранулы большего размера для молоди массой до 300 г практически недоступны, рыба остается голодной и практически не растет. Мелкие гранулы требуют значительных затрат

энергии на их добычу, что увеличивает энергетические затраты на функциональный обмен и уменьшает их на пластический обмен. В результате замедляется рост (особенно накопление массы) выращиваемых рыб. Вообще к подбору размеров гранул используемой пищи следует относиться с большой ответственностью.

Не менее важное значение имеет режим кормления выращиваемых двухлетков. Большинство исследователей и специалистов рыбного хозяйства придерживаются мнения, что во время вегетационного периода кормить рыбу следует не менее 2 раз в сутки (утром и вечером). При благоприятных условиях не исключается кормление рыбы в середине дня. В этом случае промежутки между кормлениями не должны быть менее 6 часов. Известно, что в пищеварительном тракте при благоприятных условиях потребленная пища ассимилируется в течение 6–8 часов (Щербина, Гамыгин, 2006).

Таблица 12

Суточные нормы кормления сегов (% от биомассы рыб)

Температура воды, °С	Масса тела сегов, г			
	50–80	80–120	120–200	200–300
12	2.1	1.7	1.2	0.9
13	2.3	1.8	1.3	1.0
14	2.4	2.0	1.5	1.2
15	2.5	2.1	1.7	1.4
16	2.7	2.3	1.9	1.6
17	2.8	2.4	2.1	1.8
18	2.8	2.5	2.2	1.8
19	2.8	2.5	2.2	1.8
20	2.6	2.2	2.0	1.6
21	2.0	1.6	1.5	1.3
22	1.5	1.0	0.8	0.6

Соблюдение технологии и нормальные условия содержания позволяют на протяжении второго вегетационного периода вырастить двухлетков массой тела до 300–350 г. Рыбопродуктивность при этом достигает 30 кг/м³. Для дальнейшего использования двухлетков сортируют на две-три группы. Молодь массой тела до 200 г может быть использована в качестве посадочного материала для выращивания крупной товарной продукции, а рыбы большего размера целесообразно реализовать через торговую сеть.

Контрольные вопросы

1. Условия выращивания посадочного материала.
2. Характеристика возрастных групп посадочного материала.
3. Технология выращивания сеголетков в бассейнах.
4. Особенности выращивания сеголетков в садках.
5. Технология выращивания сеголетков комбинированным способом.
6. Значение температуры при выращивании посадочного материала.
7. Особенности выращивания годовиков в бассейнах.
8. Технология выращивания годовиков в садках.
9. Значение газового режима при выращивании молоди сигов.
10. Нормирование кормления посадочного материала сигов.
11. Характеристика рыбоводных сооружений при выращивании сигов разного возраста.
12. Технология выращивания двухлетков.
13. Кормление молоди сигов разного возраста.

ГЛАВА VIII.

ВЫРАЩИВАНИЕ ТОВАРНОЙ РЫБЫ

Выращивание товарной рыбы – завершающий этап технологического цикла садкового рыбоводства. Главной задачей этого этапа является получить качественную, конкурентоспособную рыбную продукцию. Эта задача решается путем обеспечения благоприятных условий для роста сегов, использования полноценных, сбалансированных по питательным веществам кормов, соблюдения режимов кормления, сохранения здоровья рыб и других элементов технологического процесса их выращивания.

На протяжении года для выращивания товарных сегов используются садки различных конструкций и размеров (рис. 27). В настоящее время используются как круглые, так и прямоугольные (квадратные) садки. Диаметр круглых садков может достигать 10 м, а их глубина – 8 м. Чаще всего в хозяйствах используются круглые садки диаметром 6–8 м глубиной 5–6 м. Садки таких размеров удобны для обслуживания. Прямоугольные садки обычно имеют размеры от 4 x 4 x 4 м до 8 x 8 x 6 м. При выборе форм и размеров садков для выращивания товарной рыбы следует учитывать биологические особенности рыб и экономическую целесообразность. Сиги относятся к группе стайных видов рыб и для нормального развития им необходимо движение. В садке движение рыб обычно происходит по кругу. В маленьком садке оно будет ограничено и, следовательно, не сможет обеспечить нормальную величину функционального обмена. Соответственно, изменится уровень пластического обмена и сократится темп роста рыб. При больших размерах садков, наоборот, возрастет уровень функционального обмена и большая часть трансформированной пищи пойдет на его осуществление. Следствие этого – замедление роста. Медленный рост рыбы экономически невыгоден. При этом различные затраты на уход за садками и выращиваемой рыбой в разных по размерам садках неодинаковы. По размерам близки к оптимуму садки площадью 60–80 м² и глубиной 5–6 м.

