

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ОЗЕРНОГО И РЕЧНОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА»
(ФГБНУ «ГосНИОРХ»)

СБОРНИК МЕТОДИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ
ПО ИНДУСТРИАЛЬНОМУ ВЫРАЩИВАНИЮ СИГОВЫХ РЫБ
ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ВОСПРОИЗВОДСТВА
И ТОВАРНОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ

Под общей редакцией канд. биол. наук *А.К. Шумиловой*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ 2012

Редакционная коллегия

*М.А. Андрияшева, Д.И. Иванов (гл. редактор), Т.П. Михелес,
Г.И. Несветова, И.Н. Остроумова, А.П. Педченко (зам. гл. ред.),
А.С. Печников, Г.П. Руденко, Ю.А. Стрелков*

В связи с сокращением численности многих естественных популяций сиговых, обитающих в водоемах России, все более актуальной становится проблема повышения эффективности искусственного воспроизводства этих ценных видов рыб и сиговодства в целом. Наиболее рациональным решением данной задачи является переход к индустриальным методам разведения, разработкой которых ФГБНУ «ГосНИОРХ» занимается с 1980-х гг. В настоящий сборник вошли методические рекомендации по выращиванию сигов в индустриальных условиях – как опубликованные ранее, так и разработанные в последние годы в целях повышения эффективности воспроизводства и сохранения генофонда сиговых рыб, а также внедрения в практику рыбоводства новых объектов культивирования.

ISBN 978-5-91648-008-5

© ФГБНУ «Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства» (ФГБНУ «ГосНИОРХ»), 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

Временные рекомендации по кормлению и выращиванию молоди сиговых рыб в бассейнах на искусственных кормах (Л.М. Князева)	7
Методические рекомендации по биотехнике индустриального выращивания рыбопосадочного материала сиговых (Л.М. Князева, В.В. Костюничев)	14
Нормативы по инкубации икры и выращиванию посадочного материала сиговых рыб в бассейнах с использованием теплых вод (Л.М. Князева, В.В. Костюничев)	50
Методические рекомендации по расчету основных рыбоводных показателей выращивания сиговых рыб индустриальным способом (Л.М. Князева, В.В. Костюничев, В.П. Баранова)	58
Методические рекомендации по выращиванию товарных сигов (чир, муксун) в индустриальных условиях (В.В. Костюничев, Л.М. Князева, А.К. Шумилина)	85
Методические рекомендации по выращиванию и формированию ремонтно-маточных стад сиговых рыб (пелядь, чир, муксун) в индустриальных условиях на искусственных кормах (В.В. Костюничев, Л.М. Князева, А.К. Шумилина)	103
Методические указания по товарному выращиванию форели и сиговых рыб в садках при естественном температурном режиме (В.В. Костюничев, А.К. Шумилина, Л.М. Князева)	132
Методические рекомендации по индустриальному выращиванию товарных сигов (волховский сиг) на рыбоводных хозяйствах Ленинградской области (В.В. Костюничев, Л.М. Князева, А.К. Шумилина)	169
Методические основы формирования и кормления ремонтно-маточных стад сиговых рыб в целях повышения эффективности воспроизводства на Северо-Западе России (В.В. Костюничев, А.К. Шумилина)	187
Методические рекомендации по биотехнике формирования ремонтно-маточного стада волховского сига в индустриальных условиях (В.В. Костюничев, А.К. Шумилина, В.А. Богданова, Т.Г. Якубец)	223
Рекомендации по выращиванию крупного посадочного материала сиговых рыб для решения проблемы их воспроизводства и сохранения генофонда в основных рыбохозяйственных водоемах Северо-Запада РФ (В.В. Костюничев, А.К. Шумилина)	276

Сиги относятся к наиболее ценным промысловым видам рыб, обитающим в водоемах России. Численность многих естественных популяций сиговых в последние десятилетия резко сократилась как под влиянием антропогенного воздействия и техногенной нагрузки на водоемы, так и из-за крупномасштабного несанкционированного отлова производителей при подходе к нерестилищам. Вследствие этого рыбоводные заводы испытывают дефицит производителей и рыбоводной икры, заготавливаемой для получения посадочного материала в целях воспроизводства и товарного выращивания. В сложившихся условиях одной из наиболее актуальных проблем рыбохозяйственной отрасли становится повышение эффективности искусственного воспроизводства сиговых и сиговодства в целом. Наиболее рациональным решением этой задачи является переход к индустриальным методам разведения. Индустриальный метод имеет ряд преимуществ перед традиционными озерным и прудовым способами. Рыба содержится при высоких плотностях посадки, поэтому потребность в рыбоводных площадях (бассейнах и садках) для молоди, ремонтных и маточных стад сигов в сотни раз ниже. Выращивание осуществляется при постоянном контроле, что обеспечивает высокую выживаемость рыб в бассейнах и садках и значительно сокращает потребность в посадочном материале и производителях для заготовки рыбоводной икры; при этом производители используются в нескольких нерестовых кампаниях. Преимуществом индустриального метода является также управляемость рыбоводным процессом, возможность автоматизации, круглогодичной реализации товара без дополнительных затрат на облов.

В 1980-х годах в ГосНИОРХе разработаны рецептуры специализированных сиговых кормов ЛС-81 и МС-84. Создана биотехника выращивания посадочного материала сигов в бассейнах и садках на гранулированных кормах, в том числе с использованием сбросных теплых вод электростанций. Эти корма и биотехника широко использовались на промышленных предприятиях

Вологодской, Псковской, Свердловской областей и Красноярского края, где было подрощено свыше 20 млн. молоди разных видов сиговых рыб. Использование искусственных кормов ЛС-81 и МС-84 и рекомендаций по их применению дало возможность Отрадненскому рыбозаводу (Ленинградская обл.) в течение 1984–1987 гг. вырастить в лотках и садках свыше 2 млн. сеголеток пеляди, муксуна и пелчира. В настоящее время данная технология усовершенствована и используется для производства посадочного материала сигов как в целях воспроизводства, так и для товарного выращивания.

В 1990-х годах проводились исследования по биотехнике выращивания товарных сигов в садках и бассейнах на искусственных кормах, в результате которых разработаны нормативы и технология их выращивания в промышленных условиях. Биотехника испытана в производственных условиях и внедрена на садковых хозяйствах Ленинградской области. Объем выращивания товарных сигов на рыбоводных хозяйствах Северо-Запада РФ в настоящее время составляет более 100 т в год и имеет тенденцию к увеличению.

В 2000 г. закончена разработка биотехнологии выращивания и формирования маточных стад сиговых в промышленных условиях на примере бентофага чира, эврифага муксуна и планктофага пеляди. Данная технология позволяет решить проблему заготовки икры сиговых как для нужд воспроизводства, так и для товарного рыбоводства. В настоящее время сотрудниками ФГБНУ «ГосНИОРХ» на базе садкового рыбоводного предприятия ООО «Форват» (оз. Суходольское, Ленинградская обл.) сформированы опытные ремонтно-маточные стада сиговых рыб: муксуна, чира, пеляди, волховского и ладожского озерного сигов, нельмы, которые успешно эксплуатируются в промышленных условиях. Ежегодно от этих стад заготавливается около 200 млн. рыбоводной икры, которая поставляется на рыбоводные хозяйства Северо-Запада, Урала и Сибири.

В настоящее время промышленное холодноводное рыбоводство становится все более специализированным, происходит

интенсификация производства, в первую очередь за счет использования высокопродуктивных экструдированных кормов и расширения ассортимента производимой продукции. Поэтому основным направлением исследований ФГБНУ «ГосНИОРХ» в последние годы явилось совершенствование разработанных ранее технологий индустриального сиговодства с учетом современных достижений науки и кормопроизводства.

В настоящий сборник вошли методические рекомендации по выращиванию сигов в индустриальных условиях – как опубликованные ранее, так и разработанные в последние годы в целях повышения эффективности воспроизводства и сохранения генофонда сиговых рыб, а также внедрения в практику рыбоводства новых объектов культивирования. В основе рекомендаций лежат результаты многолетних исследований лаборатории аквакультуры и воспроизводства ценных видов рыб ФГБНУ «ГосНИОРХ», проводимых на нескольких рыбоводных хозяйствах Ленинградской области.

Сборник предназначен для широкого круга специалистов в области аквакультуры.

ВРЕМЕННЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО КОРМЛЕНИЮ И ВЫРАЩИВАНИЮ МОЛОДИ СИГОВЫХ РЫБ В БАССЕЙНАХ НА ИСКУССТВЕННЫХ КОРМАХ *

Л. М. Князева

Для получения жизнестойкого рыбопосадочного материала сиговых рыб в заводских условиях требуются полноценные сбалансированные корма. В настоящее время рецептура таких кормов разработана в ГосНИОРХ. Стартовый корм ЛС-81 для подращивания личинок разных видов сиговых рыб и корм для сеголеток МС-84 прошли широкую производственную проверку и на данном этапе внедряются в районах Северо-Запада, Урала и Сибири.

В 1984-1985 гг. на Отрадненском рыбозаводе (Ленинградская обл.) в бассейнах и садках выращено свыше 900 тыс. шт. молоди, из которых более 100 тыс. были средней массой 7–10 г. В 1986 г. получено 300 тыс. сеголеток пеляди средней массой 13 г. Физиологические показатели молоди, выращенной на искусственных кормах, не отклонялись от нормы. Фактический экономический эффект, полученный при выращивании сеголеток пеляди на кормах ЛС-81 и МС-84, составил в 1986 г. 1,2 тыс. руб./ц, или на 10 тыс. шт. сеголеток. Эффект достигнут за счет снижения себестоимости выращивания сеголеток пеляди на искусственных кормах по сравнению с прудовым выращиванием молоди на естественном корме (зоопланктоне).

Настоящие рекомендации составлены на основании многолетней работы по кормлению молоди чира и пеляди искусственными кормами в экспериментальных и производственных условиях. Предлагаемые временные нормативы по кормлению искусственными кормами и выращиванию молоди сиговых в бассейнах в дальнейшем будут совершенствоваться и уточняться.

* Первое издание – 1987 г.; утверждены Первым заместителем Министра рыбного хозяйства РСФСР В.М. Сосно 04 мая 1987 г.

1. УСЛОВИЯ СОДЕРЖАНИЯ ЛИЧИНОК И СЕГОЛЕТОК СИГОВ

Выращивание молоди сигов проводится в бассейнах шведского типа или ейских лотках новой конструкции с оборудованным нижним водоспуском. Лотки должны находиться в помещении. При выращивании личинок в этих лотках на вытоке устанавливается «фонарь» – проволочный каркас, обтянутый мельничным ситом (газом). Снизу каркас соединяется с деревянной рамой и прикрепляется шурупами на вытоке в бассейне. Газ плотно соединяется с деревянной рамой с помощью реек.

Рассаживать личинок по бассейнам необходимо во время массового вылупления.

Для вылупившихся личинок массой 3-8 мг используется мельничное сито № 12, по достижении ими средней массы 30 мг – мельничное сито № 7. Для смены его необходимо осторожно выловить всех личинок, снять фонарь, тщательно вымыть бассейн, сменить мельничное сито, тщательно укрепив его. По достижении молодью массы 0,8–1 г фонари заменяются решетками с ячейей металлической сетки 2 мм.

Выращивание личинок следует проводить при плотности посадки 30–50 тыс. шт./м³ (температура воды 12 °С). Когда личинки достигнут массы 30 мг, а затем 0,8–1 г, необходимо уменьшить плотность посадки и пересадить молодь в другие бассейны. Смена воды в лотках должна осуществляться 4–5 раз в 1 час. Необходимо чистить бассейн не менее одного раза в сутки; удалять ил и частицы корма со дна и налет слизи со стенок бассейна; на вытоке промывать фонарь и уложенную трубку.

2. КОРМ ДЛЯ МОЛОДИ СИГОВ

Стартовым для личинок сигов является корм рецепта ЛС-81, содержащий 42,5% белка, 8,7 – жира, 13 – золы и 24,6% безазотистых экстрактивных веществ. Для молоди сигов массой от 0,03 до 10 г используют гранулированный корм рецепта МС-84, содержащий 42,8% белка, 7,6 – жира, 13,7 – золы и 25,1% безазотистых экстрактивных веществ.

Гранулы изготавливаются методом сухого прессования на комбикормовом заводе. Для личинок и сеголеток эти гранулы дробятся и просеиваются на установке УДО-2 конструкции ГосНИОРХ. Ниже приводятся размеры гранул в зависимости от массы молоди:

Масса молоди, г	Размер гранул, мм
0,003 – 0,01	До 0,25
0,01 – 0,02	0,25
0,02 – 0,05	0,5
0,05 – 0,3	0,5 – 1,0
0,3 – 1,0	1,0
1,0 – 5,0	1,0 – 2,0
5,0 – 10,0	2,0 – 3,0

Срок хранения гранулированных кормов для молоди сигов – 2 месяца. Гранулы с истекшим сроком хранения необходимо опрыскивать водным раствором витамина С. Методика введения витамина С в корм описана в «Рекомендациях по увеличению срока хранения гранулированного корма для молоди форели путем опрыскивания его витамином С (водным раствором)» (1979). Однако методика обогащения корма для сигов немного отличается. Так, витамин С добавляется в корм в расчете 0,5 г витамина на 1 кг корма. Для опрыскивания 1 кг гранул требуется 120 мл воды. Следовательно, порошок аскорбиновой кислоты в количестве 0,5 г необходимо растворить в 120 мл воды. Для опрыскивания 10 кг гранул требуется 1200 мл воды и 5 г витамина С.

Порошок аскорбиновой кислоты размешивается в стакане или банке с водой, пока на дне не исчезнут ее белые кристаллы. Приготовленный водный раствор витамина С небольшими порциями постепенно выливают на гранулы, которые нужно осторожно перемешивать до тех пор, пока они не увлажнятся, сохраняя при этом сыпучесть.

Витамин С добавляется в гранулы с истекшим сроком хранения ежедневно на протяжении всего периода выращивания молоди.

3. КОРМЛЕНИЕ

Кормление личинок следует начинать на вторые сутки после рассадки в бассейны. Суточные дозы корма на протяжении всего выращивания меняются в зависимости от массы молоди и температуры воды. В табл. 1 приводятся нормы кормления сигов массой от 3 мг до 10 г. Рекомендуемые нормы проверены в производственных условиях при массовом выращивании пеляди в бассейнах на Отрадненском рыбозаводе.

Таблица 1. Суточные нормы корма рецепта ЛС-81 (до 30 мг) и рецепта МС-84 (от 30 мг до 10 г) для сигов, % от массы тела

Температура воды, °С	Масса молоди, г	Суточная доза корма, %
10 – 14	0,003 – 0,005	20
	0,005 – 0,02	40
	0,02 – 0,1	60
15 – 18	0,1 – 0,3	50
	0,3 – 1,5	30
	1,5 – 5,0	20
	5,0 – 10,0	10

Суточная доза корма распределяется равномерно по времени суток. Разовая выдача корма должна быть растянутой (10–15 мин.) и проводиться в местах скопления личинок.

Кормление личинок следует проводить в течение 14–16 час. каждый час. В дальнейшем, когда молодь достигнет массы 1 г, ее следует кормить через каждые 2 часа – с 6 до 21 час.

При кормлении молоди сиговых необходимо проводить ежедневный контроль за количеством корма и размером частиц, меняя их своевременно с учетом роста личинок.

При повышении температуры воды летом в бассейнах до 23–25 °С поедаемость корма молодью сигов снижается, и в этот период необходимо уменьшить суточную дозу корма.

На протяжении всего сезона выращивания осуществляется постоянный тщательный контроль за ростом рыб и кормовыми коэффициентами. Это необходимо для правильного нормирования корма. В табл. 2 приведены данные о росте молоди пеляди, получавшей с момента вылупления искусственные корма ЛС–81 и МС–84. Выращивание проводили в шведских бассейнах площадью 1 и 4 м². Средняя температура воды за месяц: май – 11,5 °С; июнь – 14,5; июль – 16,0; август – 15,0; сентябрь – 10 °С. Содержание кислорода в воде – 5,0–9,2 мг/л. Расход воды на 1 м² бассейна составляет 0,1–0,3 л/с.

За 4,5 месяца выращивания молодь достигла средней массы по бассейнам 7–9 г при выходе 38–80%.

Для практического использования рекомендуем временные нормативы по выращиванию молоди пеляди в бассейнах на искусственных кормах (табл. 3).

Таблица 2. Рост пеляди в бассейнах на искусственных кормах (1984 г.)

Номер бассейна	Площадь бассейна, м ²	Масса, мг							Масса, г						Выход, %
		8.05	23.05	29.05	7.06	18.06	29.06	9.07	24.07	10.08	22.08	30.08	12.09	26.09	
15	1	3	–	14,4	27,2	55,6	130	320	1,1	2,3	3,8	4,6	5,6	7,3	71
17	1	3	–	–	26,2	51,2	104	175	0,6	1,8	3,5	4,8	5,4	6,9	48
18	1	3	–	10,6	17,0	23,6	120	220	0,9	1,5	4,3	4,8	5,8	7,1	61
25	1	3	–	13,8	26,5	37,0	115	190	1,0	2,0	3,5	4,8	6,4	8,3	80
27	1	3	8,4	–	34,0	75,3	190	300	1,1	2,4	4,5	5,7	7,1	8,0	59
95	4	3	7,2	12,0	26,2	55,0	170	235	0,9	1,7	3,0	5,1	6,8	9,0	59
56	4	3	5,8	8,2	17,4	31,5	112	330	0,8	1,9	3,5	4,9	6,6	8,0	65
95	4	3	–	10,7	24,1	38,1	90	270	0,8	2,0	3,0	4,7	6,3	8,6	59
83	4	3	–	8,0	14,6	42,0	160	200	0,7	1,7	3,2	4,3	6,6	7,3	38

Таблица 3. Временные нормативы по выращиванию молоди пеляди в бассейнах на искусственных кормах

Показатель	Личинки	Мальки	Сеголетки
Глубина воды, м	0,2	0,2	0,3
Температура воды, °С	8 – 16	15 – 18	10 – 16
Средняя масса, г			
начальная	0,003	0,03	1,0
конечная	0,03	1,0	10,0
Корм	ранулированный стартовый ЛС–81	ранулированный МС–84	ранулированный МС–84
Размер крупки, мм	о 0,25; 0,25 – 0,5	0,5 – 1,0	1,0 – 3,0
Частота кормления, раз/сут.	16	16	8
Коэффициент оплаты корма	2,0	1,5	1,5
Плотность посадки, тыс. шт./м ³	50	25	2,5
Выживаемость, %	95	60	95
Период выращивания, мес.	1	1	2

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО БИОТЕХНИКЕ ИНДУСТРИАЛЬНОГО ВЫРАЩИВАНИЯ РЫБОПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА СИГОВЫХ *

Л. М. Князева, В.В. Костюничев

Выращивание молоди сиговых рыб в бассейнах, лотках и садках с применением искусственных кормов – перспективный способ получения жизнестойкого посадочного материала для зарыбления озер. При содержании рыб в садках с большими плотностями посадки получают высокую рыбопродуктивность с единицы объема. Разработанная в ГосНИОРХе биотехника индустриального выращивания посадочного материала сиговых, испытанная в производственных условиях и внедренная на Отраденском рыбозаводе (Ленинградская обл.), позволяет обеспечить озерные хозяйства полноценной молодью сиговых видов рыб. Биотехника основана на применении полноценных стандартных кормов рецептуры ГосНИОРХ ЛС–81 и МС–84. Корма утверждены Минрыбхозом СССР и изготавливаются в промышленном масштабе на заводах рыбных гранулированных кормов с 1986 г. В 1988-1989 гг. на предприятиях Росрыбхоза на этих кормах выращено свыше 6 млн. сеголеток пеляди, омуля, муксуна и нельмы. Отмечена высокая выживаемость личинок на стартовом корме ЛС–81 в течение первого месяца подращивания (90–95%). Биотехника испытана на восьми видах сиговых рыб: пеляди, чире, гибриде пелядь×чир, муксуне, нельме, волховском и чудском сигах, сиге–лудоге.

Проведенные исследования показали, что молодь, выращенная на искусственных кормах и выпущенная в озера, быстро приспособляется к естественным условиям, хорошо растет и имеет высокую выживаемость. Зарыбление водоемов подрошенной молодью позволяет повысить выход сеголеток в 2–5 раз.

* Первое издание – 1991 г.; утверждены Первым заместителем председателя Росрыбхоза В.П. Касьяновым

К настоящему времени опубликовано немало материалов по биотехнике выращивания молоди сиговых рыб в бассейнах и садках. Одни авторы рекомендуют выращивать сиговых в садках с использованием для кормления личинок и ранней молоди зоопланктона, который вылавливают из водоема либо привлекают в темное время электрическим светом. Другие исследователи предлагают выращивать личинок на стартовом корме РГМ–СС либо ЛС–81 в бассейнах, а по достижении ими массы 30–50 мг – в садках из мельничного сита № 7–10.

Первый способ выращивания не получил широкого распространения из-за трудностей с обеспечением молоди живым кормом. Существенным недостатком второго метода является то, что выращивание личинок и ранней молоди осуществляется в садках из газа, которые быстро обрастают, засоряются и плохо поддаются чистке. В результате спустя короткое время создаются неблагоприятные гидрохимические условия, вызывающие гибель молоди. Другой недостаток этого метода – необоснованно низкие суточные нормы кормления, не обеспечивающие реализацию потенциального роста молоди.

Разрабатываемая нами с 1981 г. биотехника изначально ориентирована на кормление молоди сиговых рыб стартовыми кормами ЛС-81 и МС-84 без живого корма. Это позволило применять ее для выращивания молоди сиговых даже на артезианской воде.

Предлагаемая биотехника выращивания рыбопосадочного материала сиговых является принципиально новой и включает два варианта выращивания молоди на искусственных кормах:

1. Выращивание молоди в бассейнах и лотках от личинок до сеголеток массой 20 г.

2. Выращивание молоди до массы 0,3–0,5 г в лотках и бассейнах, пересадка их в делевые садки и дальнейшее выращивание сеголеток до 20 г в садках понтонной линии, установленной в озере.

1. ВЫРАЩИВАНИЕ МОЛОДИ СИГОВЫХ РЫБ В БАСЕЙНАХ И ЛОТКАХ

1.1. Подготовка бассейна и лотка к зарыблению.

Выдерживание и выращивание личинок и ранней молоди сиговых рыб проводят в бассейнах шведского типа размером 2×2 м или в лотках (4,2×0,7 м) Ейского завода. Толщина слоя воды в рыбоводной емкости – 25 см. Бассейны и лотки для выращивания должны находиться в освещенном помещении. На ночь освещение выключается.

На вытоке бассейна или лотка устанавливают фонарь. В комплект ейского лотка новой конструкции с оборудованным нижним водоспуском входят каркас фонаря, прижимное устройство крепления фонаря и его уплотнитель. В комплект бассейна фонарь не входит, поэтому его изготавливают в самом хозяйстве. Каркас (цилиндрический или квадратный в зависимости от формы углубления дна бассейна) делают из жесткой проволоки диаметром 6–8 мм. Квадратный каркас снизу соединяется с деревянной рамой. На каркас надевается фильтр, который шьется в форме рукава из мельничного сита. Фильтр плотно соединяют с деревянной рамой с помощью реек. Фонарь устанавливают на вытоке в углублении дна бассейна и прикрепляют к нему винтами (см. рисунок). Все щели замазывают пластилином. Фонарь цилиндрической формы с надетым фильтром устанавливают на уплотнитель (поролон, войлок, пористая резина), предварительно уложенный на вытоке бассейна. Закрепляют фонарь на дне бассейна с помощью прижимного устройства. Перед зарыблением бассейны и лотки тщательно моют и дезинфицируют раствором перманганата калия (0,1 г сухого вещества на 10 л воды).

По мере роста личинок необходимо производить смену мельничного сита на фонаре. Для вылупившихся личинок массой 3–8 мг используется мельничное сито № 11, по достижении ими средней массы 50 мг – мельничное сито № 7. Лучше иметь набор «фонарей» с нужными номерами мельничного сита. Для смены фонаря нужно осторожно выловить всех личинок из бассейна, снять

фонарь, тщательно вымыть бассейн и установить фонарь, укрепив его. По достижении молодью массы 0,3 г фонари заменяются решетками из металлической сетки с ячейей 2 мм, затем 4–8 мм.

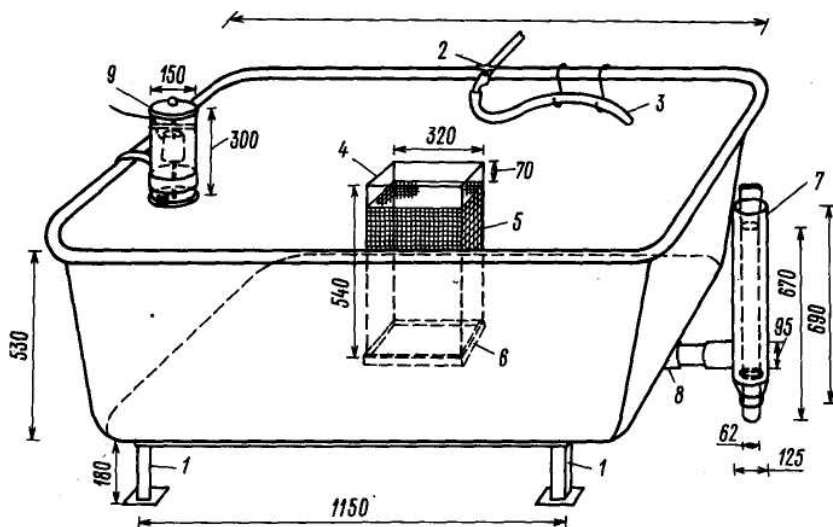


Схема бассейна для выращивания молоди сиговых рыб (размеры в миллиметрах): 1 – подставка для бассейна;

2 – водоподающий кран; 3 – резиновый шланг; 4 – металлический каркас фонаря; 5 – фильтр; 6 – деревянная рамка для крепления фонаря;

7 – урeвненная труба; 8 – труба для стока воды из бассейна;

9 – кормораздатчик

1.2. Водоснабжение и контроль за расходом воды.

Водоснабжение бассейнов и лотков осуществляется из озера или реки. Вода к лотковому участку подается по трубе самотеком из отстойника или закачивается электронасосом из водоема. Непосредственно в бассейн вода подается от крана через шланг, который закрепляется у борта бассейна. Струя воды должна быть направлена вдоль стенки бассейна для того, чтобы создавался круговой ток воды. В лоток вода подается непосредственно из крана или через флейту, расположенную горизонтально выше борта лотка. В бассейнах и лотках должна быть

обеспечена постоянная проточность воды с максимальным расходом ее на один бассейн или лоток 0,6 л/с. Водоемы, в которые сбрасывают промышленные отходы, непригодны в качестве источника водоснабжения.

В ходе выращивания следует проводить систематический контроль за расходом воды в бассейне, своевременно меняя его с учетом роста рыб и температуры воды. Необходимый расход воды в бассейне рассчитывается по формулам:

$$PB = \frac{M_{\text{общ}} \cdot UPK_{t^{\circ}}}{\Delta O_2}, \quad (1)$$

где $UPK_{t^{\circ}}$ – удельный расход кислорода на дыхание рыбы при температуре выращивания, $\text{мгO}_2/\text{с} \cdot \text{кг}$; $M_{\text{общ}}$ – общая масса рыбы, кг ; ΔO_2 – разность концентраций кислорода на входе и выходе, мг/л .

$$UPB = \frac{UPK_{t^{\circ}}}{\Delta O_2}, \quad (2)$$

где UPB – удельный расход воды, $\text{л/с} \cdot \text{кг}$.

В табл. 1 приведены удельные расходы воды, рассчитанные по оптимальным величинам удельного расхода кислорода при температуре воды 20°C (UPK_{20}) для молоди муксуна на разных этапах выращивания при условии 100%-ного насыщения воды кислородом и допустимой концентрации его на выходе, равной 6,5 мг/л .

Оптимальные величины удельного расхода кислорода (UPK) на дыхание молоди определялись нами экспериментальным путем при выращивании молоди муксуна в бассейнах с разным содержанием кислорода в вытекающей воде и с разной плотностью посадки (Отраденский рыбозавод). В ходе опытов исследовали скорость роста, выживаемость, физиологическое состояние рыб, интенсивность потребления кислорода личинками, мальками и сеголетками непосредственно в бассейнах. В результате анализа этих данных выявлены оптимальные значения УРК, которые можно использовать как ориентировочные в рыбоводных расчетах расхода воды и общей

массы выращиваемой рыбы в других хозяйствах. В работе был учтен опыт расчета водоснабжения бассейнов в тепловодном рыбоводстве.

Таблица 1. Удельные расходы воды при выращивании молоди муксуна в бассейнах

Средняя масса рыб, г	УРК ₂₀ , мгО ₂ /с·кг	РВ, л/с	УРВ, л/с·кг	Критическая ихтиомасса (при 20 °С), кг
0,008 – 0,3	0,744	$\frac{0,45}{0,2 - 0,55}$	0,29	1,6
0,3 – 4,0	0,313	$\frac{0,55}{0,4 - 0,75}$	0,12	4,5
4,0 – 20,0	0,208	$\frac{0,6}{0,55 - 0,6}$	0,08	7,5

Примечание. Над чертой – среднее значение, под чертой – колебания

По известному расходу воды и ее кислородному режиму определяется критическая ихтиомасса (кг) в бассейне:

$$M_{кр} = \frac{PB}{УРВ}, \quad (3)$$

где PB – расход воды, л/с; $УРВ$ – удельный расход воды, л/с·кг.

Для пересчета $УРК$ при температуре выращивания, отличающейся от 20 °С, используют температурную поправку q :

$$УРК_{20} \cdot q = УРК_{t^{\circ}}, \quad (4)$$

$$q = 2,25^{0,1(t^{\circ} - 20)}. \quad (5)$$

В Приложении (табл. I) приведены температурные поправки (q) для расчета удельного расхода кислорода ($УРК_{t^{\circ}}$) при разной температуре воды.

Допустимой концентрацией кислорода в воде на вытоке для молоди сиговых является 6,5 мг/л при температуре воды 18–20 °С и 6,0 мг/л при температуре 12–17 °С. При выращивании молоди сиговых в лотках и бассейнах нельзя допускать падения концентрации

кислорода на вытоке ниже указанных пределов, так как длительное содержание молоди при концентрациях кислорода ниже допустимых на вытоке приводит к снижению скорости роста рыб и увеличению отхода.

Повысить содержание кислорода на вытоке можно за счет увеличения расхода воды в лотке или путем рассадки рыбы в другие лотки. При наличии систем оксигенации можно увеличить концентрацию кислорода на вытоке в лоток, обогатив воду чистым или техническим кислородом.

Ниже приводится пример расчета расхода воды в рыбоводной емкости при выращивании молоди сиговых рыб. Известны следующие данные:

Температура воды	15 °С
Содержание кислорода на входе	8,5 мг/л
Содержание кислорода на вытоке	6,0 мг/л
Количество рыб в емкости	6000 шт.
Средняя масса рыб	3,5 г
Общая масса рыб	21 кг

1. По табл. 1 определяют значение $УРК$ при 20 °С для молоди сигов средней массой 3,5 г: $УРК_{20} = 0,313 \text{ мгО}_2/\text{с}\cdot\text{кг}$.

2. По табл. I (см. Приложение) определяют температурную поправку (q) для пересчета $УРК$ при температуре 15 °С: $q = 0,667$.

3. Пересчитывают удельный расход кислорода ($УРК$) при температуре 15 °С:

$$УРК_{15} = УРК_{20} \cdot q = 0,313 \text{ мгО}_2/\text{с}\cdot\text{кг} \cdot 0,667; УРК_{15} = 0,208 \text{ мгО}_2/\text{с}\cdot\text{кг}$$

4. По формуле (1) рассчитывают необходимый расход воды в рыбоводной емкости с общей массой рыб, равной 21 кг: $PВ = 1,7 \text{ л/с}$.

5. По формуле (2) определяют удельный расход воды: $УРВ = 0,08 \text{ л/с}\cdot\text{кг}$.

Приведем пример расчета общей массы молоди сиговых рыб на рыбоводную емкость (бассейн, лоток). Расчет приводится для трех уровней содержания кислорода на входе. Известны следующие данные:

Расход воды через бассейн	0,6 л/с
Температура воды	12 °С
Содержание кислорода на входе	I – 8,6 мг/л (80%) II – 10,8 мг/л (100%); III – 11,8 мг/л (110%)
Содержание кислорода на выходе	6,0 мг/л
Средняя масса рыб	0,2 г

1. По табл. 1 определяют значение $УРК$ при 20 °С для молоди сигов средней массой 0,2 г: $УРК_{20} = 0,744$ мг O_2 /с·кг.

2. По табл. I (см. Приложение) определяют температурную поправку (q) для пересчета $УРК$ при температуре 12 °С: $q = 0,523$.

3. Пересчитывают $УРК$ при температуре 12 °С:

$$УРК_{12} = УРК_{20} \cdot q = 0,744 \text{ мг}O_2/\text{с} \cdot \text{кг} \cdot 0,523; УРК_{12} = 0,389 \text{ мг}O_2/\text{с} \cdot \text{кг}.$$

4. По формуле (2) определяют удельный расход воды для трех указанных уровней кислорода в воде: он равняется соответственно 0,149; 0,081 и 0,067 л/с·кг.

5. По формуле (3) определяют необходимую общую массу на бассейн или лоток. При рассчитанных $УРВ$ она составит соответственно 4,0; 7,4 и 8,9 кг.

1.3. Транспортировка и посадка личинок на выращивание.

Для транспортировки личинок из инкубационного цеха к месту выращивания используют молочные бидоны и полиэтиленовые пакеты.

Перевозку небольших партий личинок можно производить в молочных бидонах. Плотность посадки личинок в бидоны зависит от температуры воды, размера личинок и длительности транспортировки. При температуре 4–5 °С и времени нахождения личинок в бидоне до

двух часов допустима плотность посадки 1–3 тыс. шт./л. После загрузки личинок бидоны должны быть полностью заполнены водой, а их горловины плотно обвязаны двойным слоем марли, что предотвращает выброс личинок с водой при транспортировке. Крышки бидонов не закрывают, в пути при необходимости производят доливку воды. Непременным условием успешной перевозки является быстрое выполнение всех рыбоводных операций по учету личинок и загрузке бидонов.

Наиболее надежным способом как в случае кратковременных, так и длительных (до 1,5–2 суток) перевозок личинок является транспортировка в полиэтиленовых пакетах с кислородом. Пакеты изготавливаются из двух слоев полиэтиленового рукава шириной 50 см. Длина пакета 65–75 см, объем – 47–55 л. Соотношение воды и кислорода в пакете должно составлять 1 : 2. При температуре воды в мешках 4–7 °С плотность посадки личинок пеляди допустима при транспортировке до 12 час. – 8–10 тыс. шт./л, до 24 час. – 4–5 тыс. и до 36 час. – 3 тыс. шт./л. При перевозке личинок других видов сиговых, имеющих более крупные размеры, плотность посадки должна быть уменьшена вдвое. При таких плотностях загрузки отход личинок за время транспортировки в пакетах не должен превышать 5–7%. Загрузка пакетов производится по мере учета личинок. В пакет наливают 5–7 л воды, затем сажают личинок и доводят объем воды до одной трети пакета. Имеющийся в свободном пространстве пакета воздух выжимают, заполняют этот объем кислородом и завязывают каждый слой пакета отдельно шпагатом, изолентой на тканевой основе или закрывают с помощью зажима Мора. Перед транспортировкой пакеты укладывают в картонные коробки соответствующих размеров. Если перевозка производится в автотранспорте с открытым кузовом, пакеты должны быть закрыты брезентом. Перед выпуском личинок в бассейны необходимо постепенно выровнять температуру воды в пакетах и выростных емкостях.

Перевозку подрощенной молоди массой 0,4 г и более, а также сеголеток следует производить в живорыбных автомашинах или контейнерах с кислородом. Живорыбные емкости полностью заливаются водой и тщательно, с помощью уплотнителей, закрываются крышками. Оптимальным считается содержание кислорода в воде во время транспортировки рыбы 7–9 мг/л, удовлетворительным – 5–6 мг/л. Недопустимо снижение содержания кислорода до 3 мг/л.

Летом подрощенную молодь массой 0,4–2 г приходится перевозить при достаточно высокой температуре воды – 14–17 °С. Поэтому плотность посадки молоди в живорыбные емкости не должна превышать 15–17 кг/м³.

Сеголеток сиговых обычно перевозят осенью при температуре воды 4–7 °С. Допускается следующая плотность посадки рыбы в зависимости от времени транспортировки:

Время транспортировки, часы	Соотношение веса рыбы и воды	Плотность посадки сеголеток в расчете на живорыбную машину с объемом контейнера 3 м³, кг
3	1 : 12	230
6	1 : 14	200
12	1 : 19	150
24	1 : 24	120
36	1 : 32	90

Кормление подрощенной молоди прекращают за день, а сеголеток за 2 дня до начала перевозки. Для транспортировки живой рыбы необходимо брать воду из открытых естественных водоемов. Не допускается использование воды из артезианских скважин, колодцев или водопровода. Вода для перевозки рыбы должна быть чистой, прозрачной, без механических и органических примесей.

Очень важно, чтобы перевозимая рыба не испытывала резких колебаний температуры. Разница температур воды, в которой рыба

находилась до погрузки, и воды, в которой она будет перевозиться, не должна превышать 2–3 °С. Если перепад температур больше указанной величины, то для предотвращения температурного шока рыбу необходимо некоторое время выдержать в воде с промежуточной температурой.

Зарыбление личинок сиговых рыб в емкости для подращивания (лотки, бассейны) в зависимости от температуры воды следует производить на 2–5-е сутки после их вылупления. Личинки сиговых начинают брать искусственный корм при температуре воды 7–10 °С на 2-й день, при 5–6° – на 3-й, при 3–4 °С – на 4–5-й день после вылупления. На рыбоводных предприятиях учет личинок сиговых осуществляется эталонным методом с использованием одинаковых по размеру мисок и тазов с белым эмалевым покрытием. В одну из емкостей поштучно отсчитывается с помощью фарфоровых чашек или ложек 1000 или 2000 личинок. Эта емкость служит в дальнейшем эталоном. При необходимости (просчет больших партий личинок) в эталонной емкости может находиться 5, 10 или даже 25 тыс. личинок. В другие емкости личинки размещают в таком количестве, чтобы плотность посадки и уровень воды визуально соответствовали таковым в эталоне. С учетом числа емкостей определяется общее число личинок данной партии.

1.4. Условия содержания молоди. Оптимальная температура воды для роста молоди сиговых рыб в бассейнах и лотках на искусственных кормах – 17–20 °С. Для личинок сиговых до 1 г верхний предел оптимальной температуры – 20 °С, для молоди массой 3–5 г – 17–19 °С, т. е. верхний температурный оптимум с ростом рыб снижается.

При выращивании молоди сиговых рыб в промышленных условиях необходимо осуществлять постоянный контроль за температурой воды, концентрацией кислорода и другими гидрохимическими показателями. Главная задача гидрохимического контроля – своевременное выявление отрицательных изменений

водной среды и их оперативное устранение. Предлагается схема (табл. 2) контроля качества воды в бассейнах и лотках для диагностики и предотвращения заморозов, поддержания условий, обеспечивающих высокий темп роста рыб и их максимальную продуктивность. Представленная схема предназначена для условий Северо-Запада при естественных температурах воды и может служить основой при разработке нормативов качества воды для бассейновых рыбоводных хозяйств.

Температура воды измеряется не менее двух раз в сутки, что необходимо для расчета суточных норм корма и определения уровня расхода воды.

Измерение концентрации кислорода проводится оксиметром или химическим методом по Винклеру. Для определения содержания кислорода на входе в лоток необходимо набрать воду из подающей трубы в ведро и измерить концентрацию кислорода в ней. Содержание кислорода на выходе определяется в воде внутри фонаря лотка. Ежедневно следует проводить измерение расхода воды в каждом лотке. Для этого необходимо иметь секундомер и мерное ведро объемом 10 л. В момент измерения нужно одновременно с пуском секундомера подставить ведро под струю из подающей или сбросной трубы. Фактический расход воды в лотке рассчитывается по формуле:

$$PB_{\text{факт}} = \frac{V}{t}, \quad (6)$$

где V – объем воды в ведре, л; t – время, сек.

Таблица 2. Схема контроля качества воды при выращивании молоди сиговых на искусственных кормах в бассейнах в условиях Северо-Запада

Показатель	Меры по предотвращению заморных ситуаций и токсикозов в бассейнах	Частота контрольных измерений и отбора проб воды на химический анализ
<i>Температура воды, °С</i>		
весенняя (май) – 7–14 летняя (июнь—август) – 14–22 осенняя (сентябрь) – 6–12	При температуре выше 20 °С возникает опасность появления дефицита кислорода (гипоксии). Следует провести контрольные измерения концентрации кислорода	При ожидаемой температуре воды до 20 °С проводить контрольные измерения температуры не менее 2 раз в сутки: утром (7 час.) и вечером (19 час.). При температуре воды выше 20 °С проводится дополнительное определение в 15 час.
<i>Содержание растворимого кислорода, мг/л или в % нормального насыщения (на вытоке)</i>		
норма – 7–9 или 70–90 допустимое – 6,0–6,5 или 55–70 критическое (условно) – 3	Оптимальный кислородный режим при проточности бассейнов в пределах 1,5–2,5 л/с·м ³ Требуется ежедневный контроль за содержанием кислорода в воде, корректировка проточности и рациона кормления Возникает необходимость временного прекращения кормления рыбы, аэрации воды, увеличения проточности бассейнов, повышения уровня воды в них до максимально возможного, снижения плотности посадки рыбы	При температуре воды ниже 18° допустимо определение один раз в 3–5 дней в 16 час. перед очередным кормлением рыбы. При прогревании воды выше 18° требуется ежедневное измерение концентрации кислорода в 16 час. и дополнительное контрольное определение в 19 час.

Показатель	Меры по предотвращению заморных ситуаций и токсикозов в бассейнах	Частота контрольных измерений и отбора проб воды на химический анализ
<i>pH (величина водородного показателя)</i>		
<p>норма – 6,8–8,0</p> <p>нижний предел – 6,0</p> <p>верхний предел (условно) – 8,5</p>	<p>В пределах этих значений наблюдается оптимальный режим других показателей среды</p> <p>Отмечен в период затяжных дождей</p> <p>В условиях Северо-Запада величина pH выше 7,6 в бассейнах не зафиксирована</p>	<p>Допустимо определение один раз в 3–5 дней</p>
<i>Содержание CO₂, мг/л</i>		
<p>норма – 5–15</p> <p>допустимое – 10–20</p> <p>нежелательное – выше 20</p>	<p>Характерные значения при оптимальных условиях выращивания сиговых</p> <p>Отмечено при низкой проточности бассейнов, повышенной плотности посадки рыбы</p> <p>Угроза развития токсикоза. Меры предотвращения те же, что и при опасности гипоксии</p>	<p>Определения проводятся параллельно с измерениями концентрации кислорода и pH</p>
<i>БПК₅, мгO₂/л</i>		
<p>норма – 1–5</p> <p>допустимые значения – 3–7</p> <p>нежелательные значения – выше 5–7</p>	<p>Благоприятные условия для сиговых</p> <p>Свидетельствует об органическом загрязнении воды остатками корма и продуктами метаболизма рыб</p> <p>Необходима корректировка норм кормления, плотности посадки, чистка бассейнов</p>	<p>Определения выполняются один раз в 3–5 дней</p>

Показатель	Меры по предотвращению заморных ситуаций и токсикозов в бассейнах	Частота контрольных измерений и отбора проб воды на химический анализ
<i>ХПК, мгО/л</i>		
<p>норма – 15–30</p> <p>повышенные значения – 20–50</p> <p>нежелательные значения – выше 50</p>	<p>Предпочитаемый режим суммарного содержания органических веществ</p> <p>Угроза органического загрязнения среды</p> <p>Указывает на необходимость улучшения работы фильтрующих устройств, а также принятия тех же мер, что и при повышенных значениях БПК₅</p>	<p>Допустимо определять один раз в 5–10 дней</p>
<i>N-NH₄⁺ (аммиачный азот), мгN/л</i>		
<p>норма – 0,10–0,40</p> <p>повышенные значения – 0,30–0,50</p> <p>недопустимые – выше 0,50</p>	<p>Свидетельствует о благоприятном режиме метаболизма</p> <p>Свидетельствует о формировании напряженных условий среды</p> <p>Накладываются ограничения с учетом того, что при повышенных концентрациях N-NH₄⁺ появляется неионизированный аммиак</p>	<p>Следует определять в совокупности с БПК</p>
<i>N-NO₂⁻ (нитритный азот), мг/л</i>		
<p>норма — 0–0,005</p> <p>нежелательные значения – 0,01–0,02</p> <p>недопустимые значения – выше 0,02</p>	<p>Пределы наблюдаемых значений при благоприятном кислородном режиме</p> <p>Опасность токсикоза</p> <p>Свидетельствует о повышенном загрязнении органическими веществами и интенсивном процессе их минерализации</p>	<p>Следует определять в совокупности с БПК</p>

Необходимым условием индустриального выращивания сиговых рыб является ежедневная чистка лотков и бассейнов, т. е. удаление ила и частиц корма со дна и обростаний со стенок бассейнов. Стенки бассейнов 2 раза в неделю осторожно обтирают поролоном или марлей, сложенной в несколько слоев. На вытоке ежедневно чистят щеткой фонарь или решетку, опуская урвенную трубу и сливая $\frac{1}{3}$ воды из лотка. Удаление осадка на дне лотков в период выращивания в них личинок проводится шлангом-сифоном с диаметром отверстия до 3 см. Рабочий конец шланга соединяется с воронкой. Слегка приподнимая край воронки над дном лотка и передвигая ее, захватывают осадок, который с водой по шлангу сливается в ведро, стоящее ниже дна лотка. На ведро сверху устанавливают сачок из сита № 17. Небольшое количество личинок засасывается вместе с осадком. В этом случае осадок следует перенести в таз с чистой водой, дать осадку осесть, а живых личинок с водой слить обратно в лоток. Таким образом осадок промывают два-три раза.

Когда молодь достигает массы 0,3 г и фонари заменяются решетками, применяют другой способ чистки лотков. При этом используют волосяную щетку на длинной ручке. Рабочую поверхность щетки прижимают ко дну лотка возле его передней стенки и медленно продвигают по направлению к решетке. Сконцентрированный около решетки осадок протирают щеткой через ячейку решетки, одновременно опуская урвенную трубу. Осадок с током воды уходит из лотка через водовыпуск.

1.5. Корм для молоди. Стартовым для личинок сиговых рыб является корм рецепта ЛС-81. Он применяется для подращивания личинок с момента выклева до массы 30–50 мг без использования естественной пищи. Для молоди сиговых массой от 0,03 до 10–20 г применяют гранулированный корм рецепта МС-84. Рецепты и химический состав комбикормов ЛС-81 и МС-84 представлены в табл. 3.

**Таблица 3. Рецепты и химический состав стандартных кормов
для сиговых рыб (%)**

Компонент	ЛС-81	МС-84
Рыбная мука	30	30
Мясо-костная мука	11	15
Углеводородные дрожжи (БВК)	10	10
Гидролизные дрожжи	10	10
Ферментализат БВК	10	–
Пшеничная мука	22	–
Пшеница дробленая	–	21
Шроты подсолнечные	–	9,5
Фосфатиды подсолнечные	4	3
Метионин	0,9	0,4
Премикс П5-1 (бройлерный)	1	1,0
Витамин С	0,1	0,1
Химический состав		
Протеин	42,5	42,8
Жир	8,7	7,6
Влага	11,2	10,8
Клетчатка	1,6	2,8
Углеводы	24,6	25,1
Зола	13,0	13,7
Лизин	2,7	2,7
Метионин	1,8	1,2
Кальций	2,8	3,3

Гранулы изготавливаются методом сухого прессования на заводах рыбных гранулированных кормов. Корма в хозяйства поступают в виде гранул диаметром 4–5 мм или в виде крупки.

Крупка представляет собой смесь частиц разных размеров. Для приготовления частиц корма нужных размеров из гранул диаметром 4–5 мм можно использовать дробильно-просеивающую установку УДО-2 конструкции ГосНИОРХ, выпускаемую промышленностью по заказу Росрыбхоза. При подготовке крупки для скармливания из нее необходимо удалить слишком крупные и слишком мелкие частицы путем просеивания через капроновое сито, натянутое на деревянную раму.

Для мелких фракций используется капроновое сито следующих размеров:

Номер сита	Диаметр отверстий, мм
32	0,2
25	0,3
15	0,5
8	1,0

Для крупных фракций применяют почвенные сита с диаметром отверстий 2 и 3 мм.

Ниже приводятся размеры частиц корма в зависимости от массы молоди:

Масса молоди, г	Размер крупки, мм
0,003–0,01	о 0,3
0,01 – 0,02	0,2 – 0,3
0,02 – 0,05	0,5
0,05 – 0,3	0,5 – 1,0
0,3 – 1,0	1,0
1,0 – 5,0	1,0 – 2,0
5,0 – 10,0	2,0 – 3,0
10,0 – 20,0	3,0

Срок хранения гранулированных кормов для молоди сиговых рыб - 2 месяца. Гранулы с истекшим сроком хранения необходимо опрыскивать водным раствором витамина С (аскорбиновая кислота). Синтетический витамин С выпускается промышленностью в виде порошка белого цвета, хорошо растворимого в воде. Витамин С, введенный в гранулы, в процессе их хранения постепенно разрушается. Среди других водорастворимых витаминов аскорбиновая кислота является наиболее неустойчивой. Она разрушается уже при изготовлении гранул, измельчении компонентов корма, пропускании пара через кормовую смесь, при дроблении гранул. Воздействие солнечных лучей, влаги, повышение температуры также увеличивает потери этого витамина в процессе хранения гранул.

Выращивание молоди сиговых рыб на гранулах, в которых аскорбиновая кислота полностью разрушилась, приводит к С-авитаминозу, который сопровождается снижением роста рыб и повышенным отходом. Витамин С является как бы универсальным витамином, который может заменить многие витамины при их недостатке в организме. Он является естественным антиокислителем в кормах, повышает сохранность у них витаминов А и Е.

Витамин С добавляется в готовый гранулированный корм, срок хранения которого уже истек, из расчета 0,5 г витамина на 1 кг корма. Необходимое количество витамина С в виде порошка взвешивается и растворяется в определенном объеме воды с температурой окружающей среды. Объем воды должен строго контролироваться. Для опрыскивания 1 кг гранул требуется 80 мл воды. Следовательно, 0,5 г порошка аскорбиновой кислоты необходимо растворить в 80 мл воды. Для обогащения 2 кг гранул потребуется 160 мл воды и 1 г витамина С и т. д. Порошок аскорбиновой кислоты размешивается до полного растворения (до исчезновения белых кристалликов).

Приготовленным водным раствором витамина С постепенно обливают гранулы, которые нужно осторожно перемешивать до тех

пор, пока они не увлажнятся, сохраняя при этом сыпучесть. Гранулы быстро впитывают этот раствор. Для опрыскивания корма можно использовать распылитель или лейку. При увеличении объема воды сверх рекомендуемого гранулы при перемешивании приобретают тестообразное состояние и становятся непригодными для скармливания рыбе. Поэтому соотношение гранулированного корма, витамина С и воды должно строго соблюдаться. Обогащенный витамином С корм нужно скармливать в этот же день. Витамин С добавляется в гранулы с истекшим сроком хранения ежедневно на протяжении всего периода выращивания молоди.

Порошок витамина С хранится в сухом темном месте. Характерный признак потери активности витамина С – появление желтоватого оттенка вследствие окисления аскорбиновой кислоты в неактивную дегидроаскорбиновую. Пригодный к использованию порошок витамина С имеет вид мелких кристалликов белого цвета.

1.6. Кормление. Через 1–2 часа после рассадки в бассейны следует начинать кормление личинок. Для этого применяется кормораздатчик «Эвос-505», подключаемый к блоку управления, который программирует время выдачи корма и интервал между кормлениями. На каждый лоток или бассейн устанавливают один кормораздатчик. В самом начале подращивания личинок при низкой температуре воды (8–13 °С) интервал между порциями выдаваемого корма должен составлять 10–15 мин. С повышением температуры до 14–16 °С и достижением молодью массы 50–100 мг интервал сокращается до 2–5 мин. Для молоди массой более 3 г интервалы между кормлениями следует увеличить до 8–10 мин. При таком режиме автоматической раздачи непроизводительные затраты корма сокращаются до минимума. Суммарный коэффициент оплаты корма при выращивании сеголеток сиговых с рекомендуемым режимом автоматической выдачи корма составляет 1,5.

При ручной раздаче корма с интервалом 1 час в светлое время суток коэффициент оплаты корма равняется 2,0. Высокая

эффективность автоматического кормления достигается за счет увеличения частоты кормления и уменьшения разовых порций корма.

Суточные дозы корма на протяжении всего выращивания корректируют в зависимости от массы молоди и температуры воды. При кормлении молоди сиговых необходимо проводить ежедневный контроль за количеством корма и размером частиц, своевременно изменяя их с учетом роста молоди.

Суточную норму корма рассчитывают по ожидаемому приросту при соответствующей температуре и коэффициенту оплаты корма по формуле:

$$C_{\text{корм}} = n \cdot K_{\text{оп}} \cdot P, \quad (7)$$

где n – количество выращиваемой молоди, шт.; $K_{\text{оп}}$ – коэффициент оплаты корма; P – прирост молоди за сутки, г.

Ожидаемый прирост молоди за сутки (P , г) находят по формуле:

$$P = \frac{W_{\text{cp}} \cdot P(\%)}{100}, \quad (8)$$

где W_{cp} – средняя масса молоди, г; $P(\%)$ – прирост за сутки, %.

Суточные приросты в процентах от массы рыбы в зависимости от температуры воды приведены в табл. 4.

Таблица 4. Суточные приросты массы молоди сиговых рыб (%)

Температура воды, °С	Средняя масса молоди, г							
	0,003–0,05	0,05–0,2	0,2–1	1–3	3–5	5–10	10–15	15–20
8 – 11	10	8	6	4	3	2	1,5	1
12 – 15	12	10	8	6	4	3	2,5	1,5
16 – 17	13	11	9	7	5	4	3	2
18 – 20	14	12	10	8	6	5	4	3

Приведем пример расчета суточной нормы корма при выращивании молоди сиговых рыб.

Известны данные:

- Температура воды 16 °С
- Количество рыб 20 тыс. шт.
- Средняя масса рыб 4 г
- Коэффициент оплаты корма 2,0

1. По табл. 4 определяют ожидаемый прирост молоди за сутки в процентах. При температуре воды 16 °С для молоди средней массой 4 г $P = 5\%$.

2. По формуле (8) пересчитывают прирост молоди в граммах:
 $P = 0,2$ г.

3. По формуле (7) определяют суточную норму корма:
 $C_{корм} = 8$ кг.