Плотность выращивания сегов в садках определяется размерами рыб и условиями их выращивания. В табл. 13 приведены плотности посадки сегов во время вегетационного периода.

Для выращивания сегов в зимний период плотность их размещения в садках соответственно увеличивается в 2.0–2.5 раза.

Таблица 13

Плотность посадки сегов в садках во время вегетационного периода

Масса тела рыбы, г	Плотность посадки, шт./м ³
200–300	100–70
300–500	70–50
500–800	50–30
800–1200	30–20
1200–2000	20–10

Условия выращивания сегов в садках как во время вегетационного периода, так и во время зимовки определяются природными факторами среды. Это должно учитываться при размещении садков в акватории водоема. Известно, что оптимальная температура для сегов колеблется в пределах 14–18 °С. Отмечен нормальный рост некоторых видов сегов при температуре до 22 °С. В зимний период желательно обеспечивать температуру воды не менее 2 °С. При более низкой температуре рост сегов будет очень замедлен или вообще прекратится. Газовый режим во все сезоны года должен быть благоприятным ($O_2 > 7$ мг/л, $CO_2 < 15$ мг/л). Необходимо сохранять в садках проточность не менее 0.05 м/мин. Более высокая проточность увеличивает величину функционального обмена, более низкая может вызвать в садках заморную ситуацию. От птиц садки защищают специальной сеткой (рис. 28), от прямых солнечных лучей – тентами.

Кормят сегов гранулированными кормами, созданными на базе РГМ, РОЙАЛ (Silver, Emo-Silver) и др. Производитель кормов Raisio агро рекомендует использовать для кормления сегов следующие размеры гранул: при массе 25–85 г – 1.7 мм, при 75–210 г – 2.5 мм, при 200–600 г – 3.5 мм, при 550–1500 г – 5 мм и при массе более 1500 г – 7 мм. Эта же фирма предлагает при кормлении сегов ориентироваться на специально разработанные суточные нормы кормления сегов (табл. 14). Очень важно для эффективного ис-

пользования кормов то, что их производитель обращает внимание на сезонность кормления.

Корм в вегетационный период следует вносить не реже двух раз в сутки (утром и вечером). При благоприятных условиях целесообразно организовать трехразовое кормление. В зимний период при температуре более 2 °С корм вносится только один раз, утром. При температуре ниже 2 °С мелкие рыбы кормятся один раз в два дня, а крупные даже один раз в три дня. Такой режим обусловлен малой скоростью трансформации корма в пищеварительном тракте.