1.7. Контроль за ростом и выживаемостью молоди в ходе выращивания. На протяжении всего сезона выращивания осуществляется постоянный контроль за ростом, выживаемостью молоди и кормовыми коэффициентами, что необходимо для расчета суточных норм корма и расхода воды, а также для характеристики жизнестойкости рыб. Учет отхода ведется ежедневно. Контрольные обловы проводятся при массе рыб до 1 г – через 5 суток, 1–7 г – через 7 суток, 7–20 г – через 10 суток. Для контрольного взвешивания личинок отлавливают из лотка сачком без выбора в количестве около 50 шт. Затем личинок фиксируют раствором 4%-ного формалина и через несколько минут взвешивают на торсионных весах. Перед взвешиванием фиксатор сливают через кусочек частого сита (№ 40–60), а личинок на сите переносят на фильтровальную бумагу для обсушивания. После этого личинок взвешивают и просчитывают поштучно. Молодь весом 30 мг и более взвешивают в полиэтиленовой миске или кружке с водой на электрических или аптекарских весах. Перед взвешиванием определяют вес миски с водой, затем отловленных личинок из сачка помещают в миску с водой и взвешивают. Из общего веса вычитают вес миски с водой и

записывают вес живой молоди. После взвешивания молодь помещают в тазик с водой и просчитывают. Молодь средней массой 1–10 г взвешивают в полиэтиленовой чашке емкостью 5 л, а более крупную молодь (10–20 г) – в ведре емкостью 8–10 л. Для взвешивания такой рыбы необходимо иметь циферблатные весы до 5 кг. Средний вес молоди рассчитывают делением общего веса на число рыб.

После каждого контрольного облова необходимо определить прирост рыбы за период, подсчитать количество выданного корма, коэффициент оплаты корма и количество рыб за вычетом отхода. Все эти данные следует записать в журнал (см. Приложение, табл. III и IV), проанализировать и рассчитать суточную норму корма и расход воды на новый период.

Определение величины отхода проводится ежедневно во время чистки бассейнов. Собранный со дна лотка или бассейна осадок переносится в таз с чистой водой. Погибших личинок, находящихся в осадке, необходимо отмыть от ила и остатков корма. Затем слить воду и просчитать погибших особей. Погибших особей массой 0,3 г и более собирают со дна лотка сачком и пересчитывают.

1.8. Сортировка. Выращивание молоди сиговых в бассейнах и лотках на искусственных кормах производится с достаточно высокой плотностью посадки, что обычно приводит к значительной вариации по массе. Для снижения возрастающего по мере роста рыб пищевого и территориального пресса более крупных особей в отношении мелких следует проводить их сортировку. Расчетным и опытным путем было установлено, что наиболее благоприятным для проведения этой операции является период перехода с личиночного на мальковый этап развития, т.е. когда средняя масса молоди составляет около 400–450 мг.

Сортировка молоди производится при помощи сортировального ящика, состоящего из деревянного каркаса размером 500×500×150 мм с толщиной стенок 15 мм. К нижней части каркаса присоединена сортировальная гребенка, выполненная из параллельно закрепленных пластиковых трубок диаметром 15 мм (можно

использовать трубки диаметром 12–20 мм). Трубки жестко закреплены на алюминиевых или дюралевых уголках, расстояние между ними должно быть $3,2 \pm 0,2$ мм. Ящик имеет положительную плавучесть и при опускании в воду погружается только на $\frac{2}{3}$ своей высоты.

Накануне "сортировки" проводят "контрольное взвешивание" молоди и определяют количество бассейнов, в которых она достигла необходимой средней массы. В день сортировки с утра кормление рыб в этих бассейнах не производится.

Для сортировки используются два рядом стоящих бассейна или лотка объемом 1,5–2 м³. Их заполняют на $\frac{3}{4}$ – $\frac{4}{5}$ водой и устанавливают проточность около 2 л/с в емкости для отсортированной крупной молоди и 1–1,5 л/с – для мелкой. Молодь, предназначенную для сортировки, отлавливают с помощью сачка, изготовленного из газового сита № 11–15, и помещают в ведро с водой (соотношение массы молоди и воды в ведре не должно превышать 1 : 10). Затем ведро с молодью быстро переносят к месту сортировки. Часть молоди (не более 200–250 г) с водой переливают в сортировальный ящик, опущенный в бассейн для мелкой молоди. В ведро с оставшейся молодью доливают свежая вода до $\frac{2}{3}$ – $\frac{3}{4}$ объема. Сортировальный ящик 3–4 раза погружают в воду на $\frac{3}{4}$ его высоты и поднимают над водой на 3–6 см. Молодь массой менее 0,4 г проваливается через щели сортировальной гребенки, а массой 0,4 г и более остается на гребенке или застревает в щелях между трубками. Ящик с оставшейся в нем крупной молодью переносят в соседний бассейн, переворачивают вверх дном, погружают на 5–10 см в воду и резко поднимают над уровнем воды. Таким образом вся застрявшая в сортировальной гребенке молодь освобождается. Ящик снова переносится в бассейн для мелкой молоди, и сортировка продолжается.

Сортировать молодь можно в течение всего дня, но если температура воды достигает 17–19 °С, то лучше для этого использовать утренние часы.

По мере сортировки в бассейнах происходит накопление крупной и мелкой молоди. Когда ее биомасса достигает 20–25 кг на бассейн, молодь рассаживают в другие бассейны или лотки. Содержание кислорода на вытоке лотка должно составлять не менее 6 мг/л. Рассадку молоди производят весовым способом, определяя среднюю массу молоди в каждом бассейне. Если крупная молодь в дальнейшем будет выращиваться в бассейнах, то рекомендуемая для нее плотность посадки составляет 4–5 тыс. шт./м³. Мелкую молодь рассаживают в бассейны из расчета 3–3,5 кг/м³. При температуре воды 14–18 °С за 7–8 дней ее средняя масса увеличится примерно в 2 раза – до 0,4–0,5 г. Сортировку этой молоди необходимо повторить.

На каждом этапе сортировки отбирается примерно по 40–45% крупных рыб от первоначального числа молоди. Мелкую молодь после повторной сортировки в дальнейшем выращивают с разреженной плотностью посадки.

Через 2–3 часа после рассадки молоди в бассейны возобновляют ее кормление.

Проведение сортировки положительно влияет на ускорение роста молоди, особенно мелкой группы, позволяет точнее проводить учет молоди, планирование суточных норм и размера крупки гранулированного корма (что в результате приводит к его существенной экономии). Кроме того, сортированную молодь массой 0,4 г и более уже на следующий день можно переводить в делевые садки с ячеей 3 мм. При ведении комплексного лотково-садкового выращивания это позволяет значительно сократить потребность в лотковом оборудовании и тем самым снизить себестоимость выращивания молоди.

Описанный метод сортировки молоди достаточно производителен. Два рыбоведа за половину рабочего дня успевают рассортировать и рассадить 200–250 тыс. шт. молоди. Положительная плавучесть ящика позволяет проводить сортировку даже одному рыбоводу. При быстром и правильном выполнении всех операций отход молоди в процессе сортировки не превышает 1–1,5%.

2. ВЫРАЩИВАНИЕ МОЛОДИ СИГОВЫХ РЫБ В ДЕЛЕВЫХ САДКАХ

Для выращивания молоди сиговых рыб штучной массой 0,3–0,5 г используют делевые садки понтонной линии, установленной на озере. Серийный выпуск садков (линии ЛМ-1, ЛМ-4) производится Ставропольским заводом. Садковая линия ЛМ-4 состоит из 13 основных секций. На одной секции размещается 4 садка площадью 20 м² каждый.

При установке садковых линий необходимо соблюдать ряд условий. Гидрохимический и температурный режим озера должен соответствовать оптимальным параметрам, принятым для молоди сиговых рыб (см. табл. 2). Глубина озера в месте расположения садков должна быть не менее 5 м. Глубина погружения садка – 3 м. Скорость течения должна составлять не менее 0,005 м/с. При выборе места для линии на озере следует учитывать высоту волны и силу ветра. Высота волны не должна превышать 0,5 м.

На берегу озера рядом с садковой линией необходимо предусмотреть хозяйственно-производственные постройки (кормокухня, склад, рыбоводное оборудование и т. д.). Для доставки молоди от лотков к садковой линии используют живорыбную машину. Переносить рыбу от машины до садков следует в ведрах или носилках, которые заполняются водой на $\frac{2}{3}$ своего объема.

Зарыбление садков (ячей 3 мм) производится молодью, отсортированной на лотковом участке. В каждый делевый садок объемом 60 м³ помещают 36 тыс. шт. молоди сиговых рыб средней массой 0,3–0,5 г. По достижении штучной массы 3,0 г производят рассадку молоди в свободные садки из дели с более крупной ячейей (8 мм). Для рассадки рыбы необходимо иметь носилки, ведра, сачки и весы-платформу на 20 кг. Счет молоди проводят весовым способом. Вначале определяют средний вес рыбы в садке, как указано в разделе 1.7. Взвешивают ведро с водой, а затем это же ведро с рыбой. Из общего веса вычитают вес ведра с водой и получают вес рыбы.

Делением веса всей рыбы на средний вес определяют ее численность в ведре.

В каждый свободный садок сажают 16,8 тыс. сеголеток сиговых средней массой 3 г.

Кормление молоди в садках осуществляется кормом МС-84. Для кормления используются кормораздатчики типа «Эвос-808», которые подключаются к блоку управления. На каждый садок устанавливают по одному кормораздатчику. С помощью блока управления нормируется выдача корма. При выращивании молоди до 3 г интервал между кормлениями составляет 2–5 мин. Для молоди массой более 3 г интервал следует увеличить до 8–10 мин.

Суточную норму корма определяют в зависимости от температуры воды и массы молоди по ожидаемому приросту, как указано в разделе 1.6.

На протяжении всего периода выращивания молоди проводится контроль за температурным и гидрохимическим режимом в садках. Содержание кислорода в воде и температуру воды следует измерять на глубине 1,5 м.

Один раз в неделю необходимо проверять дно садка, приподнимая с двух сторон дель боковых стенок садка. Рыба при этом перемещается в свободную часть садка. Погибших особей со дна собирают сачком.

Сверху садки покрывают делью от проникновения в них чаек, которые могут уничтожить значительное количество молоди не только на поверхности, но и в толще воды.

В процессе выращивания необходимо вести контроль за ростом молоди, как указано в разделе 1.7. Выращивание сеголеток сиговых в садках осуществляется с середины июня до октября. При летней температуре воды 16–20 °С и осенней 8–12 °С в конце периода выращивания сеголетки достигают средней массы 20–25 г. Одна секция садков (80 м²) обеспечивает получение свыше 60 тыс. сеголеток сиговых рыб. Рыбопродукция с 1 м² – 15 кг при затратах

корма 1,5–2,0 на 1 кг прироста. Выход сеголеток - до 90% от посадки молоди массой 0,5 г.

Для выращивания посадочного материала сиговых рыб в бассейнах и садках следует пользоваться нормативами, которые приводятся ниже.

3. НОРМАТИВЫ ПО ВЫРАЩИВАНИЮ РЫБОПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА СИГОВЫХ В БАССЕЙНАХ И САДКАХ НА СТАНДАРТНЫХ КОРМАХ ЛС-81 И МС-84

Предлагаемые нормативы (табл. 5–9) разработаны для хозяйств Северо-Запада и проверены при массовом выращивании разных видов сиговых рыб в производственных условиях. В качестве ориентировочных ими можно пользоваться при выращивании молоди сиговых и в других регионах страны.

Таблица 5. Подращивание личинок в бассейнах

Показатель	Ед. измерения	Величина
Площадь бассейна	м ²	4
Глубина слоя воды	м	0,2 – 0,25
Удельный расход воды при 100%-ном насыщении кислородом	л/с·кг	0,05 – 0,14
Температура воды	°С	8 – 16
Продолжительность выращивания	сутки	40
Штучная масса личинок:		
при посадке	мг	3 – 8
при вылове	мг	300
Рецептура кормов		ЛС-81, МС-84
Коэффициент оплаты корма		2,0
Плотность посадки	тыс. шт./м ³	50
Выживаемость	%	80
Рыбопродукция	кг/м ³	12

Таблица 6. Выращивание мальков в бассейнах

Показатель	Ед. измерения	Величина
Площадь бассейна	м ²	4
Глубина слоя воды	м	0,25 – 0,3
Удельный расход воды при 100%-ном насыщении кислородом	л/с·кг	0,06 – 0,12
Температура воды	°С	16 – 20
Продолжительность выращивания	сутки	35
Штучная масса:		
при посадке	г	0,3
при вылове	г	3,5
Рецептура кормов		МС-84
Коэффициент оплаты корма		2,0
Плотность посадки	тыс. шт./м ³	5,6
Выживаемость	%	92
Рыбопродукция	кг/м ³	18

Таблица 7. Выращивание сеголеток в бассейнах

Показатель	Ед. измерения	Величина
Площадь бассейна	м ²	4
Глубина слоя воды	м	0,3 – 0,4
Удельный расход воды при 100%-ном насыщении кислородом	л/с·кг	0,02 – 0,08
Температура воды	°С	10 – 20
Продолжительность выращивания	сутки	60
Штучная масса:		
при посадке	г	4,0
при вылове	г	20,0
Рецептура кормов		МС-84
Коэффициент оплаты корма		1,5
Плотность посадки	тыс. шт./м ³	1,5
Выживаемость	%	95
Рыбопродукция	кг/м ³	29

**Таблица 8. Выращивание молоди до 3 г в делевых садках,
установленных в озере**

Показатель	Ед. измерения	Величина
Площадь садка	м ²	20
Размер ячеи	мм	3
Глубина погружения садка	м	3
Проточность (скорость течения)	м/с	Не менее 0,005
Температура воды	°С	14 – 20
Продолжительность выращивания	сутки	30
Штучная масса:		
при посадке	г	0,5
при вылове	г	3,0
Рецептура кормов		МС-84
Коэффициент оплаты корма		2
Плотность посадки	шт./м ³	600
Выживаемость	%	90
Рыбопродукция	кг/м ³	1,6

**Таблица 9. Выращивание молоди до 20 г в делевых садках,
установленных в озере**

Показатель	Ед. измерения	Величина
Площадь садка	м ²	20
Размер ячеи	мм	8
Глубина погружения садка	м	3
Проточность (скорость течения)	м/с	Не менее 0,005
Температура воды	°С	10 – 20
Продолжительность выращивания	сутки	90
Штучная масса:		
при посадке	г	3
при вылове	г	20
Рецептура кормов		МС-84
Коэффициент оплаты корма		1,5
Плотность посадки	шт./м ³	280
Выживаемость	%	90
Рыбопродукция	кг/м ³	до 5

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Баранова В. П. Методические указания по выращиванию ранней молоди карпа в тепловодных хозяйствах на водоемах-охладителях ГРЭС. Л., 1979: 12 с.

Дмитренко Ю. Ю. Кратковременное подращивание личинок сиговых в садках. – Рыбное хоз-во, 1984, № 1: 30–31.

Канидьев А. Н., Гамыгин Е. А., Пономарев С. В. Инструкция по биотехнике выращивания молоди сиговых рыб. М., ВНИИПРХ, 1987: 12 с.

Канидьев А. Н., Макаров В. И., Пономарев С. В. Стартовый корм и подсветка – основные факторы успешного выращивания молоди пеляди. – Сб. науч. трудов ВНИИПРХ, 1984, вып. 43: 3–16.

Князева Л. М. Рекомендации по получению мелких фракций гранулированного корма для молоди рыб на установке УДО-2. Л., изд. ГосНИОРХ, 1979: 6 с.

Князева Л. М. Временные рекомендации по кормлению и выращиванию молоди сиговых рыб в бассейнах на искусственных кормах. Л., изд. ГосНИОРХ, 1987: 7 с.

Коростылева А. Б. Организация гидрохимического контроля при выращивании молоди сиговых в бассейнах на искусственных кормах в условиях Северо-Запада. – Сб. науч. трудов ГосНИОРХ, 1988, вып. 275: 77–80.

Лавровский В. В., Качалин Н. Н., Есавкин Ю. И., Панов В. П. Рекомендации по использованию кислорода при интенсивном выращивании рыб. М., ВНИИПРХ, 1987: 28 с.

Михеев Л. В., Мейснер Е. В., Михеев В. П. Временные рекомендации по организации сиговых садковых питомников на водохранилищах и озерах. М.: ВНИИПРХ, 1974: 51 с.

Михеев В. П. Биологические основы садкового выращивания рыб во внутренних водоемах. – В кн.: Биологические ресурсы гидросферы и их использование. Биологические ресурсы внутренних водоемов СССР. М., 1979: 168–184.

Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Л., 1977: 541 с.

Сахаров А. М. Опыт расчета водоснабжения рыбоводных бассейнов. – Сб. науч. трудов ГосНИОРХ, 1983, вып. 206: 8–23.

Сахаров А. М. Уточнение моделей роста и дыхания карпа. – Сб. науч. трудов ГосНИОРХ, 1988, вып. 278: 67–78.

Скопцов В. Р., Величко Г. М., Волкова Н. И., Колядин С. А., Мищукова Л. Д., Саломатова Т. В. Результаты промышленного выращивания сеголеток сиговых рыб в садках на водоемах Красноярского края. – В сб.: Тез. докл. 21 пленума Западно-Сибирск. отд-ния Ихтиол, комиссии Минрыбхоза СССР и научно-практ. конф. Томск, 1989: 41.

Brylinski E., Radziej /., Uryn B. Podchow wylegu i narybku sieu (*Coregonus lavaretus* L.) woswietlonych, sadzach yeziorowych. – Roczn. Nauk rdn., Ser. H., 1979, t. 99, z. 3: 55–77.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица I. Температурные поправки (q) для расчета интенсивности потребления кислорода при разных температурах воды

Температура воды, °С	q	Температура воды, °С	q
1	0,214	16	0,723
2	0,232	17	0,784
3	0,252	18	0,851
4	0,273	19	0,923
5	0,297	20	1,000
6	0,322	21	1,086
7	0,343	22	1,143
8	0,378	23	1,277
9	0,410	24	1,383
10	0,446	25	1,502
11	0,482	26	1,628
12	0,523	27	1,766
13	0,568	28	1,914
14	0,615	29	2,077
15	0,667	30	2,257

**Таблица II. Зависимость нормальной концентрации кислорода (C_o) в воде от температуры
(атм. давл. 760 мм рт. ст.)**

t, °C	Растворенный кислород, мг/л									
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	14,65	14,61	14,57	14,53	14,49	14,45	14,41	14,37	14,33	14,29
1	14,25	14,21	14,17	14,13	14,09	14,05	14,02	13,98	13,94	13,90
2	13,86	13,82	13,79	13,75	13,71	13,68	13,64	13,60	13,56	13,53
3	13,49	13,46	13,42	13,38	13,35	13,31	13,28	13,24	13,20	13,17
4	13,13	13,10	13,06	13,03	13,00	12,96	12,93	12,89	12,86	12,82
5	12,79	12,76	12,72	12,69	12,66	12,62	12,59	12,56	12,53	12,49
6	12,48	12,43	12,40	12,36	12,33	12,30	12,27	12,24	12,21	12,18
7	12,14	12,11	12,08	12,05	12,02	11,99	11,96	11,93	11,90	11,87
8	11,84	11,81	11,78	11,75	11,72	11,70	11,67	11,64	11,61	11,58
9	11,55	11,52	11,49	11,47	11,44	11,41	11,38	11,35	11,33	11,30
10	11,27	11,24	11,22	11,19	11,16	11,14	11,11	11,08	11,06	11,03
11	11,00	10,98	10,95	10,93	10,90	10,87	10,85	10,82	10,80	10,77
12	10,75	10,72	10,70	10,67	10,65	10,62	10,60	10,57	10,55	10,52
13	10,50	10,48	10,45	10,43	10,40	10,38	10,36	10,33	10,31	10,28
14	10,26	10,24	10,22	10,19	10,17	10,15	10,12	10,10	10,08	10,06
15	10,03	10,01	9,99	9,97	9,95	9,92	9,90	9,88	9,86	9,84
16	9,82	9,79	9,77	9,75	9,73	9,71	9,69	9,67	9,65	9,63

t, °C	Растворенный кислород, мг/л									
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
17	9,61	9,58	9,56	9,54	9,52	9,50	9,48	9,46	9,44	9,42
18	9,40	9,38	9,36	9,34	9,32	9,30	9,29	9,27	9,25	9,23
19	9,21	9,19	9,17	9,15	9,13	9,12	9,10	9,08	9,06	9,04
20	9,02	9,00	8,98	8,97	8,95	8,93	8,91	8,90	8,88	8,86
21	8,84	8,82	8,81	8,79	8,77	8,75	8,74	8,72	8,70	8,68
22	8,67	8,65	8,63	8,62	8,60	8,58	8,56	8,55	8,53	8,52
23	8,50	8,48	8,46	8,45	8,43	8,42	8,40	8,38	8,37	8,35
24	8,33	8,32	8,30	8,29	8,27	8,25	8,24	8,22	8,21	8,18
25	8,18	8,16	8,14	8,13	8,11	8,10	8,08	8,07	8,06	8,04
26	8,02	8,01	7,99	7,98	7,96	7,95	7,93	7,92	7,90	7,89
27	7,87	7,86	7,84	7,83	7,81	7,81	7,78	7,77	7,75	7,74
28	7,72	7,71	7,69	7,68	7,66	7,65	7,64	7,62	7,61	7,59
29	7,58	7,56	7,55	7,54	7,52	7,51	7,49	7,48	7,47	7,45
30	7,44	7,42	7,41	7,40	7,38	7,37	7,35	7,34	7,32	7,31

Таблица III

ЖУРНАЛ № 1

Результаты выращивания посадочного материала

Дата		Номер лотка	Количество личинок, тыс. шт.	Плотность, тыс. шт./м ³	Начальный вес личинок, мг	Результаты обловов				Выдано корма, кг	Коэффициент оплаты корма
посадки	облова					вес молоди		количество, тыс. шт.	выход, %		
						суммарный, г	средний, мг				

Таблица IV

ЖУРНАЛ № 2

Режим выращивания посадочного материала

Дата	Номер лотка	Температура воды, °С		Содержание кислорода, мг/л		Проточность, л/с	Вес молоди		Выдано корма, кг	Примечание
		утро	вечер	утро	вечер		суммарный, г	средний, мг		

НОРМАТИВЫ ПО ИНКУБАЦИИ ИКРЫ И ВЫРАЩИВАНИЮ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА СИГОВЫХ РЫБ В БАССЕЙНАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕПЛЫХ ВОД *

Л.М. Князева, В.В. Костюничев

Для сохранения запасов сиговых в естественном ареале, а также для обеспечения посадочным материалом озерных товарных хозяйств и хозяйств индустриального типа необходимо расширение мероприятий по их искусственному воспроизводству. В настоящих условиях наряду с традиционными методами получения посадочного материала сиговых в прудах и озерах-питомниках все большую значимость приобретает новый метод – выращивание разновозрастной молоди на искусственных кормах.

Разработанная ранее биотехника выращивания посадочного материала сиговых в бассейнах на искусственных кормах МС-84 (рецептура ГосНИОРХ) позволяет получать за 5 месяцев (с мая по сентябрь) молодь массой до 20 г (Князева, Костюничев, 1991). Подращивание личинок в бассейнах и лотках начинается при низкой температуре воды, поступающей из естественного водоемного источника. Поэтому интенсивность роста ранней молоди невысока, и она достигает массы 0,8–1,0 г лишь к середине июля.

Для выращивания более крупного посадочного материала сиговых возможно использование сбросных теплых вод электростанций, что позволяет получить раннюю молодь до 1 г к началу–середине мая (к моменту прогрева воды в естественных водоемах до 10–12 °С).

Эксперименты по инкубации икры сиговых при разных температурных режимах показали, что оптимальным вариантом для сигов является инкубирование икры до стадии пигментации туловища при естественной температуре воды для каждого вида, а затем перевод ее в условия сбросных теплых вод на 8–10 °С. При этом развитие зародышей происходит без отклонений от нормы, отмечается высокий

* Разработаны в 1992 г. в рамках Отчета о НИР «Разработать биотехнику выращивания крупного посадочного материала сиговых рыб с использованием теплых вод», ГР № 01900057058. Публикуется впервые

выход эмбрионов, быстрый переход их на личиночный период развития и питание искусственным кормом, а срок инкубации сокращается на 50–60 дней. Раннее получение личинок волховского сига, относящегося к эвритермным рыбам, достигается при переводе икры с естественного режима инкубации на теплую воду на стадии пигментации головы.

В табл. 1–6 представлены нормативы по инкубации икры и выращиванию посадочного материала сиговых с использованием теплых вод.

ЛИТЕРАТУРА

Князева Л.М., Костюничев В.В. Методические рекомендации по биотехнике промышленного выращивания рыбопосадочного материала сиговых рыб. Л., изд. ГосНИОРХ, 1991: 30 с.

Таблица 1. Нормативы по инкубации икры сиговых до стадии пигментации туловища в условиях естественной температуры воды

Показатель	Ед. изм.	Величина				
		Волховский сиг	Чир	Муксун	Пелядь	Нельма
Объем аппарата Вейса	л	8	8	8	8	8
Количество икры в аппарате:	л	5	5	5	5	5
	тыс. шт.	300	200	300	700	200
Расход воды в аппарате	л/мин.	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
<u>Продолжительность инкубации до наступления стадии развития:</u>						
- начало дробления	сутки	1 – 2	1 – 2	1 – 2	1 – 2	1 – 2
- морула крупных клеток	"-	3 – 8	11 – 17	10 – 21	6 – 12	3 – 9
- бластула	"-	5 – 11	14 – 21	12 – 30	7 – 14	6 – 20
- обрастание желтка бластодермой, образование нервной трубки, хорды, мускулатуры и т.д.	"-	14 – 35	18 – 30	23 – 38	14 – 34	13 – 37
- обособление хвостового отдела от желточного мешка	"-	36 – 45	23 – 37	33 – 55	33 – 40	21 – 46
- начало пигментации глаз и пульсации сердца	"-	54 – 80	42 – 53	59 – 80	49 – 60	30 – 69
- начало пигментации туловища	"-	86 – 120	75 – 87	84 – 108	79 – 98	73 – 95
Выживаемость	%	65	45	58	70	60

Таблица 2. Нормативы по доинкубации икры сиговых рыб на стадии пигментации туловища в условиях сбросных теплых вод

Показатель	Ед. изм.	Величина			
		Волховский сиг*	Чир	Муксун	Нельма
Объем аппарата Вейса	л	8	8	8	8
Количество икры в аппарате:	л	5	5	5	5
	тыс. шт.	300	200	300	200
Расход воды ваппарате	л/мин.	4,0	4,0	4,0	4,0
Температура воды	°С	8 – 10	8 – 10	8 – 10	8 – 10
Продолжительность доинкубации	сутки	6 – 13	2 – 6	7 – 16	8 – 16
Выход эмбрионов от оплодотворенной икры	%	65 – 85	40 – 60	60 – 80	50 – 80
Выживаемость 3-5-суточных эмбрионов	%	94	90	93	94

*) Нормативы для эвритермных видов на примере волховского сига

Таблица 3. Нормативы по инкубации икры пеляди с использованием сбросных теплых вод

Стадия развития	Температура воды, °С	Возраст эмбрионов, сутки	Дата	Сумма среднесуточных температур, градусо-дни
От оплодотворения до морулы крупных клеток	0,2 – 1,5	5 – 10	15.12–20.12	4 – 10
От стадии морулы до начала пигментации глаз	3,5 – 4,0	37 – 42	16.01–21.01	110 – 140
От стадии пигментации глаз до пигментации туловища	4 – 5	57 – 65	05.02–13.02	200 – 240
От стадии пигментации туловища до массового вылупления личинок	8 – 10	77 – 85	25.02–05.03	400 – 450

Таблица 4. Подращивание личинок и ранней молоди сиговых на теплых водах электростанций

Показатель	Ед. измерения	Величина
Площадь бассейна	м ²	4
Глубина слоя воды	м	0,2 – 0,25
Удельный расход воды при 100%-ном насыщении кислородом	л/с·кг	0,05 – 0,10
Температура воды	°С	15
Продолжительность выращивания	сутки	60
Штучная масса:		
при посадке	мг	3 – 8
при вылове	мг	1000
Рецептура кормов		ЛС-81, МС-84
Коэффициент оплаты корма		2,0
Плотность посадки	тыс. шт./м ³	40
Выживаемость	%	50
Рыбопродукция	кг/м ³	20

Таблица 5. Выращивание сеголеток до 10 г на обычной воде

Показатель	Ед. измерения	Величина
Площадь бассейна	м ²	4
Глубина слоя воды	м	0,3
Удельный расход воды при 100%-ном насыщении кислородом	л/с·кг	0,02 – 0,03
Температура воды	°С	14
Продолжительность выращивания	сутки	55
Штучная масса:		
при посадке	г	1,0
при вылове	г	10,0
Рецептура кормов		МС-84
Коэффициент оплаты корма		1,4
Плотность посадки	тыс. шт./м ³	2,0
Выживаемость	%	95
Рыбопродукция	кг/м ³	19

Таблица 6. **Выращивание крупных сеголеток на обычной воде**

Показатель	Ед. измерения	Величина
Площадь бассейна	м ²	4
Глубина слоя воды	м	0,4 – 0,5
Удельный расход воды при 100%-ном насыщении кислородом	л/с·кг	0,02 – 0,05
Температура воды	°С	10 – 20
Продолжительность выращивания	сутки	65
Штучная масса:		
при посадке	г	10,0
при вылове	г	40,0
Рецептура кормов		МС-84
Коэффициент оплаты корма		1,4
Плотность посадки	тыс. шт./м ³	1,0
Выживаемость	%	97
Рыбопродукция	кг/м ³	39

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАСЧЕТУ ОСНОВНЫХ РЫБОВОДНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВЫРАЩИВАНИЯ СИГОВЫХ РЫБ ИНДУСТРИАЛЬНЫМ СПОСОБОМ *

Л.М. Князева, В.В. Костюничев, В.П. Баранова

ВВЕДЕНИЕ

Одним из основных направлений в современном товарном рыбоводстве является индустриальное выращивание рыбы. Развитие этого направления открывает большие возможности производства посадочного материала для хозяйств пастбищной аквакультуры, в том числе прудовых фермерских хозяйств. Биотехника индустриального выращивания посадочного материала сиговых, разработанная в ГосНИОРХе и внедренная на Отрадненском рыбозаводе (Ленинградская область), позволяет обеспечить рыбоводные хозяйства полноценной молодью сиговых рыб. В опубликованных ранее рекомендациях по биотехнике описываются методы и приемы выращивания молоди сиговых рыб в бассейнах, лотках и садках на искусственных кормах ЛС-81 и МС-84 (1991).

Для совершенствования выращивания рыб в индустриальных условиях необходимы знания закономерностей роста рыб и зависимости роста от факторов внешней среды. Накопленные в рыбоводной практике данные о росте и дыхании рыб позволили создать соответствующие модели и представить их в виде формул и таблиц, удобных для проведения анализа рыбоводного процесса и различных прогнозных расчетов. В условиях стандартной температуры среды у разных видов рыб обнаруживается сходство многих биологических закономерностей, и это открывает возможность построения общей модели их роста.

* Первое издание – 1995 г.

На основе наших многолетних данных по росту и дыханию разных видов сиговых рыб (пелядь, муксун, нельма, волховский сиг) в бассейнах на искусственных кормах и использования метода моделирования роста других рыб разработана настоящая методика прогнозирования роста и условий выращивания сиговых рыб в индустриальном рыбоводстве.

В настоящих рекомендациях представлена модель роста и дыхания сиговых рыб для проведения ориентировочных рыбоводных расчетов. Предлагаемая методика позволяет прогнозировать рост сиговых рыб в зависимости от условий их содержания, планировать объемы выращиваемой рыбы в заданном уровне обеспечения водой и кислородом, рассчитывать их потребность в кормах.

1. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РОСТА СИГОВЫХ РЫБ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

В основу расчета ожидаемого темпа роста сиговых рыб в индустриальных условиях положена единая модель роста рыб, которая описывается уравнением роста С.А. Баранова с соавторами (1979):

$$M_2 = (M_1^{1/3} + K_M \Delta t / 3)^3, \quad (1)$$

где M_1 и M_2 – средняя масса рыб в начале и конце периода выращивания, г; Δt – продолжительность периода, сутки; K_M – общий коэффициент массонакопления.

Общий коэффициент массонакопления K_M включает генетическую характеристику потенции роста – генетический коэффициент массонакопления K_r и общий экологический коэффициент K_s , отражающий влияние на рост внешних факторов среды:

$$K_M = K_r \cdot K_s. \quad (2)$$

Генетический коэффициент в период роста рыб от начала малькового этапа развития и до начала полового созревания является

постоянной величиной, близкой к 0,18 при температуре воды 20 °С. Эта температура известна как стандартная для многих биологических процессов и находится в зоне оптимума для сиговых рыб ($K_{r20} = 0,18$). В период личиночного развития – от начала активного питания до массы 0,1 г – генетический коэффициент не постоянен и зависит от массы; при температуре 20 °С эта зависимость передается формулой:

$$K_{r20} = 0,3 \cdot M^{1/4}, \quad (3)$$

где M – средняя масса личинок, г.

В оптимальных условиях, когда температура и другие факторы внешней среды не тормозят рост рыб, накопление массы идет пропорционально времени, и каждой потенциальной массе рыбы M соответствует свой потенциальный возраст Z . Эта зависимость, рассчитанная по уравнению 1, при условии, что $\Delta t = \Delta Z$ и $K_m = K_r$, представлена в табл. 1*. С помощью данных этой таблицы удобно проводить целый ряд рыбоводных расчетов, характеризующих скорость роста рыб и долю влияния на их рост условий выращивания. Так, в оптимальных (идеальных) условиях время выращивания рыб от массы M_1 до массы M_2 составляет разность их потенциальных возрастов:

$$\Delta Z = Z_2 - Z_1, \quad (4)$$

где ΔZ – потенциальный период выращивания, Z_1 и Z_2 – потенциальный возраст рыб, масса которых M_1 и M_2 .

В реальных условиях рыбы растут медленнее и период фактического выращивания Δt всегда больше ΔZ . Отношение ΔZ к Δt показывает, какая доля потенциальной скорости роста реализуется в данных условиях, и выражается уже названным выше общим экологическим коэффициентом K_3 :

$$K_3 = \Delta Z / \Delta t. \quad (5)$$

* Все таблицы см. в конце статьи

Наличие вычислительной техники позволяет рассчитывать общий экологический коэффициент и по формуле 2: $K_э = K_M / K_{t20}$, при этом K_M определяется по формуле 1:

$$K_M = (M_2^{1/3} - M_1^{1/3}) \cdot 3 / \Delta t. \quad (1a)$$

Общий экологический коэффициент $K_э$, в свою очередь, дифференцируется на ряд частных экологических коэффициентов:

$$K_э = K_T \cdot K_{корм} \cdot K_H \cdot K_{O_2}, \quad (6)$$

где K_T – температурный экологический коэффициент, $K_{корм}$ – экологический коэффициент корма, K_H – экологический коэффициент совокупного действия неучтенных факторов, K_{O_2} – кислородный экологический коэффициент. Накопленные до настоящего времени данные позволили приближенно определить численные значения трех частных экологических коэффициентов: K_T , $K_{корм}$, K_{O_2} . Воздействие остальных условий внешней среды на рост рыб еще не выяснено и учитывается величиной коэффициента K_H .

Как общий, так и частные экологические коэффициенты изменяются в пределах от единицы (в оптимальных условиях) до нуля (при полной остановке роста).

Температура воды является важным фактором, влияющим на скорость роста рыб. В границах оптимальных температур эта зависимость линейна. Эффективные для роста сиговых рыб температуры несколько различаются у разных видов, однако для ориентировочных расчетов взят весь диапазон этих температур и предлагается единая формула $K_T = (t^\circ - 2^\circ) / 18$, по которой рассчитаны частные экологические коэффициенты в зависимости от температуры (табл. 2). При этом следует иметь в виду, что величины K_T в зонах крайних значений температур недостаточно надежны.

Общий экологический коэффициент $K_э$, отнесенный к частному температурному коэффициенту K_T , позволяет рассчитать биотехнический коэффициент $K_б$, который характеризует воздействие на рост рыб всей совокупности биотехнических приемов и условий выращивания рыб в хозяйствах, исключая температуру воды:

$$K_{\delta} = K_{\gamma} / K_{\tau} . \quad (7)$$

Возможен и другой способ расчета K_{δ} - через K_M и K_r , помня, что K_r для личинок – величина непостоянная:

$$K_{\delta} = K_{M_{20}} / K_{r_{20}} = K_M / K_{r_{20}} \cdot K_{\tau} . \quad (7a)$$

Биотехнический коэффициент K_{δ} точнее, чем общий экологический коэффициент K_{γ} , способен отразить результативность ведения хозяйства в разных рыбхозах с нерегулируемым температурным режимом. Величина коэффициента K_{δ} при кормлении рыб искусственными кормами в хороших условиях выращивания не превышает 0,8, минимальное значение 0,2 соответствует крайне неблагоприятным условиям роста рыб.

Косвенно температура воды влияет на темп роста рыб через качество применяемых кормов. При использовании живых кормов экологический коэффициент корма равен единице ($K_{корм} = 1$) во всем диапазоне эффективных температур. Продуктивность искусственных кормов рецептуры ГосНИОРХ зависит от температуры воды, и в настоящий момент (до получения новых данных) предлагаются следующие условные границы коэффициента $K_{корм}$:

Температура, °С	$K_{корм}$
более 15	0,8
12 – 14	0,7
10 – 11	0,6
менее 10	0,5

Экологический коэффициент совокупного действия неучтенных факторов K_H представляет собой сложный коэффициент, из которого по мере накопления данных будут выделяться новые частные коэффициенты, входя сомножителями в общий экологический коэффициент K_{γ} . Относительно небольшой практический опыт выращивания сиговых рыб индустриальным

способом дает возможность лишь приближенно определить величину коэффициента K_H , который чаще всего колеблется в пределах 0,5–0,6, в благоприятных условиях он может достигать 0,7–0,8, а в неблагоприятных снижаться до 0,3–0,4 за продолжительный период выращивания. Прогнозируя рост рыб в новых хозяйствах, величину K_H следует принимать равной 0,5 ($K_H = 0,5$). На действующих хозяйствах его необходимо рассчитывать регулярно (подекадно и за вегетационный сезон), чтобы затем при планировании роста рыб пользоваться собственной величиной K_H (по формуле б).

Последний экологический коэффициент – кислородный K_{O_2} – позволяет оценить влияние количества растворенного в воде кислорода на скорость роста рыб. В условиях достатка кислорода коэффициент K_{O_2} равен единице. При концентрации кислорода в воде рыбоводной емкости (без значительного его градиента) ниже критической величины, что оказывает тормозящее влияние на рост рыб, коэффициент K_{O_2} рассчитывается по формуле: $K_{O_2} = 1 - 0,3 / (O_{2кр} - O_{2ф})$, где $O_{2кр}$ – критическое, а $O_{2ф}$ – фактическое содержание кислорода в воде, мг/л. Рассчитанные по этой формуле величины K_{O_2} в зависимости от разности между критическим и фактическим содержанием кислорода в воде приведены в табл. 3.

Критическое значение концентрации кислорода в воде зависит от интенсивности дыхания рыб. В индустриальном рыбоводстве мерой интенсивности дыхания рыб является удельный расход кислорода – $УРК$. Для сиговых рыб $O_{2кр}$ в зависимости от расхода кислорода в реальных температурных условиях $УРК_T$ предлагается рассчитывать по следующей временной формуле $O_{2кр} = 11 \cdot УРК_T^{0,3}$. В целях удобства использования этой зависимости в рыбоводных расчетах данные вычислений $O_{2кр}$ приведены в табл. 4.

Удельный расход кислорода на дыхание рыб при стандартной температуре 20 °С и нормальном кислородном режиме ($O_{2ф} > O_{2кр}$) определяется на основе известной для сиговых рыб зависимости интенсивности потребления кислорода от массы рыб по формуле $УРК_{20} = 0,2 \cdot M^{-0,23}$, расчет которого приведен в табл. 5.

Для приведения $УРК_{20}$ к другой температуре вычисляется $УРК_T$ по формуле:

$$УРК_T = УРК_{20} \cdot q, \quad (8)$$

где $УРК_T$ – удельный расход кислорода на дыхание рыб при данной температуре, мг O_2 /с · кг; q – температурная поправка. Температурные поправки, вычисленные по формуле: $q = 2,25^{0,1(t-20^\circ)}$, даны в табл. 6.

Перечисленные зависимости имеют большое практическое значение в индустриальном рыбоводстве, так как позволяют управлять режимом расхода воды и кислорода в бассейнах при выращивании рыб. Так, связь между общей массой рыбы (средняя навеска, умноженная на численность) и интенсивностью ее дыхания, с одной стороны, и расходом воды через рыбоводную емкость и содержанием доступного для дыхания кислорода в воде – с другой, выражается зависимостью:

$$УРК_T \cdot M_{\text{общ}} = PK_T = PB \cdot \Delta O_2, \quad (9)$$

где $УРК_T$ – удельный расход кислорода на дыхание рыбы в данных условиях, мг O_2 /с · кг; $M_{\text{общ}}$ – общая масса рыб, кг; PK_T – общий расход кислорода всей массой рыб, г; PB – расход воды, л/с; ΔO_2 – использование кислорода из протекающей воды, мг/л, т. е. разность концентраций на входе и выходе:

$$\Delta O_2 = O_{2\text{вход}} - O_{2\text{выход}}, \quad (10)$$

Исходя из этой зависимости можно определять общую массу выращиваемой рыбы по известному (или заданному) расходу воды PB и ее кислородному режиму

$$M_{\text{общ}} = PB \cdot \Delta O_2 / УРК_T; \quad (9a)$$

рассчитывать расход воды в управляемых условиях при принятых значениях потребления кислорода ΔO_2

$$PB = M_{\text{общ}} \cdot УРК_T / \Delta O_2, \quad (9б)$$

находить ΔO_2 при заданном расходе воды

$$\Delta O_2 = M_{\text{общ}} \cdot УРК_T / PB, \quad (9в)$$

По величине ΔO_2 можно прогнозировать необходимый уровень обогащения кислородом воды, подаваемой в рыбоводную емкость:

$$O_{2\text{вток}} = O_{2\text{выток}} + \Delta O_2, \quad (10a)$$

а также рассчитывать потребление кислорода в емкости, т.е. возможную концентрацию кислорода в вытекающей воде

$$O_{2\text{выток}} = O_{2\text{вток}} - \Delta O_2. \quad (10б)$$

При этом следует подчеркнуть, что все эти расчеты могут быть удовлетворительными только для емкостей с практически одинаковой концентрацией кислорода во всем их объеме, когда отсутствует градиент распределения от втока к вытоку.

В свете новых представлений о росте рыб расчет потребности в кормах наиболее удобно вести с использованием потенциального суточного прироста (Π), вычисленного в процентах от массы рыб и приведенного в табл. 7. Суточный рацион кормления в этом случае рассчитывается по формуле:

$$C = \Pi_{\Pi} \cdot K_{\rho} \cdot K_{оп}, \quad (11)$$

где C – суточный рацион кормления, % от массы; K_{ρ} – общий экологический коэффициент роста; $K_{оп}$ – коэффициент оплаты корма. Рацион в массе корма вычисляется умножением величины C , выраженной в процентах, на среднюю массу рыб (по результатам взвешивания или расчета) и их численность по данным посадки с учетом нормативного отхода

$$C' = M \cdot n \cdot C \cdot 0,01, \quad (11a)$$

где C' – суточная норма корма, г; M – среднештучная масса рыб, г; n – число рыб в емкости, шт.; C – суточный рацион кормления, % от массы.

Для определения общей потребности хозяйства в кормах за сезон выращивания – $C_{общ}$ – следует общий планируемый прирост рыб (Π) умножить на коэффициент оплаты корма ($K_{оп}$):

$$C_{общ} = \Pi \cdot K_{оп}. \quad (11б)$$

Ниже приводятся примеры расчетов.

2. РАСЧЕТ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ

Определить общий экологический коэффициент роста пеляди с начальной массой молоди 0,4 г (M_1), если она за 29 дней роста (Δt) достигла массы 3,76 г (M_2).

1. По табл. 1 находим потенциальный возраст молоди в начале и конце выращивания: массе $M_1 = 0,4$ г соответствует $Z_1 = 14,6$ суток; массе $M_2 = 3,76$ г – $Z_2 = 28,2$ суток.

2. Потенциальный период выращивания (ΔZ) по формуле 4 составляет:

$$\Delta Z = Z_2 - Z_1 = 28,2 - 14,6 = 13,6 \text{ суток.}$$

3. Искомый общий экологический коэффициент роста молоди пеляди вычисляем по формуле 5:

$$K_s = \Delta Z / \Delta t = 13,6 / 29 = 0,47.$$

Определить общий экологический коэффициент для планируемого выращивания сиговых рыб при температуре 17 °С в оптимальных гидрохимических условиях и кормлении комбикормом рецептуры ГосНИОРХ.

1. Частные экологические коэффициенты берем в соответствии с условиями: K_T из табл. 2 (при 17 °С $K_T = 0,83$); $K_{корм} = 0,8$; в оптимальных гидрохимических условиях $K_{O_2} = 1$; в прогнозных расчетах коэффициент совокупного действия неучтенных факторов K_H принимаем равным 0,5.

2. Общий экологический коэффициент роста сиговых рыб в заданных условиях вычисляем по формуле 6:

$$K_s = K_T \cdot K_{корм} \cdot K_H \cdot K_{O_2} = 0,83 \cdot 0,8 \cdot 0,5 \cdot 1 = 0,33.$$

Найти частный экологический кислородный коэффициент роста муксуна массой 1,6 г при температуре воды 16 °С и содержании растворенного в воде кислорода ($O_{2\phi}$) 5,5 мг/л.

1. Находим удельный расход кислорода ($УРК_{20}$) на дыхание рыб массой 1,6 г по табл. 5. Он равен 0,180 мг O_2 /с·кг.

2. Рассчитываем удельный расход кислорода ($УПК_T$) при температуре 16 °С по формуле 8, взяв температурную поправку q из табл. 6:

$$УПК_T = УПК_{20} \cdot q = 0,180 \cdot 0,723 = 0,13 \text{ мгО}_2/\text{с}\cdot\text{кг}.$$

3. По $УПК_T = 0,13$ находим критическое содержание кислорода для рыб заданной средней массы в табл. 4 ($O_{2\text{кр}} = 6$ мг/л) и вычисляем разность между критическим и фактическим содержанием кислорода в воде: $O_{2\text{кр}} - O_{2\text{ф}} = 6 - 5,5 = 0,5$ мг/л.

4. По полученной разности 0,5 мг/л находим искомый коэффициент K_{O_2} по табл. 3. Он равен 0,85.

Определить коэффициент совокупного действия неучтенных факторов внешней среды K_H и биотехнический коэффициент K_ϕ при выращивании молоди нельмы от массы $M_1 = 0,5$ г до массы $M_2 = 4$ г в течение 30 дней (Δt) в условиях оптимального содержания кислорода, при температуре воды 16 °С и достаточном кормлении искусственным кормом.

1. По табл. 1 находим потенциальный возраст молоди в начале и конце выращивания: массе $M_1 = 0,5$ г соответствует $Z_1 = 15,5$ суток; $M_2 = 4$ г соответствует $Z_2 = 28,7$ суток.

2. Потенциальный период выращивания по формуле 4 составляет:

$$\Delta Z = Z_2 - Z_1 = 28,7 - 15,5 = 13,2 \text{ суток}.$$

3. Общий экологический коэффициент в названных условиях определяем по формуле 5:

$$K_\phi = \Delta Z / \Delta t = 13,2 / 30 = 0,44.$$

4. Искомый коэффициент K_H находим по преобразованной формуле 6, используя соответствующие значения других частных коэффициентов (K_T для температуры 16 °С по табл. 2 равен 0,78; $K_{\text{корм}} = 0,8$; $K_{O_2} = 1$):

$$K_H = K_\phi / K_T \cdot K_{\text{корм}} \cdot K_{O_2} = 0,44 / 0,78 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,71.$$

5. Биотехнический коэффициент K_{σ} по формуле 7 в данных условиях составляет:

$$K_{\sigma} = K_{\gamma} / K_T = 0,44 / 0,78 = 0,56.$$

Коэффициент K_{σ} можно рассчитать по формулам 1а и 7а:

$$K_M = (M_2^{1/3} - M_1^{1/3}) \cdot 3 / \Delta t = (4^{1/3} - 0,5^{1/3}) \cdot 3 / 30 = 0,079;$$

$$K_{\sigma} = K_M / K_{r20} \cdot K_T = 0,079 / 0,18 \cdot 0,78 = 0,56.$$

3. РАСЧЕТ ТЕМПА РОСТА СИГОВЫХ РЫБ

Какой конечной массы M_2 достигнет муксун через 10 суток от начальной массы $M_1 = 3$ г при температуре воды 16 °С, содержании кислорода в воде 7 мг/л и достаточном кормлении комбикормом рецептуры ГосНИОРХ?

1. Проведем оценку достаточности заданного содержания кислорода в воде ($O_{2\phi} = 7$ мг/л) для дыхания муксуна массой 3 г. Для этого по табл. 5 находим, что при $M = 3$ г $УРК_{20} = 0,155$ мг O_2 /с·кг; из табл. 6 берем $q = 0,723$ и вычисляем $УРК_T = 0,155 \cdot 0,723 = 0,112$ мг O_2 /с·кг; по табл. 4 соответствующее $УРК_T$ значение $O_{2кр} = 5,8$ мг/л. Сравнение показывает, что $O_{2\phi}$ больше $O_{2кр}$, следовательно, $K_{O_2} = 1$.

2. Используя формулу 6, вычисляем K_{γ} по величинам частных экологических коэффициентов в соответствии с условиями ($K_T = 0,78$; $K_{корм} = 0,8$; $K_H = 0,5$):

$$K_{\gamma} = K_T \cdot K_{корм} \cdot K_H \cdot K_{O_2} = 0,78 \cdot 0,8 \cdot 0,5 \cdot 1 = 0,312.$$

3. По формуле 5 рассчитываем потенциальный период выращивания:

$$\Delta Z = \Delta t \cdot K_{\gamma} = 10,0 \cdot 0,312 = 3,1 \text{ суток.}$$

4. По табл. 1 находим потенциальный возраст муксуна в начале выращивания Z_1 (массе 3 г соответствует возраст 26,3 суток) и вычисляем потенциальный возраст рыб в конце периода по формуле 4:

$$Z_2 = \Delta Z + Z_1 = 3,1 + 26,4 = 29,4 \text{ суток.}$$

5. Искомую конечную массу муксуна находим в табл. 1 по возрасту $Z_2 = 29,4$ суток. Она равна 4,32 г.

Аналогично приведенному примеру рассчитывается темп роста рыб за все декады вегетационного периода при составлении сезонного графика роста.

Сколько времени (Δt) потребуется для выращивания молоди пеляди от $M_1 = 0,01$ г до $M_2 = 1$ г при средней температуре воды 14°C на искусственных кормах в оптимальных кислородных условиях?

1. Находим потенциальный возраст пеляди массой 0,01 г и 1 г по табл. 1 ($Z_1 = 3,8$; $Z_2 = 19$ суток). Вычисляем потенциальный период выращивания по формуле 4:

$$\Delta Z = Z_2 - Z_1 = 19 - 3,8 = 15,2 \text{ суток.}$$

2. Определяем K_9 по формуле 6, используя соответствующие заданным условиям частные экологические коэффициенты:

$$K_9 = K_T \cdot K_{\text{корм}} \cdot K_H \cdot K_{O_2} = 0,67 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 1 = 0,234.$$

3. Вычисляем искомый фактический период выращивания пеляди по формуле 5:

$$\Delta t = \Delta Z / K_9 = 15,2 / 0,234 = 65 \text{ суток.}$$

4. РАСЧЕТ НАГРУЗКИ ИХТИОМАССЫ НА БАССЕЙН

Определить максимальную нагрузку ихтиомассы на бассейн при расходе воды в нем $PB = 0,5$ л/с и использовании кислорода $\Delta O_2 = 1$ мг/л молодью пеляди средней навеской 1 г; температура воды 17°C .

1. Удельный расход кислорода при заданной температуре воды и массе рыб находим с использованием данных табл. 5 и 6 по формуле 8:

$$УРК_r = УРК_{20} \cdot q = 0,2 \cdot 0,784 = 0,157 \text{ мг}O_2/\text{с}\cdot\text{кг.}$$

2. Нагрузку ихтиомассы на бассейн вычисляем по формуле 9а:

$$M_{\text{общ}} = PB \cdot \Delta O_2 / УРК_r = 0,5 \cdot 1 / 0,157 = 3,18 \text{ кг.}$$

Численность рыб средней массой 1 г в конце выращивания без учета отхода составит $3,18 \text{ кг} / 1 \text{ г} = 3180$ шт. на бассейн.

Сколько сеголеток пеляди массой 17 г (M_2) можно вырастить за 130 дней вегетационного периода при средней температуре воды 15°C , имея источник водоснабжения с расходом воды 15 л/с (PB) и содержанием кислорода в ней 8 мг/л ($O_{2\text{всток}}$)?

Расчет ведется по конечной навеске и наибольшей ихтиомассе.

1. Вычисляем $УПК_T$ для массы $M_2 = 17 \text{ г}$ по формуле 8 и данным табл. 5 и 6:

$$УПК_T = УПК_{20} \cdot q = 0,104 \cdot 0,667 = 0,069 \text{ мг}O_2/\text{с}\cdot\text{кг}.$$

2. В табл. 4 находим величины критического содержания кислорода для пеляди массой 17 г по $УПК_T = 0,069$; оно равно 4,9 мг/л.

3. Потребление кислорода из воды (ΔO_2) определяем по формуле 10, считая, что в вытекающей воде содержание кислорода не должно быть ниже критического:

$$\Delta O_2 = O_{2\text{всток}} - O_{2\text{выток}} = 8 - 4,9 = 3,1 \text{ мг/л}.$$

4. Общую массу пеляди вычисляем по формуле 9а:

$$M_{\text{общ}} = PB \cdot \Delta O_2 / УПК_T = 15 \cdot 3,1 / 0,069 = 673,9 \text{ кг}.$$

При средней конечной массе 17 г общая масса выращенных рыб составит $673,9 \text{ кг} / 17 \text{ г} = 39,6$ тыс. шт.

5. РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ В КОРМАХ

Рассчитать суточный рацион кормления для 10 тыс. шт. молоди пеляди средней массой 2 г, если выращивание ведется при температуре воды 16°C , на искусственных кормах рецептуры ГосНИОРХ в хороших гидрохимических условиях при коэффициенте оплаты корма $K_{оп} = 3$.

1. Определяем K_3 по частным экологическим коэффициентам соответственно заданным условиям по формуле 6: из табл. 2 берем K_T , равный 0,78; экологический коэффициент корма $K_{корм}$ для данной температуры составляет 0,8; экологический коэффициент действия неучтенных факторов K_H (при отсутствии собственных данных)

принимая равным 0,5; кислородный экологический коэффициент $K_{O_2} = 1$:

$$K_s = K_T \cdot K_{\text{корм}} \cdot K_H \cdot K_{O_2} = 0,78 \cdot 0,8 \cdot 0,5 \cdot 1 = 0,312.$$

2. Для расчета суточного рациона кормления в процентах от массы по формуле 11 находим в табл. 7 соответствующий заданной массе 2 г потенциальный суточный прирост $\Pi_{\text{п}}$, равный 14%:

$$C = \Pi_{\text{п}} \cdot K_s \cdot K_{\text{от}} = 14 \cdot 0,312 \cdot 3 = 13,1\%.$$

3. Рацион кормления молоди пеляди в массе корма вычисляем по формуле 11а:

$$C' = M \cdot n \cdot C \cdot 0,01 = 2 \cdot 10000 \cdot 13,1 \cdot 0,01 = 2620 \text{ г, или } 2,62 \text{ кг.}$$

ЛИТЕРАТУРА

Баранов С.А., Резников В.Ф., Стариков Е.А., Толчинский Г.И. Основные уравнения роста биологических объектов. — В кн.: Биологические ресурсы внутренних водоемов СССР. М., 1979: 156–168.

Князева Л.М., Костюничев В.В. Методические рекомендации по биотехнике индустриального выращивания рыбопосадочного материала сиговых рыб. Л., изд. ГосНИОРХ, 1991: 30 с.

Купинский С.Б., Баранов С.А., Резников В.Ф. Радужная форель — *Salmo irideus* Gibb. — предварительные параметры стандартной модели массонакопления. — Сб. науч. трудов ВНИИПРХ, 1985, вып. 46: 109–115.

Сахаров А.М. Уточнение моделей роста и дыхания карпа. — Сб. науч. трудов ГосНИОРХ, 1988, вып. 278: 67–78.

Сахаров А.М., Баранова В.П. О возможности построения обобщенной модели роста рыб. — Тез. докл. IV Всесоюз. совещ. по рыбохозяйственному использованию теплых вод, г. Курчатова Курской обл. М., 1990: 33–35.

Толчинский Г.И. Структура стандартной модели массонакопления рыбы. Сообщение 2. Экологический коэффициент и структура модели. — Сб. науч. трудов ВНИИПРХ, 1980, вып. 29: 95–101.

Таблица 1. Потенциальная масса (M , г) рыб в зависимости от потенциального возраста (Z , сутки) при 20 °С (эталон)

Сутки	Доля суток									
	,0	,1	,2	,3	,4	,5	,6	,7	,8	,9
0	0,0019	0,0020	0,0021	0,0022	0,0023	0,0024	0,0026	0,0027	0,0028	0,0029
1	0,0030	0,0032	0,0033	0,0035	0,0037	0,0038	0,0040	0,0042	0,0044	0,0045
2	0,0047	0,0049	0,0052	0,0054	0,0057	0,0059	0,0062	0,0064	0,0067	0,0070
3	0,0072	0,0076	0,0080	0,0083	0,0087	0,0090	0,0095	0,0099	0,0102	0,0106
4	0,0110	0,0115	0,0120	0,0125	0,0130	0,0135	0,0140	0,0145	0,0150	0,0155
5	0,0160	0,0168	0,0176	0,0184	0,0192	0,0200	0,0208	0,0216	0,0224	0,0232
6	0,0240	0,0251	0,0262	0,0273	0,0284	0,0295	0,0306	0,0317	0,0328	0,0339
7	0,0350	0,0365	0,0380	0,0395	0,0410	0,0425	0,0440	0,0455	0,0470	0,0485
8	0,050	0,052	0,054	0,056	0,058	0,060	0,062	0,064	0,066	0,068
9	0,070	0,073	0,076	0,079	0,082	0,085	0,088	0,091	0,094	0,097
10	0,100	0,104	0,108	0,112	0,116	0,121	0,125	0,130	0,134	0,139
11	0,144	0,149	0,154	0,159	0,165	0,170	0,176	0,181	0,187	0,193
12	0,199	0,206	0,212	0,218	0,225	0,232	0,239	0,246	0,253	0,260
13	0,267	0,275	0,283	0,290	0,298	0,306	0,315	0,323	0,332	0,340
14	0,349	0,358	0,367	0,377	0,386	0,396	0,405	0,415	0,426	0,436
15	0,446	0,457	0,468	0,479	0,490	0,501	0,512	0,524	0,536	0,548
16	0,560	0,572	0,585	0,597	0,610	0,623	0,636	0,650	0,663	0,677
17	0,691	0,705	0,720	0,734	0,749	0,764	0,779	0,794	0,810	0,826
18	0,842	0,858	0,874	0,891	0,907	0,924	0,942	0,959	0,977	0,994
19	1,01	1,03	1,05	1,07	1,09	1,11	1,13	1,14	1,16	1,18
20	1,21	1,23	1,25	1,27	1,29	1,31	1,33	1,35	1,38	1,40

Сутки	Доля суток									
	,0	,1	,2	,3	,4	,5	,6	,7	,8	,9
21	1,42	1,44	1,47	1,49	1,51	1,54	1,56	1,59	1,61	1,64
22	1,66	1,69	1,71	1,74	1,76	1,79	1,82	1,84	1,87	1,90
23	1,93	1,95	1,98	2,01	2,04	2,07	2,10	2,13	2,16	2,19
24	2,22	2,25	2,28	2,31	2,34	2,37	2,41	2,44	2,47	2,51
25	2,54	2,57	2,61	2,64	2,67	2,71	2,74	2,78	2,82	2,85
26	2,89	2,93	2,96	3,00	3,04	3,07	3,11	3,15	3,19	3,23
27	3,27	3,31	3,35	3,39	3,43	3,47	3,51	3,55	3,60	3,64
28	3,68	3,73	3,77	3,81	3,86	3,90	3,95	3,99	4,04	4,08
29	4,13	4,17	4,22	4,27	4,32	4,36	4,41	4,46	4,51	4,56
30	4,61	4,66	4,71	4,76	4,81	4,86	4,91	4,97	5,02	5,07
31	5,13	5,18	5,23	5,29	5,34	5,40	5,45	5,51	5,57	5,62
32	5,68	5,74	5,79	5,85	5,91	5,97	6,03	6,09	6,15	6,21
33	6,27	6,33	6,40	6,46	6,52	6,58	6,65	6,71	6,77	6,84
34	6,90	6,97	7,04	7,10	7,17	7,24	7,30	7,37	7,44	7,51
35	7,58	7,65	7,72	7,79	7,86	7,93	8,00	8,07	8,15	8,22
36	8,29	8,37	8,44	8,52	8,59	8,67	8,74	8,82	8,90	8,98
37	9,05	9,13	9,21	9,29	9,37	9,45	9,53	9,61	9,69	9,78
38	9,86	9,94	10,0	10,1	10,2	10,3	10,4	10,4	10,5	10,6
39	10,7	10,8	10,9	11,0	11,1	11,2	11,2	11,2	11,4	11,5
40	11,6	11,7	11,8	11,9	12,0	12,1	12,2	12,3	12,4	12,5
41	12,6	12,7	12,7	12,8	12,9	13,0	13,1	13,2	13,3	13,5
42	13,6	13,7	13,8	13,9	14,0	14,1	14,2	14,3	14,4	14,5
43	14,6	14,7	14,8	14,9	15,0	15,1	15,3	15,4	15,5	15,6
44	15,7	15,8	15,9	16,0	16,2	16,3	16,4	16,5	16,6	16,7
45	16,9	17,0	17,1	17,2	17,3	17,5	17,6	17,7	17,8	17,9

Сутки	Доля суток									
	,0	,1	,2	,3	,4	,5	,6	,7	,8	,9
46	18,1	18,2	18,3	18,4	18,6	18,7	18,8	19,0	19,1	19,2
47	19,3	19,5	19,6	19,7	19,9	20,0	20,1	20,3	20,4	20,5
48	20,7	20,8	20,9	21,1	21,2	21,3	21,5	21,6	21,8	21,9
49	22,0	22,2	22,3	22,5	22,6	22,8	22,9	23,1	23,2	23,3
50	23,5	23,6	23,8	23,9	24,1	24,2	24,4	24,5	24,7	24,9
51	25,0	25,2	25,3	25,5	25,6	25,8	25,9	26,1	26,3	26,4
52	26,6	26,7	26,9	27,1	27,2	27,4	27,5	27,7	27,9	28,0
53	28,2	28,4	28,5	28,7	28,9	29,1	29,2	29,4	29,6	29,7
54	29,9	30,1	30,3	30,4	30,6	30,8	31,0	31,1	31,3	31,5
55	31,7	31,9	32,0	32,2	32,4	32,6	32,8	33,0	33,1	33,3
56	33,5	33,7	33,9	34,1	34,3	34,5	34,7	34,8	35,0	35,2
57	35,4	35,6	35,8	36,0	36,2	36,4	36,6	36,8	37,0	37,2
58	37,4	37,6	37,8	38,0	38,2	38,4	38,6	38,8	39,0	39,2
59	39,4	39,7	39,9	40,1	40,3	40,5	40,7	40,9	41,1	41,4
60	41,6	41,8	42,0	42,2	42,4	42,7	42,9	43,1	43,3	43,5
61	43,8	44,0	44,2	44,4	44,7	44,9	45,1	45,4	45,6	45,8
62	46,0	46,3	46,5	46,7	47,0	47,2	47,4	47,7	47,9	48,2
63	48,4	48,6	48,9	49,1	49,4	49,6	49,8	50,1	50,3	50,6
64	50,8	51,1	51,3	51,6	51,8	52,1	52,3	52,6	52,8	53,1
65	53,3	53,6	53,8	54,1	54,4	54,6	54,9	55,1	55,4	55,7
66	55,9	56,2	56,5	56,7	57,0	57,3	57,5	57,8	58,1	58,3
67	58,6	58,9	59,1	59,4	59,7	60,0	60,2	60,5	60,8	61,1
68	61,4	61,6	61,9	62,2	62,5	62,8	63,1	63,3	63,6	63,9
69	64,2	64,5	64,8	65,1	65,4	65,7	65,9	66,2	66,5	66,8
70	67,1	67,4	67,7	68,0	68,3	68,6	68,9	69,2	69,5	69,8

Сутки	Доля суток									
	,0	,1	,2	,3	,4	,5	,6	,7	,8	,9
71	70,1	70,5	70,8	71,1	71,4	71,7	72,0	72,3	72,6	72,9
72	73,3	73,6	73,9	74,2	74,5	74,8	75,2	75,5	75,8	76,1
73	76,4	76,8	77,1	77,4	77,8	78,1	78,4	78,7	79,1	79,4
74	79,7	80,1	80,4	80,7	81,1	81,4	81,8	82,1	82,4	82,8
75	83,1	83,5	83,8	84,2	84,5	84,8	85,2	85,5	85,9	86,2
76	86,6	86,9	87,3	87,7	88,0	88,4	88,7	89,1	89,4	89,8
77	90,2	90,5	90,9	91,3	91,6	92,0	92,4	92,7	93,1	93,5
78	93,8	94,2	94,6	95,0	95,3	95,7	96,1	96,5	96,8	97,2
79	97,6	98,0	98,4	98,7	99,1	99,5	99,9	100	101	101
80	101	102	102	103	103	103	104	104	105	105
81	105	106	106	107	107	107	108	108	109	109
82	110	110	110	111	111	112	112	112	113	113
83	114	114	115	115	115	116	116	117	117	118
84	118	118	119	119	120	120	121	121	121	122
85	122	123	123	124	124	125	125	125	126	126
86	127	127	128	128	129	129	130	130	130	131
87	131	132	132	133	133	134	134	135	135	136
88	136	137	137	138	138	139	139	139	140	140
89	141	141	142	142	143	143	144	144	145	145
90	146	146	147	147	148	148	149	149	150	150
91	151	151	152	152	153	153	154	155	155	156
92	156	157	157	158	158	159	159	160	160	161
93	161	162	162	163	164	164	165	165	166	166
94	167	167	168	168	169	169	170	171	171	172
95	172	173	173	174	175	175	176	176	177	177

Сутки	Доля суток									
	,0	,1	,2	,3	,4	,5	,6	,7	,8	,9
96	178	178	179	180	180	181	181	182	182	183
97	184	184	185	185	186	187	187	188	188	189
98	190	190	191	191	192	193	193	194	194	195
99	196	196	197	197	198	199	199	200	200	201
100	202	202	203	204	204	205	205	206	207	207
101	208	209	209	210	210	211	212	212	213	214
102	214	215	216	216	217	218	218	219	219	220
103	221	221	222	223	223	224	225	225	226	227
104	227	228	229	229	230	231	231	232	233	234
105	234	235	236	236	237	238	238	239	240	240
106	241	242	243	243	244	245	245	246	246	247
107	248	249	250	250	251	252	252	253	254	255
108	255	256	257	258	258	259	260	260	261	262
109	263	263	264	265	266	266	267	268	269	269
110	270	271	272	272	273	274	275	275	276	277
111	278	278	279	280	281	282	282	283	284	285
112	285	286	287	288	289	289	290	291	292	293
113	293	294	295	296	296	297	298	299	300	301
114	301	302	303	304	305	305	306	307	308	309
115	309	310	311	312	313	314	314	315	316	317
116	318	319	319	320	321	322	323	324	325	325
117	326	327	328	329	330	331	331	332	333	334
118	335	336	337	337	338	339	340	341	342	343
119	344	344	345	346	347	348	349	350	351	352
120	353	353	354	355	356	357	358	359	360	361

Сутки	Доля суток									
	,0	,1	,2	,3	,4	,5	,6	,7	,8	,9
121	362	362	363	364	365	366	367	368	369	370
122	371	372	373	374	375	375	376	377	378	379
123	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389
124	390	391	392	393	394	395	395	396	397	398
125	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408
126	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418
127	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428
128	429	430	431	432	433	435	436	437	438	439
129	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449
130	450	451	452	453	454	455	457	458	459	460
131	461	462	463	464	465	466	467	468	469	471
132	472	473	474	475	476	477	478	479	480	482
133	483	484	485	486	487	488	489	490	492	493
134	494	495	496	497	498	499	501	502	503	504
135	505	506	507	509	510	511	512	513	514	515
136	517	518	519	520	521	522	524	525	526	537
137	528	530	531	532	533	534	535	537	538	539
138	540	541	543	544	545	546	547	549	550	551
139	552	553	555	556	557	558	560	561	562	563
140	564	566	567	568	569	571	572	573	574	576
141	577	578	579	581	582	583	584	586	587	588
142	589	591	592	593	594	596	597	598	600	601
143	602	603	605	606	607	609	610	611	612	614
144	615	616	618	619	620	622	623	624	625	627
145	628	629	631	632	633	635	636	637	639	640

Сутки	Доля суток									
	,0	,1	,2	,3	,4	,5	,6	,7	,8	,9
146	641	643	644	645	647	648	649	651	652	654
147	655	656	658	659	660	662	663	664	666	667
148	669	670	671	673	674	675	677	678	680	681
149	682	684	685	687	688	689	691	692	694	695
150	696	698	699	701	702	704	705	706	708	709
151	711	712	714	715	715	718	719	721	722	724
152	725	727	728	730	731	732	734	735	737	738
153	740	741	743	744	746	747	749	750	752	753
154	755	756	758	759	761	762	764	765	767	768
155	770	771	773	774	776	777	779	780	782	783
156	785	786	788	789	791	793	794	796	797	799
157	800	802	803	805	806	808	810	811	813	814
158	816	817	819	821	822	824	825	827	829	830
159	832	833	835	836	838	840	841	843	844	846

Таблица 2. Температурный экологический коэффициент K_T

T, °C	Доли, °C				
	,0	,2	,4	,6	,8
2	0	0,01	0,02	0,04	0,05
3	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10
4	0,11	0,12	0,13	0,15	0,16
5	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21
6	0,22	0,23	0,24	0,26	0,27
7	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32
8	0,33	0,34	0,35	0,37	0,38
9	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43
10	0,44	0,45	0,46	0,48	0,49
11	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54
12	0,55	0,56	0,57	0,59	0,60
13	0,61	0,62	0,63	0,65	0,66
14	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71
15	0,72	0,73	0,74	0,76	0,77
16	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82
17	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87
18	0,88	0,89	0,90	0,92	0,93
19	0,94	0,95	0,96	0,98	0,99
20	1,00	1,01	1,02	1,03	1,05
21	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10
22	1,11	1,12	1,13	1,15	1,16
23	1,17	1,18	1,19	1,20	1,21
24	1,22	—	—	—	—

Таблица 3. Кислородный экологический коэффициент K_{O_2}

Разность $O_{2кр} - O_{2ф}$	K_{O_2}	Разность $O_{2кр} - O_{2ф}$	K_{O_2}
0,00	1,00	0,8	0,76
0,10	0,97	0,9	0,73
0,15	0,96	1,0	0,70
0,20	0,94	1,2	0,64
0,25	0,92	1,4	0,58
0,30	0,91	1,6	0,52
0,35	0,90	1,8	0,46
0,40	0,88	2,0	0,40
0,45	0,86	2,2	0,34
0,50	0,85	2,4	0,28
0,55	0,84	2,6	0,22
0,60	0,82	2,8	0,16
0,65	0,80	3,0	0,10
0,70	0,79	—	—

Таблица 4. Зависимость критического содержания кислорода ($O_{2кр}$) от удельного расхода кислорода ($УРК_T$) в реальных температурных условиях

$УРК_T$	$O_{2кр}$	$УРК_T$	$O_{2кр}$	$УРК_T$	$O_{2кр}$
0,040	4,2	0,13	6,0	0,36	8,1
0,045	4,3	0,14	6,1	0,38	8,2
0,050	4,5	0,15	6,2	0,40	8,4
0,055	4,6	0,16	6,3	0,42	8,5
0,060	4,7	0,17	6,5	0,44	8,6
0,065	4,8	0,18	6,6	0,46	8,7
0,070	4,9	0,19	6,7	0,48	8,8
0,075	5,0	0,20	6,8	0,50	8,9
0,080	5,1	0,22	7,0	0,52	9,0
0,085	5,2	0,24	7,2	0,54	9,1
0,090	5,3	0,26	7,3	0,56	9,2
0,095	5,4	0,28	7,5	0,58	9,3
0,10	5,5	0,30	7,7	0,60	9,4
0,11	5,7	0,32	7,8	—	—
0,12	5,8	0,34	8,0	—	—

**Таблица 5. Удельный расход кислорода (УРК, мгО₂/с·кг)
на дыхание сиговых рыб при температуре 20 °С
в зависимости от массы (М, г)**

М	УРК	М	УРК	М	УРК	М	УРК
0,010	0,576	0,082	0,356	0,34	0,256	1,6	0,180
0,012	0,553	0,084	0,354	0,36	0,253	1,8	0,175
0,014	0,534	0,086	0,352	0,38	0,250	2,0	0,170
0,016	0,518	0,088	0,350	0,40	0,247	2,2	0,167
0,018	0,504	0,090	0,348	0,42	0,244	2,4	0,164
0,020	0,492	0,092	0,346	0,44	0,241	2,6	0,161
0,022	0,476	0,094	0,344	0,46	0,239	2,8	0,158
0,024	0,472	0,096	0,343	0,48	0,237	3,0	0,155
0,026	0,463	0,098	0,341	0,50	0,234	3,2	0,153
0,028	0,455	0,100	0,340	0,52	0,232	3,4	0,151
0,030	0,448	0,105	0,336	0,54	0,230	3,6	0,149
0,032	0,441	0,110	0,332	0,56	0,228	3,8	0,147
0,034	0,435	0,115	0,329	0,58	0,227	4,0	0,145
0,036	0,430	0,120	0,326	0,60	0,225	4,2	0,144
0,038	0,424	0,125	0,323	0,62	0,223	4,4	0,142
0,040	0,419	0,130	0,320	0,64	0,222	4,6	0,141
0,042	0,415	0,135	0,317	0,66	0,220	4,8	0,139
0,044	0,410	0,140	0,314	0,68	0,218	5,0	0,138
0,046	0,406	0,145	0,312	0,70	0,217	5,2	0,137
0,048	0,402	0,150	0,309	0,72	0,216	5,4	0,136
0,050	0,398	0,155	0,307	0,74	0,214	5,6	0,134
0,052	0,395	0,160	0,305	0,76	0,213	5,8	0,133
0,054	0,391	0,165	0,303	0,78	0,212	6,0	0,132
0,056	0,388	0,170	0,301	0,80	0,210	6,5	0,130
0,058	0,385	0,175	0,299	0,82	0,209	7,0	0,128
0,060	0,382	0,180	0,297	0,84	0,208	7,5	0,126
0,062	0,379	0,185	0,295	0,86	0,207	8,0	0,124
0,064	0,376	0,190	0,293	0,88	0,206	8,5	0,122
0,066	0,374	0,195	0,292	0,90	0,205	9,0	0,121
0,068	0,371	0,200	0,290	0,92	0,204	9,5	0,119
0,070	0,369	0,22	0,283	0,94	0,203	10,0	0,118
0,072	0,366	0,24	0,278	0,96	0,202	10,5	0,116
0,074	0,364	0,26	0,273	0,98	0,201	11	0,115
0,076	0,362	0,28	0,268	1,0	0,200	12	0,113
0,078	0,360	0,30	0,264	1,2	0,192	13	0,111
0,080	0,358	0,32	0,260	1,4	0,185	14	0,109

M	YPK	M	YPK	M	YPK	M	YPK
15	0,107	32	0,090	90	0,071	325	0,053
16	0,106	34	0,089	95	0,070	350	0,052
17	0,104	36	0,088	100	0,069	375	0,051
18	0,103	38	0,087	110	0,068	400	0,050
19	0,102	40	0,086	120	0,066	450	0,049
20	0,100	45	0,083	130	0,065	500	0,048
21	0,099	50	0,081	140	0,064	550	0,047
22	0,098	55	0,080	150	0,063	600	0,046
23	0,097	60	0,078	175	0,061	650	0,045
24	0,096	65	0,076	200	0,059	700	0,044
25	0,095	70	0,075	225	0,058	800	0,043
26	0,094	75	0,074	250	0,056	900	0,042
28	0,093	80	0,073	275	0,055	1000	0,041
30	0,091	85	0,072	300	0,054	1500	0,037

Таблица 6. Температурная поправка (q) для приведения $УРК_{20}$ к фактической температуре

0 °C	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8
2	0,232	0,234	0,236	0,238	0,240	0,242	0,244	0,246	0,248	0,250
3	0,252	0,254	0,256	0,258	0,260	0,262	0,265	0,267	0,269	0,271
4	0,273	0,275	0,278	0,280	0,282	0,284	0,287	0,289	0,291	0,294
5	0,296	0,299	0,301	0,304	0,306	0,309	0,311	0,314	0,316	0,319
6	0,321	0,324	0,326	0,329	0,332	0,335	0,337	0,340	0,343	0,345
7	0,348	0,351	0,354	0,357	0,360	0,363	0,366	0,369	0,372	0,375
8	0,378	0,381	0,384	0,388	0,391	0,394	0,397	0,400	0,404	0,407
9	0,410	0,413	0,417	0,420	0,424	0,427	0,430	0,434	0,437	0,441
10	0,444	0,448	0,452	0,455	0,459	0,463	0,467	0,471	0,474	0,478
11	0,482	0,486	0,490	0,494	0,498	0,502	0,507	0,511	0,515	0,519
12	0,523	0,528	0,532	0,536	0,541	0,546	0,550	0,554	0,559	0,564
13	0,568	0,573	0,577	0,582	0,587	0,592	0,596	0,601	0,606	0,610
14	0,615	0,620	0,625	0,630	0,635	0,640	0,645	0,651	0,656	0,661
15	0,667	0,673	0,678	0,684	0,689	0,695	0,700	0,706	0,712	0,717
16	0,723	0,729	0,735	0,741	0,747	0,754	0,760	0,766	0,772	0,776
17	0,784	0,791	0,797	0,804	0,810	0,817	0,824	0,830	0,837	0,843
18	0,850	0,857	0,864	0,872	0,879	0,887	0,893	0,900	0,908	0,915
19	0,922	0,930	0,938	0,945	0,953	0,961	0,969	0,977	0,984	0,992
20	1,000	1,008	1,017	1,025	1,034	1,042	1,050	1,059	1,067	1,076
21	1,084	1,093	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14	1,15	1,16	1,17
22	1,18	1,19	1,20	1,21	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27
23	1,28	1,29	1,30	1,31	1,32	1,33	1,34	1,35	1,36	1,37
24	1,38									

Таблица 7. Потенциальный суточный прирост P_{Π} в зависимости от массы рыбы M при температуре воды 20 °С

М, г	P_{Π} , %	М, г	P_{Π} , %	М, г	P_{Π} , %	М, г	P_{Π} , %
0,010	44	0,300	27	4	11,3	90	4,0
0,015	43	0,325	26	5	10,5	100	3,9
0,020	42	0,375	25	8	9,5	120	3,6
0,025	41	0,425	24	9	8,6	140	3,5
0,030	40	0,500	23	10	8,4	160	3,3
0,040	39	0,550	22	15	7,3	180	3,2
0,060	38	0,600	21	20	6,6	200	3,1
0,080	37	0,700	20	25	6,2	225	3,0
0,100	36	0,850	19	30	5,8	250	2,8
0,140	35	1,0	18	35	5,5	300	2,7
0,160	33	1,2	17	40	5,3	350	2,6
0,180	32	1,4	16	45	5,1	400	2,4
0,200	31	1,8	15	50	4,9	500	2,3
0,220	30	2,0	14	60	4,6	600	2,1
0,240	29	3,0	13	70	4,4	700	2,0
0,260	28	3,5	12	80	4,2	800	1,9

Примечание. Для расчета суточного рациона кормления рыб (в % от массы) в реальных условиях необходимо потенциальный суточный прирост P_{Π} умножить на общий экологический коэффициент K_c и коэффициент оплаты корма K_{on}

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫРАЩИВАНИЮ ТОВАРНЫХ СИГОВ (ЧИР, МУКСУН) В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ *

В.В. Костюничев, Л. М. Князева, А.К. Шумилина

ВВЕДЕНИЕ

Одним из ведущих направлений товарного промышленного рыбоводства является выращивание рыб в садках и бассейнах. В рыбохозяйственной отрасли достигнуты определенные успехи и накоплен опыт в разработке методов получения товарной форели, карпа, осетровых в промышленных условиях. Однако биотехника выращивания товарных сигов в садках и бассейнах до недавнего времени оставалась нерешенным вопросом. Вместе с тем сокращение запасов сиговых в естественных водоемах и высокая популярность сигов как ценной пищевой рыбы в нашей стране и за рубежом позволяют считать важным и своевременным разработку принципиально нового направления получения товарных сигов промышленным методом. В качестве наиболее перспективных объектов промышленного сиговодства рекомендуются муксун и чир. По интенсивности роста в садках они близки к форели: эффективно используют корма, устойчивы к неблагоприятным гидрохимическим условиям и повышению температуры воды.

В ГосНИОРХе в течение ряда лет проводились исследования по биотехнике выращивания товарных сигов (чира и муксуна) в садках и бассейнах на искусственных кормах, в результате которых разработаны нормативы и методика их выращивания в промышленных условиях. Биотехника испытана в производственных условиях Приозерского рыбозавода (Ленинградская область) и внедрена на форелевом садковом хозяйстве на оз. Суходольское.

* Первое издание – 1998 г.

Преимущество предлагаемого способа перед традиционным выращиванием сигов в озерах и прудах состоит в управляемости рыбоводным процессом, достаточно низкой себестоимости товара, возможности круглогодичной реализации товара без дополнительных затрат на облов.

ГЛАВА 1

ВЫРАЩИВАНИЕ МУКСУНА И ЧИРА ДО ТОВАРНОЙ МАССЫ В САДКАХ И БАССЕЙНАХ НА ИСКУССТВЕННЫХ КОРМАХ

1.1. Условия выращивания товарных сигов в садках

Выращивание двухлеток и трехлеток сигов до товарной массы проводится в дельевых садках, установленных на понтонных линиях, или в проточных канавах. Садковые понтонные линии могут изготавливаться как хозяйственным способом, так и в заводских условиях. Серийный выпуск садков (линии ЛМ-1, ЛМ-4) производится Ставропольским заводом. Садковая линия ЛМ-4 состоит из 13 основных секций. На одной секции размещается 4 садка площадью 20 м² каждый (рис. 1).

При выборе водоема для выращивания сиговых в садках необходимо изучить его гидрологический и гидрохимический режим, который должен соответствовать параметрам, допустимым для содержания сиговых. Известно, что для выращивания сиговых наиболее благоприятна температура 12–16 °С. Желательно, чтобы в летний период пиковая температура не превышала 20° С. Ниже приводятся пределы гидрохимических показателей для товарных сигов при выращивании в садках и бассейнах:

	Рекомендуемые	Допустимые
Кислород, мг/л	7 – 9	5
Углекислота свободная, мг/л	5 – 15	20
Перманганатная окисляемость, мг О/л	4 – 10	15
Бихроматная окисляемость, мг О/л	15 – 30	40
БПК ₅ , мг О ₂ /л	1 – 3	5
Водородный показатель, ед. рН	7 – 8	6
N-NH ₄ ⁺ , мг N/л	0,2 – 0,4	0,5
N-NO ₂ ⁻ , мг N/л	0 – 0,005	0,01 – 0,02

Глубина водоема на месте расположения садков должна быть не менее 5 м. Глубина погружения садка – не менее 3 м. Высота волны не должна превышать 0,5 м. Водоем, в который сбрасываются сточные воды, непригоден для установления садков.

Хорошие результаты были получены при выращивании товарных сигов в земляных проточных садках площадью 30 м² (рис. 2). Толщина слоя воды в них может составлять 1,5–2,0 м. Удельный расход воды при 100%-ном насыщении кислородом колеблется в пределах 0,004–0,009 л/с·кг.

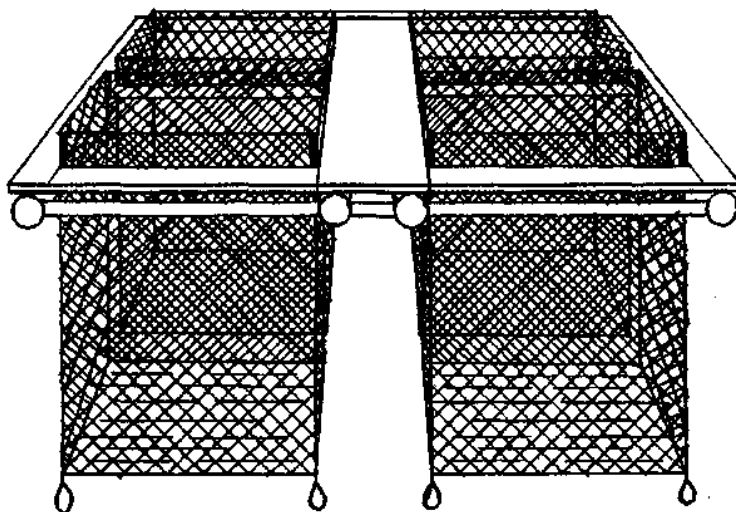


Рис. 1. Внешний вид понтонной секции с садками.
Размер садка 5 × 5 × 6 м

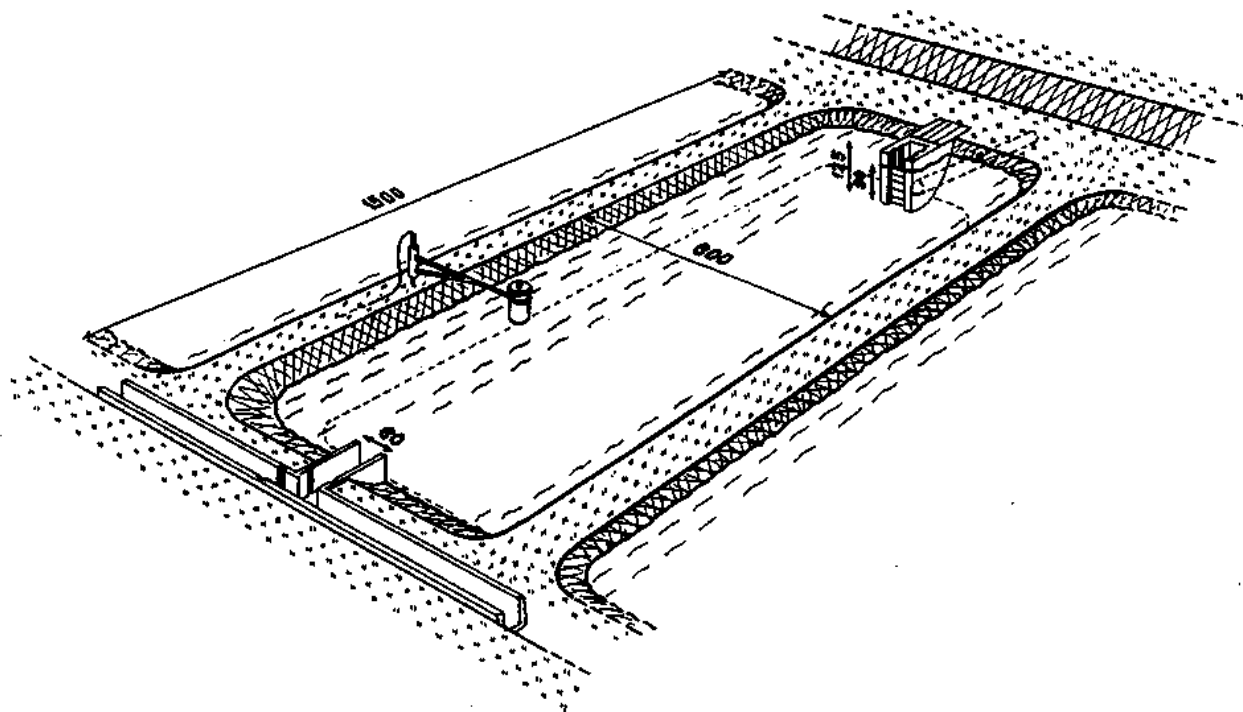


Рис. 2. Земляной проточный садок

1.2. Посадочный материал, плотность посадки рыб и выход продукции

В качестве посадочного материала для выращивания товарных трехлеток сигов могут использоваться сеголетки и годовики, выращенные на искусственных кормах от личинок последовательно в бассейнах, а затем в садках по биотехнике, разработанной ГосНИОРХ (Князева, Костюничев, 1991). Также можно использовать сеголеток (годовиков), выращенных на естественном корме в прудах или озерах-питомниках и переведенных на искусственный корм.

Для содержания годовиков и двухгодовиков в зимний период могут быть использованы бассейны (4–16 м²) и делявые садки (20–25 м²). Выращивание сигов в бассейнах целесообразно проводить при наличии источника родниковой или артезианской воды с температурой 3–6 °С. Плотность посадки чира и муксуна в бассейны составляет для годовиков 1,3–1,5 тыс. шт./м³, двухгодовиков – 250–330 шт./м³. В делявых садках (температура воды менее 2,0 °С) плотность посадки для годовиков составляет 100–150 шт./м³, двухгодовиков – 15–40 шт./м³.

В течение всего зимнего периода проводится кормление рыбы гранулированными кормами: в бассейнах – ежедневно, в садках – 2–7 раз в неделю. Нормы кормления невелики, но достаточны для обеспечения физиологических потребностей сигов.

Средняя масса чира и муксуна за период зимнего выращивания увеличивается в 1,1–2,0 раза в зависимости от условий содержания и возраста рыбы. Годовики, выращенные в садках, имеют массу 22–31 г, двухгодовики – 250–350 г, в бассейнах, соответственно, 40–50 г и 240–300 г. Выживаемость рыб в зимний период высокая (95–99%).

Весной рыбу, выращиваемую как в бассейнах, так и в садках, сортируют поштучно на 2–3 размерные группы, выбраковывая часть рыб, имеющих какие-либо дефекты. Сортировку проводят в утренние часы, когда вода имеет более низкую температуру. Примерно за неделю до проведения сортировки желательно давать рыбе корм с

повышенным содержанием витамина С (1,5–2,0 г/кг корма). За 2 дня до начала работ кормление рыбы прекращают.

При летнем выращивании плотность посадки двухлеток сигов в бассейны составляет 225–275 шт./м³, трехлеток – 71–87 шт./м³, в садки, соответственно, 32–45 и 10–13 шт./м³. Летний период работ завершается в октябре-ноябре. К этому времени средняя масса двухлеток муксуна и чира при выращивании в бассейнах достигает 160–200 г, трехлеток – 600–750 г, в садках – соответственно 230–320 и 800–1100 г. Выживаемость двухлеток 90–95%, трехлеток – 93–97%. При выращивании сигов в бассейнах рыбопродукция достигает 50 кг/м³, в садках – 10 кг/м³.

1.3. Корма и кормление сиговых

При выращивании двухлеток и товарных трехлеток используется гранулированный корм МС-84М рецептуры ГосНИОРХ. Корм прошел испытания в производственных условиях. Рецепт и химический состав корма МС-84М приведены в табл. 1.

Таблица 1. Рецепт и химический состав гранулированного корма МС-84М для товарных сигов

Компоненты	%	Заменители
Мука:		
рыбная	30	Не заменяется
мясо-костная	15	Рыбная
соевая	14	Подсолнечная мука
пшеничная	16	Не заменяется
Дрожжи кормовые	17	Не заменяется
Рыбий жир	5	Не заменяется
Фосфатиды подсолнечные	2	Фосфатиды соевые
Премикс ПФ-2В	1	Не заменяется

Компоненты	%	Заменители
<i>Химический состав</i>		
Протеин	41,0	
Жир	12,0	
Влага	10	
Клетчатка	2,0	
Углеводы	22,5	
Зола	13,5	
Лизин	2,8	
Метионин	0,8	
Кальций	3,2	
Калорийность, ккал/кг	2886	
Энерго-протеиновое отношение	7,0	

При кормлении необходимо следить за тем, чтобы диаметр гранул соответствовал массе рыб. Ниже приводятся размеры гранул в зависимости от массы сегов:

Масса рыб, г	Размер гранул, мм
20 – 40	2,5 – 3,0
40 – 300	3,5
300 – 500	4,0
500 – 1000	5,0
свыше 1000	6,0 – 8,0

Гранулированный корм МС-84М необходимо хранить в сухом прохладном помещении. Срок хранения в летний период – не более 3 месяцев, в зимний – до 5 месяцев. Определение качества кормов проводится по методике, разработанной в ГосНИОРХе (1987). Гранулы с истекшим сроком хранения необходимо опрыскивать водным раствором витамина С (аскорбиновая кислота). Методика обогащения кормов витамином С опубликована нами ранее (Князева, Костюничев, 1991).

Кормление рыбы осуществляется в светлое время суток вручную либо с помощью кормораздатчиков. Частота кормления зависит от продолжительности дня и температуры воды: летом при оптимальной температуре – не менее 4–6 раз в сутки, зимой – 1 раз в день.

При выращивании товарной рыбы по индустриальной технологии затраты на корма обычно составляют от 45 до 70% себестоимости. Поэтому рациональное использование кормов является важным экономическим фактором. Избыточное кормление приводит к непроизводительным затратам и повышению себестоимости выращиваемой рыбы, а недостаточное – к неполной реализации ее роста. Кормление сегов должно проводиться строго по нормам и предпочтительно не вручную, а с помощью кормораздатчиков, обеспечивающих подачу корма мелкими порциями. Это исключает кормопотери и существенно повышает производительность труда обслуживающего персонала.

Для расчетов суточных норм кормления необходимо пользоваться табл. 2, в которой приведены суточные приросты двух- и трехлеток сегов в зависимости от температуры воды и массы тела рыб.

Используя табл. 2, можно рассчитывать нормы кормления сегов искусственными кормами указанной выше рецептуры по формулам:

$$C(\%) = P \cdot K \cdot m, \quad (1)$$

где C (%) – суточная норма корма, %; P – прирост сегов за сутки, %; K – температурный коэффициент; m – поправка на массу рыбы.

$$C_{\text{корм}} = \frac{W_{\text{ср}} \cdot n \cdot C(\%)}{100}, \quad (2)$$

где $C_{\text{корм}}$ – суточная норма корма, кг; $W_{\text{ср}}$ – средняя масса сегов, кг; n – количество выращиваемой рыбы, шт.; C (%) – суточная норма корма, %.

Таблица 2. Суточные приросты сегов в зависимости от температуры воды и массы тела рыб (%)

Температура, °С	К	Масса, г									
		20	40	70	100	200	400	600	800	1000	1200
		Поправка на массу рыбы (m)									
		0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,30
2	1,35	0,50	0,32	0,28	0,24	0,19	0,15	0,13	0,11	0,10	0,09
3	1,30	0,70	0,49	0,42	0,36	0,30	0,23	0,21	0,18	0,15	0,14
4	1,27	0,91	0,66	0,57	0,48	0,41	0,31	0,29	0,26	0,21	0,19
5	1,25	1,22	0,79	0,70	0,61	0,50	0,40	0,35	0,30	0,26	0,24
6	1,20	1,54	0,93	0,83	0,74	0,61	0,50	0,44	0,38	0,31	0,29
7	1,17	1,77	1,17	1,01	0,86	0,72	0,58	0,52	0,46	0,39	0,37
8	1,15	2,00	1,41	1,20	0,99	0,83	0,70	0,63	0,55	0,47	0,44
9	1,12	2,20	1,61	1,37	1,14	0,97	0,82	0,74	0,65	0,56	0,52
10	1,10	2,40	1,81	1,55	1,30	1,10	0,94	0,84	0,74	0,65	0,60
11	1,07	2,60	2,00	1,73	1,46	1,24	1,05	0,94	0,84	0,73	0,68
12	1,05	2,80	2,20	1,90	1,62	1,38	1,17	1,06	0,94	0,81	0,75
13	1,00	3,02	2,38	2,08	1,78	1,58	1,28	1,15	1,02	0,90	0,83
14	1,00	3,23	2,56	2,24	1,94	1,64	1,40	1,27	1,14	0,99	0,92
15	1,00	3,31	2,68	2,35	2,02	1,70	1,44	1,30	1,16	1,02	0,95
16	1,00	3,40	2,80	2,46	2,12	1,76	1,48	1,34	1,19	1,04	0,96
17	1,00	3,10	2,51	2,21	1,81	1,54	1,31	1,19	1,06	0,93	0,86
18	1,00	2,60	2,06	1,79	1,36	1,16	0,98	0,88	0,79	0,68	0,64
19	1,00	2,10	1,64	1,42	1,05	0,87	0,75	0,66	0,59	0,51	0,48
20	1,00	1,60	1,31	1,12	0,81	0,65	0,55	0,46	0,40	0,33	0,30

Приведем пример расчета суточной нормы корма при выращивании товарных сигов. Известны данные:

Температура воды	17 °С
Количество рыб	2500 шт.
Средняя масса рыб	200 г

1. По табл. 2 определяют ожидаемый прирост сигов за сутки в процентах, температурный коэффициент K и поправку на массу рыбы m . При температуре воды 17 °С для двухлеток сигов средней массой 200 г $P = 1,54\%$, $K = 1$, $m = 1$.

2. По формуле (1) определяют суточную норму корма в процентах:

$$C(\%) = 1,54 \cdot 1 \cdot 1 = 1,54\%.$$

3. По формуле (2) определяют суточную норму корма в килограммах:

$$C_{\text{корм}} = \frac{0,2 \cdot 2500 \cdot 1,54}{100} = 7,7 \text{ кг.}$$

1.4. Контроль за ростом и состоянием рыбы

В процессе выращивания осуществляется постоянный контроль за темпом роста рыб, интенсивностью питания и выживаемостью. Контрольные обловы проводятся не реже 3 раз в месяц. При облове из каждого садка сачком вылавливается 50–100 шт. сигов, которые взвешиваются в емкости с водой. Затем определяется их средняя масса.

После каждого контрольного облова необходимо определить прирост рыбы за период, количество затраченного корма, коэффициент оплаты корма, количество рыб за вычетом отхода и рассчитать суточную норму корма на следующий период.

Контрольный подъем и чистка садков в летний период осуществляются один–два раза в 10 дней.

При выращивании сигов на искусственных кормах необходимо периодически контролировать их физиологическое состояние. Для этого существуют простейшие методики определения гемоглобина в

крови, индекса печени, упитанности по Фультону. По возможности следует определить витамин С в печени, общую жирность и жирность печени. Нормы физиолого-биохимических показателей товарных сигов при выращивании на искусственных кормах приводятся в табл. 3, 4.

Таблица 3. Физиолого-биохимические показатели товарных сигов в норме и при использовании недоброкачественных кормов

Показатель	Норма	Патология, недоброкачественные корма
Гемоглобин, г%	7–11	3 и ниже
Индекс печени, %	1,1–1,5	2,2 и выше
Коэффициент упитанности по Фультону	1,2–2,0	2,5 и выше
Витамин С в печени, мг%	6–12	2 и ниже
Белок в сыворотке крови, г%	4–7	3 и ниже
Общая жирность, %	10–14	15 и выше
Жирность печени, %	3–6	7 и выше
Жирность мышц, %	5–7	3 и ниже

Таблица 4. Химический состав мышц двухлеток и трехлеток чира, выращенных в садках на искусственном корме, в озерах и пруду на естественной пище

Возраст рыб	Средняя масса, г	Состав, %				Калорийность 100 г мышечной ткани, кал.
		влага	белок	жир	минеральные вещества	
Двухлетки	387,0	75,5	16,40	5,70	1,10	146,5
Трехлетки	1264,0	71,2	18,80	6,85	1,30	170,1
Двухлетки из пруда	234,0	75,9	16,57	6,12	1,01	149,0
Особи из озер	716,0	74,7	18,00	6,00	1,30	158,4

1.5. Объекты индустриального сиговодства

Чир – озерно-речной вид (рис. 3). В естественных водоемах распространен на Крайнем Севере, достигает массы до 12–16 кг. Из всех видов сиговых обладает наилучшим темпом роста. На севере его предпочитают всем другим видам, называя иногда «полярным карпом» (Волошенко, 1982). Плодовитость самок составляет 13,6–135,6 тыс. икринок. Молодь чира подращивается на рыбоводных заводах Росрыбхоза.

В последние годы уловы чира в водоемах резко снизились. Чир имеет высокую пищевую ценность. Калорийность 100 г его мяса составляет 140–170 кал.

Муксун — полупроходной вид сиговых (рис. 4). Обитает в крупных реках Сибири, впадающих в Северный Ледовитый океан. Максимальный вес его составляет 7 кг, плодовитость самок – 29–125,6 тыс. икринок. Молодь муксуна разводят на рыбоводных заводах Роскомрыболовства и Росрыбхоза. Так же, как и чир, обладает высокими пищевыми качествами.

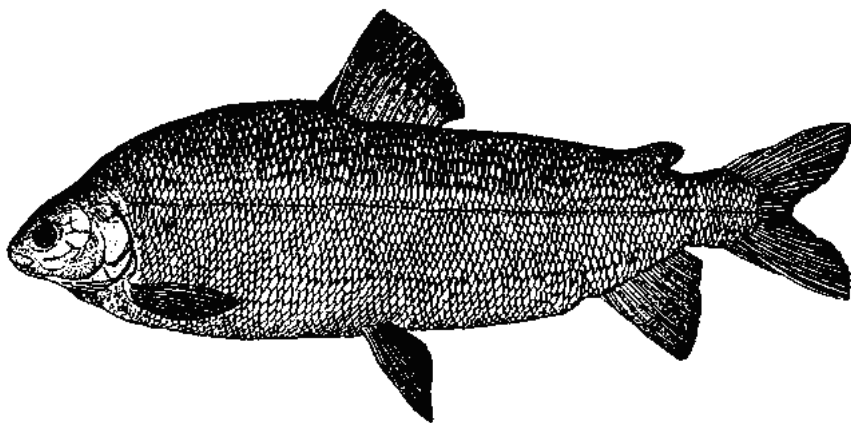
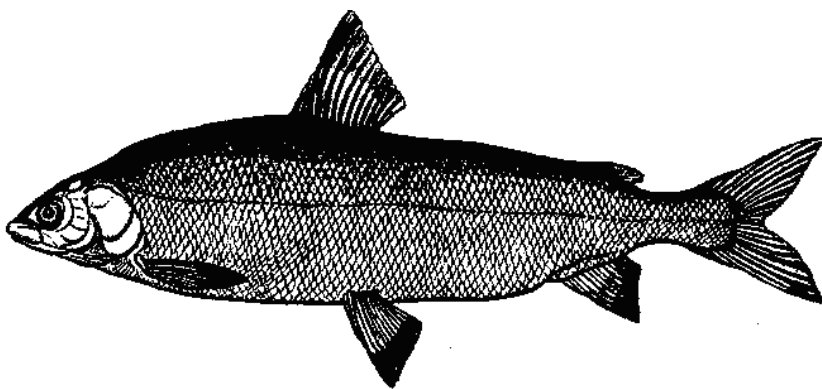


Рис. 3. Чир, выращенный на искусственных кормах (возраст 2+)



**Рис. 4. Муксун, выращенный на искусственных кормах
(возраст 2+)**

ГЛАВА 2

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ ТОВАРНЫХ СИГОВ В САДКАХ НА ИСКУССТВЕННЫХ КОРМАХ

Расчет себестоимости выращивания товарных трехлеток сиговых (муксун, чир) индустриальным методом

Технико-экономические показатели:

1.	Себестоимость сеголеток при выращивании собственными силами, млн. руб./т	не более 25
2.	Средняя масса сеголеток, г	
	муксун	20
	чир	28
3.	Средняя масса двухлеток, г	
	муксун	230
	чир	320
4.	Средняя масса трехлеток, г	
	муксун	800
	чир	1100

5.	Выживаемость, %	
	двухлеток	90
	трехлеток	94
6.	Плотность посадки, шт./м ³	
	двухлеток в садки S 25 м ²	
	муксун	135
	чир	97
	трехлеток в садки S 100 м ²	
	муксун	40
	чир	29
7.	Рыбопродуктивность, кг/м ³	
	двухлетки	8,4
	трехлетки	6,9
8.	Коэффициент оплаты корма	
	отечественные сиговые	1,3
	импортные форелевые	1,1
9.	Стоимость, млн. руб.:	
	понтонов S 25 м ²	6,25
	понтонов S 100 м ²	20,0
	делевых вкладышей садков S 25 м ²	1,0
	делевых вкладышей садков S 100 м ²	2,7
	инфраструктуры хозяйства мощностью 60 т товарной рыбы (форель, сиг), включая жилые, складские помещения, электросеть, дорогу и т. д.	280,0
	кормов (за 1 т):	
	отечественных сиговых	6,0
	импортных форелевых	7,2
10.	Амортизация основных средств, млн. руб.:	
	понтонов S 25 м ² (8,3%)	0,52
	понтонов S 100 м ² (8,3%)	1,66
	делевых вкладышей садков S 25 м ² (25%)	0,25
	делевых вкладышей садков S 100 м ² (25%)	0,68
	инфраструктуры хозяйства (4,5%)	13,60
11.	Амортизация основных средств в пересчете на 1 тонну товарных трехлеток сигов, млн. руб.	2,01

12.	Стоимость посадочного материала, необходимого для получения 1 т товара, млн. руб.	0,75
13.	Стоимость кормов, необходимых для получения 1 т товара, млн. руб.	
	отечественные сиговые	7,80
	импортные форелевые	7,92
	в среднем	7,86
14.	Заработная плата, млн. руб./т	3,00
15.	Накладные расходы, млн. руб./т	0,90
16.	Электроэнергия и транспорт, млн. руб./т	0,45
17.	Себестоимость 1 т товарных трехлеток чира и муксуна, млн. руб.	14,97

При условии, что в расчетном 2000 г. объем производства товарных сигов достигнет 300 т, т.е. 12–15% от объема выращиваемой форели, а оптовая цена будет 21 тыс. руб. за 1 кг плюс НДС (10%), годовой экономический эффект составит:

$$\mathcal{E} = \sum_{\text{приб.}} - E_{\text{н}} \cdot \sum K,$$

где $\sum K$ – сумма затрат на НИР с учетом фактора времени, а $E_{\text{н}} = 0,1$ – сумма капитальных затрат.

$$\mathcal{E} = 1800 - 0,1(171 + 22,2 \cdot 300) = 1117 \text{ (млн. руб.)},$$

или 3,72 млн. руб. на 1 т.

ГЛАВА 3

НОРМАТИВЫ ПО ВЫРАЩИВАНИЮ ТОВАРНЫХ СИГОВ В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Для выращивания товарных сигов в бассейнах и садках на искусственных кормах следует пользоваться нормативами, которые приводятся в табл. 5-8.

**Таблица 5. Нормативы по выращиванию
годовиков и двухгодовиков муксуна и чира
в бассейнах на родниковой и артезианской воде**

Показатель	Годовики	Двухгодовики
Площадь бассейна, м ²	4 – 16	4 – 16
Толщина слоя воды, м	0,3 – 0,4	0,4 – 0,6
Удельный расход воды при 100%-ном насыщении кислородом, л/с·кг	0,005 – 0,01	0,004 – 0,009
Температура воды, °С	3 – 6	3 – 6
Продолжительность выращивания, сут.	180	180
Средняя масса, г:		
при посадке	20 – 28	150 – 200
при вылове	40 – 50	240 – 300
Рецептура корма	МС-84М	МС-84М
Коэффициент оплаты корма	1,1 – 1,2	1,4 – 1,5
Плотность посадки, шт./м ³	1300 – 1500	250 – 300
Выживаемость, %	96	98
Рыбопродуктивность, кг/м ³	24 – 27	24 – 26

**Таблица 6. Нормативы по выращиванию
двухлеток и товарных трехлеток муксуна и чира в бассейнах**

Показатель	Двухлетки	Трехлетки
Площадь бассейна, м ²	4 – 16	4 – 16
Толщина слоя воды, м	0,3 – 0,4	0,4 – 0,6
Удельный расход воды при 100%-ном насыщении кислородом, л/с·кг	0,004 – 0,045	0,004 – 0,040
Температура воды, °С	6 – 18	6 – 18
Продолжительность выращивания, сут.	180	180
Средняя масса, г:		
при посадке	40 – 50	170 – 210
при вылове	160 – 200	600 – 750
Рецептура корма	МС-84М	МС-84М
Коэффициент оплаты корма	1,1 – 1,2	1,2 – 1,3
Плотность посадки, шт./м ³	225 – 275	70 – 90
Выживаемость, %	94	97
Рыбопродуктивность, кг/м ³	28 – 33	36 – 37

**Таблица 7. Нормативы по выращиванию
годовиков и двухгодовиков муксуна и чира в делевых садках**

Показатель	Годовики	Двухгодовики
Площадь садка, м ²	20 – 25	25 – 100
Размер ячеи дели, мм	10 – 12	12 – 20
Глубина погружения садка, м	3 – 5	3 – 6
Температура воды, °С	0,5 – 2,0	0,5 – 2,0
Продолжительность выращивания, сут.	180	180
Средняя масса, г:		
при посадке	20 – 28	230 – 320
при вылове	22 – 31	250 – 350
Рецептура корма	МС-84М	МС-84М
Коэффициент оплаты корма	1,1 – 1,2	1,4 – 1,5
Плотность посадки, шт./м ³	95 – 105	35 – 50
Выживаемость, %	97	98

**Таблица 8. Нормативы по выращиванию
двухлеток и товарных трехлеток муксуна и чира в садках**

Показатель	Двухлетки	Трехлетки
Площадь садка, м ²	20 – 25	100
Размер ячеи делевого садка, мм	10 – 16	16 – 20
Глубина погружения делевого садка, м	3 – 6	3 – 6
Температура воды, °С	3 – 2,0	3 – 2,0
Продолжительность выращивания, сут.	180	180
Штучная масса, г:		
при посадке	22 – 31	250 – 350
при вылове	230 – 320	800 – 1200
Рецептура корма	МС-84М	МС-84М
Средний коэффициент оплаты корма	1,1	1,3
Плотность посадки, шт./м ³	30 – 45	10 – 13
Выживаемость, %	93	96
Рыбопродуктивность, кг/м ³	8,0 – 8,6	6,8 – 8,0

ЛИТЕРАТУРА

Волошенко Б.Б., Беляускас Я.П. О пищевой ценности реципрокных гибридов пеляди с чиром и родительских видов. – Изв. ГосНИОРХ, 1975, т. 104: 65—70.

Волошенко Б.Б. Рыбохозяйственное освоение некоторых сигов в водоемах европейской части СССР. – Сб. науч. трудов ГосНИОРХ, 1982, вып. 181: 7—13.

Картавцева Н.Е., Абрамова Ж.И., Остроумова И.Н., Шабалина А.А. Временная инструкция по определению степени окисления липидов в кормах и оценке влияния качества кормов на рыб. Л., изд. ГосНИОРХ, 1987: 28 с.