Таблица 14

**Суточные нормы кормления сигов (с сокращениями),
% от биомассы рыб (Raisio Feed, 2008)**

Масса, г	Температура воды, °С						
	8	10	12	14	16	18	20
Весна							
60	1.79	2.00	2.39	2.90	2.90	1.55	1.21
80	1.63	1.89	2.27	2.87	2.87	1.53	1.21
100	1.52	1.87	2.20	2.84	2.84	1.52	1.21
120	1.47	1.84	2.18	2.80	2.80	1.50	1.21
150	1.42	1.84	2.17	2.76	2.76	1.47	1.19
180	1.31	1.81	2.17	2.76	2.76	1.47	1.19
210	1.26	1.79	2.16	2.71	2.71	1.45	1.19
250	1.21	1.79	2.16	2.71	2.71	1.45	1.19
300	1.21	1.76	2.13	2.69	2.69	1.44	1.14
350	1.16	1.73	2.05	2.69	2.69	1.44	1.14
400	1.18	1.68	1.93	2.58	2.58	1.38	1.14
450	1.16	1.63	1.93	2.51	2.51	1.34	1.14
500	1.13	1.58	1.93	2.51	2.51	1.34	1.09
600	1.05	1.37	1.62	2.24	2.24	1.20	0.99
700	1.02	1.26	1.62	2.02	2.02	1.08	0.95
800	0.98	1.21	1.51	1.79	1.79	0.96	0.84
900	0.89	1.05	1.51	1.68	1.68	0.90	0.84
1000	0.86	1.05	1.51	1.65	1.65	0.88	0.74
1400	0.79	0.89	1.35	1.46	1.46	0.788	0.63
2000	0.62	0.68	0.98	1.01	0.90	0.48	0.42
2500	0.58	0.63	0.91	0.95	0.78	0.42	0.32
Лето							
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	1.78	2.04	2.54	2.54	1.45	0.98

Окончание табл. 14

120	1.40	1.75	2.02	2.50	2.50	1.43	0.98
150	1.35	1.75	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
300	1.15	1.68	1.97	2.40	2.40	1.37	0.93
350	1.12	1.65	1.90	2.40	2.40	1.37	0.93
400	1.12	1.60	1.79	2.30	2.30	1.31	0.93
450	1.10	1.55	1.79	2.24	2.24	1.29	0.93
500	1.08	1.50	1.79	2.24	2.24	1.28	0.88
600	1.00	1.30	1.50	2.00	2.00	1.14	0.80
700	0.97	1.20	1.50	1.80	1.80	1.03	0.77
800	0.93	1.15	1.40	1.60	1.60	0.91	0.68
900	0.85	1.00	1.40	1.50	1.50	0.86	0.68
1000	0.82	1.00	1.40	1.47	1.47	0.84	0.60
1400	0.75	0.85	1.25	1.30	1.30	0.74	0.51
2000	0.59	0.65	0.91	0.90	0.80	0.46	0.34
2500	0.55	0.60	0.84	0.85	0.70	0.40	0.26
О с е н ь							
60	0.91	1.36	1.52	1.77	2.07	2.07	1.18
80	0.79	1.24	1.44	1.68	2.05	2.05	1.17
100	0.72	1.16	1.42	1.63	2.03	2.03	1.16
120	0.72	1.12	1.40	1.62	2.00	2.00	1.14
150	0.67	1.08	1.40	1.61	1.97	1.97	1.12
180	0.65	1.00	1.38	1.61	1.97	1.97	1.12
210	0.63	0.96	1.36	1.60	1.94	1.94	1.10
250	0.60	0.92	1.36	1.60	1.94	1.94	1.10
300	0.59	0.92	1.34	1.56	1.92	1.92	1.09
350	0.59	0.90	1.32	1.52	1.92	1.92	1.09
400	0.57	0.90	1.28	1.43	1.84	1.84	1.05
450	0.57	0.88	1.24	1.43	1.79	1.79	1.02
500	0.55	0.86	1.20	1.43	1.79	1.79	1.02
600	0.53	0.80	1.04	1.20	1.60	1.60	0.91
700	0.53	0.78	0.96	1.20	1.44	1.44	0.82
800	0.50	0.74	0.92	1.12	1.28	1.28	0.73
900	0.48	0.68	0.80	1.12	1.20	1.20	0.68
1000	0.48	0.66	0.80	1.12	1.18	1.18	0.67
1400	0.44	0.60	0.68	1.00	1.04	1.04	0.59
2000	0.38	0.47	0.52	0.73	0.72	0.64	0.36
2500	0.35	0.44	0.48	0.67	0.68	0.56	0.32

При пересадке выращиваемой рыбы осенью и весной необходимо ее обработать в течение 3–5 мин в 5 % растворе поваренной соли. Такая профилактическая мера позволит сохранить здоровье рыб.

Рыбоводам следует внимательно следить за чистотой делевых стенок в садках и своевременно очищать их от заиления и зарастания. Частота такой операции зависит от качества водной среды, ее мутности и количества органических соединений. Важно сохранять в садках благоприятный газовый режим. Конечно, необходимо контролировать поведение выращиваемых рыб, поедаемость ими корма, скорость роста, возможность заражения и своевременно выбирать погибшую рыбу.