Князева Л.М., Костюничев В.В. Методические рекомендации по биотехнике выращивания рыбопосадочного материала сиговых. Л., изд. ГосНИОРХ, 1991: 30 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫРАЩИВАНИЮ И ФОРМИРОВАНИЮ РЕМОНТНО-МАТОЧНЫХ СТАД СИГОВЫХ РЫБ (ПЕЛЯДЬ, ЧИР, МУКСУН) В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ НА ИСКУССТВЕННЫХ КОРМАХ *

В.В. Костюничев, Л.М. Князева, А.К. Шумилина

ВВЕДЕНИЕ

Сиги относятся к наиболее ценным промысловым видам рыб, обитающим в водоемах России. В последнее десятилетие под влиянием антропогенного воздействия и кризисного состояния в экономике страны произошло резкое сокращение их запасов. Уловы сиговых в крупных водоемах страны сократились более чем в 2 раза, а объемы их производства в озерных товарных хозяйствах (ОТРХ) – более чем в 20 раз. Одной из причин этого является снижение объемов выращивания посадочного материала сиговых, в частности рыболовной икры. В сложившихся условиях актуальным становится внедрение индустриального метода в практику воспроизводства и товарного сиговодства.

В ГосНИОРХе ранее разработаны биотехники выращивания посадочного материала и товарных сигов в садках на искусственных кормах. В 2000 г. закончена разработка биотехнологии выращивания и формирования маточных стад сиговых в индустриальных условиях на примере бентофага чира, эврифага муксуна и планктофага пеляди. Данная технология позволяет решить проблему получения необходимого количества икры сиговых как для воспроизводства, так и для товарного рыбоводства.

* Первое издание – 2001 г.

Индустриальный метод имеет ряд преимуществ перед традиционным выращиванием производителей сиговых в озерах и прудах, так как:

- не требует большого количества посадочного материала;
- выращивание производителей осуществляется при постоянном рыбоводном контроле;
- затраты на корма и содержание рыбы окупаются за счет производимой товарной продукции, а средства, полученные от реализации собранной икры, формируют прибыль;
- не требуется затрат на отлов производителей, при сборе икры они почти не травмируются, поэтому могут быть использованы в нескольких нерестовых кампаниях;
- в делевых садках площадью 25 м² можно содержать до 1000-1500 шт. производителей пеляди и до 500 шт. производителей других сиговых (чир, муксун, волховский сиг и др.) и ежегодно получать от них в зависимости от вида рыб до 7–15 млн. шт. икры, в то время как для получения аналогичного количества икры от производителей, выращенных в озерах, в современных условиях необходим водоем площадью около 50 га.

К 2001 г. в ГосНИОРХ сформированы ремонтно-маточные стада пеляди, чира и муксуна, которые успешно эксплуатируются в индустриальных условиях. Предлагаемый метод выращивания и формирования маточных стад сиговых рыб испытан в производственных условиях и применяется в садковом хозяйстве ООО «Форват» на оз. Суходольском (Ленинградская обл.).

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТОВ МАТОЧНЫХ СТАД СИГОВЫХ РЫБ, ФОРМИРУЕМЫХ В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Пелядь относится к ценным объектам промысла в водоемах Крайнего Севера и Сибири. Имеются полупроходная форма пеляди, совершающая длительные нерестовые миграции, и озерная форма, живущая в замкнутом водоеме. С середины 50-х годов пелядь как

перспективный объект рыбоводства была акклиматизирована в водоемах Северо-Запада (Головков, Кузьмин, 1963). Благодаря своей высокой экологической пластичности она адаптировалась в озерах и водохранилищах разных климатических зон центральной и южной части России. Пелядь выдерживает понижение кислорода в воде до 2,5–3,0 мг/л. Температурные границы ее обитания находятся в пределах 0,1–25 °С. Масса производителей достигает 2–3 кг. Половая зрелость наступает в возрасте от трех до шести лет. Средняя плодовитость озерной формы пеляди составляет 20–25, а речной 30–40 тыс. шт. икринок. Срок нереста – с октября до декабря. В Ропше было создано племенное маточное стадо пеляди, отличающееся повышенной плодовитостью – 35 тыс. шт. (Андряшева, 1986).

Чир – полупроходная озерно-речная рыба, является одной из самых ценных рыб среди сиговых. Распространен от Печоры до Анадыря и Пенжи. Его места обитания находятся за Полярным кругом. Нерестится в октябре–ноябре в реках на течении, реже в озерах во время ледостава при температуре воды около 0 °С. Половой зрелости чир достигает на седьмом–восьмом году. Абсолютная плодовитость самок чира составляет 65 тыс. икринок, рабочая плодовитость колеблется в пределах 17–35 тыс. икринок. Впервые искусственное разведение чира стало возможным с 1959 г., когда экспедиция ГосНИОРХ собрала на р. Сыне (приток Малой Оби) и перевезла в Ленинградскую область икру чира (Головков, 1967; Волошенко, 1982). Высокий темп роста чира отмечался при разведении его в озерах Карелии. В апреле 1965 г. в оз. Кивиламбу было выпущено 40 тыс. личинок (7,7 тыс. шт./га). К осени сеголетки достигли средней массы 59 г. В последующие годы темп роста оставался высоким: двухлетки достигли 600 г, трехлетки – 950 г (Горбунова, Дмитренко, 1968).

Муксун – полупроходная рыба, является одним из основных объектов промысла на севере Сибири: от Оби до Колымы. Нерестовая миграция вверх по рекам начинается в конце июля и заканчивается в конце октября. Оптимальная температура воды для нереста перед

самым ледоставом – не ниже 4 °С. Половой зрелости муксун достигает в возрасте 6–7 лет (Колыма), 7–9 (Обь), 9–10 (Енисей), 11–13 лет (Лена). Рабочая плодовитость самок 25–75 тыс. икринок. Впервые этот вид для акклиматизационных работ на Печоре, Северной Двине и в Финском заливе был рекомендован П.А. Дрягиным (1953). Целесообразность вселения муксуна в водоемы Северо-Запада была биологически обоснована В.Н. Сергеевым (1967). В новых условиях выращивания (озерах и прудах) получены высокие показатели по росту, выживаемости и рыбопродукции (Головков, Крупкин, 1974; Волошенко, 1982).

2. ФОРМИРОВАНИЕ РЕМОНТНОГО СТАДА

Для создания первичных маточных стад используется икра от производителей из естественных водоемов. После сбора икры, осеменения и набухания ее транспортируют к месту инкубации. Методика получения и оплодотворения икры сиговых разработана ранее (Яндовская, Гальнбек, 1959; Кугаевская, 1968).

2.1. Инкубация икры

Инкубация икры сиговых проводится в закрытых отапливаемых помещениях. Икра закладывается в стандартные аппараты Вейса по 4,5–5 л. В период инкубации необходимо соблюдать разработанные ранее рекомендации (Головков и др., 1963, 1978; Кугаевская, 1968; Понеделко, Крупкин, 1975; Слуцкий, Ефанов, 1980). В табл. 1 приведены нормативы по инкубации икры пеляди, чира и муксуна на рыбоводных заводах Северо-Запада и Сибири.

Массовое вылупление эмбрионов чира наблюдается при весеннем повышении температуры воды до 3–4 °С, муксуна – до 4–6, пеляди – до 6–8 °С.

Таблица 1. Биотехнологические нормы для инкубации икры сиговых

Показатель	Пелядь	Чир	Муксун
Количество икринок в одном аппарате, тыс. шт.	600 – 700	300 – 350	350 – 400
Температура воды в период инкубации, °С	0,1 – 1,2	0,1 – 1,2	0,1 – 1,2
Расход воды в аппарате, л/мин.	3 – 4	3 – 4	3 – 4
Содержание растворенного в воде кислорода, мг/л	7 – 11	7 – 11	7 – 11
Водородный показатель, ед. рН	6,5 – 7,5	6,5 – 7,5	6,5 – 7,5
Продолжительность инкубации, сут.	130 – 150	125 – 140	140 – 150
Выживаемость за инкубацию, %	70	40	60

2.2. Выращивание молоди для формирования ремонтной группы

Выращивание личинок, ранней молоди и сеголеток сиговых рыб проводится по разработанной ранее биотехнике получения посадочного материала сиговых в промышленных условиях. После вылупления из икры 1–2-суточные эмбрионы переводятся в бассейны шведского типа размером 2×2 м или в лотки (4,2×0,7 м) Ейского завода. Толщина слоя воды в рыбоводной емкости – 25 см. Бассейны и лотки для выращивания должны находиться в освещенном помещении. На ночь освещение выключается.

На вытоке бассейна или лотка устанавливают фонарь. В комплект ейского лотка новой конструкции с оборудованным нижним водоспуском входят каркас фонаря, прижимное устройство крепления фонаря и уплотнитель. В комплект бассейна фонарь не входит, поэтому его изготавливают дополнительно. Каркас (цилиндрический или квадратный в зависимости от формы углубления дна бассейна) делают из жесткой проволоки диаметром 6–8 мм. Квадратный каркас снизу соединяется с деревянной или металлической рамой. На каркас надевается фильтр, который шьется в форме рукава из мельничного сита. В нижней части фильтр плотно соединяют с деревянной рамой с

помощью реек или зажимают между металлической рамой и уплотнителем. Фонарь устанавливают на вытоке в углублении дна бассейна и прикрепляют к нему винтами. Все щели замазывают пластилином. В ейских лотках фонарь цилиндрической формы с надетым фильтром устанавливают на уплотнитель (поролон, войлок, пористая резина), предварительно уложенный на вытоке, в специальном углублении. Закрепляют фонарь с помощью прижимного устройства. Перед зарыблением бассейны и лотки тщательно моют и дезинфицируют раствором перманганата калия (0,1 г сухого вещества на 10 л воды).

По мере роста личинок необходимо производить смену мельничного сита на фонаре. Для личинок массой 3–8 мг используется мельничное сито № 11, по достижении ими средней массы 30 мг – мельничное сито № 7. Для смены мельничного сита используют дополнительный фонарь. Временно перекрывается выток воды, фонарь с мельничным газом открепляют и на его место устанавливают фонарь с более крупным газом. Личинок, попавших внутрь фонаря, осторожно вылавливают. По достижении молодью массы 0,3 г фонари заменяют решетками из металлической сетки с ячейей 2 мм, затем 4–8 мм.

Водоснабжение бассейнов и лотков предпочтительно самотечное, в крайнем случае можно применять принудительную водоподачу. Непосредственно в бассейн вода подается из крана через шланг, который закрепляется у борта бассейна. Струя воды должна быть направлена вдоль стенки бассейна для того, чтобы создавалось круговое движение воды. В лоток вода подается непосредственно из крана, при необходимости можно использовать флейту или направляющий щиток. Максимальный расход воды на один бассейн или лоток предусматривается 0,6 л/с. Водоемы, в которые сбрасываются промышленные отходы, непригодны в качестве источника водоснабжения.

Оптимальная температура воды для роста молоди сиговых рыб в бассейнах и лотках на искусственных кормах – 14–18 °С.

Для личинок сиговых до 1 г верхний предел оптимальной температуры – 18 °С, для молоди массой 3–5 г – 17 °С, т. е. верхний температурный оптимум с ростом рыб снижается.

При выращивании молоди сиговых рыб в промышленных условиях необходимо осуществлять постоянный контроль за температурой воды, концентрацией кислорода и другими гидрохимическими показателями.

Необходимым условием успешного выращивания сиговых является ежедневная чистка лотков и бассейнов, т.е. удаление ила и частиц корма со дна и обрастаний со стенок бассейнов. Стенки бассейнов 2 раза в неделю осторожно обтирают поролоном или марлей, сложенной в несколько слоев. На вытоке ежедневно чистят щеткой фонарь или решетку, приспуская уровенную трубу и сливая 1/3 воды из лотка. Удаление осадка на дне лотков в период выращивания в них личинок проводится шлангом-сифоном с диаметром отверстия до 3 см. Рабочий конец шланга соединяется с воронкой. Слегка приподнимая край воронки над дном лотка и передвигая ее, захватывают осадок, который с водой по шлангу сливается в ведро, стоящее ниже дна лотка. На ведро сверху устанавливают сачок из сита № 17. Небольшое количество личинок засасывается вместе с осадком. В этом случае осадок следует перенести в таз с чистой водой, дать осадку осесть, а живых личинок с водой слить обратно в лоток. Таким образом осадок промывают два–три раза.

Когда молодь достигает массы 0,3 г, фонари заменяют решетками и применяют другой способ чистки лотков. При этом используют волосяную щетку на длинной ручке. Рабочую поверхность щетки прижимают ко дну лотка возле его передней стенки и медленно продвигают по направлению к решетке. Сконцентрированный около решетки осадок протирают щеткой через ячейку решетки, одновременно опуская уровенную трубу. Осадок с током воды уходит из лотка через водовыпуск.

Для кормления личинок и молоди используется корм МС–84 (рецептура ГосНИОРХ). Ниже приводятся размеры частиц корма в зависимости от массы молоди:

Масса молоди, г	Размер крупки, мм
0,003 – 0,01	о 0,3
0,01 – 0,02	0,2 – 0,3
0,02 – 0,05	0,5
0,05 – 0,3	0,5 – 1,0
0,3 – 1,0	1,0
1,0 – 5,0	1,0 – 2,0
5,0 – 10,0	2,0 – 3,0
10,0 – 20,0	3,0

Рекомендуемый срок хранения гранулированных кормов для молоди сиговых рыб – 2 месяца. Гранулы с истекающим сроком хранения необходимо ежедневно опрыскивать водным раствором витамина С (аскорбиновая кислота). Синтетический витамин С выпускается промышленностью в виде порошка белого цвета, хорошо растворимого в воде. Витамин С, введенный в гранулы, в процессе их хранения постепенно разрушается. Среди других водорастворимых витаминов аскорбиновая кислота является наименее устойчивой. Она разрушается при измельчении компонентов корма, нагревании кормовой смеси паром, при гранулировании и дроблении гранул.

Выращивание молоди сиговых на кормах, в которых аскорбиновая кислота разрушилась, приводит к С-авитаминозу, который сопровождается снижением роста и повышенным отходом рыб. Витамин С является как бы универсальным витамином, который может в некоторой степени компенсировать недостаток других витаминов в организме. Он является естественным антиокислителем, повышает в кормах сохранность витаминов А и Е.

Витамин С добавляется в готовый гранулированный корм с истекающим сроком хранения из расчета 0,5 г витамина на 1 кг корма,

при повышенной температуре воды, перед сортировкой и перевозкой рыбы. Необходимое количество витамина С в виде порошка взвешивается и растворяется в определенном объеме воды с температурой окружающей среды. Объем воды должен строго контролироваться. Для опрыскивания 1 кг гранул требуется 50–80 мл воды. Следовательно, 0,5 г порошка аскорбиновой кислоты необходимо растворить в 50–80 мл воды. Для обогащения 2 кг гранул потребуется 100–160 мл воды и 1 г витамина С и т. д. Порошок аскорбиновой кислоты размешивается до полного растворения (до исчезновения белых кристалликов).

Водным раствором витамина С постепенно опрыскивают гранулы, которые нужно осторожно перемешивать до тех пор, пока они не увлажнятся, сохраняя при этом "сыпучесть." Гранулы быстро впитывают этот раствор. Для опрыскивания корма можно использовать распылитель или лейку. При увеличении объема воды сверх рекомендуемого гранулы при перемешивании приобретают тестообразное состояние и становятся непригодными для кормления рыб. Поэтому соотношение гранулированного корма, витамина С и воды должно строго соблюдаться. Обогащенный витамином С корм нужно скармливать в этот же день.

Порошок витамина С хранится в сухом темном месте. Характерный признак потери активности витамина С – появление желтоватого оттенка вследствие окисления аскорбиновой кислоты в неактивную дегидроаскорбиновую. Пригодный к использованию порошок витамина С имеет вид мелких кристалликов белого цвета.

Через 1–2 часа после рассадки в бассейны следует начинать кормление личинок. Для этого применяется кормораздатчик типа «Эвос-505», подключаемый к блоку управления, который программирует время выдачи корма и интервал между кормлениями. На каждый лоток или бассейн устанавливают один кормораздатчик. В самом начале подращивания личинок при низкой температуре воды (8–13 °С) интервал между порциями выдаваемого корма должен составлять 2–5 мин. С повышением температуры до 14–16 °С и

достижением молодью массы 50–100 мг интервал увеличивается до 2–5 мин. Для молоди массой более 3 г интервалы между кормлениями составляют уже 8–10 мин. При таком режиме автоматической раздачи непроизводительные затраты корма сокращаются до минимума. Суммарный коэффициент оплаты корма при выращивании сеголеток сиговых с рекомендуемым режимом автоматической выдачи корма составляет 1.

При ручной раздаче корма с интервалом 1 час в светлое время суток коэффициент оплаты корма может достигать 1,5–2,0. Высокая эффективность автоматического кормления достигается за счет увеличения частоты кормления и уменьшения разовых порций корма.

Суточные дозы корма на протяжении всего выращивания корректируют в зависимости от массы молоди и температуры воды. При кормлении молоди сиговых необходимо проводить ежедневный контроль за количеством корма и размером частиц, своевременно изменяя их с учетом роста молоди.

Суточную норму корма ($C_{корм}$, г) рассчитывают по ожидаемому приросту при соответствующей температуре и коэффициенту оплаты корма по формуле:

$$C_{корм} = n \cdot K_{оп} \cdot P,$$

где n – количество выращиваемой молоди, шт.; $K_{оп}$ – коэффициент оплаты корма; P – прирост молоди за сутки, г.

Ожидаемый прирост молоди за сутки (P , г) находят по формуле:

$$P = \frac{W_{cp} \cdot P(\%)}{100},$$

где W_{cp} – средняя масса молоди, г; $P(\%)$ – прирост молоди за сутки, %.

Суточные приросты в процентах от массы рыбы в зависимости от температуры воды приведены в табл. 2.

На протяжении всего сезона выращивания осуществляется постоянный контроль за ростом, выживаемостью молоди и кормовыми коэффициентами, что необходимо для расчета суточных

норм корма и расхода воды, а также для характеристики жизнестойкости рыб. Учет отхода ведется ежедневно. Контрольные обловы проводятся при массе рыб до 1 г – через 5 суток, 1–7 г – через 7 суток, 7–20 г – через 10 суток.

Нормативы по выращиванию рыбопосадочного материала сиговых в бассейнах на стандартных кормах МС-84 приведены в главе 6.

На зимовку сеголетки переводятся в делевые садки, которые устанавливаются на понтонных линиях.

Таблица 2. Суточные приросты массы молоди сиговых (%)

Температура воды, °С	Средняя масса молоди, г							
	0,003–0,05	0,05–0,2	0,2–1	1–3	3–5	5–10	10–15	15–20
8 – 11	10	8	6	4	3	2	1,5	1
12 – 15	12	10	8	6	4	3	2,5	1,5
16 – 17	13	11	9	7	5	4	3	2
18 – 20	14	12	10	8	6	5	4	3

2.3. Выращивание племенных годовиков, двухлеток и двухгодовиков

Выращивание сигов до двухгодовалого возраста проводится в делевых садках размером 20–100 м². Садковые понтонные линии могут изготавливаться как хозяйственным способом, так и в заводских условиях. Серийный выпуск садков (линии ЛМ-1, ЛМ-4) производится Ставропольским заводом. Садковая линия ЛМ-4 состоит из 13 основных секций. На одной секции размещается 4 садка площадью 20 м² каждый. Глубина водоема на месте расположения садков – не менее 5 м, глубина погружения садка – не менее 3 м. Высота волны не должна превышать 0,5 м. Водоем, в который сбрасываются сточные воды, непригоден для установления садков.

Выращивание племенных сигов проводится в следующие сроки: годовиков и двухгодовиков – с ноября по апрель, двухлеток – с мая по октябрь. Плотность посадки годовиков составляет 100 шт./м³, двухлеток и двухгодовиков – 30–45 шт./м³. Зимний период выращивания годовиков и двухгодовиков в садках проходит при низкой температуре воды (0,2–1,0 °С), подо льдом. Ледяной покров устанавливается на озере во второй–третьей декаде ноября и к концу зимы достигает 0,5–0,7 м. Интенсивность питания сигов в этот период низкая, поэтому кормление рыбы проводится однократно с интервалом в 1–2 дня, а суточная норма составляет 0,4–0,1% от ее массы. Выживаемость сигов высокая и достигает 99%. С третьей декады апреля, после таяния льда и повышения температуры воды, пищевая активность сигов возрастает и норма корма должна быть выше. Суточные нормы кормления и нормативы по выращиванию годовиков, двухлеток и двухгодовиков приведены в главе 6.

2.4. Отбор молоди для формирования ремонтной группы

Изучение изменчивости сигов показало, что самый высокий уровень вариабельности по массе тела (30–40%) наблюдается на первом этапе выращивания личинок и ранней молоди. Поэтому при массовом отборе молоди, входящей в ремонтную группу, учитывается масса тела рыб. Первый отбор осуществляется при переходе личинок на мальковый этап развития, когда молодь достигает массы 400–500 мг. В связи с большой вариабельностью рыб по массе тела напряженность отбора на первом этапе наиболее высока – 20–50%. Второй отбор молоди проводится по достижении ею массы 3–4 г. Ввиду сокращения вариабельности по массе напряженность отбора снижается до 85–90%. При пересадке сеголеток на зимовку в садки осуществляется третий отбор молоди с невысокой напряженностью – 85–90%. На этом этапе выбраковывают самых крупных особей (до 10% от общего числа рыб), так как впоследствии именно у них часто наблюдаются задержка в половом развитии и низкая плодовитость. Далее при отборе в ремонтную группу годовиков, двухлеток и

двухгодовиков проводят мягкую браковку незначительной части рыб с какими-либо дефектами (2–5%).

В табл. 3 приведены временные нормативы по отбору ремонта пеляди, чира и муксуна для формирования маточных стад. Стандарты средней массы тела ремонтных групп сигов при садковом содержании приведены в табл. 4.

Таблица 3. Необходимое количество посадочного материала при садковом выращивании 100 шт. ремонта пеляди, чира и муксуна на искусственных кормах

Возраст рыб при отборе	Посажено на выращивание, шт.	Выживаемость, %	Численность исходной группы рыб, шт.	Напряженность отбора, %	Количество отобранных рыб, шт.
Основной массовый отбор					
40–50 дней	858	80	686	35	240
80–90 дней	240	90	216	80	173
0+	173	90	156	90	140
Корректирующий отбор					
1 год	140	95	133	95	126
1+	126	98	123	97	119
2 года	119	98	117	97	113
2+	113	98	111	90	100

Таблица 4. Стандарты средней массы тела ремонтных групп чира, муксуна и производителей пеляди при садковом выращивании на искусственных кормах

Возраст рыб	Масса тела, г		
	Чир	Муксун	Пелядь
40–50 дней	0,4	0,35	0,3
80–90 дней	4,0	3,5	3,0
0+	25	20	18
1+	400	250	150
2+	1200	700	400

3. ФОРМИРОВАНИЕ МАТОЧНОГО СТАДА

При выращивании производителей сиговых в садках на искусственных кормах созревание самок пеляди наступает в возрасте 2+ при средней массе 360–400 г, самок муксуна и чира – в четырех-пятилетнем возрасте при средней массе муксуна 1200–2000 г, чира – 1700–3000 г. Маточное стадо производителей пеляди должно состоять из самок и самцов в возрасте 3–7 лет, муксуна и чира – в возрасте 4–8 лет. Соотношение самок и самцов в маточном стаде одного возраста должно составлять 3 : 2. Самцы в нерестовой кампании используются многократно.

Для трех-пятилетних самок сигов, выращиваемых в садках на искусственных кормах, установлена положительная зависимость между массой тела и такими признаками, как плодовитость, упитанность, экстерьер рыб и размеры икринок. Следовательно, при формировании маточного стада из старших возрастов (2+–4+) необходимо отбирать сигов большей массы, которые имеют повышенную плодовитость, лучшую упитанность и хорошее качество икры. В табл. 5–7 представлена характеристика самок сиговых по морфологическим, репродуктивным, экстерьерным и физиолого-биохимическим показателям.

Таблица 5. Характеристика самок сиговых, выращенных в садках на искусственных кормах

Показатель	Пелядь, 3+		Чир, 4+		Муксун, 4+	
	$X \pm m_x$	$C_v, \%$	$X \pm m_x$	$C_v, \%$	$X \pm m_x$	$C_v, \%$
Масса, г	753±25,6	16,3	2916±57,6	9,0	2081±133,0	14,3
Дина тела по Смитту, см	34,8±0,54	7,4	57,0±0,32	2,6	49,4±1,26	5,7
Длина тела до конца чешуйного покрова (l), см	33,1±0,53	7,7	53,8±0,32	2,7	46,7±1,02	4,9
Коэффициент упитанности по Фульгону	2,08±0,056	12,9	1,87±0,036	8,8	2,03±0,025	2,7
Рабочая плодовитость, тыс. шт.	41,9±3,55	26,8	64,9±2,96	18,3	47,6±8,31	39,0
Относительная рабочая плодовитость, тыс. шт./кг	70,8±2,75	18,6	36,7±2,00	21,8	33,9±4,61	30,4
Масса икринки (фиксированной), мг	3,37±0,86	12,3	6,26±0,122	7,8	4,96±0,177	8,0
Диаметр икринки (фиксированной), мм	1,93±0,013	3,3	2,44±0,016	2,6	2,16±0,028	2,9
Длина тела эмбрионов при вылуплении из икры, мм	7,7±0,09	5,2	12,4±0,32	7,8	10,2±0,09	3,5
Выход эмбрионов от заложенной на инкубацию икры, %	79		50		71	

Таблица 6. Показатели роста и экстерьера самок пеляди, выращенных в садках на искусственных кормах

Возраст	Масса тела, г		Индекс							
			прогонистости (I/H)		толщины тела (В/І, %)		наибольшей высоты тела (H/L _{См})		длины головы (в % к І)	
	X ± m _x	C _v , %	X ± m _x	C _v , %	X ± m _x	C _v , %	X ± m _x	C _v , %	X ± m _x	C _v , %
1+	398±44,7	35,6	3,08±0,059	6,0	13,79±0,413	9,5	30,88±0,597	6,1	20,68±0,194	2,9
2+	542±24,0	13,3	3,08±0,048	4,7	14,32±0,324	6,8	30,83±0,521	5,1	20,51±0,253	3,7
3+	715±34,3	17,3	2,98±0,038	4,6	15,37±0,226	5,4	31,92±0,414	4,7	20,28±0,145	2,6
4+	1188±106,8	22,0	2,95±0,025	2,1	15,13±0,282	4,6	31,98±0,324	2,5	20,19±0,395	4,8

Таблица 7. Физиолого-биохимические показатели самок сиговых при выращивании в садках на искусственных кормах (перед нерестом)

Показатель	Пелядь, 3+			Чир, 3+			Муксун, 4+		
	мышцы	печень	икра	мышцы	печень	икра	мышцы	печень	икра
Белок, %	18,5±0,42	–	19,9±0,29	18,5±0,27	–	16,8±0,14	17,8±0,26	–	15,6±0,92
Жир, %	8,5±0,52	4,0±0,43	9,8±1,02	7,7±0,31	4,6±0,23	7,2±0,17	8,2±0,66	3,8±0,46	6,9±0,42
Зольность, %	1,3±0,053	–	1,40±0,040	1,29±0,027	–	1,20±0,019	1,16±0,038	–	1,13±0,061
Вода, %	69,8±1,10	76,4±2,43	63,4±0,66	67,0±0,61	72,8±1,11	70,8±0,30	68,4±1,24	66,5±2,97	70,5±1,65
Витамин С, мг%	–	6,6±0,48	21,3±0,58	–	7,5±0,43	22,6±1,00	–	6,9±0,70	24,1±2,16
Витамин А, мг%	–	5,9±1,15	0,07±0,048	–	6,4±4,89	–	–	3,6±0,78	–
Витамин Е, мг%	–	53,3±1,61	52,8±2,85	–	43,8±6,38	–	–	43,9±2,31	–
Каротиноиды, мкг/г	–	2,3±1,61	3,6±0,18	–	2,2±0,37	–	–	2,3±0,21	–
Индекс печени, %	–	0,91±0,050	–	–	1,32±0,035	–	–	1,68±0,045	–

Приведенные показатели роста, экстерьера, репродуктивности и физиологического состояния сиговых должны служить критериями при формировании первичного стада этих видов в индустриальных условиях. Молодь, ремонт и производители пеляди, выращиваемые в садках на искусственных кормах, характеризовались высокими показателями роста и нормальным экстерьером. Упитанность и физиологическое состояние самок сиговых соответствовали нормам, установленным для сигов из естественных водоемов. Отмечены высокие показатели плодовитости и качества икры. Средние показатели плодовитости самок при индустриальном методе составили: для пеляди – 42 тыс., чира – 65 тыс., муксуна – 48 тыс. икринок. Для сравнения приводим плодовитость озерных и речных особей: пеляди – 20–40 тыс. икринок, чира – 17–35 тыс. и муксуна – 25–75 тыс. икринок.

4. СОДЕРЖАНИЕ И КОРМЛЕНИЕ РЕМОНТНО-МАТОЧНОГО СТАДА

Ремонтных трехлеток и производителей так же, как и младшие возрастные группы ремонта, содержат в делевых садках. Летом, в нагульный период, самцов и самок выращивают совместно. Для этого используют садки площадью до 100 м², погруженные в воду на 3–6 м. Для производителей в возрасте четырех и пяти лет плотность посадки составляет: чира и муксуна – до 3–5 шт./м³, пеляди – до 6 шт./м³. Старшие и младшие возрастные группы производителей рекомендуется содержать раздельно.

На протяжении всего выращивания осуществляют контроль за температурным и кислородным режимами, два раза в месяц проводят контрольные взвешивания рыбы. Наиболее благоприятной температурой для выращивания и кормления сигов в летнее время является 8–16 °С.

Нагульный период заканчивается в конце октября (при температуре воды 5–7 °С). За месяц до нереста кормление производителей прекращают. Перед нерестом, в середине ноября

(температура воды 3–4 °С), самок и самцов рассаживают в разные садки.

При выращивании производителей в индустриальных условиях так же, как и в естественных, сроки нереста зависят от температуры воды. Озерная пелядь обычно нерестует при температуре воды 0,2–1,0 °С, чир – 0,2–1,5, муксун – 0,5–2 °С. Нерест длится 15–30 дней.

Для кормления производителей используют гранулированные или экструдированные корма МС-84М рецептуры ГосНИОРХ. Суточную норму корма определяют в зависимости от массы рыбы и температуры воды (табл. 8).

Таблица 8. Суточные нормы кормления ремонтa и производителей сиговых в зависимости от температуры воды и массы тела (%)

Температура воды, °С	Масса, г						
	20	50	100	200	500	1000	2000 и более
2	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1
3	0,7	0,5	0,4	0,4	0,3	0,2	0,1
4	0,8	0,6	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
5	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3
6	1,2	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
7	1,5	1,2	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5
8	1,7	1,4	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6
9	1,8	1,5	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7
10	2,0	1,7	1,4	1,2	1,0	0,9	0,8
11	2,2	1,8	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9
12	2,4	2,0	1,6	1,4	1,2	1,1	0,9
13	2,5	2,1	1,7	1,5	1,3	1,2	1,0
14	2,7	2,2	1,8	1,6	1,4	1,2	1,1
15	2,8	2,3	1,9	1,7	1,5	1,1	1,0
16	3,0	2,4	2,0	1,8	1,5	1,1	0,9
17	2,5	2,1	1,7	1,5	1,2	1,0	0,8
18	2,2	1,8	1,3	1,2	1,0	0,8	0,6

В весенне-летний период ремонт и производителей кормят 3–4 раза в сутки. Осенью, в преднерестовый период, когда температура воды снижается до 6 °С, кормление производителей прекращают, а ремонтную группу продолжают кормить 2 раза в день, суточная норма составляет 0,6–0,9% от массы тела. В период нереста производителей не кормят. После нереста кормление возобновляют в соответствии с нормами, которые определяются по таблице и зависят от температуры воды и массы тела рыб.

5. ЭКСПЛУАТАЦИЯ РЕМОНТНО-МАТОЧНОГО СТАДА В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Созревание муксуна и чира в условиях Северо-Запада происходит в конце ноября – начале декабря непосредственно перед ледоставом или во время него. Самки муксуна обычно созревают на неделю раньше чира, самки пеляди – в еще более поздние сроки. Массовый нерест пеляди происходит 15–20 декабря, а последние самки могут созреть даже в начале января.

Сортировку производителей на самцов и самок проводят как можно в более поздние сроки. Так как первые текущие самки муксуна и чира появляются при температуре воды 2 °С и ниже, а лед в садках может образовываться уже при температуре 2,5 °С, сортировку следует проводить при температуре воды 3,5–4 °С. Особей, не созревших в этот сезон, пересаживают на зимовку в выростные садки. Созревающих самок и самцов рассаживают для выдерживания в отдельные садки диаметром 4–5 м для муксуна и чира, 3–5 м – для пеляди, глубина погружения садков – 2,5–4 м. Садки этого размера проще в обслуживании для рыбоводов и в то же время позволяют производителям свободно перемещаться и нормально созревать.

Просмотр самок чира и муксуна начинают при понижении температуры воды до 2,5 °С. С появлением первых созревших самок просмотр производителей осуществляют 3 раза в неделю, пеляди – 2 раза в неделю. При просмотре самцов сцеживают первую порцию спермы, так как она обычно низкого качества.

В процессе просмотра текучих самок отсаживают в отдельные небольшие садки, после окончания просмотра начинают сбор икры. Осеменение икры осуществляется «сухим» способом. Соотношение самок и самцов при осеменении должно составлять 1 : 2. Самцы в нерестовой кампании используются многократно с интервалом 4–6 дней. После сцеживания икры самок на 2–3 дня помещают для выдерживания в садки (размеры садков приведены выше), а затем пересаживают в садки большего размера, где уже находятся особи, несозревшие в данный сезон. Сильно травмированные самки выбраковываются. Самцы пересаживаются в выростные садки только после окончания всей нерестовой кампании.

Икра собирается в эмалированные тазы. После окончания процесса оплодотворения икру промывают и для набухания помещают в специальные ящики на деревянной основе размером 0,5×0,5×0,25 м, обтянутые мельничным газом № 8–10. Ящики устанавливаются в воду так, чтобы на поверхности оставался верхний край высотой 3–5 см. Сверху ящик накрывается легким утеплителем, предотвращающим образование льда на поверхности. Икра в ящике распределяется слоем 5–10 см. После набухания и уплотнения оболочек (через 8–10 часов) икра перевозится в инкубационный цех и раскладывается в аппараты Вейса. В случае необходимости икра в ящиках может находиться в течение 2–3 дней, при этом через каждые 2 часа икру надо аккуратно помешивать.

6. НОРМАТИВЫ ПО ВЫРАЩИВАНИЮ МОЛОДИ, РЕМОНТА И ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ СИГОВЫХ В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Основные нормативы, которыми следует пользоваться при выращивании ремонтно-маточных стад сиговых на искусственных кормах, приводятся в табл. 9–19.

Таблица 9. Подращивание личинок в бассейнах

Показатель	Ед. измерения	Величина
Площадь бассейна	м ²	4
Глубина слоя воды	м	0,2 – 0,25
Удельный расход воды при 100%-ном насыщении кислородом	л/с · кг	0,05 – 0,14
Температура воды	°С	8 – 16
Продолжительность выращивания	сут.	40
Штучная масса личинок:		
при посадке	мг	3 – 8
при вылове	мг	300 – 400
Рецептура корма		МС-84
Коэффициент оплаты корма		1,0
Плотность посадки	тыс. шт./м ³	25
Выживаемость	%	60
Рыбопродукция	кг/м ³	5,9

Таблица 10. Выращивание мальков в бассейнах

Показатель	Ед. измерения	Величина
Площадь бассейна	м ²	4
Глубина слоя воды	м	0,25 – 0,3
Удельный расход воды при 100 %-ном насыщении кислородом	л/с · кг	0,06 – 0,12
Температура воды	°С	16 – 20
Продолжительность выращивания	сут.	35
Штучная масса:		
при посадке	г	0,4
при вылове	г	4,0
Рецептура корма		МС-84
Коэффициент оплаты корма		1,0
Плотность посадки	тыс. шт./м ³	3,5
Выживаемость	%	90
Рыбопродукция	кг/м ³	11,3

Таблица 11. Выращивание сеголеток в бассейнах

Показатель	Ед. измерения	Величина
Площадь бассейна	м ²	4
Глубина слоя воды	м	0,3 – 0,4
Удельный расход воды при 100 %-ном насыщении кислородом	л/с · кг	0,02 – 0,08
Температура воды	°С	3 – 20
Продолжительность выращивания	сут.	60
Штучная масса:		
при посадке	г	4,0
при вылове	г	20,0
Рецептура корма		МС-84
Коэффициент оплаты корма		1,0
Плотность посадки	тыс. шт./м ³	1,5
Выживаемость	%	95
Рыбопродукция	кг/м ³	22,8

Таблица 12. Нормативы по выращиванию племенных годовиков сиговых в делевых садках

Показатель	Ед. измерения	Величина
Площадь садка	м ²	20 – 25
Размер ячеи делевого садка	мм	10 – 12
Глубина погружения делевого садка	м	3 – 5
Температура воды	°С	0,2 – 3,0
Продолжительность выращивания	сут.	180
Средняя масса:		
при посадке	г	20 – 28
при вылове	г	22 – 31
Рецептура корма		МС-84М
Коэффициент оплаты корма		1,2 – 1,5
Плотность посадки	шт./м ³	100
Выживаемость	%	97

**Таблица 13. Нормативы по выращиванию
племенных двухлеток сиговых в делевых садках**

Показатель	Ед. измерения	Величина
Площадь садка	м ²	20 – 25
Размер ячеек делевого садка	мм	10 – 19
Глубина погружения делевого садка	м	3 – 6
Температура воды	°С	3 – 20
Продолжительность выращивания	сут.	180
Средняя масса:		
при посадке	г	22 – 31
при вылове	г	230 – 320
Рецептура корма		МС-84М
Коэффициент оплаты корма		1,1 – 1,2
Плотность посадки	шт./м ³	30 – 45
Выживаемость	%	93
Рыбопродукция	кг/м ³	8,1 – 8,7

**Таблица 14. Нормативы по выращиванию
племенных двухгодовиков сиговых в делевых садках**

Показатель	Ед. измерения	Величина
Площадь садка	м ²	25 – 100
Размер ячеек делевого садка	мм	12 – 20
Глубина погружения делевого садка	м	3 – 6
Температура воды	°С	0,2 – 3,0
Продолжительность выращивания	сут.	180
Средняя масса:		
при посадке	г	230 – 320
при вылове	г	250 – 350
Рецептура корма		МС-84М
Коэффициент оплаты корма		1,4 – 1,6
Плотность посадки	шт./м ³	30 – 45
Выживаемость	%	98

**Таблица 15. Нормативы по выращиванию
ремонтных трехлеток (муксун, чир) и производителей пеляди
в садках на искусственных кормах**

Показатель	Муксун, чир (2+)	Пелядь (2+)
Площадь садка, м ²	25 – 100	25 – 100
Размер ячеи делевого садка, мм	16 – 22	16 – 20
Глубина погружения делевого садка, м	4 – 6	4 – 6
Температура воды, °С	3 – 20	3 – 20
Продолжительность выращивания, сут.	180	180
Штучная масса, г:		
при посадке	250 – 350	200
при вылове	600 – 1000	450
Рецептура корма	МС-84М	МС-84П
Средний коэффициент оплаты корма	1,4	1,5
Плотность посадки, шт./м ³	5 – 7	8
Выживаемость, %	94	90
Рыбопродукция, кг/м ³	2,3 – 3,1	1,8

**Таблица 16. Нормативы по содержанию трехгодовиков сиговых
в зимний период в делевых садках**

Показатель	Муксун, чир	Пелядь
Площадь садка, м ²	25 – 100	25 – 100
Размер ячеи делевого садка, мм	16 – 24	16 – 22
Глубина погружения делевого садка, м	3 – 6	3 – 6
Температура воды, °С	0,2 – 3,0	0,2 – 3,0
Продолжительность выращивания, сут.	180	180
Штучная масса, г:		
при посадке	600 – 1000	450
при вылове	650 – 1100	400
Рецептура корма	МС-84М	МС-84П
Плотность посадки, шт./м ³	5 – 7	8
Выживаемость, %	98	92

**Таблица 17. Нормативы по выращиванию
четырёхлетних производителей сиговых
в садках на искусственных кормах**

Показатель	Муксун, чир	Пелядь
Площадь садка, м ²	25 – 100	25 – 100
Размер ячеи делевого садка, мм	16 – 24	16 – 24
Глубина погружения делевого садка, м	4 – 6	4 – 6
Температура воды, °С	3 – 20	3 – 20
Продолжительность выращивания, сут.	180	180
Штучная масса, г:		
при посадке	650 – 1100	400
при вылове	1250 – 1700	700
Рецептура корма	МС-84П	МС-84П
Средний коэффициент оплаты корма	1,6	1,6
Плотность посадки, шт./м ³	4 – 5	6 – 8
Выживаемость, %	97 – 98	94
Рыбопродукция, кг/м ³	2,4 – 2,9	1,7

**Таблица 18. Нормативы по содержанию
четырёхгодовиков сиговых в зимний период в делевых садках**

Показатель	Муксун, чир	Пелядь
Площадь садка, м ²	25 – 100	25 – 100
Размер ячеи делевого садка, мм	16 – 24	16 – 24
Глубина погружения делевого садка, м	4 – 6	4 – 6
Температура воды, °С	0,2 – 3,0	0,2 – 3,0
Продолжительность выращивания, сут.	180	180
Штучная масса, г:		
при посадке	1250 – 1700	700
при вылове	1300 – 1750	650
Рецептура корма	МС-84П	МС-84П
Плотность посадки, шт./м ³	4 – 5	6
Выживаемость, %	96	93

**Таблица 19. Нормативы по выращиванию
пятилетних производителей сиговых
в садках на искусственных кормах**

Показатель	Муксун, чир	Пелядь
Площадь садка, м ²	25 – 100	25 – 100
Размер ячеей делового садка, мм	16 – 24	16 – 24
Глубина погружения делового садка, м	4 – 6	4 – 6
Температура воды, °С	3 – 20	3 – 20
Продолжительность выращивания, сут.	180	180
Штучная масса, г:		
при посадке	1300 – 1750	650
при вылове	1900 – 2800	850
Рецептура корма	МС-84П	МС-84П
Средний коэффициент оплаты корма	1,6	1,6
Плотность посадки, шт./м ³	3 – 4	5
Выживаемость, %	98	95
Рыбопродукция, кг/м ³	2,4 – 3,1	1,0

Схема ведения сигового индустриального хозяйства представлена на рисунке.

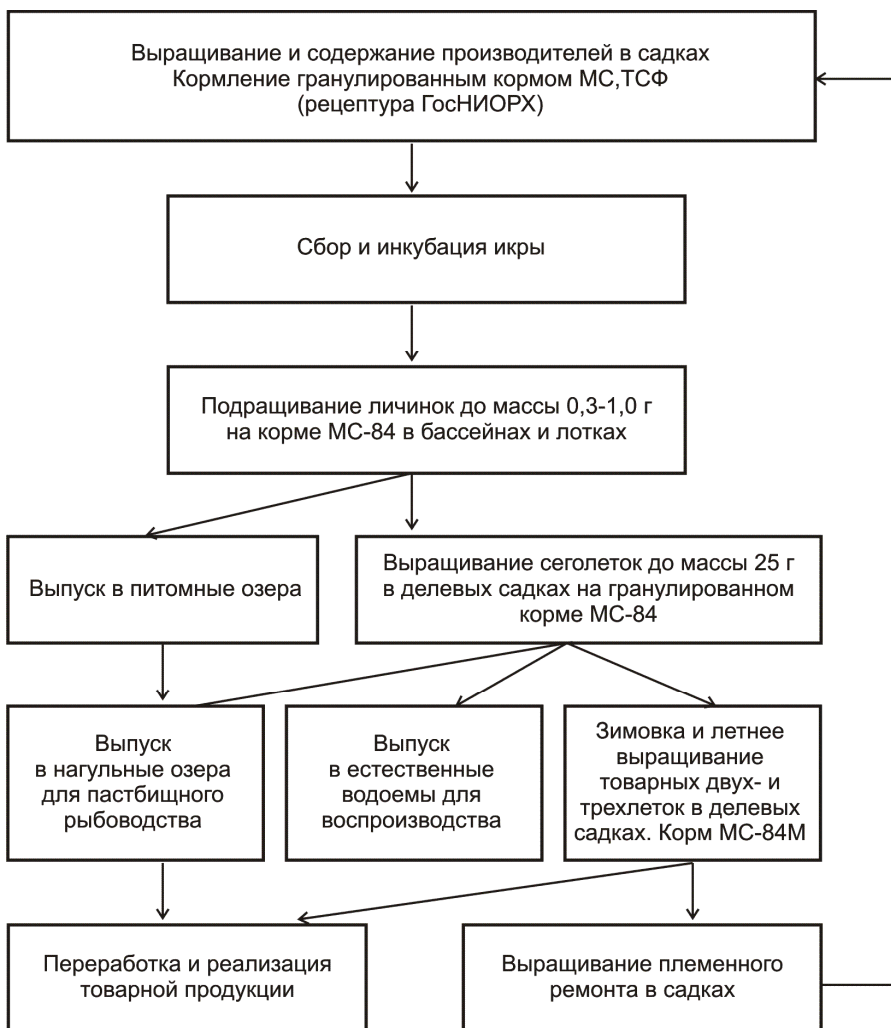


Схема ведения сигавого индустриального хозяйства

ЛИТЕРАТУРА

Андряшьева М.А. Методические указания по созданию племенных маточных стад пеляди в прудовых и озерных хозяйствах. Л., изд. ГосНИОРХ, 1986: 6 с.

Волошенко Б.Б. Рыбохозяйственное освоение некоторых сигов в водоемах европейской части СССР. – Сб. науч. трудов ГосНИОРХ, 1982, вып. 181: 7–13.

Головков Г.А. Чир на Северо-Западе. – Рыбоводство и рыболовство, 1967, № 6: 12–13.

Головков Г.А., Крупкин В.З. Значение некоторых сиговых как новых объектов товарного рыбоводства в водоемах различных типов и зон. М., 1974: 1–29.

Головков Г.А., Кузьмин А.Н. Биология пеляди и биотехника ее разведения. М., 1963: 54 с.

Головков Г.А., Кузьмин А.Н., Волошенко Б.Б. Инструкция по разведению пеляди в прудах и озерах. Л., изд. ГосНИОРХ, 1978: 37 с.

Горбунова З.А., Дмитренко Ю.С. Опыт вселения чира в озера Карелии. – Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Карелии. Тез. докл. VII сессии Учен. Совета. Петрозаводск, 1968: 40–41.

Дрягин П.А. Аклиматизация рыб во внутренних водоемах СССР. – Изв. ГосНИОРХ, 1953, т. 32: 10–98.

Князева Л.М., Костюничев В.В. Методические рекомендации по биотехнике выращивания рыбопосадочного материала сиговых. Л., изд. ГосНИОРХ, 1991: 30 с.

Костюничев В.В., Князева Л.М., Шумилина А.К. Методические рекомендации по выращиванию товарных сигов (чир, муксун) в индустриальных условиях. СПб., изд. ГосНИОРХ, 1998: 21 с.

Кугаевская Л.В. Инструкция по сбору и инкубации икры чира в условиях Сибири. Тобольск, СибНИИРХ, 1968: 34 с.

Понеделко Б.И., Крупкин В.З. Методическое пособие по выращиванию исходных маточных стад муксуна. Л., изд. ГосНИОРХ, 1975: 11 с.

Сергеев В.Н. Биологическое обоснование к интродукции обского муксуна (*Coregonus miksun* (Pallas)) в водоемы Северо-Запада европейской части СССР. – Изв. ГосНИОРХ, 1967, т. 64: 122–125.

Слуцкий Е.С., Ефанов Г.В. Методические указания по выращиванию и формированию ремонтно-маточных стад сязозерского сига в садках. Л., изд. ГосНИОРХ, 1980: 16 с.

Яндовская Н.И., Гальнбек А.И. Методические указания по сбору и инкубации икры сиговых. Л., изд. ГосНИОРХ, 1959: 29 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ТОВАРНОМУ ВЫРАЩИВАНИЮ ФОРЕЛИ И СИГОВЫХ РЫБ В САДКАХ ПРИ ЕСТЕСТВЕННОМ ТЕМПЕРАТУРНОМ РЕЖИМЕ *

В.В. Костюничев, А.К. Шумилина, Л. М. Князева

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы в России отмечен значительный рост производства товарной рыбной продукции предприятиями, специализирующимися на культивировании рыб в садках и бассейнах при естественном температурном режиме. Так, если в дореформенный период во всем СССР выращивалось менее 2 тыс. т товарной форели, то в 2003 г. объем производства этой деликатесной продукции индустриальными холодноводными хозяйствами достиг 5 тыс. т, а в перспективе составит 10 тыс. т и более.

Наиболее быстрыми темпами индустриальное форелеводство в естественных водоемах развивается на Северо-Западе России. В Карелии производство форели в садках увеличилось в 2,4 раза по сравнению с 1998 г. и достигло в 2002 г. 2400 т, в Ленинградской области в 2002 г. было получено 441 т товарной форели. Это обусловлено целым рядом причин экономического, социального и климатического характера: сравнительно невысокие затраты на создание и эксплуатацию садковых хозяйств, относительно высокая рентабельность данного вида производства по сравнению с другими методами выращивания рыбы, ненасыщенность потребительского рынка продукцией рыбоводства, наличие большого количества озер, по гидрологическим и гидрохимическим характеристикам пригодных для организации садковых хозяйств. Протекционистская политика местной административной власти в области рыбоводства создает в этих субъектах Федерации благоприятный инвестиционный климат

* Первое издание – 2005 г.

для расширения существующих и организации новых рыбоводных предприятий.

Успешная работа любого рыбоводного предприятия зависит в первую очередь от грамотной организации процесса выращивания рыбы. Вопросы биотехники и технологии выращивания различных видов рыб в садках в водоемах с естественной температурой воды были разработаны в 70–80-х годах 20 века (Привольнев, 1974; Михеев, Мейснер, 1975; Арендаренко, 1976; Михеев и др., 1976; Михеев, 1988; Канидьев и др., 1985 и др.). Однако в конце 19 – начале 20 вв. произошли существенные качественные изменения биотехники выращивания рыбы в индустриальных условиях. Индустриальное холодноводное рыбоводство стало более специализированным, отмечен рост интенсификации производства, в первую очередь за счет использования высокопродуктивных экструдированных кормов. Применение импортных лососевых экструдированных кормов (финских, датских) с высокой энергетической ценностью позволило в природно-климатических условиях Северо-Запада России выращивать форель от личинки до товарной массы в течение двух летних сезонов при кормовых затратах не выше 1,2–1,4, а при использовании теплых вод в зимний период продолжительность выращивания сокращается до 1 года. Вместе с тем, разрабатываются методы выращивания новых объектов индустриального рыбоводства (сиговые), позволяющие садковым хозяйствам расширить ассортимент производимой рыбной продукции.

Особую актуальность принимают работы по совершенствованию существующих технологий выращивания рыбы с учетом современных достижений науки и кормопроизводства и внедрению в практику рыбоводства новых объектов культивирования. В связи с этим лабораторией рыбоводства и кормления рыб ГосНИОРХ разработаны настоящие «Методические указания по товарному выращиванию форели и сиговых рыб в садках при естественном температурном режиме». В основу «Методических указаний» положены результаты исследований лаборатории

рыбоводства и кормления рыб ГосНИОРХ в области форелеводства и сигаводства, проводимых на нескольких рыбоводных хозяйствах Ленинградской области.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТОВ РАЗВЕДЕНИЯ

Выбор объектов разведения определяется в первую очередь природно-климатическими условиями региона. Наиболее перспективными объектами садкового выращивания в водоемах Северо-Запада России являются радужная форель и сиги. Среди сиговых рыб наиболее перспективными видами для выращивания в садках являются чир, муксун, пелядь, сиг обыкновенный. Биотехнология разведения первых двух видов подробно рассмотрена в «Методических рекомендациях по выращиванию товарных сигов (чир, муксун) в промышленных условиях» (Костюничев и др., 1998). В настоящих «Методических указаниях» представлена технология промышленного разведения двух других перспективных объектов: пеляди и сига обыкновенного.

Радужная форель *Parasalmo mykiss irideus* – холодноводная рыба. Естественным ареалом обитания радужной форели являются реки и озера Северной Америки от южной границы бассейна Берингова моря до южного Орегона. Радужная форель в материнских водоемах достигает массы 0,8–1,6 кг. Половая зрелость наступает на третьем-четвертом году жизни. Она нерестится в феврале-апреле при температуре воды 4–8 °С на мелководных каменисто-галечных участках с быстрым течением. Плодовитость до 2,5–3 тыс. икринок. Взрослая форель – хищник, кроме того, она питается гаммаридами, мелкими моллюсками, личинками и взрослыми насекомыми.

Оптимальной для выращивания товарной форели является температура воды 12–18 °С. При содержании растворенного кислорода не менее 7 мг/л она способна выдерживать кратковременное повышение температуры воды до 27 °С. При температуре воды ниже и выше оптимальных значений интенсивность питания форели ослабевает. Форель требовательна к содержанию

кислорода в воде. Оптимальной для ее выращивания является концентрация кислорода 9–11 мг/л, допустимой – 7 мг/л. Понижение содержания кислорода в воде до 2,5 мг/л форель может переносить лишь непродолжительное время.

Важное значение в жизни форели имеют освещенность и связь с воздушной средой. В онтогенезе отношение форели к свету не постоянно, однако она всегда избегает ярко освещенных участков. К солнечной радиации особенно чувствительна молодь. Форель относится к открытопузырным рыбам, воздух ей необходим для наполнения газом плавательного пузыря. Поэтому форель, как летом, так и зимой, должна иметь свободный доступ к воздушной среде.

В искусственных условиях радужную форель выращивают уже более 100 лет. В результате селекционной деятельности, разработки современной биотехники выращивания значительно ускорился темп роста форели, сократились сроки ее созревания. Культивируемые породы радужной форели хорошо адаптированы к искусственным условиям содержания, эффективно усваивают полноценные корма и хорошо растут при высоких плотностях посадки, а приятный розовый цвет и нежный вкус мяса обеспечивают достаточно высокий потребительский спрос на товарную рыбу и продукты ее переработки.

Применение специализированных экструдированных кормов позволяет в условиях Северо-Запада России за три года получать форель товарной массы 3–5 кг. При этом предпочтительнее выращивать самок, так как помимо мяса с приятным розовым цветом и нежным вкусом на третий год (в зимне-весенний период) с каждой тонны выращенной рыбы получают дополнительно от 50 до 120 кг высококачественной дорогостоящей икры.

Пелядь *Coregonus peled* относится к ценным объектам промысла в водоемах Крайнего Севера и Сибири. Имеются полупроходная форма пеляди, совершающая длительные нерестовые миграции, и озерная форма, живущая в замкнутых водоемах. С середины 50-х годов пелядь как перспективный объект рыбоводства была акклиматизирована в водоемах Северо-Запада. Благодаря своей

высокой экологической пластичности она адаптировалась в озерах и водохранилищах разных климатических зон центральной и южной части России. Пелядь выдерживает понижение кислорода в воде до 2,5–3,0 мг/л. Температурные границы ее обитания находятся в пределах 0,1–25 °С. Для выращивания наиболее благоприятна температура 12–16 °С. Масса производителей пеляди достигает 2–3 кг. Половая зрелость наступает в возрасте от трех до шести лет. Средняя плодовитость озерной формы пеляди составляет 20–25, а речной 30–40 тыс. шт. икринок. Нерестовый период растянут – с октября до января.

Сиг обыкновенный *Coregonus lavaretus* – ценный промысловый вид, численность его в естественных водоемах повсеместно сокращается. В бассейне Балтийского моря представлен озерно-речной формой. Промысловая масса – 0,8–1,2 кг. Возраст полового созревания – 4–6 лет. Плодовитость сигов колеблется от 4 до 80 тыс. икринок, чаще 20–30 тыс. Нерест в основном ежегодный, у проходных форм могут быть пропуски нереста до двух лет. Икрометание в осенне-зимний период при температуре воды ниже 4–6 °С. Инкубационный период длится всю зиму, до распаления льда, и занимает 190–210 суток. Некоторые подвиды сига, в частности, волховский и байкальский, являются объектами заводского разведения.

Оптимальная температура для выращивания сига – 12–16 °С. Он растет и при температуре воды 20–22 °С, но с трудом переносит даже кратковременное ее повышение до 25–27 °С. Удовлетворительным считается содержание кислорода 6–7 мг/л.

При выращивании в садках трехлетки пеляди достигают массы 450–600 г, трехлетки сига – 500–1200 г. Они уже в первом поколении хорошо адаптируются к искусственным условиям содержания и эффективно используют искусственные корма.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ ФОРЕЛИ И СИГОВЫХ РЫБ В САДКАХ

Выращивание товарной рыбы в садках проводится в условиях открытых водоемов: рек, озер, водохранилищ и т.д. Гидрологический и гидрохимический режимы таких водоемов характеризуются значительными сезонными и годичными колебаниями. Особенно существенно варьирует температура воды: от 0,1–4 °С зимой до 15–20 °С и выше летом. Существенными могут быть и изменения гидрохимического состава воды в период весеннего и осеннего паводков, а также зимой подо льдом. Поэтому при выборе водоема или отдельных участков его акватории для организации рыбоводных хозяйств необходим мониторинг основных гидрологических и гидрохимических показателей с целью определения их соответствия оптимальным значениям для выращивания рыб.

Как отмечалось выше, для выращивания форели в садках наиболее благоприятна температура 12–18 °С, сигов – 12–16 °С. Желательно, чтобы в летний период пиковая температура не превышала 22 °С для форели и 20 °С для сигов.

Форель более требовательна к содержанию кислорода и углекислоты в воде по сравнению с сигами. Оптимальная концентрация кислорода для форели составляет 9–11 мг/л (90–100% насыщения) и 8–11 мг/л (80–100% насыщения) для сигов. При оптимальном содержании кислорода в воде для форели допустимо наличие свободной углекислоты на уровне 10 мг/л, при более высоких концентрациях появляются признаки ухудшения обмена и роста рыб, при 30 мг/л – признаки кислородного голодания, нарушения равновесия и удушья. Для выращивания сиговых нормой следует считать содержание углекислоты в воде на уровне до 15 мг/л, допускается кратковременное повышение до 20 мг/л.

Наиболее пригодными для выращивания форели и сигов считаются олиготрофные и мезотрофные водоемы с содержанием фосфатов до 0,2 мг P/л. В эвтрофных водоемах значительно возрастает вероятность возникновения различных эпизоотий, особенно у молоди.

Характеристика основных условий выращивания форели и сиговых в садках при естественном температурном режиме приводится в табл. 1. Все остальные гидрохимические показатели не должны превышать ПДК и ОБУВ, установленные для рыбохозяйственных водоемов.

Таблица 1. Характеристика условий выращивания форели и сигов в садках

Показатель	Форель		Сиговые	
	рекомендуемые	допустимые	рекомендуемые	допустимые
Температура воды (летняя), °С	12 – 18	22	12 – 16	20
Кислород, мг/л	9 – 11	7 – 8	8 – 11	6 – 7
Углекислота свободная, мг/л	до 10	15	до 15	до 20
Перманганатная окисляемость, мг О/л	до 10	15	до 10	40
Водородный показатель, ед. рН	7 – 8	6 – 8,5	7 – 8	6 – 8,5
N–NH ₄ ⁺ , мг N/л	до 0,4	0,5	до 0,4	0,5
N–NH ₂ ⁻ , мг N/л	до 0,005	0,01	до 0,005	0,01–0,02
Фосфаты, мг P/л	до 0,2	0,2	до 0,2	0,2

Глубина водоема на месте расположения садков должна быть не менее 6 м. Глубина погружения садка – не менее 4 м. Высота волны не должна превышать 0,5 м. Поскольку форель является реофильной рыбой, в местах установки садков рекомендуется проточность в пределах 0,01–0,05 м/с.

Форель и сиви очень чувствительны к посторонним примесям и токсичным веществам (медь, цинк, хлор, сероводород и др.). Поэтому водоемы, в которые сбрасываются сточные воды, непригодны для их выращивания.

3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ВЫРАЩИВАНИЯ РЫБ В САДКАХ

Выращивание форели и сегов до товарной массы проводится в делевых садках, установленных на понтонных линиях. Для мелкой рыбы используются прямоугольные садки площадью 20–50 м², для крупной рыбы – садки большого диаметра (до 20 м). При выращивании крупной рыбы предпочтительна округлая форма садков: при их изготовлении требуется меньше материалов, лучше водообмен и рыба наиболее полно осваивает рыбоводный объем. Площадь одного садка может достигать 100 м² для сегов и 300–400 м² для форели.

Конструкции садков должны удовлетворять следующим требованиям: удобство обслуживания, прочность, устойчивость к короткой волне, характерной для пресноводных водоемов, и не допускать попадания шуги во внутреннюю часть садка в период ледостава.

Садковые линии или отдельные садки могут изготавливаться как хозяйственным способом, так и в заводских условиях. Для изготовления несущих конструкций понтонов чаще используются трубы из черного и цветного металла, а также пластиковые и полиэтиленовые. Настилы на трубах – металлические или деревянные.

На водоемах, где в период ледостава возможны сильные волнения и набивание шуги в садки с рыбой, а также перемещение льда в весенний период, понтоны для установки садков должны быть изготовлены из труб большого диаметра – 500–600 мм и более. Для удобства обслуживания понтоны собирают в отдельные линии и закрепляют на якорях. Точек крепления должно быть не менее трех: два якоря и предмет на берегу.

Серийный выпуск садков (линии ЛМ-1, ЛМ-4), до сих пор широко применяемых на тепловодных рыбоводных хозяйствах, производился ранее Ставропольским заводом. Садковая линия ЛМ-4 состоит из 13 основных секций. На одной секции можно разместить 4 садка площадью 20 м² каждый (см. рисунок).



Внешний вид понтонной секции с садками

Понтонные линии располагают друг от друга на расстоянии, обеспечивающем достаточный водообмен и приток свежей воды в садки с рыбой. При слабом течении линии разворачивают перпендикулярно течению, при более сильном – под углом или продольно. В темное время суток понтонная линия для удобства охраны должна быть освещена.

Сетчатые вкладыши садков необходимого размера изготавливаются из капроновой дели с ячейей 5–6 мм для молоди массой 5–20 г, 10 мм – для молоди массой 20–70 г, 16 мм – для рыбы массой 70–500 г, 20–24 мм – для рыбы массой от 500 г. Форма ячеей предпочтительна зеркальная, так как она обеспечивает меньшую обрастаемость и заиливание дели, лучший водообмен в садках. Глубина погружения садков – до 10 м, высота надводной части – 1–1,5 м. Для защиты рыбы от чаек и скопы садки сверху накрываются сеткой с ячейей 150–200 мм.

На хозяйстве должно быть жилое помещение для обслуживающего персонала, склад для хранения кормов и инвентаря, специальное помещение для предпродажной подготовки товарной рыбы, где будут осуществляться ее потрошение, изъятие пищевой икры, упаковка и охлаждение продукции.

Для удобства работы с рыбой (зарыбление садков посадочным материалом, реализация товарной рыбы) необходимо иметь пирс, к которому при необходимости можно швартовать транспортировочные или выростные садки. Кроме того, рыбоводное хозяйство должно располагать следующим оборудованием и инвентарем:

- транспортировочные садки площадью 20–50 м² для перемещения посадочного материала и товарной рыбы между пирсом и понтонной линией;
- моторные лодки для буксировки садков, перевозки кормов и персонала;
- весы для взвешивания реализуемой товарной рыбы, проведения контрольных обловов и развешивания кормов;
- сортировочные устройства для работы с рыбой массой от 5 до 300 г;
- термометры водяные для измерения температуры воды на разных горизонтах;
- портативная гидрохимическая лаборатория для проведения мониторинга за гидрохимическими показателями воды (рН, содержание кислорода, свободная углекислота, аммонийный азот, фосфор, БПК);
- сачки для перегрузки живой рыбы, удаления отхода и т.д.;
- бочки (до 100 л) и ведра для проведения контрольных обловов и других рыбоводных мероприятий;
- оксиметр для измерения содержания растворенного в воде кислорода;
- площадочные весы (до 100 кг) для взвешивания рыбы и кормов.

4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ВЫРАЩИВАНИЯ ТОВАРНОЙ ФОРЕЛИ

В данном разделе приведены основные рекомендации по выращиванию товарной форели в садках, а также схема выращивания для форелевого хозяйства мощностью 300 т.

4.1. Посадочный материал

Схема выращивания товарной форели для расчетного хозяйства предусматривает трехлетний оборот и получение товарной форели массой 3–5 кг. Предпочтительнее выращивать самок, так как помимо мяса с приятным розовым цветом и нежным вкусом на третий год (в зимне-весенний период) с каждой тонны выращенной рыбы получают дополнительно от 50 до 120 кг высококачественной дорогостоящей икры, что значительно повышает экономическую эффективность работы хозяйства.

Зарыбление садков проводится в первой декаде июля молодью массой 5 г или в конце августа сеголетками массой 50 г. Возможно использование годовиков массой 20 г, 50 и 100 г, завозимых из других рыбоводных предприятий, специализирующихся на выращивании посадочного материала. Использование мелкого посадочного материала для зарыбления садков более экономично, так как сокращаются затраты на приобретение одного экземпляра и транспортные перевозки.

Производителями однополого рыбопосадочного материала являются ФГУП ФСГЦР «Ропша», а также рыбоводные предприятия Республики Карелия, приобретающие рыбоводную икру в Финляндии.

Для выращивания 300 т трехлеток форели потребуется 90 тыс. экз. молоди массой 5 г или 85 тыс. экз. сеголеток массой 50 г.

Перевозка посадочного материала осуществляется автотранспортом, в специально оборудованных живорыбных контейнерах с плотностью посадки 150–170 кг/м³. Обычно применяются контейнеры объемом 2–2,5 м³. Температура воды в контейнерах может колебаться от 5 до 15 °С в зависимости от температуры воздуха и воды, которая заливается в контейнеры по месту загрузки посадочного материала. При разгрузке контейнеров

необходимо знать температуру воды в садках и не допускать перепадов температуры более чем на 5 °С. Необходимо учитывать, что пересадка рыбы из холодной воды в более теплую менее опасна, чем наоборот. В случае больших различий температуры необходимо уравнивать, доливая воду из водоема в контейнеры. При соблюдении норм доставки отход, как правило, единичен.

4.2. Выращивание товарной рыбы

Посадочный материал с помощью сортировочного устройства ящичного или лоткового типа разделяется по размеру на три–четыре группы и рассаживается в садки для выращивания. При сортировке рыбу, имеющую видимые дефекты (обычно не более 3–4%), выбраковывают. Плотность посадки рыбы в садки зависит от размера посадочного материала.

Выращивание сеголеток. Молодь массой 5 г высаживается в садки с плотностью 30 шт./м³. Первоначальная глубина погружения садков – до 3–4 м, размер ячеей – 4–5 мм. По мере роста сеголеток глубину садков и размер ячеей деля увеличивают: для 20-граммовой рыбы предпочтительнее ячей 10 мм, глубина садков – до 5–6 м; для 70-граммовой – ячей 16 мм, глубина – до 8–10 м.

Выращивание сеголеток продолжается до ледостава, расчетная масса рыбы в конце года составит около 160 г. Планируемая выживаемость рыбы за данный период – 92–93%. Максимальный отход (3,5% от первоначального количества) будет наблюдаться в июле после пересадки молоди в садки, минимальный (0,3–0,4%) – в ноябре–декабре.

В процессе выращивания сеголеток необходимо провести 1–2 сортировки, которые рациональнее приурочить ко времени замены делевых вкладышей садков. При сортировке рыбу разделяют на 2–3 размерные группы и рассаживают в разные садки. Сортировка обеспечивает более равномерный рост рыбы и рациональное использование кормов.

Зимнее содержание рыбы осуществляется в тех же садках. Отход за зимовку не должен превышать 2%, прирост в зависимости от

температурных условий водоема составляет от 2 до 10%. В расчетной схеме прирост принят в размере 5%.

Выращивание двухлеток. Годовики массой 170 г распределяются в садки для выращивания двухлеток с плотностью до 7 шт./м³. Глубина погружения садков – до 10 м, ячея для рыбы массой до 500 г – 16 мм, более 500 г – 20–24 мм. Во время пересадки годовиков проводится частичная выбраковка тугорослых и больных рыб.

Выращивание осуществляется с мая по декабрь, конечная средняя масса двухлеток должна составить 1,45 кг, расчетный выход – 96%. Наибольший отход ожидается в мае при пересадке рыбы в садки для двухлеток, в том числе за счет частичной выбраковки. При необходимости в это время можно провести дополнительную сортировку рыбы.

В период зимнего содержания расчетный выход двухгодовиков составит 99%, прирост ихтиомассы – 3,5%.

Выращивание товарных трехлеток. Плотность посадки форели при выращивании трехлеток снижают до 3 шт./м³. Глубина погружения садков – до 10 м, размер ячеи дели – 20–24 мм. Масса товарных трехлеток в декабре должна составить 4 кг, выживаемость 97%. Максимальный отход будет в мае при пересадке рыбы.

При выращивании форели в садках осуществляются следующие рыбоводные работы:

- рациональное кормление в зависимости от температуры воды и массы рыбы;

- контроль за ростом и состоянием рыбы, проведение контрольных обловов 2–3 раза в месяц, учет и удаление погибших особей;

- мониторинг условий содержания рыбы (температура воды, содержание кислорода и свободной углекислоты, БПК, концентрация взвешенных веществ и биогенов);

- чистка (просушка) садков от обрастаний, контроль за их целостностью;

– контроль за эпизоотическим состоянием рыб и проведение, при необходимости, профилактических мероприятий.

Форель является открытопузырной рыбой, для поддержания давления плавательного пузыря ей требуется периодически заглатывать атмосферный воздух. Поэтому во время зимовки следует обеспечить доступ форели к атмосферному воздуху. При образовании на водоеме ледяного покрова в садках вырубается проруби, в которые вмораживаются деревянные короба, закрываемые крышками. В коробах дольше сохраняется доступ рыбы к атмосферному воздуху, а толщина вновь образуемого льда значительно меньше, чем в открытой проруби.

При выращивании форели следует избегать лишних стрессовых воздействий, особенно в зимний период, когда она наиболее чувствительна к травмам.

Реализация товарной форели. Массовая реализация рыбы обычно начинается в ноябре, когда масса икры в гонадах составляет в среднем около 6% от веса рыбы. Во время зимовки трехлеток масса икры будет увеличиваться и в апреле может составить уже 10–12%, однако при этом снижается интенсивность окраски мяса форели.

При необходимости можно реализовывать рыбу и в более ранние сроки, а также сеголеток и двухлеток. В этом случае в предлагаемую схему вносятся необходимые поправки.

4.3. Кормление рыбы

Кормление при выращивании товарной рыбы – это один из основных технологических процессов, от грамотности расчета и выполнения которого зависят физиологическое состояние рыбы, экологические показатели среды и экономическая эффективность производства. Суточная норма должна рассчитываться в зависимости от рецептуры корма, размера и физиологического состояния рыбы, температуры воды и содержания в ней кислорода. Избыточное кормление приводит к непроизводительным затратам корма и загрязнению воды, недостаточное – к неполной реализации потенциальных возможностей роста рыбы.

Существуют различные методы расчета суточных норм кормления рыбы. В последние годы обычно пользуются табличными методами. Каждая фирма – производитель рыбных кормов – рекомендует для расчета норм кормления свои кормовые таблицы. Они составляются на основании расчетных и эмпирических данных для каждой марки корма, характеризующейся определенным составом и энергетической ценностью. Рекомендуемые таблицы являются ориентиром и оставляют для рыбовода-практика достаточно большое поле деятельности. В зависимости от поставленной задачи рыбовод может стремиться к получению минимального кормового коэффициента при сравнительно низком темпе роста рыбы или, наоборот, – значительного прироста при разумных затратах корма. Исходя из последнего предположения, нами была составлена таблица среднесуточных приростов форели в зависимости от температуры воды и массы рыбы (табл. 2). Она проверена в производственных условиях при выращивании форели на нескольких рыбоводных хозяйствах Ленинградской области, в которых температура воды зимой падает до 0,2 °С и кормление направлено на поддержание физиологического состояния рыб во время зимовки. Эта таблица рекомендуется для расчетов суточных норм при использовании кормов «Аквалайф 22» датской фирмы «БиоМар» и «Роял» финской фирмы «Рейху-Райсио».

Суточная норма корма ($C_{корм}$, кг) рассчитывается по ожидаемому приросту при соответствующей температуре и коэффициенту оплаты корма по формуле:

$$C_{корм} = n \cdot K_{оп} \cdot P,$$

где n – количество выращиваемой рыбы, кг; $K_{оп}$ – коэффициент оплаты корма; P – среднесуточный прирост рыбы в зависимости от температуры воды и массы рыбы, %.

Ожидаемый рост форели в садках при естественном температурном режиме представлен в табл. 3. В таблице выделена

предлагаемая трехлетняя схема выращивания товарной форели от молоди массой 5 г.

Суточная норма кормов в зависимости от размера рыбы и величины нормы выдается рыбе за 2–5 кормлений. Мелкую рыбу рекомендуется кормить чаще, суточную норму разбивают на большее количество порций.

В зимнее время в связи с замедлением обмена веществ в организме рыб кормление осуществляется 1 раз в день или реже – через два–три дня. Суточные нормы уменьшаются до 0,01–0,2% в зависимости от средней массы форели.

Кормление товарной форели в садках на большинстве хозяйств осуществляется вручную: корм разбрасывается небольшими порциями в центральной части садков.

По мере роста рыб увеличивается и размер выдаваемого им корма. Так, фирма «БиоМар» рекомендует:

для молоди рыб массой	5–15 г	гранулы диаметром	1,5 мм,
	15–50 г	–	2 мм,
	50–150 г	–	3 мм,
	150–600 г	–	4,5 мм,
	600–1400 г	–	6 мм,
	1,4–3,0 кг	–	8 мм,
	3–5 кг	–	10 мм.

Пример расчета затрат кормов по предлагаемой схеме выращивания товарных трехлеток приведен в табл. 4–6. Здесь же представлены в динамике все основные показатели, необходимые для ведения рыбоводного процесса: температура воды, средняя масса, количество и общая биомасса рыбы в садках, ее прирост и кормовой коэффициент.

Таблица 2. Среднесуточный прирост форели в зависимости от температуры воды и массы рыбы (%)

Масса, г	Температура воды, °С																				
	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
5	-	-	-	-	-	-	3,78	4,26	4,75	5,28	5,81	6,34	6,87	7,18	7,50	8,12	8,73	8,12	7,50	5,63	3,75
10	-	-	-	-	-	-	2,85	3,32	3,80	4,14	4,48	4,82	5,16	5,43	5,70	6,22	6,75	6,22	5,70	4,28	2,85
20	0,20	0,40	0,62	0,88	1,14	1,53	1,92	2,21	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,77	4,04	4,14	4,25	4,14	4,04	3,03	2,02
30	0,18	0,33	0,51	0,74	0,98	1,26	1,54	1,83	2,13	2,38	2,63	2,87	3,12	3,37	3,62	3,75	3,88	3,75	3,62	2,72	1,81
40	0,16	0,25	0,40	0,61	0,82	0,99	1,16	1,46	1,76	2,01	2,26	2,50	2,74	2,97	3,20	3,35	3,50	3,35	3,20	2,40	1,60
60	0,14	0,23	0,36	0,55	0,74	0,91	1,08	1,33	1,58	1,81	2,05	2,27	2,50	2,72	2,94	3,08	3,22	3,08	2,94	2,21	1,47
80	0,12	0,22	0,33	0,50	0,67	0,83	1,00	1,20	1,41	1,62	1,84	2,05	2,26	2,47	2,68	2,81	2,94	2,81	2,68	2,01	1,34
100	0,10	0,20	0,30	0,45	0,60	0,76	0,92	1,08	1,24	1,43	1,63	1,82	2,02	2,22	2,42	2,53	2,65	2,42	2,02	1,52	1,01
200	0,08	0,16	0,24	0,37	0,51	0,63	0,76	0,90	1,04	1,21	1,38	1,55	1,72	1,88	2,05	2,12	2,20	2,05	1,72	1,29	0,86
300	0,07	0,15	0,22	0,33	0,45	0,57	0,69	0,82	0,96	1,12	1,28	1,43	1,59	1,74	1,90	1,96	2,02	1,90	1,59	1,19	0,80
400	0,06	0,13	0,19	0,29	0,39	0,50	0,62	0,72	0,88	1,02	1,17	1,31	1,46	1,60	1,75	1,80	1,85	1,75	1,46	1,10	0,73
500	0,056	0,12	0,18	0,28	0,38	0,47	0,59	0,69	0,84	0,97	1,11	1,25	1,39	1,52	1,67	1,72	1,76	1,67	1,39	1,04	0,70
600	0,052	0,11	0,16	0,26	0,36	0,44	0,55	0,65	0,79	0,92	1,05	1,18	1,32	1,44	1,59	1,63	1,67	1,59	1,32	0,99	0,66
700	0,048	0,10	0,15	0,24	0,34	0,41	0,51	0,61	0,74	0,86	0,99	1,11	1,24	1,36	1,50	1,54	1,58	1,50	1,24	0,93	0,62
800	0,044	0,09	0,14	0,23	0,32	0,38	0,47	0,57	0,69	0,81	0,93	1,05	1,17	1,28	1,42	1,45	1,49	1,42	1,17	0,88	0,59
900	0,039	0,08	0,13	0,21	0,29	0,35	0,43	0,53	0,64	0,76	0,87	0,98	1,09	1,20	1,33	1,36	1,40	1,33	1,09	0,82	0,55
1000	0,035	0,07	0,12	0,19	0,26	0,32	0,39	0,49	0,59	0,70	0,81	0,91	1,01	1,12	1,24	1,27	1,30	1,24	1,01	0,76	0,51
1200	0,031	0,063	0,11	0,17	0,24	0,30	0,36	0,46	0,55	0,65	0,75	0,85	0,94	1,04	1,15	1,19	1,20	1,15	0,94	0,71	0,47
1400	0,027	0,056	0,10	0,15	0,22	0,27	0,33	0,42	0,50	0,60	0,68	0,79	0,87	0,96	1,06	1,08	1,10	1,06	0,87	0,65	0,44
1600	0,023	0,049	0,09	0,13	0,20	0,25	0,30	0,38	0,44	0,54	0,62	0,72	0,80	0,88	0,97	0,99	1,00	0,97	0,80	0,60	0,40
1800	0,019	0,042	0,08	0,11	0,17	0,22	0,27	0,34	0,41	0,48	0,56	0,65	0,73	0,80	0,88	0,89	0,90	0,88	0,73	0,55	0,37
2000	0,017	0,038	0,07	0,10	0,15	0,20	0,25	0,32	0,38	0,45	0,52	0,61	0,69	0,76	0,83	0,84	0,85	0,83	0,69	0,52	0,35
2500	0,015	0,034	0,06	0,09	0,13	0,18	0,23	0,29	0,35	0,41	0,48	0,57	0,65	0,71	0,77	0,78	0,80	0,77	0,65	0,49	0,33
3000	0,013	0,030	0,05	0,07	0,11	0,16	0,21	0,26	0,31	0,37	0,43	0,52	0,61	0,66	0,71	0,72	0,74	0,71	0,61	0,46	0,31
3500	0,011	0,026	0,04	0,06	0,09	0,14	0,19	0,23	0,27	0,33	0,39	0,48	0,57	0,62	0,65	0,66	0,68	0,65	0,57	0,43	0,29

**Таблица 3. Ожидаемый рост форели при выращивании в садках
в зависимости от массы посадочного материала**

Месяц	Число	Температура воды, °С	Масса рыбы, г							
			5,0	20	50	100	170	550	800	1500
Май	10	2 (1–3)		21	52	103	175	559	812	1516
	20	4 (2–7)		24	56	109	184	581	838	1551
	31	7 (4–9)		29	65	122	203	624	884	1622
Июнь	10	8 (5–10)		36	75	137	224	673	940	1698
	20	9 (7–11)		44	87	156	262	732	1008	1794
	30	11 (9–13)		54	104	182	306	810	1099	1917
Июль	10	13 (11–14)	5,0	70	127	217	359	922	1218	2068
	20	15 (13–19)	8,7	90	158	263	427	1045	1358	2219
	31	17 (14–20)	14	116	197	319	507	1185	1516	2400
Август	10	16 (14–20)	22	145	239	387	594	1327	1676	2579
	20	16 (14–19)	32	179	289	450	696	1473	1836	2768
	31	15 (13–18)	46	222	355	537	813	1641	2006	2982
Сентябрь	10	14 (13–17)	60	267	419	625	922	1792	2163	3180
	20	13 (12–15)	77	315	485	711	1027	1925	2314	3378
	30	12 (10–14)	94	364	552	796	1129	2057	2460	3564
Октябрь	10	9 (8–12)	107	402	604	860	1206	2147	2559	3678
	20	8 (6–10)	120	437	650	916	1271	2226	2645	3773
	31	7 (5–9)	133	470	691	968	1332	2293	2722	3857
Ноябрь	10	5 (4–7)	143	493	719	1000	1371	2332	2810	3915
	20	4 (3–6)	151	511	743	1026	1403	2360	2841	3950
	30	3 (2–5)	156	525	760	1046	1424	2379	2861	3971
Декабрь	10	2 (1–3)	160	534	771	1058	1438	2392	2875	3988
	20	1,5 (1–2)	162	540	780	1068	1449	2403	2887	4001

Таблица 4. Пример расчета затрат корма при выращивании 13,4 т сеголеток форели с исходной массой посадочного материала 5 г

Дата	Температура воды, °С	Средняя масса, г	Кол-во рыб, тыс. шт.	Общая масса рыбы, т	Прирост, т	Расход кормов, т	Кормовой коэф-т
10.07.	13 (11–14)	5,0	89,40	0,45			
20.07.	15 (13–19)	8,7	87,40	0,76	0,31	0,22	
31.07.	17 (14–20)	11	86,38	1,21	0,44	0,31	
Итого:				1,21	0,76	0,53	0,7
10.08.	16 (14–20)	22	85,81	1,9	0,7	0,52	
20.08.	16 (14–19)	32	85,25	2,7	0,8	0,64	
31.08.	15 (13–18)	46	84,68	3,9	1,2	1,00	
Итого:				3,9	2,7	2,16	0,8
10.09.	14 (13–17)	60	84,40	5,1	1,2	1,02	
20.09.	13 (11–15)	77	84,12	6,5	1,4	1,26	
30.09.	12 (10–14)	94	83,84	7,9	1,4	1,33	
Итого:				7,9	4,0	3,60	0,9
10.10.	9 (7–12)	107	83,68	9,0	1,1	1,04	
20.10.	8 (6–10)	120	83,51	10,0	1,0	1,00	
31.10.	7 (5–9)	133	83,34	11,1	1,1	1,16	
Итого:				11,1	3,2	3,20	1,0

Дата	Температура воды, °С	Средняя масса, г	Кол-во рыб, тыс. шт.	Общая масса рыбы, т	Прирост, т	Расход кормов, т	Кормовой коэф-т
10.11.	5 (4–7)	143	83,23	11,9	0,8	0,87	
20.11.	4 (3–6)	151	83,12	12,6	0,7	0,77	
30.11.	3 (2–5)	156	83,01	13,0	0,4	0,44	
Итого:				13,0	1,9	2,09	1,1
10.12	2 (1–3)	160	82,89	13,3	0,3	0,34	
20.12	1,5 (1–2)	162	82,76	13,4	0,1	0,12	
Итого:				13,4	0,4	0,46	1,15

Таблица 5. Пример расчета затрат корма при выращивании 113 т двухлеток форели с исходной массой посадочного материала 170 г

Дата	Температура воды, °С	Средняя масса, г	Кол-во рыб, тыс. шт.	Общая масса рыбы, т	Прирост, т	Расход кормов, т	Кормовой коэф-т
20.12-01.05	0,7 (0,5–1,5)	170	81,14	13,8	0,5	1,3	
10.05.	2 (1–3)	175	80,64	14,1	0,3	0,3	
20.05.	4 (2–7)	184	80,24	14,8	0,7	0,7	
31.05.	7 (4–9)	203	79,94	16,2	1,4	1,4	
Итого:				16,2	2,4	2,4	1,0
10.06.	8 (5–9)	224	79,86	17,9	1,7	1,7	
20.06.	9 (7–11)	262	79,78	20,9	3,0	3,0	
30.06.	11 (9–13)	306	79,70	24,4	3,5	3,5	
Итого:				24,4	8,2	8,2	1,0
10.07.	13 (11–14)	359	79,49	28,5	4,1	4,3	
20.07.	15 (13–19)	427	79,28	33,9	5,4	5,6	
31.07.	17 (14–20)	507	79,07	40,1	6,2	6,4	
Итого:				40,1	15,7	16,3	1,04
10.08.	16 (14–20)	594	78,94	46,9	6,8	7,2	
20.08.	16 (14–19)	696	78,81	54,9	8,0	8,5	
31.08.	15 (13–18)	813	78,68	64,0	9,1	9,6	
Итого:				64,0	23,9	25,3	1,06

Дата	Температура воды, °С	Средняя масса, г	Кол-во рыб, тыс. шт.	Общая масса рыбы, т	Прирост, т	Расход кормов, т	Кормовой коэф-т
10.09.	14 (13–17)	922	78,60	72,5	8,5	9,1	
20.09.	13 (11–15)	1027	78,52	80,6	8,1	8,7	
30.09.	12 (10–14)	1129	78,44	88,6	8,0	8,6	
Итого:				88,6	24,6	26,3	1,07
10.10.	9 (7–12)	1206	78,36	94,5	5,9	6,5	
20.10.	8 (6–10)	1271	78,29	99,5	5,0	5,5	
31.10.	7 (5–9)	1332	78,21	104,2	4,7	5,2	
Итого:				104,2	15,6	17,2	1,10
10.11.	5 (4–7)	1371	78,16	107,2	3,0	3,6	
20.11.	4 (3–6)	1403	78,10	109,6	2,4	2,9	
30.11.	3 (2–5)	1424	78,05	111,1	1,5	1,8	
Итого:				111,1	6,9	8,3	1,2
10.12.	2 (1–3)	1438	77,97	112,1	1,0	1,2	
20.12.	1,5 (1–2)	1449	77,90	112,9	0,8	1,0	
Итого:				112,9	1,8	2,2	1,25

Таблица 6. Пример расчета затрат корма при выращивании 300 т товарной форели с исходной массой посадочного материала 1500 г

Дата	Температура воды, °С	Средняя масса, г	Кол-во рыб, тыс. шт.	Общая масса рыбы, т	Прирост, т	Расход кормов, т	Кормовой коэф-т
20.12-01.05	0,7 (0,5–1,5)	1500	77,12	115,7	2,8	8,0	
10.05.	2 (1–3)	1516	76,92	116,6	0,9	1,1	
20.05.	4 (2–7)	1551	76,75	119,0	2,4	2,9	
31.05.	7 (4–9)	1622	76,58	124,2	5,2	6,2	
Итого:				124,2	8,5	10,2	1,2
10.06.	8 (5–9)	1698	76,54	130,0	5,8	7,0	
20.06.	9 (7–11)	1794	76,49	137,2	7,2	8,6	
30.06.	11 (9–13)	1917	76,44	146,5	9,3	11,2	
Итого:				146,5	22,3	26,8	1,2
10.07.	13 (11–14)	2068	76,28	157,7	11,2	13,4	
20.07.	15 (13–19)	2229	76,13	169,7	12,0	14,5	
31.07.	17 (14–20)	2400	75,98	182,4	12,7	15,2	
Итого:				182,4	35,9	43,1	1,2
10.08.	16 (14–20)	2579	75,88	195,7	13,3	16,0	
20.08.	16 (14–19)	2767	75,78	209,7	14,0	16,8	
31.08.	15 (13–18)	2982	75,68	225,7	16,0	19,2	
Итого:				225,7	43,3	52,0	1,2

Дата	Температура воды, °С	Средняя масса, г	Кол-во рыб, тыс. шт.	Общая масса рыбы, т	Прирост, т	Расход кормов, т	Кормовой коэф-т
10.09.	14 (13–17)	3180	75,63	240,5	14,8	18,5	
20.09.	13 (11–15)	3378	75,58	255,3	14,8	18,5	
30.09.	12 (10–14)	3564	75,53	269,2	13,9	17,4	
Итого:				269,2	43,5	54,4	1,25
10.10.	9 (7–12)	3678	75,45	277,5	8,3	10,8	
20.10.	8 (6–10)	3773	75,38	284,4	6,9	9,0	
31.10.	7 (5–9)	3857	75,30	290,4	6,0	7,8	
Итого:				290,4	21,2	27,6	1,30
10.11.	5 (4–7)	3915	75,25	294,6	4,2	5,5	
20.11.	4 (3–6)	3950	75,20	297,0	2,4	3,1	
30.11.	3 (2–5)	3971	75,15	298,4	1,4	1,8	
Итого:				298,4	8,0	10,4	1,35
10.12	2 (1–3)	3988	75,08	299,4	1,0	1,4	
20.12	1,5 (1–2)	4001	75,00	300,0	0,6	0,8	
Итого:				300,0	1,6	2,2	1,35

Проверка рационального использования кормов и соответствия ожидаемого прироста и кормового коэффициента фактическим величинам проводится посредством контрольных взвешиваний рыбы из каждого садка.

При кормлении рыбы искусственными кормами необходимо строго соблюдать условия и сроки хранения кормов. В процессе хранения в кормах происходит уменьшение содержания витаминов и накопление продуктов окисления жиров. Использование кормов с истекшим сроком хранения недопустимо, так как это приводит к нарушению обмена веществ в организме рыб, развитию авитаминоза и токсикоза и сопровождается снижением темпа роста и повышенным отходам форели. Рекомендуемый срок хранения кормов указывается фирмой-производителем.

Перед проведением работ по сортировке, пересадке и перевозке рыбы рекомендуется обогащать форелевые корма водным раствором витамина С (аскорбиновая кислота), являющегося мощным антидепрессантом. Также витамин С добавляется в искусственные корма при повышенных температурах воды – 18 °С и более.

Синтетический витамин С выпускается промышленностью в виде порошка белого цвета, хорошо растворимого в воде. Витамин С добавляется в готовый корм из расчета 1,5–2 г витамина на 1 кг корма. Необходимое количество витамина С в виде порошка взвешивается и растворяется в определенном объеме воды с температурой окружающей среды. Объем воды должен строго контролироваться. Для равномерного опрыскивания 25 кг импортного корма требуется 500 мл воды комнатной температуры. Порошок аскорбиновой кислоты размешивается до полного растворения (до исчезновения белых кристалликов).

Водным раствором витамина С постепенно обливают гранулы, которые нужно осторожно перемешивать до тех пор, пока они не увлажнятся, сохраняя при этом сыпучесть. Гранулы достаточно быстро впитывают этот раствор. Для опрыскивания корма можно использовать распылитель или лейку, для перемешивания –

механическую мешалку. Обогащенный витамином С корм нужно скармливать в этот же день.

Порошок витамина С хранится в сухом темном месте. Характерный признак потери активности витамина С – появление желтоватого оттенка вследствие окисления аскорбиновой кислоты в неактивную дегидроаскорбиновую.

Важным аспектом при выборе искусственных кормов для форели является присутствие в рецептуре каротиноидов. Природным пигментом лососевых рыб, окрашивающим мышцы в ярко-розовый и красный цвет, является астаксантин. Кроме того, данный каротиноид является сильным антиоксидантом, введение его в корма существенно улучшает физиологический статус форели и эффективность выращивания рыбы (Остроумова, 2001).

Импортные корма содержат разное количество астаксантина в зависимости от рецептуры – от 5 до 50 мг/кг корма. Замена астаксантина другими каротиноидными добавками (например, кантоксантином или лютеином), не специфичными для лососевых рыб, малоэффективна, так как они окрашивают мышцы и икру форели в светло-оранжевый цвет, что снижает их потребительские качества.

Как известно, накопление каротиноидов в мышцах форели коррелирует с их концентрацией в корме и с периодом их использования. Более длительное применение одной и той же концентрации пигмента в корме усиливает его накопление. При уровне астаксантина в корме 50 мг/кг и оптимальной температуре выращивания, форель приобретает розовую окраску уже через месяц после кормления (Остроумова, 2001). Таким образом, для получения товарной продукции высокого качества можно либо постоянно выращивать форель на кормах с уровнем астаксантина 15–30 мг/кг, либо использовать корм с содержанием пигмента 50 мг/кг в течение двух–трех месяцев перед реализацией. В то же время следует учитывать, что длительное использование кормов, не содержащих каротиноидные добавки, приводит к нарушению физиологического состояния форели, особенно молоди, и негативно сказывается на результатах выращивания.

5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ВЫРАЩИВАНИЯ ТОВАРНЫХ СИГОВ

5.1. Посадочный материал, плотность посадки рыб и выход продукции

В качестве посадочного материала для выращивания товарных трехлеток сигов могут использоваться сеголетки и годовики, выращенные на искусственных кормах от личинок последовательно в бассейнах, а затем в садках по биотехнике, разработанной ГосНИОРХ (Князева, Костюничев, 1991). Также можно использовать сеголеток (годовиков), выращенных на естественном корме в прудах или озерах-питомниках и переведенных на искусственный корм.

Выращивание сигов проводится в следующие сроки: годовиков и двухгодовиков – с ноября по апрель, двухлеток – с мая по октябрь.

Для содержания годовиков и двухгодовиков в зимний период могут быть использованы делевые садки площадью 20–25 м² и глубиной погружения 3–6 м. Плотность посадки годовиков составляет 100 шт./м³, двухлеток и двухгодовиков – 30–45 шт./м³.

Зимний период выращивания годовиков и двухгодовиков в садках проходит при низкой температуре воды (0,2–1,0 °С), подо льдом. Интенсивность питания сигов в этот период низкая, поэтому кормление рыбы проводится однократно ежедневно или с интервалом в 1–2 дня, а суточная норма составляет 0,05–0,4% от ихтиомассы. Выживаемость сигов высокая и достигает 99%. С третьей декады апреля, после таяния льда и повышения температуры воды, пищевая активность сигов возрастает, и норма корма должна быть выше.

Средняя масса сиговых за период зимнего выращивания увеличивается в зависимости от условий содержания и возраста рыбы в 1,1–2,0 раза. Годовики, выращенные в садках, имеют массу 22–31 г, двухгодовики – 250–350 г.

Весной сигов, выращиваемых в садках, сортируют на 2–3 размерные группы, выбраковывая часть рыб, имеющих какие-либо дефекты. Сортировку проводят в утренние часы, когда вода имеет

более низкую температуру. Примерно за неделю до проведения сортировки желательно давать рыбе корм с повышенным содержанием витамина С (1,5–2,0 г/кг корма). За два дня до начала работ кормление рыбы прекращают.

При летнем выращивании двухлеток сиговых используются делевые садки площадью от 20 до 100 м², трехлеток – площадью до 100 м², погруженные в воду на 3–6 м и более. Плотность посадки двухлеток составляет 30–45 шт./м³, трехлеток – 10–15 шт./м³. Летний период работ завершается в октябре-ноябре. К этому времени средняя масса двухлеток сиговых в садках достигает 230–320 г, товарных трехлеток: сига – 500–1200 г, пеляди – 450–600 г. Выживаемость двухлеток – в среднем 93%, трехлеток – 96%. При выращивании двухлеток рыбопродуктивность садков достигает 8,1–8,7 кг/м³, трехлеток сига и пеляди – 6,7–8,0 и 3,0–4,9 кг/м³, соответственно.

Летнее выращивание товарных сигов предусматривает проведение рыбоводных работ, ранее описанных в разделе 4.2. Контрольные обловы сигов следует проводить с большей аккуратностью и при температуре не выше 18 °С. Для предупреждения травматизации крупных сигов стенки емкости, в которой проводится контрольное взвешивание, выстилают двухслойным полиэтиленовым мешком.

5.2. Корма и кормление сиговых в садках

При выращивании сиговых в садках до товарной массы используются экструдированные корма рецептуры ГосНИОРХ. Корма прошли испытания в производственных условиях. Для кормления товарных сигов можно использовать также импортные лососевые и сиговые корма, в частности, фирмы «Рейху-Райсио» и «БиоМар». Сиги, относящиеся к рыбам с белым мясом, менее требовательны к содержанию в кормах каротиноидов по сравнению с форелью, однако присутствие пигментов в рецептуре в небольших количествах улучшает физиологический статус выращиваемых рыб. В кормах для сиговых наряду с астаксантином можно использовать другие каротиноидные добавки.

При кормлении сигов необходимо следить за тем, чтобы диаметр гранул соответствовал массе рыб. Ниже приводятся размеры гранул в зависимости от массы сигов:

Масса рыб, г	Размеры гранул, мм
20 – 40	2,0 – 2,5
40 – 100	2,5 – 3,5
100 – 300	3,5 - 4,5
300 – 500	4,5 - 5,0
500 – 1000	5,0 – 6,0
свыше 1000	6,0 – 7,0

Корм рецептуры ГосНИОРХ рекомендуется хранить в сухом прохладном помещении. Срок хранения в летний период – не более 3 месяцев, зимой – до 5 месяцев. Хранение импортных кормов осуществляется в соответствии с рекомендациями изготовителя. В конце срока хранения проводится анализ качества корма по методике Н.Е. Картавцевой с соавторами (1987). Корма с истекающим сроком хранения необходимо обогащать витамином С из расчета 0,5 г/кг корма. Методика обогащения кормов витамином С описана выше.

Кормление рыбы осуществляется в светлое время суток вручную либо с помощью кормораздатчиков. Частота кормления зависит от продолжительности дня и температуры воды: летом при оптимальной температуре – не менее 4–6 раз в сутки, осенью и весной при температуре воды до 6 °С – 2 раза в день, зимой – однократно с интервалом 1–2 дня.

При выращивании товарных сигов по индустриальной технологии затраты на корма обычно составляют от 45 до 70% себестоимости. Поэтому рациональное использование кормов является важным экономическим фактором. Избыточное кормление приводит к непроизводительным затратам и повышению себестоимости выращиваемой рыбы, а недостаточное – к неполной

реализации потенциальных возможностей роста. Кормление сигов должно производиться строго по нормам.

Суточные нормы кормления (в % от массы) в зависимости от массы выращиваемых сигов и температуры воды приведены в табл. 7.

Таблица 7. Суточные нормы кормления сиговых в зависимости от температуры воды и массы тела (%)

Температура воды, °С	Масса, г					
	20	50	100	200	500	1000
2	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1
3	0,7	0,5	0,4	0,4	0,3	0,2
4	0,8	0,6	0,6	0,5	0,4	0,3
5	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
6	1,2	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
7	1,5	1,2	1,0	0,8	0,7	0,6
8	1,7	1,4	1,1	0,9	0,8	0,7
9	1,8	1,5	1,2	1,0	0,9	0,8
10	2,0	1,7	1,4	1,2	1,0	0,9
11	2,2	1,8	1,5	1,3	1,1	1,0
12	2,4	2,0	1,6	1,4	1,2	1,1
13	2,5	2,1	1,7	1,5	1,3	1,2
14	2,7	2,2	1,8	1,6	1,4	1,2
15	2,8	2,3	1,9	1,7	1,5	1,1
16	3,0	2,4	2,0	1,8	1,5	1,1
17	2,5	2,1	1,7	1,5	1,2	1,0
18	2,2	1,8	1,3	1,2	1,0	0,8

Расчет суточных норм кормления (в кг) проводят по формуле:

$$C_{\text{корм}} = \frac{W_{\text{ср.}} \cdot n \cdot C(\%) }{100},$$

где: $C_{\text{корм}}$ – суточная норма корма, кг; $W_{\text{ср.}}$ – средняя масса сигов, кг; n – количество выращиваемой рыбы, шт.; $C(\%)$ – суточная норма кормления, %.

При повышении температуры воды выше оптимальной (16 °С) в корма для сиговых рекомендуется вводить витамин С в количестве 1,5–2 г/кг. При температурах воды выше 18–20 °С в зависимости от

состояния рыбы интенсивность кормления сигов в садках значительно снижается или даже прекращается.

Суточная норма кормления сигов в период зимовки при температурах 0,2–1 °С составляет 0,05–0,4% от массы рыбы.

6. КОНТРОЛЬ ЗА РОСТОМ И СОСТОЯНИЕМ РЫБЫ В САДКАХ

В процессе выращивания форели и сигов в садках осуществляется постоянный контроль за темпом роста рыб, интенсивностью питания и выживаемостью. Для определения средней массы рыб в рыбоводной емкости на данный момент времени проводятся контрольные обловы не реже 2–3 раз в месяц. При повышении температуры воды выше 18 °С контрольные взвешивания форели и сигов проводятся только в случае острой необходимости выборочно в нескольких садках. Для получения достаточно точных показателей средней массы рыбы в садке взвешивается не менее 150–200 экземпляров. Взвешивание осуществляют в емкостях с водой, учитывая массу тары и воды. Установив общую массу и количество отловленных рыб, определяют их среднюю массу. Перед проведением контрольных взвешиваний рыбу накануне вечером не кормят.

После каждого контрольного облова необходимо определить прирост рыбы за прошедший период, количество затраченного корма, коэффициент оплаты корма, количество рыб за вычетом отхода и рассчитать суточную норму кормления на следующий период.

Контрольный подъем и чистка садков в летний период осуществляется один–два раза в месяц. При подъеме необходимо обращать внимание на целостность садков как в подводной части, так и в надводной, чтобы предотвратить уход рыбы из садков через порывы.

При выращивании форели и сигов следует предупреждать проникновение в садки хищных птиц и зверей. От птиц садки накрывают сеткой с ячейей 150–200 мм. В случае появления на садках хищных зверей их отлавливают.

При выращивании форели и сига на искусственных кормах необходимо периодически контролировать их физиологическое состояние. Для этого существуют простейшие методики определения гемоглобина в крови, индекса печени, коэффициента упитанности по Фультону. Нормы физиолого-биохимических показателей товарной форели и сига при выращивании на искусственных кормах приводятся в табл. 8.

Таблица 8. Физиолого-биохимические показатели товарной форели и сига в норме и при использовании недоброкачественных кормов

Показатель	Норма		Патология, недоброкачественные корма
	форель	сиги	
Гемоглобин, г%	8 – 10	7 – 11	3 и ниже
Индекс печени, %	1,1 - 1,4	1,1 – 1,5	2,2 и выше
Коэффициент упитанности по Фультону	1,2 – 2,0	1,2 – 2,0	2,5 и выше
Витамин С в печени, мг%	7 – 11	6 – 12	2 и ниже
Белок в сыворотке крови, г%	5 – 6	4 – 7	3 и ниже
Общая жирность, %	6 – 9	10 – 14	форель – 10 и выше сиги – 15 и выше
Жирность печени, %	2 – 4	3 – 6	5 – 7 и выше

**7. НОРМАТИВЫ ПО ВЫРАЩИВАНИЮ ТОВАРНОЙ ФОРЕЛИ
И СИГОВ В САДКАХ ПРИ ЕСТЕСТВЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ ВОДЫ**

7.1. Нормативы по выращиванию товарной форели

**Таблица 9. Нормативы по выращиванию сеголеток форели
в делевых садках**

Показатель	Ед. измерения	Величина
Площадь садка	м ²	20 – 50
Размер ячеек делового садка	мм	от 4–5 до 16
Глубина погружения делового садка	м	от 3–4 до 8–10
Температура воды	°С	0,2 – 20
Продолжительность выращивания	сут.	150 – 180
Средняя масса:		
при посадке	г	5 – 50
при вылове	г	100 – 200
Коэффициент оплаты корма		0,9 – 1,0
Плотность посадки	шт./м ³	до 30
Выживаемость	%	92 – 93

**Таблица 10. Нормативы по выращиванию двухлеток форели
в делевых садках**

Показатель	Ед. измерения	Величина
Площадь садка	м ²	до 400
Размер ячеек делового садка	мм	16 – 20
Глубина погружения делового садка	м	до 10
Температура воды	°С	0,2 – 20
Продолжительность выращивания	сут.	180 – 240
Средняя масса:		
при посадке	г	100 – 200
при вылове	кг	1,0 – 2,0
Коэффициент оплаты корма		1,1 – 1,2
Плотность посадки	шт./м ³	6 – 7
Выживаемость	%	96
Средняя рыбопродуктивность	кг/м ³	8,4

**Таблица 11. Нормативы по выращиванию трехлеток форели
в делевых садках**

Показатель	Ед. измерения	Величина
Площадь садка	м ²	до 400
Размер ячеек делевого садка	мм	20 – 24
Глубина погружения делевого садка	м	до 10
Температура воды	°С	0,2 – 20
Продолжительность выращивания	сут.	180 – 210
Средняя масса:		
при посадке	кг	1,0 – 2,0
при вылове	кг	3,0 – 5,0
Коэффициент оплаты корма		1,2 – 1,4
Плотность посадки	шт./м ³	3
Выживаемость	%	97
Средняя рыбопродуктивность	кг/м ³	7

7.2. Нормативы по выращиванию товарных сигов

**Таблица 12. Нормативы по выращиванию годовиков сиговых
в делевых садках**

Показатель	Ед. измерения	Величина
Площадь садка	м ²	20 – 25
Размер ячеек делевого садка	мм	10 – 12
Глубина погружения делевого садка	м	3 – 5
Температура воды	°С	0,2 – 3,0
Продолжительность выращивания	сут.	180
Средняя масса:		
при посадке	г	20 – 28
при вылове	г	22 – 31
Коэффициент оплаты корма		1,2 – 1,5
Плотность посадки	шт./м ³	100
Выживаемость	%	97

**Таблица 13. Нормативы по выращиванию двухлеток сиговых
в делевых садках**

Показатель	Ед. измерения	Величина
Площадь садка	м ²	20 – 100
Размер ячеи делевого садка	мм	10 – 16
Глубина погружения делевого садка	м	3 – 6
Температура воды	°С	3 – 20
Продолжительность выращивания	сут.	180
Средняя масса:		
при посадке	г	22 – 31
при вылове	г	230 – 320
Коэффициент оплаты корма		1,1 – 1,2
Плотность посадки	шт./м ³	30 – 45
Выживаемость	%	93
Рыбопродуктивность	кг/м ³	8,1 – 8,7

**Таблица 14. Нормативы по выращиванию двухгодовиков сиговых
в делевых садках**

Показатель	Ед. измерения	Величина
Площадь садка	м ²	до 100
Размер ячеи делевого садка	мм	12 – 20
Глубина погружения делевого садка	м	3 – 6
Температура воды	°С	0,2 – 3,0
Продолжительность выращивания	сут.	180
Средняя масса:		
при посадке	г	230 – 320
при вылове	г	250 – 350
Коэффициент оплаты корма		1,4 – 1,6
Плотность посадки	шт./м ³	30 – 45
Выживаемость	%	98

Таблица 15. Нормативы по выращиванию товарных трехлеток (сиг, пелядь) в садках

Показатель	Ед. измерения	Сиг	Пелядь
Площадь садка	м ²	о 100	до 100
Размер ячеи делевого садка	мм	16 – 22	16 – 20
Глубина погружения делевого садка	м	4 – 6	4 – 6
Температура воды	°С	3 – 20	3 – 20
Продолжительность выращивания	сут.	180	180
Штучная масса:			
при посадке	г	250 – 350	200 – 250
при вылове	г	800 – 1200	450 – 600
Средний коэффициент оплаты корма		1,3	1,3
Плотность посадки,	шт./м ³	10 – 13	13 – 15
Выживаемость	%	96	96
Рыбопродуктивность	кг/м ³	6,7 – 8,0	3,0 – 4,9

ЛИТЕРАТУРА

Арендаренко Г.А. Методические указания по садковому выращиванию радужной форели в водоемах Карелии. Петрозаводск, СевНИОРХ, 1976: 18 с.

Михеев В.П. Рекомендации по культивированию рыб в садках в водоемах с естественной температурой воды. М., ВНИИПРХ, 1988: 92 с.

Михеев В.П., Мейснер Е.В. Предварительные рекомендации по выращиванию товарных чудского сига и сига-лудогы в плавучих садках в водохранилищах и озерах. М., ВНИИПРХ, 1975: 24 с.

Михеев В.П., Мейснер Е.В., Михеев В.П. Форелевые садковые хозяйства в водохранилищах и озерах. М., ВНИИПРХ, 1976: 82 с.

Канидьев А.Н., Новоженин Н.П., Гамыгин Е.А., Титарев Е.Ф. Инструкция по разведению радужной форели. М., ВНИИПРХ, 1985: 60 с.

Картавцева Н.Е., Абрамова Э.И., Остроумова И.Н., Шабалина А.А. Временная инструкция по определению степени окисления липидов в кормах и оценке влияния качества кормов на рыб. Л., изд. ГосНИОРХ, 1987: 28 с.

Князева Л.М., Костюничев В.В. Методические рекомендации по биотехнике индустриального выращивания рыбопосадочного материала сиговых. Л., изд. ГосНИОРХ, 1991: 30 с.

Костюничев В.В., Князева Л.М., Шумилина А.К. Методические рекомендации по выращиванию товарных сигов (чир, муксун) в индустриальных условиях. СПб., изд. ГосНИОРХ, 1998: 21 с.

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

Привольнев Т.И. Инструкция по садковому выращиванию радужной форели. Л., изд. ГосНИОРХ, 1974: 20 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИНДУСТРИАЛЬНОМУ ВЫРАЩИВАНИЮ ТОВАРНЫХ СИГОВ (ВОЛХОВСКИЙ СИГ) НА РЫБОВОДНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ *

В.В. Костюничев, Л.М. Князева, А.К. Шумилина

ВВЕДЕНИЕ

Получение товарных сигов индустриальным методом – это новое направление в рыбоводстве. В настоящее время в садках наиболее успешно выращивают форель, карпа и осетровых рыб, а в Ленинградской области – преимущественно форель. Индустриальное выращивание сиговых рыб лишь начинает развиваться. Так, в садках на оз. Суходольском получают в небольшом количестве товарных сигов (чир, муксун, пелядь), выращивание которых по эффективности не уступает такой уже хорошо освоенной рыбе, как форель. Сдерживающими факторами в развитии этого направления в рыбоводстве являются дефицит посадочного материала и отсутствие технологии выращивания.

В 2000–2005 гг. в ГосНИОРХе в качестве нового объекта товарного сиговодства испытан волховский сиг. Численность волховского сига в Ладожском озере невелика. Его доля в уловах в составляет менее 1%. Волховский сиг занесен в Красную книгу РФ.

В связи с этим разработка биотехнологии выращивания товарного волховского сига в садках на искусственных кормах своевременна и перспективна. Она даст возможность не только производить деликатесную продукцию, но и будет способствовать сохранению и пополнению запасов волховского сига в Ладожском озере. Дальнейшее развитие данного направления должно привести к

* Разработано в 2005 г. в рамках НИР № 69 «Разработать биотехнологию индустриального товарного выращивания сиговых рыб для рыбоводных хозяйств Ленинградской области» (Фонды ФГБНУ «ГосНИОРХ»)

созданию промышленного маточного стада этого вида и получению необходимого количества икры и посадочного материала как для товарных рыбоводных хозяйств области, так и для целей воспроизводства.