При выращивании от годовика средней массой тела 50 г за вегетационный период можно получить двухлетка массой 300–350 г. Выживаемость равна примерно 85 %. Трехлетки могут достигнуть массы 1,0–1,3 кг, а четырехлетки – 2,5–3,5 кг. Выживаемость в каждый вегетационный период не должна быть ниже 95 %. Если выживаемость ниже названной величины, то необходимо искать причины этого явления (болезнь, недостаток корма, плохое качество корма, завышенная плотность посадки и т. д.).

Контрольные вопросы

1. Конструкции садков для выращивания товарной рыбы, их краткая характеристика.
2. Для чего нужно знать плотность посадки рыбы, как ее определить?
3. Условия выращивания товарной рыбы.
4. Кормление товарной рыбы, корма и режим кормления.
5. Для чего необходимо соблюдать режим кормления рыбы?
6. Почему в зимний и в летний периоды нужно регулировать режим кормления?
7. Уход за садками, его суть и значение.
8. Профилактические мероприятия при выращивании товарной рыбы.
9. Для чего нужно обрабатывать рыбу при пересадке и транспортировке?

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. *Власов В. А.* Рыбоводство: Учеб. пособие. СПб.: Лань, 2010. 352 с.
2. *Канидъев А. Н., Гамыгин Е. А., Пономарев С. В.* Инструкция по биотехнике выращивания молоди сиговых рыб. М.: ВНИИПРХ, 1987. 12 с.
3. *Козлов В. И., Никифоров-Никишин А. Л., Бородин А. Л.* Аквакультура. М.: Колос, 2006. 445 с.
4. *Мухачев И. М.* Биологические основы рыбоводства: Учеб. пособие. Тюмень: Изд-во Тюменского гос. ун-та, 2004. 300 с.
5. *Правдин И. Ф.* Сиги водоемов Карело-финской ССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1954. 376 с.
6. *Правдин И. Ф.* Руководство по изучению рыб. М., 1966. 376 с.
7. *Решетников Ю. С.* Экология и систематика сиговых рыб. М., 1980. 300 с.
8. *Решетников Ю. С., Лукин А. А.* Сиговые рыбы // Биоресурсы Онежского озера. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2008. С. 121–137.
9. *Рыжков Л. П.* Состояние и перспективы развития рыбного хозяйства в Северо-Западном Федеральном округе // Рыба и морепродукты. 2011. № 3 (55). С. 40–43.
10. *Рыжков Л. П., Кучко Т. Ю., Дзюбук И. М.* Основы рыбоводства: Учебник. СПб.: Лань, 2011. 528 с.
11. *Рыжков Л. П., Курицын А. Е.* Сиги (*Coregonus lavaretus* (Linneus, 1758)) некоторых водоемов Средней Карелии // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Сер. «Естественные и технические науки». 2010. № 6. С. 22–26.
12. *Рыжков Л. П., Курицын А. Е.* Систематическое положение и экологические формы сигов водоемов Средней Карелии // Современное состояние биоресурсов внутренних водоемов: Материалы докладов I Всерос. конференции с международным участием. Т. II. Борок, 2011. С. 679–687.
13. *Рыжков Л. П., Курицын А. Е.* Эколого-биологическая характеристика сигов водоемов Средней Карелии // Современное состояние биоресурсов внутренних водоемов: Материалы докладов I Всерос. конференции с междунар. участием. II т. Борок, 2011. С. 688–697.

Учебное издание

Рыжков Леонид Павлович

Садковое сиговодство

Учебник

Редактор *Г. А. Мехралиева*
Компьютерная верстка *Т. А. Григорьева*

Подписано в печать 23.09.13. Формат 60 × 84 1/16.
Уч.-изд. л. 5. Тираж 100 экз. Изд. № 270

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Отпечатано в типографии Издательства ПетрГУ

185910, Петрозаводск, пр. Ленина, 33

ISBN 978-5-8021-1800-9



9 785802 118009