Предлагаемая биотехнология индустриального товарного выращивания волховского сига будет способствовать дальнейшему развитию рыбоводных хозяйств в Ленинградской области. Товарное выращивание сигов расширит ассортимент ценной, высококачественной рыбной продукции, конкурентоспособной на внутреннем и внешнем потребительских рынках.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ВОЛХОВСКОГО СИГА В КАЧЕСТВЕ ОБЪЕКТА ТОВАРНОГО ВЫРАЩИВАНИЯ В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Волховский сиг (*Coregonus lavaretus baeri* Kessler) – озерно-речная форма (рис. 1). Обитает в Ладожском озере, на размножение поднимался в реки, главным образом, в р. Волхов. До начала тридцатых годов прошлого века являлся одним из главных объектов промысла на Ладоге.

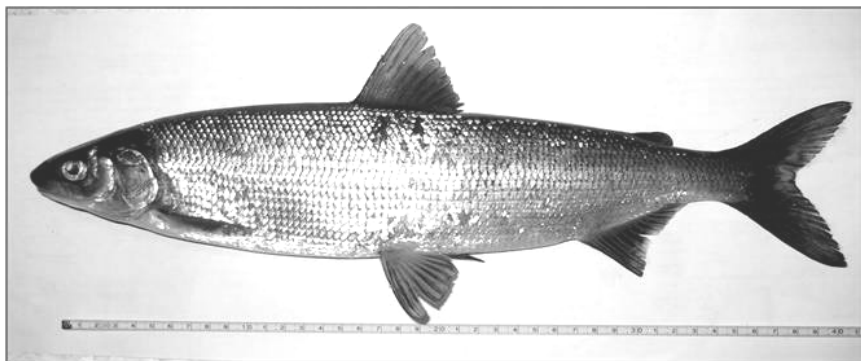


Рис. 1. Волховский сиг (2.), выращенный в садках

После возведения в 1925 г. плотины Волховской ГЭС естественное воспроизводство сига стало невозможным, его запасы катастрофически упали.

Исследования, проведенные ГосНИОРХом в 1990 г., показали, что численность волховского сига в Ладожском озере составляет около 50 тыс. экз. Она поддерживается за счет рыбоводных мероприятий, проводимых Волховским рыбозаводом.

Волховский сиг считается наиболее ценным видом сигов Ладожского озера, отличается высоким темпом роста и хорошими пищевыми качествами. Его нерест проходит в октябре-ноябре при температуре воды 3–6 °С. Плодовитость – 25–50 тыс. икринок. Половая зрелость наступает на четвертом–пятом году жизни. В естественных условиях волховский сиг достигает к этому времени массы 0,8–1,0 кг. В садках на искусственных кормах волховский сиг растет быстрее. Трехлетки достигают массы 640–700 г. Оптимальной для роста ранней молодежи и сеголеток является температура воды 18 °С, для более старших возрастов – 12–16 °С. Сиги уже в первом поколении хорошо адаптируются к искусственным условиям содержания и эффективно используют искусственные корма.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ ВОЛХОВСКОГО СИГА В САДКАХ

Выращивание товарной рыбы в садках обычно проводится в условиях открытых водоемов: озер, рек, водохранилищ и т.д. При выборе водоема для этих целей необходимо изучить его гидрологический и гидрохимический режимы. Они должны максимально соответствовать параметрам, допустимым для содержания сиговых. Установлено, что для выращивания сиговых наиболее благоприятна температура 12–16 °С. Желательно, чтобы в летний период пиковая температура не превышала 20 °С. Ниже приводятся пределы гидрохимических показателей для товарных сигов при выращивании в садках и бассейнах:

Показатели	Рекомендуемые	Допустимые
Кислород, мг/л	7 – 14	не менее 6,5
Углекислота свободная, мг/л	0 – 15	до 20
Перманганатная окисляемость, мг О/л	0 – 10	до 15
Бихроматная окисляемость, мг О/л	0 – 30	до 40
БПК ₅ , мг О ₂ /л	0 – 3	до 5
Водородный показатель, ед. рН	6,6 – 7,5	6 – 8
N-NH ₄ ⁺ , мг N/л	0,0	до 0,5
N-NO ₂ ⁻ , мг N/л	0 – 0,005	до 0,02

Глубина водоема на месте установки садков должна быть не менее 5 м. Глубина погружения садка – не менее 3 м. Высота волны не должна превышать 0,5 м. Водоемы, в которые сбрасываются сточные воды, непригодны для выращивания сигов.

Хорошие результаты были получены при выращивании товарных сигов в земляных проточных садках площадью 30 м². Толщина слоя воды в них может составлять 1,5–2,0 м. Удельный расход воды при 100%-ном насыщении кислородом колеблется в пределах 0,004–0,009 л/с·кг.

3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ВЫРАЩИВАНИЯ РЫБ В САДКАХ

В техническое обеспечение садкового хозяйства входят:

- садки для выращивания товарной рыбы;
- транспортировочные садки;
- карантинные садки;
- живорыбный автотранспорт;
- склад кормов;
- склад оборудования, инвентаря и материалов;
- административно-хозяйственный корпус;
- пирс, различные плавсредства и др.

Выращивание сегов до товарной массы проводится в делевых садках. Для молоди обычно используются прямоугольные садки площадью 20–50 м², для крупной рыбы – садки округлой формы с диаметром до 20 м. Площадь одного садка может достигать 300 м².

Конструкции садков должны удовлетворять следующим требованиям: удобство обслуживания, прочность, штормоустойчивость. В последнее время наибольшее распространение получили плавучие садки на гибком каркасе из современных полимерных материалов. Плавучесть обеспечивается герметичными трубами диаметром от 250 мм и более. Садки могут изготавливаться как хозяйственным способом, так и в заводских условиях.

Наибольшую рыбопродуктивность можно получать, если садки рассредотачивают по акватории водоема на расстоянии, обеспечивающем достаточный водообмен и приток свежей воды в садки с рыбой, то есть не менее двух диаметров садка. Однако для удобства обслуживания и кормления рыбы садки чаще собирают в одну или несколько линий, связанных между собой. Понтонные линии посредством плавучих переходов могут соединяться с берегом или стационарным пирсом. Пример садкового рыбоводного предприятия мощностью 150 т товарной рыбы представлен на рис. 2.

При слабом течении линии разворачивают перпендикулярно течению, при более сильном – под углом или продольно. Рекомендуется ежегодно менять место расположения садковых линий в пределах рыбопромыслового участка. Ежегодная передислокация улучшает световой режим в придонном горизонте освободившихся участков, что способствует утилизации накопившихся седиментов микроорганизмами и самоочищению водоема.

Линии понтонов, а также отдельные понтоны посредством металлических тросов–растяжек закрепляются на якорях. Количество устанавливаемых якорей зависит от их конструкции, удерживающей силы, розы ветров, длины понтонных линий и т.д.



Рис. 2. Внешний вид садкового рыбоводного предприятия мощностью 150 т

Основными требованиями к конструкции понтонов являются:

- прочность и надежность собственно конструкций понтонов, а также их крепления. Точек крепления отдельных понтонов должно быть не менее двух, понтонных линий – от четырех и более;
- наличие плавучего трапа для прохода обслуживающего персонала на понтоны, ширина прохода на трапе – не менее 90 см;
- грузоподъемность понтонов и плавающих переходов (трапов) должна обеспечивать беспрепятственное перемещение обслуживающего персонала с кормами и рыбой;
- ширина настилов на центральных проходах понтонных линий – до 2,5 м, на боковых – 0,5–1,0 м;
- ширина проходов на транспортных садках должна быть не менее 0,4–0,5 м.

В темное время суток для удобства охраны садковые линии рекомендуется освещать прожекторами.

Если глубоководные участки удалены от береговой линии и установка плавучих переходов невозможна, рекомендуется использовать плавучие садковые комплексы. Садковый комплекс включает садки для выращивания рыб, установленные на понтонах и связанные между собой в 1–2 линии. В комплекс также входят системы закоривания на грунте, плавучие волноломы и средства сигнализации. Акватория, занятая садковым комплексом, должна ограждаться сигнальными буйами и цветными сигнальными огнями, зажигающимися ночью (Моисеев и др., 1985). Для обслуживающего персонала, хранения инвентаря и небольшого количества кормов на понтонах с садками следует предусмотреть небольшие водонепроницаемые помещения, подвоз кормов осуществляется по мере расходования. В верхней части комплекс должен быть оснащен летом сороуловителем, осенью и зимой – струенаправляющей конструкцией для защиты садков от шуги и мелких льдин.

При снижении температуры воды до 6–8 °С товарных сигов перевозят к берегу с помощью транспортных садков, которые располагают вдоль стационарного пирса с целью их реализации.

Сетчатые садки шьют из капроновой дели. Ячея дели зависит от размера высаживаемой в садки рыбы. Так, садки из дели с ячеей 5–6 мм предназначены для молоди массой 5–20 г, 10 мм – для молоди массой 20–70 г, 16 мм – для рыбы массой 70–500 г, 20–24 мм – для рыбы массой от 500 г. Форма ячеи предпочтительна зеркальная, так как она обеспечивает меньшее обрастание и заиливание дели, а следовательно, и лучший водообмен в садках. Глубина погружения садков – до 10 м, высота надводной части – 1–1,5 м.

Зимой двухлетки содержатся в тех же садках, что и летом. По мере реализации товарной рыбы, часть садков освобождается. Их используют для рассадки двухлеток перед зимовкой.

Для защиты рыбы от хищных птиц садки сверху накрываются сеткой с ячеей 150–200 мм.

Рыбу разных возрастных групп рекомендуется содержать на разных садковых линиях.

Для размещения обслуживающего персонала на хозяйстве строится жилое помещение, а для хранения кормов и инвентаря – отдельные складские помещения.

Кормосклад должен обеспечивать хранение месячного запаса и вмещать одновременно 50–100 т расфасованных в мешки кормов. Корма хранят на поддонах. Помещение склада должно быть сухим, прохладным и хорошо проветриваемым, защищенным от грызунов.

Склад для хранения оборудования, инвентаря и особенно садков и сетематериалов должен быть удален от склада кормов. Влажные садки и сетематериалы в летнее время можно хранить под навесом на стеллажах, закрытых металлической сеткой. В закрытом помещении склада хранят инвентарь, оборудование и высушенные сетематериалы и садки. Рекомендуется иметь в хозяйстве механическую мастерскую, оборудованную необходимыми станками, инструментами, электросварочным агрегатом.

На хозяйстве должны быть административное помещение и помещение для лаборатории, оснащенное необходимым оборудованием, аппаратами и приборами для проведения контроля качества воды, анализов для физиологического и ветеринарного контроля за состоянием выращиваемых рыб, а также специальное помещение для предпродажной подготовки товарной рыбы, где будут осуществляться ее потрошение, упаковка, охлаждение и краткосрочное хранение.

На хозяйстве желательно иметь автотранспорт и живорыбные контейнеры для транспортировки посадочного материала и товарной рыбы, а также для перевозки кормов. Кроме того, необходимо иметь соответствующее рыбоводное оборудование и инвентарь (Костюничев и др., 2005).

4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ВЫРАЩИВАНИЯ ТОВАРНЫХ СИГОВ

4.1. Посадочный материал, плотность посадки рыб и выход продукции

В качестве посадочного материала для выращивания товарных трехлеток сигов могут использоваться сеголетки и годовики, выращенные на искусственных кормах от личинок последовательно в бассейнах, а затем в садках по биотехнике, разработанной ГосНИОРХ (Князева, Костюничев, 1991). Также можно использовать сеголеток (годовиков), выращенных на естественном корме в прудах или озерах-питомниках и переведенных на питание искусственным кормом.

Выращивание сигов проводится в следующие сроки: годовиков и двухгодовиков – с ноября по апрель, двухлеток и трехлеток – с мая по октябрь.

Для содержания годовиков и двухгодовиков в зимний период могут быть использованы деляные садки площадью 20–25 м² с глубиной погружения 3–6 м. Плотность посадки годовиков составляет 100 шт./м³, двухлеток и двухгодовиков – 30–45 шт./м³.

Зимний период выращивания годовиков и двухгодовиков в садках в естественных водоемах проходит при низкой температуре воды (0,2–3,0 °С), подо льдом. Интенсивность питания сигов в этот период низкая, поэтому кормление рыбы проводится однократно ежедневно или с интервалом в 1–2 дня, а суточная норма составляет 0,05–0,4% от ее массы. Выживаемость сигов высокая и достигает 99%. С третьей декады апреля, после таяния льда и повышения температуры воды, пищевая активность сигов возрастает, и дневную норму кормов увеличивают.

Средняя масса волховского сига за период зимнего выращивания увеличивается в зависимости от условий содержания и возраста рыбы в 1,1–1,5 раза. Годовики, выращенные в садках, имеют среднюю массу 28–30 г, двухгодовики – 150–170 г.

Весной сигов, выращиваемых в садках, сортируют на 2–3 размерные группы, выбраковывая часть рыб, имеющих какие-либо

дефекты. Сортировку проводят в утренние часы, когда вода имеет более низкую температуру. Примерно за неделю до проведения сортировки желательно давать рыбе корм с повышенным содержанием витамина С (1–2 г/кг корма). За два дня до начала работ кормление рыбы прекращают.

При летнем выращивании двухлеток сиговых используются делявые садки площадью от 20 до 100 м², трехлеток – площадью до 300 м², погруженные в воду на 3–6 м и более (до 10 м). Предпочтительнее использовать садки округлой формы. Плотность посадки двухлеток составляет 30 шт./м³, трехлеток – 13 шт./м³. Летний период работ завершается в октябре–ноябре. К этому времени средняя масса двухлеток сигов в садках достигает 140 г, товарных трехлеток – 650–700 г. Выживаемость двухлеток – 95%, трехлеток – 96%. При выращивании двухлеток в садках рыбопродуктивность в среднем составляет 3,1 кг/м³, трехлеток – 6,1 кг/м³.

При выращивании сигов в садках осуществляются следующие рыбободные работы:

- рациональное кормление рыбы в зависимости от температуры воды и массы рыбы;
- контроль за ростом и состоянием рыбы, проведение контрольных обловов 2–3 раза в месяц, учет и удаление погибших рыб;
- мониторинг условий содержания рыбы (температуры воды, содержания кислорода и свободной углекислоты, БПК, взвешенных веществ, биогенов);
- чистка (просушка) садков от обрастаний, контроль за их целостностью;
- контроль за физиологическим и эпизоотическим состоянием рыб и проведение, при необходимости, профилактических мероприятий.

Контрольные обловы сигов следует проводить с большой аккуратностью и при температуре не выше 18 °С. Для предупреждения травматизма крупных сигов емкость, в которой проводится контрольное взвешивание, выстилают двухслойным полиэтиленом.

4.2. Корма и кормление сигов в садках

При выращивании сигов в садках до товарной массы используются экструдированные корма рецептуры ГосНИОРХ. Корма прошли испытания в производственных условиях. Для кормления товарных сигов можно использовать также импортные лососевые и сиговые корма, в частности, фирмы «Рейху-Райсио» и «БиоМар». Сиги, относящиеся к рыбам с белым мясом, менее требовательны к содержанию в кормах каротиноидов по сравнению с форелью, однако их присутствие в рецептуре в небольших количествах улучшает физиологический статус выращиваемых рыб. В кормах для сиговых наряду с астаксантином можно использовать другие каротиноидные добавки.

При кормлении сигов необходимо следить за тем, чтобы диаметр гранул соответствовал массе рыб. Ниже приводятся размеры гранул в зависимости от массы сигов:

Масса рыб, г	Размеры гранул, мм
20 – 40	1,7 – 2,0
40 – 100	2,0 – 3,0
100 – 300	3,0 – 4,5
300 – 500	4,5 – 5,0
500 – 1000	5,0 – 6,0
свыше 1000	6,0 – 7,0

Все корма рекомендуется хранить в сухом прохладном помещении. Срок хранения кормов рецептуры ГосНИОРХ в летний период – не более 3 месяцев, зимой – до 5 месяцев. Хранение импортных кормов осуществляется в соответствии с рекомендациями изготовителя. В конце срока хранения проводится анализ качества корма по методике Н.Е. Картавцевой с соавторами (1987). Корма с истекающим сроком хранения необходимо обогащать витамином С из расчета 0,5 г/кг корма.

Кормление рыбы осуществляется в светлое время суток вручную либо с помощью кормораздатчиков. Частота кормления зависит от продолжительности дня и температуры воды. Предпочтительнее использовать кормораздатчики. При ручном способе кормления и оптимальной температуре частота раздачи корма должна быть не менее 4–6 раз в день, осенью и весной при температуре воды менее 6 °С – 2 раза в день, зимой – однократно с интервалом 1–2 дня.

При выращивании товарных сигов по индустриальной технологии затраты на корма могут составлять от 45 до 70% себестоимости. Поэтому рациональное использование кормов является важным экономическим фактором. Избыточное кормление приводит к непроизводительным затратам и повышению себестоимости выращиваемой рыбы, а недостаточное – к неполной реализации потенциальных возможностей роста рыб. Кормление сигов должно производиться строго по нормам.

Суточные нормы кормления (в % от массы) в зависимости от массы выращиваемых сигов и температуры воды приведены в табл. 1.

Расчет суточных норм кормления (в кг) проводят по формуле:

$$C_{\text{корм}} = \frac{W_{\text{ср}} \cdot n \cdot C(\%)}{100},$$

где $C_{\text{корм}}$ – суточная норма корма, кг; $W_{\text{ср}}$ – средняя масса сигов, кг; n – количество выращиваемой рыбы, шт.; C (%) – суточная норма кормления, в %.

При температуре воды выше оптимальной (16 °С и более) для сиговых рекомендуется использовать корм с повышенным содержанием витамина С (0,5 г/кг и более) и пониженным содержанием жиров. При температурах воды выше 18 °С в зависимости от состояния рыбы интенсивность кормления сигов в садках значительно снижается или даже прекращается.

Суточная норма кормления сигов в период зимовки при температурах 0,2–2 °С составляет 0,05–0,4% от массы рыбы.

**Таблица 1. Суточные нормы кормления сигов
в зависимости от температуры воды и массы тела (%)**

Температура воды, °С	Масса, г					
	20	50	100	200	500	1000
2	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1
3	0,7	0,5	0,4	0,4	0,3	0,2
4	0,8	0,6	0,6	0,5	0,4	0,3
5	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
6	1,2	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
7	1,5	1,2	1,0	0,8	0,7	0,6
8	1,7	1,4	1,1	0,9	0,8	0,7
9	1,8	1,5	1,2	1,0	0,9	0,8
10	2,0	1,7	1,4	1,2	1,0	0,9
11	2,2	1,8	1,5	1,3	1,1	1,0
12	2,4	2,0	1,6	1,4	1,2	1,1
13	2,5	2,1	1,7	1,5	1,3	1,2
14	2,7	2,2	1,8	1,6	1,4	1,2
15	2,8	2,3	1,9	1,7	1,5	1,1
16	3,0	2,4	2,0	1,8	1,5	1,1
17	2,5	2,1	1,7	1,5	1,2	1,0
18	2,2	1,8	1,3	1,2	1,0	0,8

При кормлении рыбы искусственными кормами необходимо строго соблюдать условия и сроки хранения кормов. В процессе хранения в кормах происходят уменьшение содержания витаминов и накопление продуктов окисления жиров. Использование кормов с истекшим сроком хранения недопустимо, так как это приводит к нарушению обмена веществ в организме рыб, развитию авитаминоза и токсикоза и сопровождается снижением темпа роста и повышенным отходам сигов. Рекомендуемый срок хранения кормов указывается фирмой–производителем.

Перед проведением работ по сортировке, пересадке и перевозке рыбы рекомендуется использовать корма с повышенным содержанием витамина С, являющегося мощным антидепрессантом. Если на хозяйстве нет таких кормов, то можно использовать имеющиеся лососевые корма, но предварительно обогатив их витамином.

Синтетический витамин С добавляется в готовый корм из расчета 1,5–2 г витамина на 1 кг корма. Необходимое количество витамина С в виде порошка взвешивается и растворяется в определенном объеме воды с температурой окружающей среды. Объем воды должен строго контролироваться. Для равномерного опрыскивания 25 кг импортного корма требуется 350–500 мл воды комнатной температуры. Порошок аскорбиновой кислоты размешивается до полного растворения.

Водным раствором витамина С постепенно опрыскивают гранулы, экструдаты, которые нужно перемешивать до тех пор, пока они не увлажнятся, сохраняя при этом сыпучесть. Гранулы достаточно быстро впитывают этот раствор. Для опрыскивания корма можно использовать распылитель или лейку, для перемешивания – механическую мешалку. Обогащенный витамином С корм нужно скармливать в этот же день.

Порошок витамина С хранится в сухом темном месте. Характерный признак потери активности витамина С – появление желтоватого оттенка вследствие окисления аскорбиновой кислоты в неактивную дегидроаскорбиновую.

5. КОНТРОЛЬ ЗА РОСТОМ И СОСТОЯНИЕМ РЫБЫ В САДКАХ

В процессе выращивания сигов в садках осуществляется постоянный контроль за темпом роста рыб, интенсивностью питания и выживаемостью. Для определения средней массы рыб в рыбоводной емкости на данный момент времени проводятся контрольные обловы не реже 2 раз в месяц. Для получения достаточно точных показателей средней массы рыбы в садке взвешивается не менее 150–200 экземпляров. Взвешивание осуществляют в емкостях с водой, учитывая массу тары и воды. Установив общую массу и количество отловленных рыб, определяют их среднюю массу. Накануне проведения контрольных взвешиваний рыбу не кормят.

После каждого контрольного облова необходимо определить прирост рыбы за период, количество затраченного корма, коэффициент оплаты корма, количество рыб за вычетом отхода и рассчитать суточную норму кормления на следующий период.

Контрольный подъем и чистка садков в летний период осуществляется один–два раза в месяц. При подъеме необходимо обращать внимание на целостность садков как в подводной части, так и в надводной, чтобы предотвратить уход рыбы из садков через прорывы дели.

При температуре воды 18 °С контрольные взвешивания сигов проводятся только в случае острой необходимости выборочно в нескольких садках. Прирост ихтиомассы в этот период рассчитывают исходя из количества использованных кормов и кормового коэффициента.

При выращивании сигов на искусственных кормах необходимо периодически контролировать их физиологическое состояние. Для этого существуют простейшие методики определения гемоглобина в крови, индекса печени, коэффициента упитанности по Фультону. Нормы физиолого-биохимических показателей товарных сигов при выращивании на искусственных кормах приводятся в табл. 2.

Таблица 2. Физиолого-биохимические показатели товарных сигов в норме и при использовании недоброкачественных кормов

Показатель	Норма	Патология, недоброкачественные корма
Гемоглобин, г %	7 – 11	3 и ниже
Индекс печени, %	1,1 – 1,5	2,2 и выше
Упитанность по Фультону	1,2 – 2,0	2,5 и выше
Витамин С в печени, мг%	6 – 12	2 и ниже
Белок в сыворотке крови, г %	4 – 7	3 и ниже
Общая жирность, %	10 – 14	15 и выше
Жирность печени, %	3 – 6	7 и выше
Жирность мышц, %	5 – 7	3 и ниже

6. НОРМАТИВЫ ПО ВЫРАЩИВАНИЮ ТОВАРНЫХ СИГОВ

Таблица 3. **Нормативы по выращиванию годовиков волховского сига в делевых садках**

Показатель	Ед. измерения	Величина
Площадь садка	м ²	20 – 25
Размер ячеек делевого садка	мм	10 – 12
Глубина погружения делевого садка	м	3 – 5
Температура воды	°С	0,2 – 3,0
Продолжительность выращивания	сут.	180
Средняя масса:		
при посадке	г	19 – 23
при вылове	г	28 – 30
Коэффициент оплаты корма		1,2 – 1,5
Плотность посадки	шт./м ³	80
Выживаемость	%	98

Таблица 4. **Нормативы по выращиванию двухлеток волховского сига в делевых садках**

Показатель	Ед. измерения	Величина
Площадь садка	м ²	20 – 100
Размер ячеек делевого садка	мм	10 – 16
Глубина погружения делевого садка	м	3 – 6
Температура воды	°С	3 – 20
Продолжительность выращивания	сут.	180
Средняя масса:		
при посадке	г	28 – 30
при вылове	г	140
Коэффициент оплаты корма		0,9"–"1,0
Плотность посадки	шт./м ³	30
Выживаемость	%	95
Рыбопродуктивность	кг/м ³	3,1

**Таблица 5. Нормативы по выращиванию
двухгодовиков волховского сига в делевых садках**

Показатель	Ед. измерения	Величина
Площадь садка	м ²	до 100
Размер ячеи делевого садка	мм	12 – 20
Глубина погружения делевого садка	м	3 – 6
Температура воды	°С	0,2 – 3,0
Продолжительность выращивания	сут.	180
Средняя масса:		
при посадке	г	140
при вылове	г	170
Коэффициент оплаты корма		1,4 – 1,6
Плотность посадки	шт./м ³	30
Выживаемость	%	98

**Таблица 6. Нормативы по выращиванию товарных трехлеток
волховского сига в садках**

Показатель	Ед. измерения	Величина
Площадь садка	м ²	до 100
Размер ячеи делевого садка	мм	16 – 22
Глубина погружения делевого садка	м	4 – 6
Температура воды	°С	3 – 20
Продолжительность выращивания	сут.	180
Средняя масса:		
при посадке	г	170
при вылове	г	650 – 700
Средний коэффициент оплаты корма		1,3
Плотность посадки,	шт./м ³	13
Выживаемость, %	%	96
Рыбопродуктивность, кг/м ³	кг/м ³	6,1

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Картавцева Н.Е., Абрамова Э.И., Остроумова И.Н., Шабалина А.А. Временная инструкция по определению степени окисления липидов в кормах и оценке влияния качества кормов на рыб. Л., изд. ГосНИОРХ, 1987: 28 с.

Князева Л.М., Костюничев В.В. Методические рекомендации по биотехнике индустриального выращивания рыбопосадочного материала сиговых. СПб., изд. ГосНИОРХ, 1991: 30 с.

Костюничев В.В., Князева Л.М., Шумилина А.К. Методические рекомендации по выращиванию товарных сигов (чир, муксун) в индустриальных условиях. СПб., изд. ГосНИОРХ, 1998: 21 с.

Костюничев В.В., Шумилина А.К., Князева Л.М. Методические указания по товарному выращиванию форели и сиговых рыб в садках при естественном температурном режиме. СПб., изд. ГосНИОРХ, 2005: 31 с.

Михеев В.П. Рекомендации по культивированию рыб в садках в водоемах с естественной температурой воды. М., ВНИИПРХ, 1988: 92 с.

Михеев В.П., Мейснер Е.В. Предварительные рекомендации по выращиванию товарных чудского сига и сига-лудоги в плавучих садках в водохранилищах и озерах. М., ВНИИПРХ, 1975: 24 с.

Моисеев П.А., Карпевич А.Ф., Романычева О.Д. и др. Морская аквакультура. М., Агропромиздат, 1985: 253 с.

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ И КОРМЛЕНИЯ РЕМОНТНО-МАТОЧНЫХ СТАД СИГОВЫХ РЫБ В ЦЕЛЯХ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОСПРОИЗВОДСТВА НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ *

В.В. Костюничев, А.К. Шумилина

Одной из наиболее актуальных проблем рыбохозяйственной отрасли в настоящее время является повышение эффективности как искусственного воспроизводства сиговых, так и сиговодства в целом, что связано со значительным сокращением природных популяций сиговых рыб. Среди факторов, снижающих эффективность работ по воспроизводству, наиболее значимым в последнее десятилетие становится дефицит производителей, заготавливаемых для целей воспроизводства. Это связано с продолжающимся снижением численности многих естественных популяций рыб, в том числе сиговых, как вследствие антропогенного воздействия и техногенной нагрузки на водоемы, так и крупномасштабного несанкционированного отлова производителей при подходе к нерестилищам.

Наиболее рациональным решением проблемы заготовки производителей и икры сигов для нужд воспроизводства является создание и эксплуатация ремонтно-маточных стад непосредственно на рыбоводных предприятиях по индустриальной технологии. Индустриальный метод имеет ряд преимуществ перед традиционным выращиванием производителей сиговых в озерах и прудах:

- не требует большого количества посадочного материала;
- выращивание осуществляется при постоянном рыбоводном контроле;

* Разработаны в 2009 г. в рамках НИР «Современное состояние рыбохозяйственного комплекса Европейской части России» (Фонды ФГБНУ «ГосНИОРХ»)

– не требуется затрат на отлов производителей, при сборе икры они почти не травмируются, поэтому могут быть использованы в нескольких нерестовых кампаниях;

– в делевых садках площадью 25 м² можно содержать до 1000–1500 шт. производителей пеляди и до 500 шт. производителей других сиговых (чир, муксун и др.) и ежегодно получать от них в зависимости от вида рыб до 7–15 млн. шт. икры, в то время как для получения аналогичного количества икры от производителей, выращенных в озерах, в современных условиях необходим водоем площадью около 50 га.

В настоящее время сотрудниками ФГБНУ «ГосНИОРХ» на базе садкового рыбоводного предприятия ООО «Форват» (оз. Суходольское, Ленинградская обл.) сформированы опытные ремонтно-маточные стада сиговых рыб: муксуна, чира, пеляди, волховского и ладожского озерного сига, которые успешно эксплуатируются в индустриальных условиях.

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ РЕМОНТНО-МАТОЧНЫХ СТАД СИГОВЫХ РЫБ В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

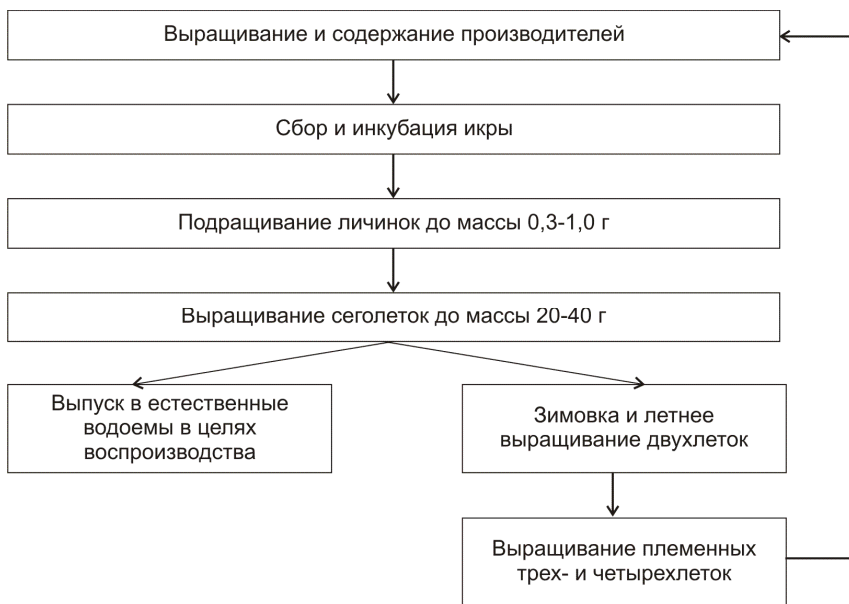
1.1. Технологическая схема работ по формированию ремонтно-маточных стад сиговых рыб в индустриальных условиях

Общая технологическая схема работ по формированию ремонтно-маточных стад сиговых рыб в индустриальных условиях предусматривает проведение следующих рыбоводных процессов:

1. Создание первичного маточного стада.
2. Инкубация икры.
3. Выращивание личинок, ранней молоди и сеголеток в бассейнах и садках на искусственных кормах по разработанной в ГосНИОРХ биотехнике получения посадочного материала в индустриальных условиях.

4. Зимнее выращивание годовиков в садках или бассейнах.
5. Формирование ремонтного стада.
6. Формирование маточного стада.
7. Содержание и кормление ремонтно-маточного стада в промышленных условиях по нормативам, разработанным в ГосНИОРХ. Для кормления используются экструдированные корма рецептуры ГосНИОРХ или импортные корма фирм «БиоМар» и «Рейху-Райсио».
8. Эксплуатация маточного стада, созданного по промышленной технологии.

Схема проведения работ представлена на рисунке.



**Схема проведения работ
по формированию ремонтно-маточного стада
сиговых рыб в промышленных условиях
(в бассейнах и садках на искусственных кормах)**

При установке садков необходимо соблюдать ряд условий:

– в водотоках глубина на месте расположения садков должна быть не менее 4 м, а глубина погружения сетного вкладыша – 2,5–3 м. Допустимая скорость течения – 0,1–0,2 м/с.

– в озерах для установки садков выбираются участки с глубиной не менее 7 м. Глубина погружения сетного вкладыша – 5 м.

Гидрохимический режим водного объекта должен соответствовать параметрам, допустимым для содержания сиговых (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика условий выращивания сигов в индустриальных условиях

Показатель	Значения	
	рекомендуемые	допустимые
Температура воды (летняя), °С	12 – 16	20
Кислород, мг/л	8 – 11	6 – 7
Углекислота свободная, мг/л	до 15	20
Перманганатная окисляемость, мг О/л	до 10	30
Бихроматная окисляемость, мг О/л	0 – 30	до 40
БПК ₅ , мг О ₂ /л	0 – 2	до 3
Водородный показатель, ед. рН	7,0 – 8,0	6,0 – 8,5
N–NH ₄ ⁺ , мг N/л	до 0,39	0,5
N–NH ₂ ⁻ , мг N/л	до 0,005	0,01 – 0,02
Фосфаты, мг P/л	до 0,2	0,2

При выборе места для установки садков на водоеме следует учитывать высоту волны и силу ветра. Высота волны не должна превышать 0,5 м. Форма садков определяется скоростью течения. При слабом течении или его отсутствии предпочтительнее округлая форма садков, при сильном – соотношение длины и ширины садка должно составлять 2 : 1 или даже 4 : 1.

Водоемы, в которые сбрасываются сточные воды, непригодны для выращивания сигов.

1.2. Создание первичных маточных стад сиговых рыб

Исходным биологическим материалом для формирования ремонтно-маточных стад сигов в индустриальных условиях является икра, полученная от производителей из естественных популяций.

В речных условиях производители сиговых рыб для рыбоводных целей отлавливаются или непосредственно на нерестилищах, или на подходах к ним. В первом случае икра для рыбоводных целей отбирается у текущих производителей (на временном рыбоводном пункте), во втором случае рыба отсаживается для выдерживания в садки. Для выдерживания производителей проходных и полупроходных видов сигов (нельма, сиг, чир) можно использовать старицы, расположенные поблизости от русла рек (Понеделко, Крупкин, 1975; Горбунова и др., 1977; Малашкин, 1978; Буланов, 1979). Число производителей, являющихся родоначальниками ремонтно-маточных стад сигов, должно быть не менее 200 особей (100 самок и 100 самцов) в соответствии с возрастной структурой популяции каждого конкретного вида.

Отлов начинают при снижении температуры воды до нерестов. Пол производителей определяют по экстерьеру, кроме этого, у самцов при легком надавливании на брюшко выделяется небольшое количество спермы. Самцов и самок содержат отдельно. Размеры садков: площадь – 20–25 м², глубина погружения – 3–4 м. Площадь бассейнов – не менее 4 м², глубина слоя воды – 0,5–1 м. Плотность посадки: в садки – до 10 кг/м³, в бассейны – до 30 кг/м³. Бассейны с производителями рекомендуется затенять. По мере выдерживания рыбы проводится отбраковка сильно травмированных рыб. Просмотр самок осуществляют не менее 3 раз в неделю.

Для получения икры отбирают только здоровых производителей с четко выраженными видовыми признаками, не имеющих аномалий в строении тела, окраске кожных покровов, физиологическом состоянии. Особое внимание обращают на качество половых продуктов. При использовании производителей индустриального маточного стада икру для целей воспроизводства

получают от первично созревающих и повторно нерестующих рыб. Основные эколого-биологические показатели производителей сиговых рыб представлены в табл. 2.

Сбор и оплодотворение икры проводятся по общепринятым в сиговодстве методам (сухой способ) при естественном температурном режиме (Яндовская, Гальнбек, 1959; Кугаевская, 1968, 1985; Малашкин, 1978; Буланов, 1979; Черняев и др., 1987). Для сохранения генетического разнообразия стада при осеменении икры, полученной от 1 самки, необходимо использовать сперму 5–10 самцов.

Обесклеивание и набухание икры (после оплодотворения и промывания) удобно проводить одновременно либо в деревянных ящиках с сетчатым дном, установленных в большой емкости с водой (бассейн, садок при слабом течении), либо в аппарате для механической отмывки оплодотворенной икры, разработанном А.А. Боевым (Центральная лаборатория по воспроизводству рыбных запасов Севзапрыбвода). Период набухания и обесклеивания длится до 1 суток.

После окончания процесса набухания икру промывают в течение 15–20 мин. водным раствором танина из расчета 0,1–1 г танина на 10 л воды в зависимости от клейкости: чем меньше клейкость икры, тем ниже концентрация раствора танина. Использовать раствор для промывки икры следует через 10–15 мин. после его приготовления из расчета 10 л раствора на 5 л икры.

Все операции с икрой сегов должны проводиться при температуре воды до 4 °С и воздуха не выше 10 °С.

В инкубационные аппараты оплодотворенная икра помещается через 12–24 часа. В процессе инкубации осуществляется контроль и отбор погибшей икры, при необходимости проводятся профилактические мероприятия по общепринятым в сиговодстве методам.

В табл. 3 приведены нормативы по инкубации икры сиговых на рыбоводных заводах Северо-Запада.

Таблица 2. Основные эколого-биологические показатели производителей сиговых Северо-Запада

Вид	Время наступления половой зрелости	Плодовитость, тыс. шт.	Сроки нереста	Продолжительность нереста, дни	Нерестовая температура воды, °С	Температура воды в период инкубации, °С	Температура воды при вылуплении эмбрионов, °С
Пелядь	2+ – 3+	8 – 28	ноябрь–декабрь	15 – 35	0,1 – 2,0	0,2 – 5,0	5 – 8
Сиг	3+ – 4+	20 – 30	октябрь–ноябрь	20 – 30	0,2 – 6,0	0,2 – 6,0	4 – 7
Чир	3+ – 5+	17 – 36	ноябрь	20 – 30	ниже 2,0	0,2 – 1,7	2 – 4
Муксун	4+ – 6+	25 – 75	ноябрь	20 – 30	ниже 4,0	0,2 – 4,0	2 – 4

Таблица 3. Биотехнологические нормы инкубации икры сиговых

Показатель	Пелядь	Сиг	Чир	Муксун
Количество икринок в одном аппарате, тыс. шт.	600 – 700	300	300 – 350	350 – 400
Температура воды в период инкубации, °С	0,1 – 1,2	0,2 – 0,5	0,1 – 1,2	0,1 – 1,2
Температура воды при массовом вылуплении, °С	6 – 8	3 – 4,5	3 – 4	4 – 6
Расход воды в аппарате, л/мин.	3 – 4	2 – 3,5	3 – 4	3 – 4
Содержание растворенного кислорода, мг/л	7 – 11	7 – 11	7 – 11	7 – 11
Водородный показатель, ед. рН	6,5 – 7,5	6,5 – 7,5	6,5 – 7,5	6,5 – 7,5
Продолжительность инкубации, сут.	130 – 150	165 – 180	125 – 140	140 – 150
Выживаемость за инкубацию, %	70	60 – 70	40	60

1.3. Формирование ремонтного стада

Выращивание личинок и ранней молоди сигов проводят в бассейнах или лотках по разработанной ранее биотехнике получения посадочного материала сиговых в промышленных условиях, осуществляя надлежащий уход и контроль за темпом роста и состоянием рыб (Князева, Костюничев, 1991).

Выращивание личинок проводится в квадратных бассейнах площадью 1–4 м² с центральным водосливом и круговым движением воды. Рабочая емкость бассейнов – 0,3–1,2 м³. Возможно использование прямооточных пластиковых лотков площадью 1,5–3,0 м². Бассейны для выращивания должны находиться в освещенном помещении. На ночь освещение выключается. На начальных этапах выращивания следует избегать попадания прямых солнечных лучей. Избыточное освещение негативно влияет на выживаемость личинок сига. На вытоке бассейна устанавливают фонарь, представляющий собой каркас, обтянутый фильтром из сита № 11.

Зарыбление личинок сигов в бассейны для подращивания следует проводить не позднее двух суток после их вылупления. Личинки начинают брать искусственный корм при температуре воды 7–10 °С на 2-й день, при 5–6° – на 3-й, при 3–4 °С – на 4–5-й день после вылупления.

В бассейнах должна быть обеспечена постоянная проточность воды с максимальным расходом ее на один бассейн 0,7 л/с. Уровень воды в бассейне по мере роста личинок увеличивают с 0,25 м при посадке до 0,3 м для мальков. Обмен воды при подращивании ранних личинок не превышает 1 раза в час, в конце выращивания – 3–4 раза в час.

Необходимым условием промышленного выращивания сиговых рыб является ежедневная чистка бассейнов, т. е. удаление ила и частиц корма со дна и обрастаний со стенок бассейнов. Стенки бассейнов 2 раза в неделю осторожно обтирают поролоном или марлей, сложенной в несколько слоев. На вытоке ежедневно чистят

щетки фонарь или решетку, опуская уровенную трубу и сливая $\frac{1}{2}$ воды из бассейна. Удаление осадка на дне бассейнов в период выращивания в них личинок проводится шлангом-сифоном с диаметром отверстия до 3 см.

При соблюдении технологического режима и нормативов выживаемость личинок за весь период подращивания достигает 80%.

По достижении рыбами массы 300 мг (переход на мальковый период развития) проводят первый – основной – отбор, отбраковывая рыб, имеющих отклонения в росте и развитии. Основной критерий отбора – масса рыб (см. раздел 1.5). Когда молодь достигнет средней массы 0,5–1,0 г, ее переводят на дальнейшее выращивание в мелкочаеистые садки, установленные в естественных водоемах или водотоках, либо продолжают выращивать в бассейнах.

Плотность посадки молоди в бассейны и садки устанавливается в соответствии с ее массой (табл. 4).

Таблица 4. Плотность посадки молоди волховского сига в бассейны и садки

Масса молоди, г	Плотность посадки, тыс. шт./м³	Масса молоди, г	Плотность посадки, тыс. шт./м³
Бассейны		Садки (3×3×3 м)	
0,008	35 – 40	до 0,05	–
0,4	4	0,05 – 0,4	–
4,0	1,5	0,4 – 3,0	0,6
–	–	3,0 – 25,0	0,28

Садки для молоди массой 0,4–0,5 г изготавливаются из трикотажной дели с ячейей 3 мм, для молоди массой 3,0 г – ячейя 8 мм. Глубина погружения садка – 2,0–3,0 м. Сверху садки покрывают делью от проникновения в них чаек, которые могут уничтожить значительное количество молоди не только на поверхности, но и в толще воды.

Выращивание сеголеток сигов в садках осуществляется с середины июня до октября–ноября. При летней температуре воды 16–20 °С и осенней 8–12 °С сеголетки достигают средней массы 20–25 г. Выживаемость сеголеток высокая – 92–95%. Осенью, перед зимовкой, проводят второй – корректирующий – отбор с напряженностью 80–90%.

На протяжении всего периода выращивания личинок и ранней молоди проводится контроль за температурным и гидрохимическим режимами в бассейнах и садках, за ростом и выживаемостью рыб.

Кормление личинок и ранней молоди осуществляют специализированными комбикормами, предназначенными для молоди сиговых рыб, постоянно корректируя суточные нормы кормления в соответствии с температурой воды и средней массой рыб, устанавливаемой путем регулярных контрольных взвешиваний (см. раздел 2).

1.4. Отбор молоди для формирования ремонтной группы

Ведущая роль при создании ремонтно-маточных стад отводится массовому отбору. Основным хозяйственно важным признаком при оценке и отборе рыб на ранних этапах развития является масса тела. При отборе сеголеток и рыб более старших возрастов учитывают также их экстерьерные показатели: длину, высоту, толщину тела и относительные размеры тела (индексы).

Первый массовый отбор молоди с целью получения племенных особей для формирования маточного стада осуществляется по достижении ею средней массы 0,3–0,5 г при пересадке молоди из бассейнов в садки. В связи с большой вариабельностью рыб по массе тела напряженность отбора на первом этапе достигает 40–50%. Отбирают более крупных рыб с хорошим экстерьером.

Второй отбор проводится осенью, когда сеголетки достигнут средней массы 20 г. На этом этапе выбраковывают как мелких, так и самых крупных особей (до 15% от общего числа рыб), так как впоследствии именно у них часто наблюдается задержка в половом развитии и низкая плодовитость. В первые годы работы предприятия

этот отбор целесообразно совмещать с подготовкой молоди к выпуску, так как именно из их числа будет проводиться отбор особей для формирования ремонтного стада.

Далее при отборе в ремонтную группу годовиков, двухлеток и двухгодовиков проводят мягкую выбраковку незначительной части рыб с какими-либо дефектами (5%).

В табл. 5 приведены нормативы по отбору ремонта для формирования маточных стад сиговых рыб.

Таблица 5. Необходимое количество посадочного материала при выращивании 100 шт. ремонтных трехлеток сигов

Возраст рыб при отборе	Посажено на выращивание, шт.	Выживаемость, %	Численность исходной группы рыб, шт.	Напряженность отбора, %	Количество отобранных рыб, шт.
Основной массовый отбор					
40-60 дней	460	80	368	50	184
0+	184	81	149	85	127
Корректирующий отбор					
1+	127	93	118	95	112
2+	112	94	105	95	100

1.5. Выращивание ремонтных групп

Выращивание ремонтных групп проводят в садках по ранее разработанной биотехнике (Костюничев и др., 2001). Площадь садков – от 20 до 100 м². Глубина погружения садка – 2,5–3 м на течении и до 5–6 м в стоячей воде. Форма садков зависит от скорости течения в пункте их установки.

Содержание ремонтных годовиков, двух- и трехгодовиков проводится с ноября по апрель, выращивание двух- и трехлеток – с мая по октябрь. Стандарты массы тела ремонтных групп сигов приведены в табл. 6, плотность посадки в зависимости от массы, возраста и вида рыб – в табл. 7.

Таблица 6. Стандарты массы тела ремонтных групп сиговых при выращивании в садках, г

Вид	Возраст					
	0+	1.	1+	2.	2+	3.
Пелядь	20 – 28	22 – 31	110 – 180	120 – 200	–	–
Сиг	20 – 28	22 – 31	180	210	550	550
Чир	20 – 28	22 – 31	230 – 320	250 – 350	600 – 1000	650 – 1050
Муксун	20 – 28	22 – 31	230 – 320	250 – 350	600 – 1000	650 – 1050

Таблица 7. Плотность посадки ремонтных групп сиговых в садки, шт./м³

Вид	Возраст					
	0+	1.	1+	2.	2+	3.
Пелядь	280	100	30 – 45	30 – 45	–	–
Сиг	280	100	30	30	10 – 11	10
Чир	280	100	25 – 30	25 – 30	5 – 7	5 – 7
Муксун	280	100	25 – 30	25 – 30	5 – 7	5 – 7

Выращивание разных возрастных групп ремонта рекомендуется проводить отдельно. При небольшой численности ремонтного стада допускается совместное содержание рыб разного возраста в одном садке.

Весной и осенью проводят корректирующие отборы, напряженность которых составляет 95 и 97%, соответственно.

Выживаемость ремонтных групп сига достигает 95–98%.

Уход при выращивании ремонтных сигов аналогичен таковому при выращивании сеголеток в садках. Один или два раза в месяц проводят выборочное контрольное взвешивание рыбы. Взвешивания производят в емкости с водой, установленной на платформенных весах. В течение всего периода выращивания осуществляют контроль за температурным и кислородным режимами, ихтиопатологическим и физиологическим состоянием рыб.

Кормление осуществляется с помощью автоматических кормораздатчиков, частота раздачи корма – 10–15 раз в час. Суточные нормы кормления приведены в разделе 2.

Зимний период выращивания ремонта в садках проходит при низкой температуре воды (0,2–1,0 °С), подо льдом. Ледяной покров устанавливается на водоемах в конце ноября – начале декабря и к концу зимы может достигать 0,5–0,7 м. Интенсивность питания сигов в этот период низкая, поэтому кормление рыбы проводится однократно с интервалом в 1–2 дня, а суточная норма в зависимости от температуры воды составляет 0,1–0,4% от массы рыб.

Замену садков и разреживание плотностей посадки следует проводить в ранневесенний или осенний периоды при низких температурах воды.

1.6. Формирование и содержание маточного стада

Маточное стадо производителей должно состоять из самок и самцов разных возрастов. Возрастная структура стада определяется видовыми особенностями репродуктивного цикла, например, маточное стадо пеляди должно состоять из 3–7-летних особей, сига – 3–6 лет, муксуна и чира – 4–8 лет. Соотношение самок и самцов в

маточном стаде одного возраста должно составлять 1 : 2. Учитывая, что самцы в нерестовой кампании используются многократно, соотношение полов в маточном стаде допускается 3 : 2.

Летом, в нагульный период, самцов и самок выращивают совместно. Для этого используют садки площадью до 100 м², погруженные в воду на 3–6 м. Старшие и младшие возрастные группы производителей рекомендуется содержать отдельно. Стандарты массы тела производителей и плотность посадки в зависимости от вида и возраста приведены в табл. 8, 9.

Для кормления ремонтa и производителей используют специализированные сеговые корма. Суточную норму корма определяют в зависимости от массы рыбы и температуры воды.

Для трех–пятилетних самок сегов, выращиваемых в садках на искусственных кормах, установлена положительная зависимость между массой тела и такими признаками, как плодовитость, упитанность, экстерьер рыб и размеры икринок. Следовательно, при формировании маточного стада из старших возрастов (2+–4+) необходимо отбирать производителей большей массы, которые имеют повышенную плодовитость, лучшую упитанность и хорошее качество икры.

В табл. 10 представлена характеристика четырех- и пятилетних самок сеговых по морфологическим, экстерьерным и репродуктивным показателям.

Производители сегов, выращенные в садках на искусственных кормах, превосходят одновозрастных сегов из естественных водоемов размерами тела, показателями рабочей плодовитости и размерами икры. Для сравнения: плодовитость озерных и речных особей пеляди колеблется в пределах 20–40 тыс. икринок, чира – 17–35 тыс., муксуна – 25–75 тыс., сига – 23–30 тыс. икринок.

Таблица 8. Стандарты массы тела производителей, выращенных в садках, г

Вид	Возраст						
	2+	3.	3+	4.	4+	5.	5+
Пелядь	350 – 450	350 – 400	550 – 850	500 – 780	700 – 1050	–	–
Сиг	–	–	900	900	1200	1200	1600
Чир	–	–	1150 – 1500	1050 – 1400	1400 – 2000	250 – 1800	600 – 2500
Муксун	–	–	1100 – 1450	1000 – 1400	1400 – 2000	250 – 1800	700 – 2800

Таблица 9. Плотность посадки производителей сиговых в садки, шт./м³

Вид	Возраст						
	2+	3.	3+	4.	4+	5.	5+
Пелядь	8 – 10	8 – 10	6 – 9	7 – 8	5 – 7	–	–
Сиг	–	–	9	8	7	7	6
Чир	–	–	4 – 5	4 – 5	3 – 4	3 – 4	3
Муксун	–	–	4 – 5	4 – 5	3 – 4	3 – 4	3

Таблица 10. Характеристика самок сиговых, выращенных в садках на искусственных кормах

Показатель	Пелядь, 2+	Сиг, 3+	Чир, 3+	Муксун, 4+
Масса, г	542±24,0	573,4±52,54	1395±42,2	1726±29,1
Длина тела по Смитту, см	50,7±0,55	35,6±0,80	43,2±0,57	45,8±0,72
Длина тела до конца чешуйного покрова (<i>l</i>), см	29,1±0,58	33,8±0,92	41,1±0,54	43,7±0,62
Коэффициент упитанности по Фульгону	2,21±0,064	1,5±0,048	2,02±0,069	2,09±0,096
Наибольшая высота тела (<i>H</i>), см	9,45±0,142	8,05±0,345	11,68±0,274	13,43±0,172
Толщина тела (<i>B</i>), см	4,17±0,139	4,43±0,217	6,11±0,095	6,52±0,104
Длина головы (<i>l_g</i>), см	5,96±0,094	6,4±0,124	7,52±0,097	8,8±0,105
<u>Индекс:</u>				
прогонистости (<i>l/H</i>)	3,08±0,048	4,22±0,083	3,53±0,087	3,26±0,081
толщины тела (<i>B/l</i>), %	14,32±0,324	13,07±0,321	14,89±0,282	14,91±0,335
наибольшей высоты тела (<i>H/L_{cm}</i>), %	30,83±0,521	22,59±0,520	27,03±0,592	29,32±0,806
длины головы, в % <i>l</i>	20,51±0,253	18,95±0,335	18,32±0,193	20,21±0,080
Рабочая плодовитость, тыс. шт.	24,9±1,158	24,9±3,87	44,8±4,07	35,4±2,50
Относительная рабочая плодовитость, тыс. шт./кг	66,4±3,54	39,6±4,59	36,7±3,18	26,9±1,78
Масса икринки (фиксированной), мг	3,08±0,123	7,78±0,176	7,46±0,344	5,43±0,120
Диаметр икринки (фиксированной), мм	1,86±0,030	2,48±0,017	2,52±0,026	2,19±0,017
Длина тела эмбрионов при вылуплении из икры, мм	7,6±0,11	12,79±0,084	12,8±0,18	13,3±0,17
Выход эмбрионов от заложенной на инкубацию икры, %	80	65	50	71

При четком соблюдении технологии выращивания и кормления каких-либо патологических отклонений в физиологическом состоянии сигов из индустриальных маточных стад, выращиваемых на искусственных кормах, не отмечается (Шумилина, 2005; Якубец, 2007). Морфофизиологические и биохимические показатели производителей исследованных видов сигов разного возраста при садковом содержании находятся в пределах нормы, установленной при изучении этих видов в водоемах естественного ареала (табл. 11).

Показатели качества спермы самцов сиговых рыб, выращенных в индустриальных условиях, представлены в табл. 12.

1.7. Эксплуатация маточных стад сиговых в индустриальных условиях

Созревание сига происходит в конце октября – середине ноября при температуре воды 2,7–8,5 °С. Продолжительность нереста 25 дней. Созревание муксуна и чира в условиях Северо-Запада происходит в конце ноября – начале декабря непосредственно перед ледоставом или во время него. Самки муксуна обычно созревают на неделю раньше чира, самки пеляди – в еще более поздние сроки. Массовый нерест пеляди происходит 15–20 декабря, а последние самки могут созреть даже в начале января.

Сортировку производителей сига на самцов и самок проводят в середине октября. Бонитировку производителей чира, муксуна проводят в конце октября, пеляди – при температуре воды 3,5–4 °С (до ледостава). Особей, не созревших в этот сезон, пересаживают на зимовку в садки для выращивания.

Созревающих самок и самцов рассаживают для выдерживания в отдельные садки площадью 20–25 м², глубина погружения садков – 2,5–4 м. Садки этого размера проще в обслуживании для рыбоводов и в то же время позволяют производителям свободно перемещаться и нормально созревать.

Таблица 11. Физиолого-биохимические показатели самок сигов

Показатель	Пелядь, 2+	Сиг, 3+	Чир, 3+	Мукеун, 4+
Коэффициент упитанности по Фультону	2,3±0,04	1,7±0,12	2,0±0,07	2,1±0,10
Индекс печени, %	0,9±0,05	1,2±0,04	1,3±0,04	1,7±0,05
Индекс полостного жира, %	0,1±0,04	1,0±0,26	2,3±0,45	1,4±0,49
Содержание в сыром веществе:				
Мышцы: вода, %	69,8±1,10	71,0±0,77	67,0±0,61	68,4±1,24
белок, %	18,5±0,42	19,8±0,60	18,5±0,27	17,8±0,26
жир, %	8,5±0,52	5,1±0,94	7,7±0,31	8,2±0,66
зола, %	1,3±0,05	1,2±0,02	1,3±0,03	1,16±0,038
Печень: жир, %	4,0±0,43	5,7±0,97	4,6±0,23	3,8±0,46
витамин С, мг%	6,6±0,48	9,7±1,03	7,5±0,43	6,9±0,70
витамин А, мг%	5,9±1,15	38,1±5,33	6,4±4,89	3,6±0,78
витамин Е, мг%	53,3±1,61	51,3±7,40	43,8±6,38	43,9±2,31
каротиноиды, мкг/г	2,3±1,61	6,3±0,64	2,2±0,37	2,3±0,21
Икра: вода, %	63,4±0,66	69,5±0,86	70,8±0,30	70,5±1,65
белок, %	19,9±0,29	16,3±0,47	16,8±0,14	15,6±0,92
жир, %	9,8±1,02	6,0±0,52	7,2±0,17	6,9±0,42
зола, %	1,40±0,040	1,3±0,03	1,2±0,02	1,13±0,061
витамин С, мг%	21,3±0,58	13,7±0,90	22,6±1,00	24,1±2,16
витамин А, мг%	0,07±0,048	3,4±0,51	0,4±0,05	0,6±0,02
витамин Е, мг%	52,8±2,85	20,9±3,24	21,5±3,18	19,6±0,53
каротиноиды, мкг/г	3,6±0,18	5,7±2,42	2,6±0,29	1,5±0,12

Таблица 12. Показатели качества спермы самцов сиговых рыб в индустриальных условиях

Вид	Возраст самцов	Масса самцов, кг	Длина по Смитту, см	Показатели		
				Объем порции эякулята, мл	Концентрация спермиев, млн./мм ³	Продолжительность поступательного движения спермиев, с
Пелядь	2+ – 4+	$\frac{0,3 - 1,2}{0,7 \pm 0,04}$	$\frac{29,0 - 45,0}{37,4 \pm 0,59}$	$\frac{0,4 - 3,4}{1,2 \pm 0,08}$	$\frac{2,5 - 7,8}{5,3 \pm 0,18}$	$\frac{53 - 121}{86,8 \pm 3,25}$
Чир	3+	$\frac{0,9 - 1,7}{1,3 \pm 0,05}$	$\frac{41,6 - 50,8}{44,6 \pm 0,51}$	$\frac{1,4 - 5,4}{2,3 \pm 0,21}$	$\frac{6,2 - 1,5}{3,6 \pm 0,35}$	$\frac{52 - 200}{116,8 \pm 9,55}$
Муксун	3+ – 4+	$\frac{0,9 - 1,6}{1,3 \pm 0,03}$	$\frac{44,4 - 51,2}{48,1 \pm 0,27}$	$\frac{1,0 - 3,6}{2,2 \pm 0,11}$	$\frac{1,1 - 6,0}{3,8 \pm 0,23}$	$\frac{55 - 134}{90,5 \pm 4,10}$
Сиг	3+	$\frac{0,8 - 1,3}{1,0 \pm 0,02}$	$\frac{41,9 - 48,7}{45,1 \pm 0,26}$	$\frac{0,5 - 2,9}{1,4 \pm 0,10}$	$\frac{1,1 - 7,4}{5,3 \pm 0,24}$	$\frac{15 - 130}{57,4 \pm 3,62}$

Примечание: Над чертой – колебания, под чертой – среднее значение

Просмотр самок начинают при понижении температуры воды до нерестовой: сиг – 8–9 °С, муксун – 5–6, чир – 3–4, пелядь – 2–3 °С. С появлением первых созревших самок просмотр производителей осуществляют 3 раза в неделю. При просмотре самцов сцеживают первую порцию спермы, так как она обычно низкого качества.

В процессе просмотра текучих самок отсаживают в отдельные небольшие садки и после окончания просмотра начинают сбор икры. Осеменение икры осуществляется «сухим» способом. Для сохранения генетического разнообразия при осеменении икры каждой самки используется сперма от 5–10 самцов. Самцы в нерестовой кампании используются многократно с интервалом 3–5 дней.

После сцеживания икры самок на 2–3 дня помещают для выдерживания в садки (размеры садков приведены выше), а затем пересаживают в садки большего размера, где уже находятся особи, несозревшие в данный сезон. Сильно травмированных самок выбраковывают. Самцов пересаживают в выростные садки только после окончания всей нерестовой кампании.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОРМЛЕНИЯ СИГОВЫХ РЫБ В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Кормление рыб в индустриальной аквакультуре является «ключевым» моментом, определяющим рыбоводную и экономическую эффективность выращивания. Качество кормов, их биологическая полноценность и сбалансированность, режим кормления приобретают особую значимость при выращивании производителей рыб в индустриальной аквакультуре, где единственным источником питания рыб являются искусственные корма. Многолетние исследования лаборатории аквакультуры и воспроизводства ценных видов рыб ФГБНУ «ГосНИОРХ» в области индустриального сиговодства позволили сформулировать основные методические принципы кормления разновозрастных групп сигов, несоблюдение которых негативно отражается на формировании половых продуктов и, соответственно, на качестве и жизнестойкости получаемого потомства (Князева, Костюничев, 1991; Костюничев и др., 2001; Шумилина, 2005, 2008).

2.1. Корма для сиговых рыб

Кормление осуществляют экструдированными комбикормами, предназначенными для сиговых рыб. Состав и калорийность искусственных кормов должны полностью удовлетворять потребностям сигов на разных этапах онтогенеза.

На личиночном этапе выращивания используются специализированные корма с высоким содержанием белка (до 57–60%) и низким содержанием жира (до 12–14%). Для кормления личинок сиговых рыб в ГосНИОРХе разработана специальная рецептура экструдированного стартового корма ЛС-81. Он применяется для подращивания личинок с момента выклева до массы 250–300 мг без использования естественной пищи. Для кормления личинок можно также использовать импортные экструдированные корма «Био-Оптимал Старт» фирмы «БиоМар» и «Нутра ХП» фирмы «Скреттинг».

По мере роста молоди и увеличения энергетических потребностей рецептура кормов меняется: сокращается содержание белка и увеличивается содержание жира. В кормах для сеголеток содержание белка составляет 45–48%, жира – 20–24%. В кормах для молоди обязательно должны присутствовать каротиноиды, так как они оказывают положительный эффект на рост и физиологическое состояние рыб, а также необходимы для нормального формирования воспроизводительной системы сигов.

Для кормления сеголеток и ремонтных групп сигов используют экструдированные корма рецептуры МС, ТСФ ГосНИОРХ, фирмы «БиоМар» – «Био-Оптимал С74» или сиговые корма финской фирмы «Рейху-Райсио» с пониженным содержанием жира – «Ройял» (Емо-Silver).

Для кормления производителей рекомендуется использовать корма Ройял 5,0 (80) (код 7810) и Ройял 7,0 (80) (код 7811) фирмы «Рейху-Райсио», содержащие астаксантин в количестве 80 мг/кг корма. Ориентировочно корм для производителей сигов должен содержать не менее 44% протеина, 22% общего жира и 21% БЭВ при

калорийности около 4000 ккал/кг. С июля по август рекомендуется использовать корма с повышенным содержанием витаминов – Ройял 7,0 (80) (код 7922). Опыты по выращиванию производителей сигов на кормах разного состава выявили достаточно высокую зависимость между содержанием биологически активных веществ в печени и икре самок сигов и их концентрацией в кормах. Увеличение уровня витаминов А, Е, С и каротиноидов в кормах существенно улучшает физиологический статус рыб, ускоряет созревание производителей, положительно влияет на их репродуктивные качества, повышает выживаемость и рост эмбрионов (Шумилина, 2005).

Если корма указанных выше марок отсутствуют, то рекомендуется за два месяца до преднерестового периода (июль) проводить дополнительное обогащение имеющихся кормов витаминами С, А, Е и каротиноидами. Это также повышает устойчивость самих производителей во время проведения нерестовой кампании. В качестве источника каротиноидов следует использовать синтетический препарат «Керофилл Пинк», содержащий 10% астаксантина. Препарат достаточно хорошо растворяется в теплой воде, поэтому его можно вводить в корма вместе с витамином С. Витамины А и Е вводят в корма дополнительно в виде масляного раствора. Каротиноиды и витамины вводят из расчета, чтобы их содержание в кормах повысилось до уровня: каротиноиды – не менее 60 мг/кг корма, А – 10 тыс. мЕ/кг корма, С и Е – не менее 400 мг/кг корма.

Питательная ценность и состав искусственных кормов для производителей сиговых могут варьировать в зависимости от вида, возраста и температурных условий выращивания, что необходимо учитывать при организации кормления и подборе рецептур корма. Установлено, что потребность в питательных и биологически активных веществах у производителей старших возрастов выше, так как с возрастом их плодовитость возрастает более чем в 3 раза. Кормление производителей всех возрастов кормом одинакового

состава и калорийности приводит к снижению уровня запасных веществ в икре у самок старших возрастных групп (табл. 13).

При выборе рецептур корма весной следует учитывать видовые особенности сигов. Так, весной производители пеляди, у которых физиологические процессы в организме во время зимовки поддерживаются, в основном, за счет внутренних резервов, более ослаблены (высокая влажность мышц, низкое содержание жира и витаминов), нежели озерный сиг, муксун и чир, и нуждаются в более питательных кормах (табл. 14).

При подборе рецептур продукционных кормов для маточных стад сигов необходимо учитывать температурный режим водного объекта, в акватории которого установлены садки. Если летние температуры воды соответствуют оптимуму для сигов (не выше 18 °С), можно использовать и менее калорийные корма, так как их использование в течение нагульного периода полностью обеспечивает потребности производителей в питательных веществах. Если в водоеме летом в течение длительного периода температура воды превышает 18–20 °С, когда сигов не кормят, то до повышения температуры воды в течение 2–3 недель следует использовать более питательные корма, дополнительно обогащая их витаминами Е и С (в качестве антидепрессанта, повышающего устойчивость рыб к неблагоприятным условиям).

Корма для сигов должны быть доброкачественными. Рекомендуемый срок хранения экструдированных кормов – 6–8 месяцев. Однако лучше использовать корма со сроком хранения не более 4–5 месяцев, так как по мере хранения в них снижается содержание витаминов, окисляются жиры и накапливаются микотоксины. Это отрицательно сказывается на росте и выживаемости рыб. Если подвоз свежих партий корма на хозяйство по каким-либо причинам невозможен, необходимо в имеющиеся корма со сроком хранения более 5 месяцев вводить витамин С. Использование кормов с истекшим сроком хранения недопустимо.

Таблица 13. Физиолого-биохимические показатели разновозрастных самок пеляди, выращенных на искусственных кормах

Показатель	Возраст			
	1+	2+	3+	4+
Масса тела, г	232±19	449±39	638±48	1163±16
Индекс полостного жира, %	0,5±0,2	0,4±0,2	0,1	0,01
Коэффициент зрелости, %	25,0±1,3	23,3±1,3	22,9±0,7	42,1±3,1
Рабочая плодовитость, тыс. шт.	20,5±2,2	24,9±1,2	41,9±3,5	74,0±8,2
Количество икринок в 1 г, шт.	342±13	322±9	280±8	269±7
Содержание в икре: жир, %	6,7±0,5	10,2±0,8	9,8±1,0	6,3±0,1
белок, %	19,0±0,4	20,7±0,6	19,9±0,3	19,2±0,7
витамин С, мг%	15,3±1,2	22,8±1,3	21,3±0,6	12,8±1,1
витамин А, мг%	0	0	0,1	0,2
витамин Е, мг%	40,6±3,9	46,2±4,4	52,8±2,8	39,6±4,8
каротиноиды, мкг/г	2,5±0,6	3,8±0,5	3,6±0,2	4,0±0,5

2.2. Режим кормления

Режим кормления сигов в индустриальных условиях (способ кормления, размер гранул и частота раздачи корма) зависит от размерно-весовых показателей и возраста рыб.

Для личинок и молоди используют крупку, при отсутствии мелкой фракции крупку готовят путем дробления крупных гранул и просеивания через соответствующие почвенные сита. Импортные корма поставляются в виде готовых фракций разного размера:

Масса молоди, г	Номер фракции, мм
0,003 – 0,01	до 0,2
0,01 – 0,03	0,2
0,04 – 0,1	0,3
0,1 – 1,0	0,5
1,0 – 3,0	0,8
3,0 – 5,0	1,0
5,0 – 7,0	1,2
7,0 – 10,0	1,5
10 – 20	1,7
20 – 30	2,0

Кормление личинок следует начинать через 1–2 часа после рассадки в бассейны. Периодичность кормления – через каждые 0,5 часа в светлое время суток, при этом суточную норму корма делят на кратность кормления. Корм вручную разбрасывается по поверхности воды. Активность питания и поисковый пищевой рефлекс в начале кормления низкий. Личинки захватывают частицы корма, находящиеся только в непосредственной близости, поэтому кормление осуществляют с избытком. По мере роста активность питания возрастает, личинки начинают плавать сформированной стаей. Максимальная утилизация корма происходит по достижении ими массы 50–60 мг. В этот период у сигов окончательно

формируется пищеварительная система, начинает активно функционировать желудок. Интервал между кормлениями молоди можно постепенно увеличивать до 1–2 часов. При ручной раздаче корма с интервалом 1 час в светлое время суток коэффициент оплаты корма может достигать 1,5–2,0.

При массе тела личинок 30–50 мг увеличивается размер крупки выдаваемого корма, что позволяет использовать кормораздатчики. Автоматизированный способ раздачи корма предпочтительнее, так как позволяет выращивать более крупных сеголеток. Для кормления применяются кормораздатчики, установленные на каждом бассейне и подключаемые к блоку управления, который программирует время выдачи корма и интервал между кормлениями. В самом начале подращивания личинок при низкой температуре воды (8–13 °С) интервал между порциями выдаваемого корма должен составлять 4–5 мин. С повышением температуры до 14–16 °С и массе молоди 50–100 мг интервалы между кормлениями увеличивают до 5–6 мин. При таком режиме автоматической раздачи непроизводительные затраты корма сокращаются до минимума.

Суммарный коэффициент оплаты корма при выращивании ранней молоди сигов с рекомендуемым режимом автоматической выдачи корма составляет не более 1. Высокая эффективность автоматического кормления достигается за счет увеличения частоты кормления и уменьшения разовых порций корма.

Для кормления молоди в садках рекомендуется также использовать автоматические кормораздатчики, которые подключаются к блоку управления. На каждый садок устанавливают по одному кормораздатчику. С помощью блока управления нормируется выдача корма. При выращивании молоди до массы 3 г интервал между кормлениями – 5–6 мин., для молоди массой более 3 г – 8–10 мин. Суммарный коэффициент оплаты корма при выращивании сеголеток сиговых с рекомендуемым режимом автоматической выдачи корма составляет 0,8–1,0.

Кормление ремонтных групп и производителей сигов в садках осуществляется с помощью автоматических кормораздатчиков, частота раздачи корма в период нагула – 10–15 раз в час для ремонта, 10 раз/час – для производителей. При ручной раздаче корма рыб старших возрастов в весенне-летний период кормят 3–4 раза в сутки.

Диаметр гранул корма должен соответствовать массе тела рыб:

Масса тела рыб, кг	Диаметр гранул, мм
0,3 – 0,4	3,5 – 4,5
0,4 – 0,7	4,5 – 5,0
0,7 – 1,0	5,0 – 6,0
1,0 – 1,5	7,0

Осенью, перед зимовкой, ремонтных сигов кормят 2 раза в день. Кормление ремонтных групп зимой проводится 1 раз в день из расчета 0,2% от массы в сутки.

Нагульный период производителей заканчивается в конце сентября (при температуре воды 9–13 °С). За 30–40 дней до нереста кормление производителей прекращают, так как кормление до самого нереста искусственно увеличивает период нагула и приводит к снижению качества продуцируемых половых продуктов (Шумилина, 2005; Якубец, 2008). Данные, представленные в табл. 15, 16, свидетельствуют о связи показателей качества половых продуктов производителей пеляди с липидным обменом самок и самцов, интенсивность и направленность которого в организме сигов зависит от режима кормления в преднерестовый период.

Через 2–3 дня после нереста производителей сигов начинают кормить в соответствии с массой рыб и температурой воды. Это позволяет сократить количество рыб, пропускающих нерест в следующей нерестовой кампании. Зимой производителей в садках кормят 1–2 раза в неделю.

Таблица 15. Показатели липидного обмена пеляди (2+) при разных режимах кормления в преднерестовый период

Режим кормления	Год	Пол	Масса, г	Индекс полостного жира, %	Содержание жира, %		Выход от икры, %
					в мышцах	в печени	
Садки, с кормлением перед нерестом	1997	♀	399±24,5	0,7±0,3	6,2±0,4	4,0±0,4	55
		♂	409±30,8	1,8±0,4	8,0±0,5	4,9±0,1	
	1998	♀	545±42,2	0,1	7,8±0,5	3,9±0,4	63
		♂	465±27,2	1,3±0,4	8,8±0,6	4,6±0,2	
Озера	1998	♀	433±36,1	0	5,9±0,5	4,3±0,1	72
		♂	327±39,2	0,1	5,5±0,8	4,9±0,6	
Садки, без кормления перед нерестом	1999	♀	449±39,3	0,4	7,0±1,0	4,0±0,3	90
		♂	429±16,9	0,7±0,2	6,1±2,0	3,6±0,6	
	2000	♀	464±3,5	0	5,8±1,5	3,5±0,3	83
		♂	446±18,7	0,3	4,5±0,6	4,2±0,4	

**Таблица 16. Характеристика самцов пеляди
при разных режимах кормления в преднерестовый период**

Показатель	Кормление до нереста	Без кормления
Масса, г	375±9,8	372±19,2
Длина (<i>l</i>), см	27,5±0,2	27,0±0,4
Коэффициент упитанности по Фульгону	1,8±0,02	1,9±0,04
Коэффициент зрелости, %	1,3±0,06	1,6±0,12
Индекс печени, %	1,5±0,1	1,3±0,1
Индекс полостного жира, %	0,7±0,1	0,4±0,1
Объем порции эякулята, мл	0,7±0,1	0,7±0,1
Концентрация спермиев, млн./мм ³	3,9±0,2	5,4±0,2
Продолжительность поступательного движения спермиев, с	65,4±4,2	84,5±7,4

2.3. Нормирование корма

При выращивании сигов в индустриальных условиях необходимо строго контролировать суточные нормы кормления.

На начальных этапах для приучения личинок к искусственным кормам используется принцип избыточного кормления. Нормы кормления составляют 15–25% от биомассы личинок, кормовой коэффициент может быть на уровне 3–4. По мере роста молоди нормы кормления (в % от массы тела) сокращаются. У молоди массы 0,1–0,5 г кормовой коэффициент снижается до 0,6–0,8, у сеголеток увеличивается до 0,8–0,9.

Суточные нормы кормления личинок и молоди, характеризующихся высоким темпом роста, рассчитываются по ожидаемому приросту при соответствующей температуре и коэффициенте оплаты корма по формуле:

$$C_{\text{корм}} = n \cdot K_{\text{оп}} \cdot P, \quad (1)$$

где $C_{\text{корм}}$ – суточная норма корма, г; n – количество выращиваемой молоди, шт.; $K_{\text{оп}}$ – коэффициент оплаты корма; P – прирост молоди за сутки, г.

Ожидаемый прирост молоди за сутки (P , г) находят по формуле:

$$P = \frac{W_{\text{сп}} \cdot P(\%)}{100}, \quad (2)$$

где $W_{\text{сп}}$ – средняя масса молоди, г; $P(\%)$ – прирост молоди за сутки, % (табл. 17).

Расчет суточных норм кормления ремонтного и производителей проводят по формуле:

$$C_{\text{корм}} = \frac{W_{\text{сп}} \cdot n \cdot C(\%)}{100}, \quad (3)$$

где $C_{\text{корм}}$ – суточная норма корма, кг; $W_{\text{сп}}$ – средняя масса сигов, кг; n – количество выращиваемой рыбы, шт.; $C(\%)$ – суточная норма кормления, в % (табл. 18).

При использовании импортных кормов суточная норма корма назначается в соответствии с температурой воды и средней массой рыб по кормовым таблицам, прилагаемым фирмами-изготовителями.

Нормы постоянно корректируются по результатам регулярных контрольных взвешиваний.

Суммарный кормовой коэффициент при выращивании ремонтных групп сигов в весенне-летний период равен для двухлеток 0,9–1,0, трехлеток – 1,3.

Зимой норма кормления ремонтных групп составляет 0,2% от массы в сутки, кормовой коэффициент при кормлении годовиков – 1,2–1,5, двухгодовиков – 1,4–1,6.

Таблица 17. Суточные нормы кормления молоди сига, % от массы тела

Температура воды, °С	Средняя масса молоди, г							
	0,003–0,05	0,05–0,2	0,2–1	1–3	3–5	5–10	10–15	15–20
8 – 11	10	8	6	4	3	2	1,5	1
12 – 15	12	10	8	6	4	3	2,5	1,5
16 – 17	13	11	9	7	5	4	3	2
18 – 20	14	12	10	8	6	5	4	3

Таблица 18. Суточные нормы кормления ремонтно-маточного стада сиговых в зависимости от температуры воды и массы тела (%)

Температура воды, °С	Масса, г						
	20	50	100	200	500	1000	2000 и более
2	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1
3	0,7	0,5	0,4	0,4	0,3	0,2	0,1
4	0,8	0,6	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
5	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3
6	1,2	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
7	1,5	1,2	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5
8	1,7	1,4	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6
9	1,8	1,5	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7
10	2,0	1,7	1,4	1,2	1,0	0,9	0,8
11	2,2	1,8	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9
12	2,4	2,0	1,6	1,4	1,2	1,1	0,9
13	2,5	2,1	1,7	1,5	1,3	1,2	1,0
14	2,7	2,2	1,8	1,6	1,4	1,2	1,1
15	2,8	2,3	1,9	1,7	1,5	1,1	1,0
16	3,0	2,4	2,0	1,8	1,5	1,1	0,9
17	2,5	2,1	1,7	1,5	1,2	1,0	0,8
18	2,2	1,8	1,3	1,2	1,0	0,8	0,6

Кормление производителей сиговых рыб в индустриальных условиях осуществляют с дефицитом. Интенсивное кормление производителей в нагульный период, нацеленное на получение максимального прироста, приводит к задержке полового созревания. Так, при оптимальных нормах кормления массовое созревание производителей пеляди в садках отмечается в возрасте 2+, а при избыточном кормлении в этом возрасте созревает только 50% самок и около 70% самцов. Среди повторно нерестующих рыб возрастает количество особей, пропускающих нерест. Избыточное кормление не только сопровождается интенсивным ростом, но и вызывает ожирение производителей, особенно самцов, что негативно сказывается на качестве спермы (табл. 19).

Таблица 19. Физиолого-биохимические и репродуктивные показатели самцов пеляди (2+)

Показатели	Норма	Ожирение
Масса тела, г	551±20,6	669±103,1
Длина (<i>l</i>), см	33,4±0,49	35,1±1,35
Коэффициент упитанности по Фультону	1,48±0,034	1,58±0,055
Индекс печени, %	1,56±0,084	1,62±0,166
Индекс полостного жира, %	0,15±0,027	0,87±0,154
Коэффициент зрелости, %	1,48±0,142	1,29±0,119
Жирность, % от сырого вещества:		
мышцы	5,1±0,36	7,7±0,79
печень	3,8±0,23	6,3±0,70
семенники	4,1±0,43	8,8±1,33
<u>Качество спермы:</u>		
Объем порции эякулята, мл	1,5±0,12	0,9±0,17
Продолжительность поступательного движения спермиев, с	94±6,6	39±13,0
Концентрация спермиев, млн./мм ³	6,0±0,58	3,3±0,26

Спермии самцов, характеризовавшихся наибольшими показателями липидного обмена, совершали только колебательные движения (Шумилина, Якубец, 2007).

Коэффициент оплаты корма у производителей сигов значительно выше" по сравнению с ремонтными группами (2,5–3,5) за счет высокой потребности в питательных веществах и энергии, необходимой для формирования половых продуктов.

Зимой производителей в садках кормят 1–2 раза в неделю, суточная норма кормления – 0,05–0,2% от массы тела.

Представленные материалы свидетельствуют о том, что от грамотной организации процесса кормления зависят физиологическое состояние производителей сигов и качество их половых продуктов, а, следовательно, и качество получаемого от них потомства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Буланов Д.П. Методические указания по заводскому воспроизводству кубенской нельмы. Л., изд. ГосНИОРХ, 1979: 19 с.

Горбунова З.А., Дмитренко Ю.С., Носатова Г.М., Стерлигов А.В. Инструкция по формированию и эксплуатации маточных стад сиговых рыб в озерах Европейского Севера. Петрозаводск, 1977: 16 с.

Князева Л.М., Костюничев В.В. Методические рекомендации по биотехнике выращивания рыбопосадочного материала сиговых. Л., изд. ГосНИОРХ, 1991: 30 с.

Костюничев В.В., Князева Л.М., Шумилина А.К. Методические рекомендации по выращиванию и формированию ремонтно-маточных стад сиговых рыб (пелядь, чир, муксун) в промышленных условиях на искусственных кормах. СПб., изд. ГосНИОРХ, 2001: 27 с.

Кугаевская Л.В. Инструкция по сбору и инкубации икры чира в условиях Сибири. Тобольск, 1968: 34 с.

Кугаевская Л.В. Биологические аспекты совершенствования технологии промышленного сбора и инкубации икры сиговых рыб. - Сб. науч. трудов ГосНИОРХ, 1985, вып. 233: 85-97.

Малашкин Н.Н. Методические указания по созданию маточных стад и сбору икры пеляди в озерных рыбных хозяйствах. Л., изд. ГосНИОРХ, 1978: 16 с.

Понеделко Б.И., Крупкин В.З. Методическое пособие по выращиванию исходных маточных стад муксуна. Л., изд. ГосНИОРХ, 1975: 11 с.

Черняев Ж.А., Коваленко В.И., Кружалина Е.И. и др. Методические указания по сбору и хранению икры сиговых рыб на временных рыбоводных пунктах, ее транспортировке и инкубации. М., 1987: 82 с.

Шумилина А.К. Физиологическая характеристика производителей пеляди, выращиваемых в промышленных условиях, и их пищевые потребности. - Сб. науч. трудов ГосНИОРХ, 2005, вып. 333: 60-113.

Шумилина А.К., Якубец Т.Г. Влияние жирности на репродуктивные показатели самцов пеляди в промышленных условиях. - Рациональное использование пресноводных экосистем - перспективное направление национального проекта «Развитие АПК». М., изд. Россельхозакадемии, 2007: 319-333.

Шумилина А.К. Основные элементы биотехники кормления производителей сигов в промышленной аквакультуре. - Пресноводная аквакультура: состояние, тенденции и перспективы развития. Тюмень, Госрыбцентр, 2008: 118-121.

Якубец Т.Г. Показатели качества спермы самцов сиговых рыб, выращенных в промышленных условиях. - Состояние, охрана, воспроизводство и устойчивое использование биологических ресурсов внутренних водоемов. Волгоград, 2007: 295-298.

Якубец Т.Г. Качество самцов пеляди, выращиваемых в садках на искусственных кормах. - Пресноводная аквакультура: состояние, тенденции и перспективы развития. Тюмень, Госрыбцентр, 2008: 124-127.

Яндовская И.И., Гальнбек А.И. Методические указания по сбору и инкубации икры сиговых. Л., изд. ГосНИОРХ, 1959: 29 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО БИОТЕХНИКЕ ФОРМИРОВАНИЯ РЕМОНТНО-МАТОЧНОГО СТАДА ВОЛХОВСКОГО СИГА В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ *

В.В. Костюничев, А.К. Шумилина, В.А. Богданова, Т.Г. Якубец

ВВЕДЕНИЕ

Волховский сиг – наиболее ценный вид сиговых Ладожского озера, отличается самым высоким темпом роста и хорошими пищевыми качествами. До возведения в 1925 г. плотины Волховской ГЭС этот проходной сиг был широко распространен в южной части Ладожского озера, вблизи устьев рек Волхов и Свирь, и являлся одним из основных промысловых видов. После зарегулирования р. Волхов путь к нерестилищам сига оказался отрезанным, естественное воспроизводство стало невозможным. С этого времени поддержание популяции ценного сига осуществляется за счет искусственного воспроизводства, осуществляемого Волховским рыбободным заводом. Несмотря на это, запасы волховского сига находятся на катастрофически низком уровне. Уже к середине прошлого века этот сиг потерял промысловое значение, а в 1964 г. был занесен в Красную книгу РФ. В последние годы численность волховского сига еще более сократилась, и остро встает вопрос заготовки производителей для искусственного воспроизводства.

В ГосНИОРХе ранее была разработана биотехника выращивания и формирования ремонтно-маточных стад сиговых рыб (пелядь, чир, муксун) в промышленных условиях на искусственных кормах. Данная технология позволяет решить проблему получения

* Разработаны в 2009 г. в рамках Государственного Контракта от 29 июля 2009 г. № 59-95/2009 по теме: «Разработка биотехники формирования промышленного ремонтно-маточного стада волховского сига для целей воспроизводства и сохранения генофонда» (Фонды ФГБНУ «ГосНИОРХ»)

необходимого количества икры сиговых как для воспроизводства, так и для товарного рыбоводства.

В настоящее время ГосНИОРХом сформировано опытное ремонтно-маточное стадо волховского сига, которое успешно эксплуатируется в индустриальных условиях. Создание производственных маточных стад волховского сига по предлагаемой технологии позволит гарантированно получать необходимое количество качественной рыбоводной икры для целей воспроизводства и снизить нагрузку на природную популяцию. Это, в свою очередь, позволит не только сохранить ценного ладожского сига, но и поднять его численность, вывести из списка видов, внесенных в Красную книгу.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ВОЛХОВСКОГО СИГА КАК ОБЪЕКТА ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА

Волховский сиг (*Coregonus lavaretus baeri* Kessler) относится к группе проходных малотычинковых сигов бассейна Балтийского моря и характеризуется вальковатым, прогонистым и утолщенным телом. От обыкновенного ладожского сига эту форму отличает более длинный хвостовой стебель, короткая голова с высокой рыльной площадкой и горбатым рылом (рис. 1).

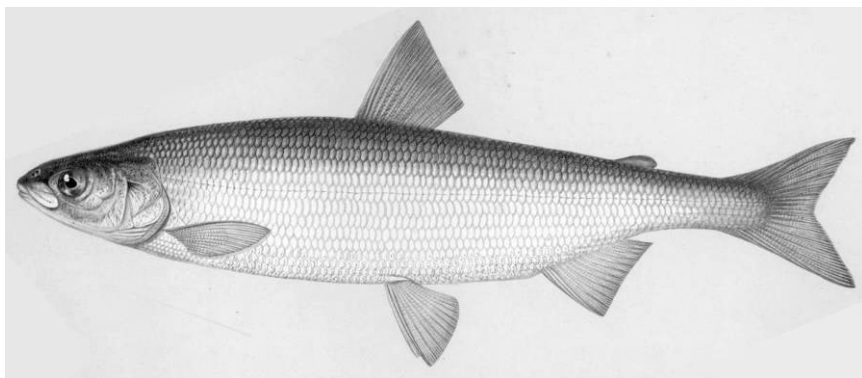


Рис. 1. Волховский сиг

По своим биологическим особенностям волховский сиг представляет собой озерно-речную форму. Основной ареал его обитания приурочен к южной сравнительно мелководной части Ладожского озера. До строительства плотины Волховской ГЭС естественные нерестилища сига располагались преимущественно на реке Мсте, куда волховский сиг поднимался по р. Волхов. Небольшое стадо на нерест заходило в р. Сясь, часть производителей, как предполагается, могла нереститься в Волховской губе, а также в устье р. Волхов.

Нерестовые миграции волховского сига, ввиду удаленности основных нерестилищ, достаточно продолжительны – около 7–8 месяцев. Ход в р. Волхов начинался ранней весной и продолжался все лето до начала осени, массовое появление сига у Волховских порогов наблюдалось в конце августа – начале сентября. Нерестился сиг в конце октября – начале ноября. После икрометания некоторые рыбы сразу скатывались в Ладогу, другие задерживались в Мсте, Ильмене и Волхове до следующего года. С течением р. Волхов в Ладожское озеро скатывалась и молодь сига, которая, по данным И.Ф. Правдина, попадая в акваторию озера, двигалась в направлении против западной ветви основного кругового течения Ладоги, скапливаясь ближе к западному побережью.

Из всех форм сигов, обитающих в Ладожском озере, волховский сиг является самым крупным. Средняя масса его составляет около 1 кг, хотя встречаются особи до 4,5 кг.

Половое созревание волховского сига происходит на четвертом–пятом году жизни. В 60-х гг. прошлого века нерестовое стадо состояло из 6 возрастных групп (от 3+ до 8+). Преобладающей группой – более 70% – были пятилетние особи (4+). Плодовитость самок в возрасте 4+ и 5+ составляла от 27 до 36 тыс. икринок. По данным исследований 90-х гг. прошлого столетия, возраст производителей был равен 6–7 лет у самок и 4–6 лет у самцов.

Отличительными особенностями волховского сига являются высокая экологическая пластичность, большая плодовитость и

высокий темп роста, превосходящий более чем в два раза рост сига-лудогы. Как проходная форма волховский сиг отличается высокой жирностью и отсюда – великолепными вкусовыми качествами.

Исследования, проведенные ГосНИОРХ в 1990 г., показали, что численность волховского сига в Ладожском озере составляет около 50 тыс. экз. Она поддерживается за счет рыбоводных мероприятий, проводимых Волховским рыбозаводом, где молодь выращивается индустриальным методом на искусственных кормах. Завод выпускает по плану около 2,1 млн. шт. молоди, из них 1,5 млн. шт. личинок в возрасте 10–15 суток, 0,5 млн. шт. ранней молоди массой 50–250 мг, 0,075 млн. шт. молоди массой 1–5 г, 0,05 млн. шт. сеголеток массой 10 г. Однако такого объема выпуска молоди с низкой массой недостаточно для восстановления популяции волховского сига. По расчетам ГосНИОРХ, для восстановления запасов волховского сига и повышения его уловов до уровня 1922 г., т.е. 300 т. в год, необходимо ежегодно выращивать и выпускать в бассейн Ладожского озера не менее 3 млн. сеголеток массой 18–20 г.

В садках на искусственных кормах волховский сиг растет быстрее, чем в природе. Трехлетки достигают массы 640–700 г. Оптимальной для роста ранней молоди и сеголеток является температура воды 18 °С, более старших возрастов – 12–16 °С. Сиг уже в первом поколении хорошо адаптируется к искусственным условиям содержания и эффективно использует искусственные корма. Это позволяет рассматривать его не только как вид, требующий активных мер по искусственному воспроизводству, но и как перспективный объект товарной аквакультуры.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ ВОЛХОВСКОГО СИГА В САДКАХ

Выращивание ремонтных групп и производителей сига в садках проводится в условиях открытых водоемов: озер, рек, водохранилищ и т.д. При установке садков необходимо соблюдать ряд условий. Гидрохимический и температурный режимы водного объекта должны соответствовать оптимальным параметрам, принятым для сиговых рыб (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика условий выращивания сига в садках

Показатель	Значения	
	рекомендуемые	допустимые
Температура воды (летняя), °С	12 – 16	20
Кислород, мг/л	8 – 11	6 – 7
Углекислота свободная, мг/л	до 15	20
Перманганатная окисляемость, мг О/л	до 10	30
Бихроматная окисляемость, мг О/л	0 – 30	до 40
БПК ₅ , мг О ₂ /л	0 – 2	до 3
Водородный показатель, ед. рН	7,0 – 8,0	6,0 – 8,5
N–NH ₄ ⁺ , мг N/л	до 0,39	0,5
N–NH ₂ ⁻ , мг N/л	до 0,005	0,01 – 0,02
Фосфаты, мг P/л	до 0,2	0,2

В водотоках глубина на месте расположения садков должна быть не менее 4 м, а глубина погружения сетного вкладыша – 2,5–3 м. Допустимая скорость течения – 0,1–0,2 м/с. В озерах для установки садков выбираются участки с глубиной не менее 7 м. Глубина погружения сетного вкладыша – 5 м.

При выборе места для установки садков на водоеме следует учитывать высоту волны и силу ветра. Высота волны не должна превышать 0,5 м. Форма садков определяется скоростью течения. При слабом течении или его отсутствии предпочтительнее округлая форма

садков, при сильном – соотношение длины и ширины садка должно составлять 2 : 1 или даже 4 : 1.

Водоемы, в которые сбрасываются сточные воды, непригодны для выращивания сигов.

3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА РАБОТ ПО ФОРМИРОВАНИЮ РЕМОНТНО-МАТОЧНОГО СТАДА ВОЛХОВСКОГО СИГА В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Общая технологическая схема работ по формированию ремонтно-маточного стада волховского сига в индустриальных условиях предусматривает проведение следующих рыбоводных процессов (рис. 2):

1. Создание первичного маточного стада.
2. Инкубация икры волховского сига.
3. Выращивание личинок, ранней молоди и сеголеток сига в бассейнах и садках на искусственных кормах по разработанной в ГосНИОРХ биотехнике получения посадочного материала в индустриальных условиях.
4. Зимнее выращивание годовиков в садках или бассейнах
5. Формирование ремонтного стада (1+ – 3+).
6. Формирование маточного стада (3+ – 6+).
7. Содержание и кормление ремонтно-маточного стада в индустриальных условиях по нормативам, разработанным в ГосНИОРХ. Для кормления используются экструдированные корма рецептуры ГосНИОРХ или импортные корма фирм «БиоМар» и «Рейху-Райсио».
8. Эксплуатация маточного стада, созданного по индустриальной технологии.

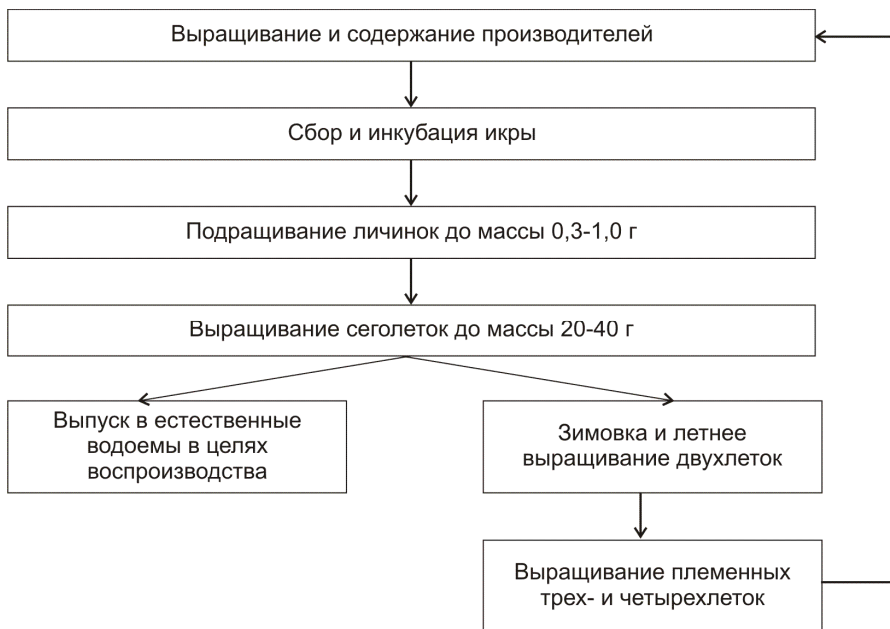


Рис. 2. Схема проведения работ по формированию ремонтно-маточного стада волховского сига в промышленных условиях (в бассейнах и садках на искусственных кормах)

4. ФОРМИРОВАНИЕ РЕМОНТНОГО СТАДА

Для создания первичного ремонтно-маточного стада используется икра от производителей волховского сига, отловленных в Ладожском озере в период нерестовой миграции в устье р. Волхов. Отловленных производителей перевозят в живорыбных емкостях на Волховский рыболовный завод, где происходит их созревание и осуществляется заготовка рыболовной икры.

Выращивание сеголеток для стада проводят по обычной схеме с отборами различной напряженности. Пересадка молоди в садки для формирования ремонтного стада осуществляется либо на мальковом этапе развития при массе 0,5 г, либо в начале сентября при массе сеголеток 10 г.

В дальнейшем, когда на предприятии будет сформировано собственное маточное стадо, следует в каждое второе–третье поколение проводить интродукцию молоди, являющейся потомством производителей естественного происхождения. Это является необходимым условием для сохранения генетического разнообразия внутри заводского маточного стада сига. С этой целью проводят заготовку производителей в р. Волхов в количестве не менее 10% от общей потребности в рыбоводной икре. Икру, полученную от производителей из естественных водоемов, инкубируют в отдельных аппаратах. Посадочный материал от этих производителей – личинок, молодь и годовиков – также выращивают в отдельных бассейнах и садках, не смешивая с потомством от заводских производителей. После проведения массового и корректирующего отбора молодь, отобранную на племя, пересаживают в садки для ремонта, а оставшихся рыб – в бассейны или садки, в которых проводится массовое выращивание посадочного материала для выпуска в естественные водоемы.

4.1 Получение икры

Выдерживание производителей волховского сига до созревания проводят в бассейнах или садках, продолжительность выдерживания – до 30–40 дней. Самцов и самок содержат отдельно. Размеры садков: площадь – 20–25 м², глубина погружения – 3–4 м. Площадь бассейнов – не менее 4 м², глубина слоя воды – 0,5–1 м. Плотность посадки: в садки – до 10 кг/м³, в бассейны – до 30 кг/м³.

Бассейны с производителями рекомендуется затенять. По мере выдерживания рыбы проводится отбраковка сильно травмированных рыб.

При снижении температуры воды до нерестовой (~10 °С) начинают просмотр самок не менее 3 раз в неделю. Созревших особей отсаживают в отдельные садки или бассейны и проводят отбор половых продуктов.

Отбор производителей. Икру и сперму (молоки) следует брать только от производителей с текучими половыми продуктами. При использовании производителей индустриального маточного стада икру для целей воспроизводства получают от первично созревающих и повторно нерестующих рыб. Первично созревающие самки в возрасте 3+ имеют массу тела 0,9–1,2 кг, в возрасте 4+ – 1,2–1,5 кг. Самцы созревают в возрасте 2+ при массе тела 0,5–0,7 кг, в возрасте 3+ – при массе 0,8–1,0 кг. Производители используются в течение трех нерестовых сезонов.

Нерестовый сезон длится с 20 октября до 20 ноября, массовый нерест приходится на 5–10 ноября. Диапазон нерестовых температур – от 7–8,5 до 2,7 °С, обычно около 5–6 °С. Основные эколого-биологические показатели производителей сига представлены в табл. 2, 3.

На качество икры отрицательное влияние оказывают как чрезмерная упитанность, интенсивное жиронакопление у производителей, так и истощение рыб. Признаками хорошего качества самок по половым продуктам является сочетание у них высокого коэффициента зрелости с крупной икрой. Признаками плохого качества – наличие в икре на стадии дробления более 2–4% мертвых яиц, а также набухших яиц с редукцией протоплазматического диска.

Сбор икры. Ниже приводятся правила сбора икры, тщательное выполнение которых значительно повышает эффективность работ.

1. Температура воздуха и воды в цехе должна быть такой же, как в водоеме в нерестовый период. Повышение температуры воды и воздуха по сравнению с естественной нерестовой снижает время активного состояния спермы и, следовательно, ее оплодотворяющую способность.

2. Вода, используемая при осеменении и набухании икры, должна быть безвредной для икры при проведении всех рыбоводных процессов, свободной от различных взвесей, не иметь посторонних запахов, привкусов и окраски. Это должна быть вода из водоема, где происходит нерест рыбы, или идентичная ей по химическому составу.

Таблица 2. Основные эколого-биологические показатели производителей волховского сига

Пол	Возраст половой зрелости	Сроки нереста	Продолжительность нереста, дни	Нерестовая температура воды, °С	Температура воды в период инкубации, °С	Температура воды при вылуплении эмбрионов, °С
♀	3+ – 4+	20.10 – 20.11	30	2,7 – 8,5	0,2 – 8,5	3 – 6
♂	2+ – 3+					

Таблица 3. Характеристика самок волховского сига в естественных популяциях и в промышленных условиях

Популяция	Масса самок, кг	Возраст половой зрелости, лет	Рабочая плодовитость, тыс. шт.	Икринки		Свободные эмбрионы	
				Средний диаметр, мм	Средняя масса, мг	Средняя длина тела, мм	Средняя масса тела, мг
Ладожское озеро	0,8 – 1,2	5 – 6	23 – 30	3,0	–	11,1 – 12,7	5,0 – 7,0
Промышленные условия	1,2 – 1,5	4 – 5	18 – 33	2,3 – 3,0	7,0 – 8,0	12,0 – 13,7	5,0 – 7,5

Недопустимо присутствие в воде активного хлора, сероводорода, метана, солей железа, ядовитых веществ. Общая минерализация воды должна быть не выше 300 мг/л, активная реакция – в пределах от 6,0 до 8,0 ед. рН.

3. Насыщение воды кислородом должно составлять 7–11 мг/л.

Отцеживание икры. Наиболее удобной посудой для отцеживания и осеменения икры являются пластиковые миски с гладкой внутренней поверхностью и широким дном, так как при низких температурах воздуха икра в них не примерзает к стенкам. Эти миски легче в работе по сравнению с ранее используемыми эмалированными тазами, а также при работе исключается риск обкалывания эмали и механических повреждений икры. Диаметр миски – 30–35 см, высота – 20–25 см. При отцеживании икры рыбу нужно держать у края миски, чтобы икра стекала по ее внутренней стенке. В противном случае возможно повреждение икры при падении. В одну миску отцеживают до 1–1,5 кг икры от одной или нескольких самок.

При взятии икры следует отбраковывать самок, из которых икра идет мутная, комками (недозревшая), а также с икринками неправильной формы (мятые, угловатые и проч.). Необходимо избегать попадания в миску икры, окрашенной кровью, а также фекальных масс. Нельзя брать для осеменения икру от самок, у которых при отцеживании имеется много некачественных икринок светло-серого или белого цвета.

Количество самцов и взятие спермы. После отцеживания икры в отдельную сухую небольшую по объему посуду сцеживают сперму самцов. Количество самцов, необходимое для оплодотворения взятой порции икры, зависит от качества и количества выделяемой спермы. Для сохранения генетического разнообразия при осеменении икры каждой самки используется сперма 5–10 самцов. Число производителей, являющихся родоначальниками ремонтно-маточного стада волховского сига, должно быть не менее 200 особей (100 самок и 100 самцов).

Хорошая сперма отличается умеренно густой консистенцией и белой или чуть желтоватой окраской. Водянистая, с синеватым оттенком сперма не дает хороших результатов при осеменении икры.

Ввиду того, что сперма продуцируется порционно, самцов можно использовать многократно с интервалом 3–5 дней.

Осеменение и оплодотворение икры. Осеменение икры проводят «сухим» способом. Методика получения и оплодотворения икры сиговых разработана ранее (Яндовская, Гальнбек, 1959; Кугаевская, 1968).

В миску с икрой добавляется сперма самцов, собранная отдельно. После этого икра осторожно перемешивается со спермой встречно-круговыми движениями. В овариальной жидкости икры спермии сигов сохраняют поступательный характер движения 2–3 мин. После перемешивания икры со спермой в миску добавляют воду так, чтобы она полностью покрыла икру, и быстро тщательно перемешивают икру. На 1–1,5 кг икры добавляют 0,6–0,8 л воды. Процесс оплодотворения длится до 7–10 мин., в течение которых икру оставляют в покое.

После оплодотворения икру в миске промывают в течение 10–15 мин. от остаточной спермы, овариальной жидкости и слизи. Воду часто меняют. При промывке также удаляются дефектные икринки. Они легче основной массы икры и сливаются с последними порциями воды.

После промывки икры проводят ее **обесклеивание** и **набухание**, что удобно проводить одновременно либо в деревянных ящиках с сетчатым дном, установленных в большой емкости с водой (бассейн, садок при слабом течении), либо в аппарате для механической отмывки оплодотворенной икры, разработанном А.А. Боевым (Центральная лаборатория по воспроизводству рыбных запасов Севзапрыбвода) и хорошо зарекомендовавшим себя при проведении работ с икрой волховского сига на Волховском рыбноводном заводе (Ленинградская обл.). Ящик имеет высоту борта 15–20 см, размеры 50×50 см, дно обито мельничным ситом № 10–11.

Норма загрузки оплодотворенной икры – 5–10 л на 1 ящик в зависимости от температуры воды. Норма загрузки 1 аппарата Боева – до 5 л икры. При наличии проточности икру оставляют в ящиках и аппаратах в покое на весь период набухания и обесклеивания (до 1 суток).

При набухании оболочка икры сига достигает известной прочности через 7–8 часов после осеменения, а масса и объем икры увеличиваются почти в два раза.

После окончания процесса набухания икру промывают в течение 15–20 мин. водным раствором танина из расчета 0,1–1 г танина на 10 л воды в зависимости от клейкости: чем меньше клейкость икры, тем ниже концентрация раствора танина. Использовать раствор для промывки икры следует через 10–15 мин. после его приготовления из расчета 10 л раствора на 5 л икры.

Все операции с икрой сига должны проводиться при температуре воды до 4 °С и воздуха не выше 10 °С.

В инкубационные аппараты оплодотворенная икра помещается через 12–24 часа.

Учет собранной икры. В рыбоводной практике в основном используется объемный способ учета набухшей икры при помощи мерной кружки с перфорированным (с отверстиями для стока воды) дном. Количество полученной икры определяется после процесса набухания перед загрузкой в аппараты Вейса. Соотношение массы и количества икры сиговых представлено в табл. 4.

Таблица 4. Соотношение массы и количества набухшей икры сига

Показатель	Количество
Диаметр икринки, мм	2,3 – 3,0
Масса икринки, мг	7,0 – 8,0
Количество икры в 1 литре, тыс. шт.	50 – 60

На ранних стадиях развития эмбрионов необходимо определить процент оплодотворения икры. Наиболее точно это можно сделать на стадиях развития от четырех blastomeres до средней morula. В это время неоплодотворенную икру легче отличить от оплодотворенной, у последней blastodisk имеет симметричную форму с равновеликими blastomeres. Оплодотворяемость икры сига определяется по контрольным нормально зрелым самкам и обычно составляет 80–90%.

4.2 Инкубация икры

Инкубация икры проводится в закрытых помещениях. Икра закладывается в стандартные аппараты Вейса объемом 8 л при температуре воды от 2,7 до 8,5 °С. Насыщение воды кислородом в период инкубации должно составлять 7–11 мг/л – не ниже 60% насыщения, активная реакция воды, благоприятная для инкубации икры, – 6,5–7,5 ед. рН.

В период инкубации необходимо соблюдать разработанные ранее рекомендации (Головков, Кузьмин, 1963; Понеделко, Крупкин, 1975; Головков и др., 1978; Слуцкий, Ефанов, 1980).

Расход воды на один аппарат Вейса устанавливают в зависимости от количества и стадии развития икры и содержания кислорода в воде. На чувствительных стадиях развития и в период «самоотбора» расход воды в аппаратах не должен превышать 2,2–2,4 л/мин., чтобы не подвергать икру значительным механическим воздействиям. На стадии развития подвижного эмбриона расход воды может быть увеличен до 2,6–2,8 л/мин. Максимально допустимый расход воды в аппаратах Вейса при инкубации (3–3,5 л/мин.) обычно применяется только на поздних стадиях развития икры.

Икра закладывается в аппараты Вейса по 5 л, то есть около 300 тыс. икринок. Продолжительность инкубации составляет 160–180 сут. Выход свободных эмбрионов от заложенной на инкубацию икры – 60–70%. Нормы загрузки и основные биотехнологические нормативы инкубации икры сига приведены в табл. 5.

Таблица 5. Биотехнические нормы инкубации икры волховского сига

Показатели	Значения
Количество икринок в одном аппарате, тыс. шт.	300
Температура воды в период инкубации*, °С	0,2 – 0,5
Расход воды в аппарате, л/мин.	2 – 3,5
Содержание растворенного в воде кислорода, мг/л	не менее 7
Водородный показатель, ед. рН	6,5 – 7,5
Продолжительность инкубации, сут.	165 – 180
Выживаемость за инкубацию, %	60 – 70

* Температура воды в зимние месяцы

Массовое вылупление эмбрионов волховского сига происходит при весеннем повышении температуры воды до 3–4,5 °С. Сроки определяются погодными условиями, варьируя с 10 – 25 апреля до 3 – 5 мая. Масса личинок – 6–8 мг.

Температурный режим. Соблюдение оптимального температурного режима в период инкубации является основным требованием, обуславливающим нормальное развитие эмбрионов (табл. 6). Его нарушение сопровождается не только повышенными отходами икры на разных этапах эмбриогенеза и преждевременным абортным вылуплением нежизнеспособных эмбрионов, но и отклонениями в развитии эмбрионов, которые проявляются в виде различных уродств при выдерживании и подращивании личинок.

Таблица 6 . Температурные показатели развития икры сига (°С)

Нерестовые температуры	Оптимальные температуры на стадиях развития		Верхние границы температурной зоны адаптации
	дробления	после появления системы кровообращения	
0,2 – 5,0	0,1 – 3,0	1,5 – 6,0	6,0 – 8,0

Контроль и отбор погибшей икры. В течение всего периода инкубации проводятся отбор и учет мертвой икры, корректировка обмена воды в аппаратах, ежедневное измерение температуры воды и содержания кислорода, наблюдения за развитием икры.

Основные технологические работы по уходу за развивающейся икрой проводят в периоды пониженной чувствительности. В начале развития икра сиговых рыб характеризуется слабой дыхательной активностью и может переносить довольно низкое содержание кислорода в воде. После образования эмбриональной системы кровообращения и далее вплоть до вылупления дыхательная активность эмбрионов значительно возрастает, что даже при кратковременном нарушении проточности может привести к гибели икры в аппарате. В этот период наблюдается повышенная гибель эмбрионов на стадии закладки осевых органов: постепенно белея, они концентрируются в верхней части аппаратов, откуда их удаляют сифонами.

При небольших объемах производства отбор погибшей икры осуществляется вручную посредством сифона в период самоотбора, основанном на разностях относительных плотностей живой и мертвой икры. Процесс самоотбора икры длится примерно 90 суток, его интенсивность одинакова как в начале инкубации на этапе дробления, так и на этапе формирования жаберно-челюстного аппарата.

Профилактические мероприятия. При появлении в аппаратах сапролегнии необходимо обработать икру одним из красителей:

- малахитовый зеленый со степенью разведения 1/200000, длительность обработки 50 мин;
- фиолетовый с концентрацией 5мг/л, длительность обработки 25 мин.

В случае появления комков из пораженной сапролегнией икры можно освободить икринки от гифов гриба механическим способом начиная с этапа окончания гастрюляции, т.е. когда икринки становятся

упругими, относительно прочными и мало восприимчивыми к механическому воздействию и давлению.

Вылупление свободных эмбрионов и выдерживание личинок.

Массовое вылупление эмбрионов сига наблюдается в конце апреля – начале мая при повышении температуры воды до 3–4,5 °С. При оптимальной температуре период вылупления эмбрионов длится от 4–5 до 15 суток.

После вылупления эмбрионы выносятся током воды из аппаратов в уловители – глубокие проточные бассейны. Из уловителей их переносят в тазы, в которых оболочки эмбрионов оседают. Освобожденных от оболочек личинок помещают в бассейны цеха выращивания молоди, где проводится их подращивание.

Нормально развитые эмбрионы сига имеют длину 11–14 мм, массу – 5,0–7,5 мг (табл. 7). Жировая капля занимает третью часть желтка, тело слабо пигментировано.

Таблица 7. Морфометрические показатели свободных эмбрионов волховского сига

Показатель	Волховский рыбозавод	Индустриальные условия
Длина всего тела свободных эмбрионов, мм	11,1 – 12,7	12,0 – 13,7
Масса свободных эмбрионов, мг	5,5 – 7,5	6,0 – 8,0
Высота тела эмбрионов, мм	–	1,0 – 1,2
Длина головы эмбрионов, мм	–	2,1 – 2,4
Диаметр желтка эмбрионов при вылуплении из икры:		
горизонтальный, мм	1,3	1,1 – 2,0
вертикальный, мм	1,0	0,5 – 1,0

4.3 Выращивание молоди для формирования ремонтной группы

Выращивание личинок, ранней молоди и сеголеток волховского сига проводится по разработанной ранее биотехнике

получения посадочного материала сиговых в индустриальных условиях (Князева, Костюничев, 1991).

Подращивание личинок волховского сига проводится в квадратных бассейнах площадью 1–4 м² с центральным водосливом и круговым движением воды. Рабочая емкость бассейнов – 0,3–1,2 м³. Возможно использование прямоточных пластиковых лотков площадью 1,5–3,0 м². Бассейны должны находиться в освещенном помещении. На ночь освещение выключается. На начальных этапах подращивания следует избегать попадания прямых солнечных лучей в бассейны, так как избыточное освещение негативно влияет на выживаемость личинок сига. На вытоке бассейна устанавливают фонарь, представляющий собой каркас, обтянутый фильтром из сита № 11.

Зарыбление личинок волховского сига в бассейны для подращивания следует проводить не позднее двух суток после их вылупления. Личинки начинают брать искусственный корм при температуре воды 7–10 °С на 2-й день, при 5–6° – на 3-й, при 3–4 °С – на 4–5-й день после вылупления. Учет личинок, высаживаемых в бассейны, проводят эталонным способом. Плотность посадки личинок сига в бассейны составляет 35–40 тыс. шт./м³. По мере роста личинок и достижения ими средней массы 40–50 мг в бассейн устанавливают фонарь с мельничным ситом № 7.

В бассейнах должна быть обеспечена постоянная проточность воды с максимальным расходом ее на один бассейн 0,7 л/с. Уровень воды в бассейне увеличивают с 0,25 м при посадке личинок до 0,3 м для мальков. Обмен воды при подращивании ранних личинок не превышает 1 раза в час, в конце выращивания – 3–4 раза в час.

При выращивании молоди волховского сига необходимо осуществлять постоянный контроль за температурой воды, расходом воды в бассейнах, концентрацией кислорода и другими гидрохимическими показателями. Оптимальными условиями являются: температура воды – 14–17 °С, концентрация растворенного в воде кислорода – не менее 7 мг/л, другие гидрохимические параметры не должны превышать рыбохозяйственные нормативы.

Необходимым условием индустриального выращивания сиговых рыб является ежедневная чистка бассейнов, т. е. удаление ила и частиц корма со дна и обрастаний со стенок бассейнов. Стенки бассейнов 2 раза в неделю осторожно обтирают поролоном или марлей, сложенной в несколько слоев. На вытоке ежедневно чистят щеткой фонарь или решетку, опуская уровенную трубу и сливая $\frac{1}{3}$ воды из бассейна. Удаление осадка на дне бассейнов в период выращивания в них личинок проводится шлангом-сифоном с диаметром отверстия до 3 см.

В процессе подращивания осуществляют постоянный контроль за ростом и выживаемостью личинок, а также за расходом кормов и кормовыми коэффициентами. Методы контроля и учета, а также нормирования корма приведены ниже.

При достижении личинками массы 0,4–0,5 г проводят сортировку и массовый отбор ранней молоди. Дальнейшее выращивание молоди можно проводить в бассейнах (лотках) или в делевых трикотажных садках площадью до 25 м² с ячейей 4 мм.

Плотность посадки молоди в бассейны и садки устанавливается в соответствии с ее массой (табл. 8).

Таблица 8. Плотность посадки молоди волховского сига в бассейны и садки

Масса молоди, г	Плотность посадки, тыс. шт./м³	Масса молоди, г	Плотность посадки, тыс. шт./м³
	Бассейны		Садки (3×3×3 м)
0,008	35 – 40	до 0,05	–
0,4	4	0,05 – 0,4	–
4,0	1,5	0,4 – 3,0	0,6
		3,0 – 25,0	0,28

При соблюдении технологического режима и нормативов выживаемость личинок за весь период подращивания достигает 80%.

Нормативы по выращиванию молоди волховского сига в бассейнах приведены в разделе 7.2.

Выращивание сеголеток сига в садках. Выращивание молоди сига массой 0,4-0,5 г проводят в делевых садках понтонной линии, установленной на водоеме. Серийный выпуск садков (линии ЛМ-1, ЛМ-4) производится Ставропольским заводом. Садковая линия ЛМ-4 состоит из 13 основных секций. На одной секции размещается 4 садка площадью 20 м² каждый. Кроме того на рыбоводных хозяйствах активно используют отдельные садки и садковые линии, изготавливаемыехозспособом из пластиковых или металлических труб.

Зарыбление садков (ячей 3 мм) проводится молодью, отсортированной на лотковом участке. Плотность посадки – 600 шт./м³ или 1200 шт./м² (глубина погружения садка 2,0 м).

Для доставки молоди от лотков к садковой линии используют живорыбную машину или контейнеры с кислородом. Оптимальным считается содержание кислорода в воде во время транспортировки рыбы не менее 7–9 мг/л, удовлетворительным – 5–6 мг/л. Недопустимо снижение содержания кислорода до 3 мг/л. Поэтому плотность посадки молоди в живорыбные емкости не должна превышать 15–17 кг/м³. Переносить рыбу от машины до садков следует в ведрах или бочках, которые заполняются водой на 2/3 своего объема.

Когда молодь достигнет средней массы 3,0 г, ее рассаживают в садки, изготовленные из трикотажной дели с более крупной ячейей (8 мм). Для рассадки рыбы необходимо иметь носилки, ведра, сачки и весы-платформу на 20–100 кг. Учет молоди проводят весовым способом. Плотность посадки – 280 шт./м³, или 560-840 шт./м² при глубине погружения садка 2–3 м.

Кормление молоди в садках осуществляется экструдированными кормами рецептуры ГосНИОРХ или сиговыми

кормами финской фирмы «Рейху-Райсио» или датской фирмы «БиоМар». Суточную норму корма определяют в зависимости от температуры воды и массы молоди по ожидаемому приросту.

На протяжении всего периода выращивания молоди проводится контроль за температурным и гидрохимическим режимом в садках. Содержание кислорода в воде и температуру воды следует измерять на глубине 1,5 м.

Оптимальная температура воды для роста молоди волховского сига в бассейнах и садках – 14–18 °С. Верхний температурный оптимум с ростом рыб снижается: для личинок и молоди сигов массой до 1 г – 18°, для молоди массой 3–5 г – 17 °С.

Один раз в неделю необходимо проверять дно садка, приподнимая с двух сторон дель боковых стенок садка. Рыба при этом перемещается в свободную часть садка. Погибших особей со дна собирают сачком.

Сверху садки покрывают делью от проникновения в них чаек, которые могут уничтожить значительное количество молоди не только на поверхности, но и в толще воды.

Выращивание сеголеток волховского сига в садках осуществляется с середины июня до октября–ноября. При летней температуре воды 16–20 °С и осенней 8–12 °С в конце периода выращивания сеголетки достигают средней массы 20–25 г.

Выживаемость молоди составляет не менее 70%. Нормативы по выращиванию посадочного материала волховского сига в бассейнах и садках приведены в разделе 7.2.

Контроль за ростом и выживаемостью молоди в ходе выращивания. На протяжении всего сезона выращивания осуществляется постоянный контроль за ростом, выживаемостью молоди и кормовыми коэффициентами, что необходимо для расчета суточных норм корма и расхода воды в бассейнах, а также для характеристики жизнестойкости рыб. Учет отхода ведется ежедневно.

Контрольные обловы проводятся при массе рыб до 1 г – через 5 суток, 1–7 г – через 7 суток. Контрольные обловы личинок проводят

на электронных весах, взвешивая около 50 шт. личинок. Перед взвешиванием личинок обсушивают на фильтровальной бумаге, а после взвешивания пересчитывают поштучно и рассчитывают среднюю массу. Молодь массой 30 мг и более взвешивают в полиэтиленовой миске или кружке с водой, вычитая из общего веса вес миски с водой. После взвешивания молодь помещают в небольшую емкость с водой и просчитывают. Молодь средней массой 1–10 г взвешивают в полиэтиленовой чашке емкостью 5 л, а более крупную молодь (10–20 г) – в ведре емкостью 8–10 л. Для взвешивания такой рыбы необходимо иметь электронные весы до 10–20 кг. Среднюю массу молоди рассчитывают делением общей массы на число рыб.

После каждого контрольного облова необходимо определить прирост рыбы за период, подсчитать количество выданного корма, коэффициент оплаты корма и количество рыб за вычетом отхода. На основании этих данных рассчитывается суточная норма корма и расход воды на новый период.

Определение величины отхода в бассейнах проводится ежедневно во время чистки. В начале выращивания выбирают несколько контрольных бассейнов, по которым рассчитывают общий отход. После высаживания молоди в садки учет отхода ведется во время чистки в каждом садке.

Сортировка. Выращивание молоди волховского сига в бассейнах на искусственных кормах проводится с достаточно высокой плотностью посадки, что обычно приводит к значительной вариации особей по массе. Перед пересадкой молоди в садки следует провести ее сортировку с целью снижения возрастающего пищевого пресса более крупных особей по отношению к мелким.

Сортировка проводится с помощью сортировального ящика, состоящего из деревянного каркаса размером 0,5×0,5×0,25 м с толщиной стенок 15 мм. К нижней части каркаса присоединена сортировальная гребенка, выполненная из параллельно закрепленных пластиковых трубок диаметром 15 мм (можно использовать трубки

диаметром 12–20 мм). Трубки жестко закреплены на алюминиевых или дюралевых уголках, расстояние между ними должно быть $3,2 \pm 0,2$ мм. Ящик имеет положительную плавучесть и при опускании в воду погружается только на $\frac{2}{3}$ своей высоты.

Накануне сортировки производят контрольное взвешивание молоди и определяют бассейны, в которых она достигла необходимой средней массы. В день сортировки кормление рыб в этих бассейнах не проводится.

Сортировка положительно влияет на рост молоди, особенно мелкой группы, позволяет точнее проводить учет молоди, планирование суточных норм и размера искусственного корма (что в результате приводит к его существенной экономии). Кроме того, сортировка позволяет удалить молодь с различными отклонениями в развитии, а также провести отбор молоди для пополнения ремонтного стада.

При быстром и правильном выполнении всех операций отход молоди в процессе сортировки не превышает 1–1,5%.

Корма и кормление молоди. Для кормления личинок и молоди волховского сига требуются полноценные специализированные корма. На личиночном этапе выращивания используются специализированные корма с высоким содержанием белка (до 57–60%) и низким содержанием жира (до 12–14%). По мере роста молоди и увеличения ее энергетических затрат рецептура кормов меняется – сокращается содержание белка и увеличивается содержание жира. В кормах для сеголеток содержание белка составляет 45–48%, жира – 20–24%. В кормах для молоди обязательно должны присутствовать каротиноиды, так как они оказывают положительный эффект на рост и физиологическое состояние рыб, а также необходимы для нормального формирования воспроизводительной системы сига.

Для кормления личинок сиговых рыб ГосНИОРХом разработана специальная рецептура экструдированного стартового корма ЛС. Он применяется для подращивания личинок с момента вылупления до массы 250–300 мг без использования естественной

пищи. Для кормления личинок можно также использовать импортные экструдированные корма «Био-Оптимал Старт» фирмы «БиоМар» и «Нутра ХП» фирмы «Скреттинг». Для кормления рыб старших возрастов используют экструдированные корма рецептуры МС, ТСФ ГосНИОРХ, фирмы «БиоМар» – «Био-Оптимал С74» или сеговые корма финской фирмы «Рейху-Райсио» с пониженным содержанием жира – «Ройял» (Емо-Silver).

Рекомендуемый срок хранения экструдированных кормов – 6–8 месяцев. Однако мы рекомендуем использовать корма со сроком хранения не более 2–3 месяцев, так как по мере хранения в них снижается содержание витаминов, окисляются жиры и накапливаются микотоксины. Это отрицательно сказывается на росте и выживаемости рыб. Если подвоз свежих партий корма по каким-либо причинам невозможен, необходимо в имеющиеся корма со сроком хранения более 4 месяцев вводить витамин С из расчета 0,5 г витамина на 1 кг корма. Использование кормов с истекшим сроком хранения недопустимо.

Размер гранул и частота раздачи корма зависят от размерно-весовых показателей выращиваемых сегов. Для личинок и молоди используют крупку, при отсутствии мелкой фракции крупку готовят путем дробления крупных гранул и просеивания через соответствующие почвенные сита. Импортные корма поставляются в виде готовых фракций разного размера:

Масса молоди, г	Номер фракции, мм
0,003 – 0,01	до 0,2
0,01 – 0,03	0,2
0,04 – 0,1	0,3
0,1 – 1,0	0,5
1,0 – 3,0	0,8
3,0 – 5,0	1,0
5,0 – 7,0	1,2
7,0 – 10,0	1,5
10 – 20	1,7
20 – 30	2,0

Кормление личинок следует начинать через 1–2 часа после рассадки в бассейны. Периодичность кормления – через каждые 0,5 часа в светлое время суток, при этом суточную норму корма делят на кратность кормления. Корм вручную разбрасывается по поверхности воды. Активность питания и поисковый пищевой рефлекс в начале кормления низкие. Личинки захватывают частицы корма, находящиеся только в непосредственной близости, поэтому кормление осуществляют с избытком. По мере роста активность питания возрастает, личинки начинают плавать сформированной стаей. Максимальная утилизация корма происходит по достижению ими массы 50–60 мг. В этот период у сигов окончательно формируется пищеварительная система, начинает активно функционировать желудок. Интервал между кормлениями молоди можно постепенно увеличивать до 1–2 часов.

При массе тела личинок 30–50 мг увеличивается размер крупки выдаваемого корма, что позволяет использовать кормораздатчики. Автоматизированный способ раздачи корма предпочтительнее, так как позволяет выращивать более крупных сеголеток. Для кормления применяются кормораздатчики, установленные на каждом бассейне и подключаемые к блоку управления, который программирует время выдачи корма и интервал между кормлениями. В самом начале подращивания личинок при низкой температуре воды (8–13 °С) интервал между порциями выдаваемого корма должен составлять 4–5 мин. С повышением температуры до 14–16 °С и массе молоди 50–100 мг интервалы между кормлениями увеличивают до 5–6 мин. При таком режиме автоматической раздачи непроизводительные затраты корма сокращаются до минимума. Высокая эффективность автоматического кормления достигается за счет увеличения частоты кормления и уменьшения разовых порций корма.

Процесс кормления должен проходить под постоянным контролем рыбоведа. Необходимо ежедневно учитывать количество

выданного корма в каждом бассейне и при необходимости докармливать личинок вручную.

Для кормления молоди в садках используются автоматические кормораздатчики, которые подключаются к блоку управления. На каждый садок устанавливают по одному кормораздатчику. С помощью блока управления нормируется выдача корма. При выращивании молоди до 3 г интервал между кормлениями составляет 5–6 мин., для молоди массой более 3 г – 8–10 мин.

Нормы кормления. На начальных этапах для приучения личинок к искусственным кормам используется принцип избыточного кормления. Нормы кормления составляют 15–25% от биомассы личинок, кормовой коэффициент может быть на уровне 3–4. По мере роста молоди нормы кормления (в % массы тела) сокращаются. Кормовой коэффициент у молоди массы 0,1–0,5 г снижается до 0,6–0,8, у сеголеток увеличивается до 0,8–0,9.

Расчет суточных норм корма производится с учетом размера молоди, температуры воды и гидрохимических показателей.

Суточную норму корма рассчитывают по ожидаемому приросту при соответствующей температуре и коэффициенту оплаты корма по формуле:

$$C_{\text{корм}} = n \cdot K_{\text{оп}} \cdot P, \quad (1)$$

где $C_{\text{корм}}$ – суточная норма корма, г; n – количество выращиваемой молоди, шт.; $K_{\text{оп}}$ – коэффициент оплаты корма; P – прирост молоди за сутки, г.

Ожидаемый прирост молоди за сутки (P , г) находят по формуле:

$$P = \frac{W_{\text{ср}} \cdot P(\%)}{100}, \quad (2)$$

где $W_{\text{ср}}$ – средняя масса молоди, г; $P(\%)$ – прирост молоди за сутки, %.

Суточные приросты в процентах от массы рыбы в зависимости от температуры воды приведены в табл. 9.

Таблица 9. Среднесуточный прирост молоди волховского сига в зависимости от температуры воды и средней массы рыбы при кормлении искусственным кормом, % от массы тела

Температура воды, °С	Масса рыбы, г										
	до 0,02	0,02-0,1	0,1-0,25	0,25-0,5	0,5-1,0	1-2	2-4	4-7	7-12	12-18	18-25
6	2,8	3,2	2,5	-	-	-	-	-	0,5	0,4	0,3
7	3,8	4,3	3,4	3,0	2,5	2,1	1,8	1,4	0,9	0,6	0,4
8	5,0	5,5	4,4	3,8	3,2	2,8	2,3	1,9	1,2	0,8	0,5
9	6,1	6,6	5,3	4,7	4,0	3,5	2,8	2,3	1,6	1,0	0,7
10	7,3	7,8	6,3	5,5	4,8	4,1	3,3	2,8	2,0	1,2	0,8
11	8,4	8,8	7,2	6,4	5,6	4,8	3,9	3,1	2,3	1,4	0,9
12	9,5	9,6	8,1	7,3	6,3	5,4	4,4	3,5	2,6	1,6	1,1
13	10,6	10,4	9,0	8,1	6,8	6,0	4,9	3,8	2,8	1,8	1,3
14	11,6	11,1	9,8	8,8	7,3	6,4	5,3	4,0	3,0	2,0	1,4
15	12,4	11,7	10,5	9,4	7,6	6,7	5,6	4,2	3,2	2,1	1,5
16	13,0	12,3	11,1	9,9	7,9	6,8	5,9	4,3	3,3	2,2	1,6
17	-	12,7	11,6	10,2	8,0	6,9	6,0	4,3	3,4	2,3	1,7
18	-	-	-	10,2	8,0	6,9	5,9	4,2	3,3	2,3	1,7
19	-	-	-	10,0	7,9	6,7	5,7	4,1	3,2	2,2	1,6

Контроль физиологического состояния молоди. При выращивании молоди волховского сига на искусственных кормах необходимо периодически контролировать ее физиологическое состояние. Для этого существуют простейшие методики определения гемоглобина в крови, индекса печени, коэффициента упитанности по Фультону. Нормы физиолого-биохимических показателей сеголеток волховского сига при выращивании на искусственных кормах приводятся в табл. 10.

Таблица 10. **Морфофизиологические и биохимические показатели сеголеток волховского сига**

Показатели	Единицы измерения	Физиологическая норма
Средняя масса сеголеток	г	1 – 25
Коэффициент вариации конечной массы	%	24 – 30
Коэффициент упитанности по Фультону	–	1,3 – 1,6
Индекс печени	%	1,2 – 1,5
Содержание гемоглобина в крови	г%	7 – 11
Содержание витамина С в теле	мг%	5 – 7
Химический состав тела: белок	%	14 – 17
жир	%	4 – 6
вода	%	72 – 77

4.4. Выращивание ремонтно-маточного стада волховского сига в садках

Выращивание ремонтных групп. Выращивание сига до двухгодичного возраста проводится в деляных садках площадью 20–100 м². Глубина погружения садка – 2,5–3 м на течении и до 5–6 м в стоячей воде. Форма садков зависит от скорости течения в пункте их установки.

Выращивание племенных сигов проводится в следующие сроки: годовиков и двухгодовиков – с ноября по апрель, двухлеток – с мая по октябрь. Плотность посадки годовиков составляет 100 шт./м³,

двухлеток и двухгодовиков – 30 шт./м³. При небольшой численности ремонтного стада допускается совместное содержание рыб разного возраста в одном садке.

Выживаемость ремонтных групп сига достигает 95–98%.

Уход при выращивании ремонтных сигов аналогичен таковому при выращивании сеголеток в садках. Один или два раза в месяц проводят выборочное контрольное взвешивание рыбы. Взвешивания производят в емкости с водой, установленной на платформенных весах. В течение всего периода выращивания осуществляют контроль за температурным и кислородным режимами, ихтиопатологическим и физиологическим состоянием рыб.

Кормление осуществляется с помощью автоматических кормораздатчиков, частота раздачи корма – 10–15 раз в час. Суточные нормы кормления рассчитывают в зависимости от массы рыб и температуры воды.

Зимний период выращивания годовиков и двухгодовиков в садках проходит при низкой температуре воды (0,2–1,0 °С), подо льдом. Ледяной покров устанавливается на водоемах в конце ноября – начале декабря и к концу зимы может достигать толщины 0,5–0,7 м. Интенсивность питания сига в этот период низкая, поэтому кормление рыбы проводится однократно с интервалом в 1–2 дня, а суточная норма составляет 0,1–0,4% от ее массы.

Замену садков и разреживание плотностей посадки следует проводить в ранневесенний или осенний период при низких температурах воды.

Биотехнологические нормативы по выращиванию ремонтных групп волховского сига приведены в разделе 7.3.

Отбор молоди для формирования ремонтной группы. Ведущая роль при создании ремонтно-маточных стад отводится массовому отбору. Основным хозяйственно важным признаком при оценке и отборе рыб на ранних этапах развития является масса тела. При отборе сеголеток и рыб более старших возрастов учитывают

также их экстерьерные показатели: длину, высоту, толщину тела и относительные размеры тела (индексы).

Первый массовый отбор молодежи с целью получения племенных особей для формирования маточного стада осуществляется по достижению ими средней массы 0,3–0,5 г при пересадке молодежи из бассейнов в садки. В связи с большой вариабельностью рыб по массе тела напряженность отбора на первом этапе достигает 40–50%. Отбирают более крупных рыб с хорошим экстерьером.

Второй отбор проводится осенью, когда сеголетки достигнут средней массы 20 г. На этом этапе выбраковывают как мелких, так и самых крупных особей (до 15% от общего числа рыб), так как впоследствии именно у них часто наблюдается задержка в половом развитии и низкая плодовитость. В первые годы работы предприятия этот отбор целесообразно совмещать с подготовкой молодежи к выпуску, так как именно из их числа будет проводиться отбор особей для формирования ремонтного стада.

Далее при отборе в ремонтную группу годовиков, двухлеток и двухгодовиков проводят мягкую браковку незначительной части рыб с какими-либо дефектами (5%).

В табл. 11 приведены стандарты средней массы тела ремонтных групп волховского сига, в табл. 12 – нормативы по отбору ремонта для формирования маточных стад.

Таблица 11. Стандарты средней массы тела ремонтных групп волховского сига при выращивании на искусственных кормах

Возраст рыб	Масса тела, г
0+	20
1+	180
2+	500 – 600

Таблица 12. **Необходимое количество посадочного материала для выращивания 100 шт. ремонтных трехлеток сига**

Возраст рыб при отборе	Посажено на выращивание, шт.	Выживаемость, %	Численность исходной группы рыб, шт.	Напряженность отбора, %	Количество отобранных рыб, шт.
Основной массовый отбор					
40-60 дней	460	80	368	50	184
0+	184	81	149	85	127
Корректирующий отбор					
1+	127	93	118	95	112
2+	112	94	105	95	100

Содержание маточного стада. Маточное стадо волховского сига состоит из самок в возрасте 3+–5+ и самцов в возрасте 3+–4+. За период летнего выращивания четырехлетки волховского сига достигают средней массы 900 г, пятилетки – 1200 г, самки 5+ – 1600 г.

Производителей сига содержат в делевых садках площадью до 100 м², погруженных в воду на 3–6 м (в зависимости от условий – река или озеро). Летом, в нагульный период, самцов и самок выращивают совместно. Старшие и младшие возрастные группы производителей рекомендуется содержать отдельно. Однако при небольшой численности маточного стада допустимо совместное содержание производителей разных возрастов в одном садке. Плотность посадки производителей составляет 6–12 шт./м³ в зависимости от возраста. Выживаемость производителей высокая – 95–96%.

Кормление осуществляется с помощью автоматических кормораздатчиков, частота раздачи корма – 10 раз в час. Суточные нормы кормления определяются с соответствии с массой рыб и температурой воды.

На протяжении всего выращивания осуществляют контроль за температурным и кислородным режимами, два раза в месяц проводят

контрольные взвешивания рыбы. Наиболее благоприятной температурой для выращивания и кормления производителей в летнее время является 8–16 °С.

Нагульный период заканчивается в конце сентября (при температуре воды 9–13 °С). За 30–40 дней до нереста кормление производителей прекращают, так как кормление до самого нереста искусственно увеличивает период нагула, что приводит к снижению качества продуцируемых половых продуктов.

Перед нерестом, в середине октября (температура воды 9 °С), проводят бонитировку производителей, отбирая созревающих особей и рассаживая самок и самцов в разные садки.

При выращивании производителей в индустриальных условиях так же, как и в естественных, сроки нереста зависят от температуры воды. Волховский сиг обычно нерестует при температуре воды 2,7–8,5 °С. Нерест длится в среднем 25 дней.

Биотехнологические нормативы по выращиванию производителей волховского сига приведены в разделе 7.4.

Кормление ремонта и производителей. Для кормления ремонтных групп волховского сига используют импортные экструдированные корма, предназначенные для сиговых и характеризующиеся меньшей калорийностью и жирностью по сравнению с форелевыми кормами. Рекомендуются экструдированные корма МС, ТСФ рецептуры ГосНИОРХ, «Био-Оптимал С74» фирмы «БиоМар» или сиговые корма Ройял 3,5 (код 7924), Ройял 5,0 (7934), Ройял 7,0 (7971) финской фирмы «Рейху-Райсио» с пониженным содержанием жира.

Особое внимание следует уделять подбору рецептур для производителей, которые должны содержать большое количество биологически активных веществ, в первую очередь, каротиноидов и витаминов А, Е и С, необходимых для нормального формирования половых продуктов. Следует учитывать, что потребность в питательных и биологически активных веществах у производителей старших возрастов, характеризующихся более высокой

плодовитостью, значительно выше. Кормление производителей всех возрастных групп кормом одинакового состава и калорийности приводит к снижению уровня запасных веществ в икре у самок старших возрастов.

Диаметр гранул корма должен соответствовать массе тела рыб:

Масса тела рыб, кг	Диаметр гранул, мм
0,3 – 0,4	3,5 – 4,5
0,4 – 0,7	4,5 – 5,0
0,7 – 1,0	5,0 – 6,0
1,0 – 1,5	7,0

Кормление производителей волховского сига в индустриальных условиях осуществляют с дефицитом, чтобы не допустить избыточного ожирения рыб, которое зачастую приводит к пропуску нереста.

Суточную норму корма для ремонтных групп (% от массы тела) определяют в зависимости от массы рыбы и температуры воды (табл. 13).

Расчет суточных норм кормления (в кг) проводят по формуле:

$$C_{\text{корм}} = \frac{W_{\text{ср}} \cdot n \cdot C(\%)}{100}, \quad (3)$$

где $C_{\text{корм}}$ – суточная норма корма, кг; $W_{\text{ср}}$ – средняя масса сигов, кг; n – количество выращиваемой рыбы, шт.; $C(\%)$ – суточная норма кормления, в %.

Для кормления производителей рекомендуется использовать корма Ройял 5,0 (80) (код 7810) и Ройял 7,0 (80) (код 7811) фирмы «Рейху-Райсио», содержащие астаксантин в количестве 80 мг/кг корма. Диаметр гранул корма – 7,0–8,0 мм. С июля по август рекомендуются корма с повышенным содержанием витаминов – Ройял 7,0 (80) (код 7922).

**Таблица 13. Суточные нормы кормления волховского сига
в зависимости от температуры воды и массы тела (%)**

Температура воды, °С	Масса, г						
	20	50	100	200	500	1000	2000 и более
2	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1
3	0,7	0,5	0,4	0,4	0,3	0,2	0,1
4	0,8	0,6	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
5	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3
6	1,2	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
7	1,5	1,2	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5
8	1,7	1,4	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6
9	1,8	1,5	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7
10	2,0	1,7	1,4	1,2	1,0	0,9	0,8
11	2,2	1,8	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9
12	2,4	2,0	1,6	1,4	1,2	1,1	0,9
13	2,5	2,1	1,7	1,5	1,3	1,2	1,0
14	2,7	2,2	1,8	1,6	1,4	1,2	1,1
15	2,8	2,3	1,9	1,7	1,5	1,1	1,0
16	3,0	2,4	2,0	1,8	1,5	1,1	0,9
17	2,5	2,1	1,7	1,5	1,2	1,0	0,8
18	2,2	1,8	1,3	1,2	1,0	0,8	0,6

Если корма указанных марок на заводе отсутствуют, то рекомендуется за два месяца до преднерестового периода (июль) проводить дополнительное обогащение имеющихся кормов витаминами С, А, Е и каротиноидами. Это также повышает устойчивость самих производителей во время проведения нерестовой кампании. В качестве источника каротиноидов следует использовать синтетический препарат «Керофилл Пинк», содержащий 10% астаксантина. Препарат достаточно хорошо растворяется в теплой воде, поэтому его можно вводить в корма вместе с витамином С. Витамины А и Е вводят в корма дополнительно в виде масляного раствора. Каротиноиды и витамины вводят из такого расчета, чтобы

их содержание в 1 кг корма повысилось до уровня: каротиноиды – не менее 60 мг, А – 10000 мЕ, С и Е – не менее 400 мг.

Осенью, в преднерестовый период, кормление производителей прекращают, а ремонтную группу продолжают кормить 2 раза в день, суточная норма составляет 0,4–0,6% от массы тела. Кормление ремонтных групп зимой проводится 1 раз в день из расчета 0,2% от массы в сутки.

Производителей волховского сига через 2–3 дня после нереста начинают кормить в соответствии с массой рыб и температурой воды. Это позволяет сократить количество рыб, пропускающих нерест в следующей нерестовой кампании. Зимой производителей в садках кормят 1–2 раза в неделю, суточная норма кормления – 0,05–0,2% от массы тела.

Контроль за ростом и состоянием ремонтно-маточных стад в садках. В процессе выращивания волховского сига в садках осуществляется постоянный контроль за темпом роста рыб, интенсивностью питания и выживаемостью. Для определения средней массы рыб в рыбоводной емкости на данный момент времени проводятся контрольные обловы не реже 2 раз в месяц. Для получения достаточно точных показателей средней массы рыбы в садке взвешивается не менее 150–200 экземпляров. Взвешивание осуществляют в емкостях с водой, учитывая массу тары и воды. Установив общую массу и количество отловленных рыб, определяют их среднюю массу. Накануне проведения контрольных взвешиваний рыбу не кормят. При температуре воды 18 °С контрольные взвешивания сига проводятся только в случае острой необходимости выборочно в нескольких садках.

После каждого контрольного облова необходимо определить прирост рыбы за период, количество затраченного корма, коэффициент оплаты корма, количество рыб за вычетом отхода и рассчитать суточную норму кормления на следующий период.

Контрольный подъем и чистка садков в летний период осуществляется 1–2 раза в месяц. При подъеме необходимо обращать

внимание на целостность садков как в подводной части, так и в надводной, чтобы предотвратить уход рыбы из садков через прорывы дели. Следует предупреждать проникновение в садки хищных птиц и зверей. От птиц садки накрывают сеткой с ячейей 150–200 мм, хищных зверей отлавливают.

При выращивании ремонтно-маточных стад волховского сига на искусственных кормах необходимо контролировать физиологическое состояние рыб. Нормы физиолого-биохимических показателей сигов приводятся в табл. 14.

Таблица 14. Физиолого-биохимические показатели волховского сига в норме и при использовании недоброкачественных кормов

Показатель	Норма	Патология, недоброкачественные корма
Упитанность по Фультону	1,0 – 1,6	2,5 и выше
Индекс печени, %	0,9 – 1,4	2,0 и выше
Гемоглобин в крови, г %	7 – 11	4 и ниже
Белок в сыворотке крови, г %	4 – 7	3 и ниже
Витамин С в печени, мг%	10 – 18	6 и ниже
Общая жирность, %	10 – 14	15 и выше
Жирность печени, %	3 – 6	8 и выше
Жирность мышц, %	3 – 7	2 и ниже

5. ХАРАКТЕРИСТИКА МАТОЧНОГО СТАДА ВОЛХОВСКОГО СИГА В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

При выращивании производителей волховского сига в садках на искусственных кормах созревание самок волховского сига наступает в возрасте 3+ при средней массе 900 г, самцов – в возрасте 2+ при массе 500–600 г. Производителей обычно используют в течение трех нерестовых сезонов, поэтому рекомендуется следующая возрастная структура маточных стад: самцы – 2+–4+, самки – 3+–5+. Соотношение самок и самцов в маточном стаде одного возраста должно составлять 1 : 2. Учитывая, что самцы в нерестовой кампании

используются многократно, соотношение полов в маточном стаде допускается 3 : 2.

Для четырех-шестилетних самок сигов, выращиваемых в садках на искусственных кормах, установлена положительная зависимость между массой тела и такими признаками, как плодовитость, упитанность, экстерьер рыб и размеры икринок. Следовательно, при формировании маточного стада из старших возрастов (3+–4+) необходимо отбирать сигов большей массы, которые имеют повышенную плодовитость, лучшую упитанность и хорошее качество икры. В табл. 15 приведены показатели экстерьера волховского сига.

В табл. 16 представлена характеристика производителей волховского сига по морфологическим и репродуктивным показателям. Физиолого-биохимическая характеристика самок волховского сига представлена в табл. 17.

С физиологическим состоянием производителей тесно связано качество получаемых от них половых продуктов. В табл. 18 приводятся показатели биохимического состава икры, получаемой от самок исходного маточного стада и от производителей первого поколения в сравнении с составом икры самок волховского сига на Волховском рыбноводном заводе. В табл. 19 дается характеристика качества спермы самцов, выращенных в индустриальных условиях.

Приведенные показатели роста, экстерьера, репродуктивных свойств, физиологического состояния и качества половых продуктов волховского сига должны служить критериями при формировании первичного стада этого вида в индустриальных условиях. При соблюдении технологии и нормативов выращивания и кормления молодь, ремонт и производители волховского сига, содержащиеся в садках на искусственных кормах, должны характеризоваться высокими показателями роста и нормальным экстерьером, а упитанность и физиологическое состояние самок будут соответствовать нормам, принятым для сигов из естественных водоемов. Соблюдение описанных методических приемов воспроизводства обеспечит сохранение необходимого уровня генетического разнообразия.

**Таблица 15. Показатели экстерьера производителей волховского сига
в индустриальных условиях**

Показатели	Трехлетки, 2 +			
	Самки		Самцы	
	$\bar{X} \pm m_x$	$C_v, \%$	$\bar{X} \pm m_x$	$C_v, \%$
Масса, г	573±52,5	22,4	482±24,9	17,1
Длина тела по Смитту (L_{Sm}), см	35,6±0,80	5,5	33,8±0,45	4,4
Длина тела до конца чешуйчатого покрова (l), см	33,8±0,92	6,6	32,5±0,40	4,1
Наибольшая высота тела (H), см	8,0±0,34	10,5	7,6±0,16	7,1
Толщина тела (B), см	4,4±0,22	11,9	4,0±0,12	9,9
Длина головы, (lg), см	6,4± 0,12	4,7	6,3±0,11	6,1
Коэффициент упитанности по Фульгону	1,5±0,05	7,8	1,4±0,04	10,4
Индекс: прогонистости (I/H)	4,22±0,083	4,8	4,28±0,071	5,5
толщины тела (B/l), %	13,07±0,321	6,0	12,32±0,258	7,0
наибольшей высоты (H/L_{Sm}), %	22,59±0,520	5,6	22,48±0,306	4,5
длины головы в % l	18,95±0,335	4,3	19,21±0,185	3,2

**Таблица 16. Характеристика производителей волховского сига
по морфологическим и репродуктивным показателям**

Признаки	Первичное стадо						I поколение	
	3 +		4+		5+		4+–5+	
	X ± m _x	C _v , %	X ± m _x	C _v , %	X ± m _x	C _v , %	X ± m _x	C _v , %
Масса, г	1219±245,8	53,4	1355±60,1	23,9	1466±29,6	5,3	1835±96,5	19,7
Общая длина тела, см	46,1±1,85	10,6	50,0±0,69	7,2	52,5±0,38	1,9	54,1±0,82	5,7
Длина тела по Смитту, см	42,6±1,70	10,5	46,5±0,64	7,2	48,6±0,47	2,5	50,1±0,78	5,8
Длина тела до конца чешуйчатого покрова (l), см	41,0±1,62	10,5	44,6±0,60	6,9	46,8±0,47	2,7	48,6±0,77	5,9
Коэффициент упитанности по Фультону	1,6±0,08	12,9	1,5±0,03	9,2	1,4±0,04	7,1	1,6±0,04	8,6
Рабочая плодовитость, тыс. шт.	26,2±5,74	57,9	27,7±1,89	34,8	26,4±1,95	19,6	49,9±4,65	34,8
Относительная рабочая плодовитость, тыс. шт./кг	26,4±3,41	34,2	24,4±1,32	27,6	18,0±1,34	19,6	33,3±2,19	24,5
Количество икры в 1 г, шт.	130 ±3,3	6,8	130±2,31	9,1	131±4,2	8,6	138±4,4	11,8
Масса фиксированной икринки, мг	7,0±0,32	11,9	7,6±0,15	10,1	7,3±0,31	13,3	7,4±0,24	12,0
Диаметр фиксированной икринки, мм	2,3±0,04	4,3	2,5±0,02	3,8	2,4±0,04	4,8	2,44±0,003	3,8
Масса тела вылупившихся эмбрионов, мг	7,2±0,18	12,3	–	–	–	–	–	–
Длина тела вылупившихся эмбрионов, мм	12,9±0,08	3,2	–	–	–	–	–	–
Выживаемость 3–5 суточных эмбрионов, %	97,0	–	97	–	98	–	98	–

Таблица 17. Физиолого-биохимические показатели производителей волховского сига при выращивании в садках на искусственных кормах (перед нерестом)

Показатель	Возраст			
	3+		4+	
	Самки	Самцы	Самки	Самцы
Масса тела, г	754±39,4	640±43,9	1065±65,9	1082±76,4
Длина тела (l), см	35,2±0,94	35,6±0,50	39,9±0,56	38,8±0,67
Коэффициент упитанности по Фультону	1,7±0,12	1,4±0,07	1,7±0,04	1,8±0,08
Индекс печени, %	1,2±0,04	1,0±0,05	1,1±0,05	1,2±0,09
Индекс полостного жира, %	1,0±0,26	0,5±0,16	0,7±0,08	0,3±0,10
Содержание в мышцах:				
воды, %	71,0±0,77	75,0±1,21	69,7±1,10	67,7±0,66
белка, %	19,8±0,60	16,7±1,17	19,3±0,48	19,1±0,48
жира, %	5,1±0,94	3,4±0,69	5,6±0,57	4,1±0,38
зола, %	1,2±0,02	1,1±0,02	1,1±0,02	1,1±0,04
Содержание в печени:				
жира, %	5,7±0,97	3,4±0,32	4,3±0,21	3,4±0,66
витамина С, мг%	9,7±1,03	9,2±0,71	14,3±1,68	16,9±1,61
витамина А, мг%	38,1±5,33	32,2±6,02	39,7±8,05	27,4±5,47
витамина Е, мг%	51,3±7,40	46,3±10,70	47,3±11,87	50,1±9,60
каротиноидов, мкг/г	6,3±0,64	6,6±0,29	6,1±0,45	6,5±1,08

Таблица 18. Биохимический состав икры волховского сига

Содержание в икре (на сырую массу)	Садки			Волховский рыбозавод
	Первичное стадо		I поколение	
	3+	4+	3+	3+–4+
Вода, %	69,5±0,86	69,7±0,83	70,6±0,91	73,4±0,63
Белок, %	16,3±0,47	17,1±0,67	17,0±0,58	17,6±0,36
Жир, %	6,0±0,52	5,3±0,20	5,1±0,46	4,4±0,29
Зола, %	1,3±0,03	1,3±0,02	1,2±0,02	1,3±0,01
Витамин С, мг%	13,7±0,90	17,7±2,36	18,3±0,73	16,9±0,89
Витамин А, мг%	3,4±0,51	6,8±2,04	6,7±0,89	7,5±0,50
Витамин Е, мг%	20,9±3,24	34,2±2,27	33,3±2,14	32,8±3,12
Каротиноиды, мкг/г	5,7±2,42	6,3±0,59	7,0±0,47	5,0±0,60

Таблица 19. Качество спермы самцов волховского сига (3+)

Показатель	Ед. измерения	Величина
Масса самцов	г	953 – 1030
Объем единовременно продуцируемой порции эякулята	мл	1,4 – 1,7
Концентрация спермиев	млн./мм ³	4,5 – 5,9
Продолжительность поступательного движения спермиев	с	51,5 – 66,8

6. ЭКСПЛУАТАЦИЯ МАТОЧНОГО СТАДА ВОЛХОВСКОГО СИГА В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Созревание волховского сига происходит в конце октября – середине ноября при температуре воды 2,7–8,5 °С. Продолжительность нереста 25 дней.

Сортировку производителей на самцов и самок проводят в середине октября. Особей, не созревших в этот сезон, пересаживают на зимовку в выростные садки. Созревающих самок и самцов рассаживают для выдерживания в отдельные садки площадью 20–25 м², глубина погружения садков – 2,5–4 м. Садки этого размера проще в обслуживании для рыбоводов и в то же время позволяют производителям свободно перемещаться и нормально созревать.

Просмотр самок начинают при понижении температуры воды до 8–9 °С. С появлением первых созревших самок просмотр производителей осуществляют 3 раза в неделю. При просмотре самцов сцеживают первую порцию спермы, так как она обычно низкого качества.

В процессе просмотра текущих самок отсаживают в отдельные небольшие садки и после окончания просмотра начинают сбор икры. Осеменение икры осуществляется «сухим» способом. Для сохранения генетического разнообразия при осеменении икры каждой самки используется сперма от 5 до 10 самцов. Самцы в нерестовой кампании используются многократно с интервалом 3–5 дней. Техника работ с икрой волховского сига описана в разделе 4.1.

Самок после сцеживания икры на 2–3 дня помещают в садки для выдерживания, а затем пересаживают в выростные садки, где уже находятся особи, несозревшие в данный сезон. Сильно травмированных самок выбраковывают. Самцов пересаживают в выростные садки только после окончания всей нерестовой кампании.

Икру после обесклеивания и набухания доставляют в инкубационный цех и размещают в аппараты Вейса, в которых происходит ее развитие. Уход и контроль за икрой, полученной от

маточного стада, осуществляется так же, как и за икрой производителей из естественных водоемов. При инкубации не рекомендуется смешивать в одном аппарате икру разных сроков сбора.

Поддержание оптимальной генетической структуры маточного стада волховского сига, формируемого в индустриальных условиях, осуществляется за счет строгого соблюдения следующих технологических приемов:

- количество производителей, являющихся родоначальниками ремонтно-маточного стада волховского сига, должно быть не менее 200 особей (100 самок и 100 самцов);

- просмотр производителей в садках и сбор икры осуществляется не реже трех раз в неделю в течение всего нереста, что обеспечивает участие в нересте всех созревших рыб;

- при осеменении икры каждой самки используется сперма от 5 до 10 самцов;

- самцы, созревающие порционно, используются для получения спермы неоднократно, что повышает генетический вклад каждой особи в следующее поколение;

- первый массовый отбор молодежи проводится в конце личиночного этапа развития (масса тела 0,4–0,5 г) с напряженностью 40–50% (вторая половина июня). Второй массовый отбор проводится с напряженностью не более 85% для сеголеток (ноябрь). При первом отборе отбраковываются только мелкие рыбы. При осеннем отборе выбраковываются самые мелкие и самые крупные особи, а также экземпляры с отклонениями в экстерьере;

- в каждое второе–третье поколение проводится интродукция волховского сига (не менее 10%) из природных популяций;

- при воспроизводстве и выращивании сига поддерживаются условия, близкие к естественным, осуществляется контроль за температурным, гидрохимическим и световым режимами, качеством, составом и количеством корма, соблюдением технологии кормления;

- для закладки потомства используются только здоровые созревшие производители.

**7. BIOTEXНИЧЕСКИЕ НОРМАТИВЫ ПО ФОРМИРОВАНИЮ
РЕМОНТНО-МАТОЧНОГО СТАДА ВОЛХОВСКОГО СИГА
В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ**

7.1 Нормативы по сбору и инкубации икры

Таблица 20. Биотехнические нормативы по сбору икры волховского сига от производителей из естественных популяций

Показатель	Ед. изм.	Нормативы
Возраст производителей		3+ – 5+
Средняя масса производителей	кг	0,9
Соотношение полов	♀ : ♂	1 : 2
Средняя рабочая плодовитость	тыс. шт.	27,0
Отход производителей при транспортировке	%	5
Плотность посадки производителей на выдерживание:		
бассейны	кг/м ³	30
садки	кг/м ³	10
Отход при выдерживании	%	12
Процент созревания самок	%	90
Соотношение полов при оплодотворении икры	♀ : ♂	1 : 5–10
Процент оплодотворения икры	%	80
Выход эмбрионов от оплодотворенной икры	%	65
Выживаемость 3–5 суточных свободных эмбрионов	%	90

7.2 Нормативы по выращиванию молоди волховского сига

Таблица 23. Биотехнические нормативы по подращиванию личинок в бассейнах

Показатель	Ед. изм.	Нормативы
Площадь бассейна	м ²	4
Глубина слоя воды	м	0,2 – 0,25
Удельный расход воды при 100 %-ном насыщении кислородом	л/с · кг	0,05 – 0,14
Температура воды	°С	8 – 16
Продолжительность выращивания	сут.	40
Штучная масса личинок:		
при посадке	мг	7
при вылове	мг	300 – 500
Коэффициент оплаты корма		1,5 – 2,0
Плотность посадки	тыс. шт./м ³	35 – 40
Выживаемость	%	80
Критическая ихтиомасса	кг/м ³	16,0

Таблица 24. Биотехнические нормативы по выращиванию мальков в бассейнах

Показатель	Ед. изм.	Нормативы
Площадь бассейна	м ²	4
Глубина слоя воды	м	0,25 – 0,30
Удельный расход воды при 100 %-ном насыщении кислородом	л/с · кг	0,06 – 0,12
Температура воды	°С	16 – 20
Продолжительность выращивания	сут.	35
Штучная масса:		
при посадке	г	0,4
при вылове	г	3,0
Коэффициент оплаты корма		0,8 – 1,0
Плотность посадки	тыс. шт./м ³	4
Выживаемость	%	92
Критическая ихтиомасса	кг/м ³	11,0

Таблица 25. Биотехнические нормативы по выращиванию сеголеток в бассейнах

Показатель	Ед. изм.	Нормативы
Площадь бассейна	м ²	4
Глубина слоя воды	м	0,3 – 0,4
Удельный расход воды при 100 %-ном насыщении кислородом	л/с · кг	0,02 – 0,08
Температура воды	°С	10 – 20
Продолжительность выращивания	сут.	60
Штучная масса:		
при посадке	г	3,0
при вылове	г	20,0
Коэффициент оплаты корма		0,8 – 1,0
Плотность посадки	тыс. шт./м ³	1,5
Выживаемость	%	95
Критическая ихтиомасса	кг/м ³	28,5

Таблица 26. Биотехнические нормативы по выращиванию мальков в садках

Показатель	Ед. изм.	Нормативы
Площадь садка	м ²	20 – 25
Размер ячеи	мм	3
Глубина погружения садка	м	3
Проточность (скорость течения)	м/с	не менее 0,005
Температура воды	°С	14 – 20
Продолжительность выращивания	сут.	30
Штучная масса:		
при посадке	г	0,4
при вылове	г	3,0
Коэффициент оплаты корма		0,8 – 1,0
Плотность посадки	шт./м ³	600
Выживаемость	%	90
Критическая ихтиомасса	кг/м ³	1,6

Таблица 27. Биотехнические нормативы по выращиванию сеголеток в садках

Показатель	Ед. изм.	Нормативы
Площадь садка	м ²	20 – 25
Размер ячеи	мм	8
Глубина погружения садка	м	3
Проточность (скорость течения)	м/с	не менее 0,005
Температура воды	°С	10 – 20
Продолжительность выращивания	сут.	90
Штучная масса:		
при посадке	г	3
при вылове	г	25
Коэффициент оплаты корма		0,8
Плотность посадки	шт./м ³	280
Выживаемость	%	90
Критическая ихтиомасса	кг/м ³	6,3

7.3 Нормативы по выращиванию ремонтного стада волховского сига в садках

Таблица 28. Биотехнические нормативы по выращиванию племенных годовиков

Показатель	Ед. изм.	Нормативы
Площадь садка	м ²	20 – 25
Размер ячеи делевого садка	мм	10 – 12
Глубина погружения делевого садка	м	3 – 5
Температура воды	°С	0,2 – 0,3
Продолжительность выращивания	сут.	180
Средняя масса:		
при посадке	г	20 – 25
при вылове	г	22 – 30
Коэффициент оплаты корма		1,2 – 1,5
Плотность посадки	шт./м ³	100
Выживаемость	%	98
Критическая ихтиомасса	кг/м ³	3,0

Таблица 29. Нормативы по выращиванию двухлеток

Показатель	Ед. изм.	Нормативы
Площадь садка	м ²	20 – 100
Размер ячеи делевого садка	мм	10 – 16
Глубина погружения делевого садка	м	3 – 6
Температура воды	°С	3 – 20
Продолжительность выращивания	сут.	180
Средняя масса:		
при посадке	г	22 – 30
при вылове	г	180
Коэффициент оплаты корма		0,9 – 1,0
Плотность посадки	шт./м ³	30
Выживаемость	%	95
Критическая ихтиомасса	кг/м ³	5,0

Таблица 30. Нормативы по выращиванию двухгодовиков

Показатель	Ед. изм.	Нормативы
Площадь садка	м ²	25 – 100
Размер ячеи делевого садка	мм	12 – 20
Глубина погружения делевого садка	м	3 – 6
Температура воды	°С	0,2 – 3,0
Продолжительность выращивания	сут.	180
Средняя масса:		
при посадке	г	180
при вылове	г	210
Коэффициент оплаты корма		1,4 – 1,6
Плотность посадки	шт./м ³	30
Выживаемость	%	98
Критическая ихтиомасса	кг/м ³	6,0

Таблица 31 . Нормативы по выращиванию трехлеток

Показатель	Ед. изм.	Нормативы
Площадь садка	м ²	25 – 100
Размер ячеи делевого садка	мм	16 – 22
Глубина погружения делевого садка	м	3 – 6
Температура воды	°С	3 – 20
Продолжительность выращивания	сут.	180
Средняя масса:		
при посадке	г	210
при вылове	г	550
Коэффициент оплаты корма		1,3
Плотность посадки	шт./м ³	13
Выживаемость	%	96
Критическая ихтиомасса	кг/м ³	6,8

**Таблица 32. Нормативы по выращиванию трехгодовиков
в зимний период**

Показатель	Ед. изм.	Нормативы
Площадь садка	м ²	25 – 100
Размер ячеи делевого садка	мм	16 – 24
Глубина погружения делевого садка	м	3 – 6
Температура воды	°С	0,2 – 3,0
Продолжительность выращивания	сут.	180
Средняя масса:		
при посадке	г	550
при вылове	г	550
Плотность посадки	шт./м ³	12
Выживаемость	%	92
Критическая ихтиомасса	кг/м ³	6,1

7.4 Нормативы по выращиванию маточного стада волховского сига в садках

Таблица 33. Нормативы по выращиванию четырехлетних производителей

Показатель	Ед. изм.	Нормативы	
Площадь садка	м ²	25 – 100	
Размер ячеек делового садка	мм	16 – 24	
Глубина погружения делового садка	м	3 – 6	
Температура воды	°С	3 – 20	
Продолжительность выращивания	сут.	180	
Средняя масса:	при посадке	г	550
	при вылове	г	900
Коэффициент оплаты корма		2,5	
Плотность посадки	шт./м ³	9	
Выживаемость	%	94	
Критическая ихтиомасса	кг/м ³	7,6	

Таблица 34. Нормативы по содержанию четырехгодовиков в зимний период

Показатель	Ед. изм.	Нормативы	
Площадь садка	м ²	25 – 100	
Размер ячеек делового садка	мм	16 – 24	
Глубина погружения делового садка	м	3 – 6	
Температура воды	°С	0,2 – 3,0	
Продолжительность выращивания	сут.	180	
Средняя масса:	при посадке	г	900
	при вылове	г	900
Плотность посадки	шт./м ³	8	
Выживаемость	%	93	
Критическая ихтиомасса	кг/м ³	6,7	

Таблица 37. Нормативы по выращиванию шестилетних самок

Показатель	Ед. изм.	Нормативы
Площадь садка	м ²	25 – 100
Размер ячеи делового садка	мм	16 – 24
Глубина погружения делового садка	м	3 – 6
Температура воды	°С	3 – 20
Продолжительность выращивания	сут.	180
Средняя масса: при посадке	г	1200
при вылове	г	1600
Коэффициент оплаты корма		3,5
Плотность посадки	шт./м ³	6
Выживаемость	%	95
Критическая ихтиомасса	кг/м ³	9,1

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Головков Г.А., Кузьмин А.Н. Биология пеляди и биотехника ее разведения. М., 1963: 54 с.

Головков Г.А., Кузьмин А.Н., Волошенко Б.Б. Инструкция по разведению пеляди в прудах и озерах. Л., изд. ГосНИОРХ, 1978: 37 с.

Князева Л.М., Костюничев В.В. Методические рекомендации по биотехнике выращивания рыбопосадочного материала сиговых. Л., изд. ГосНИОРХ, 1991: 30 с.

Кугаевская Л.В. Инструкция по сбору и инкубации икры чира в условиях Сибири. Тобольск, СибНИИРХ, 1968: 34 с.

Понеделко Б.И., Крупкин В.З. Методическое пособие по выращиванию исходных маточных стад муксуна. Л., изд. ГосНИОРХ, 1975: 11 с.

Слуцкий Е.С., Ефанов Г.В. Методические указания по выращиванию и формированию ремонтно-маточных стад сязозерского сига в садках. Л., изд. ГосНИОРХ, 1980: 16 с.

Яндовская Н.И., Гальнбек А.И. Методические указания по сбору и инкубации икры сиговых. Л., изд. ГосНИОРХ, 1959: 29 с.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫРАЩИВАНИЮ КРУПНОГО ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА СИГОВЫХ РЫБ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ИХ ВОСПРОИЗВОДСТВА И СОХРАНЕНИЯ ГЕНОФОНДА В ОСНОВНЫХ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ВОДОЕМАХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РФ *

В.В. Костюничев, А.К. Шумилина

В настоящее время искусственное воспроизводство сиговых рыб в Российской Федерации базируется на выпуске в естественные водоемы личинок сразу после вылупления или кратковременного подращивания. Так, в 2009 г. рыбоводными предприятиями России было выпущено в водоемы 250 млн. личинок и 0,5 млн. молоди сиговых (Захаров и др., 2010). Выращивание молоди сигов для целей воспроизводства проводится в основном на рыбоводных заводах Урала и Сибири с использованием питомных озер и стариц рек.

Объем искусственного воспроизводства сиговых рыб на Северо-Западе РФ в 2010 г. составил около 8,54 млн. экз., в том числе за счет целевого использования компенсационных средств – 3,67 млн. экз. разновозрастной молоди. Более 88% посадочного материала сигов выпущено в водоемы округа в возрасте личинок, промысловый возврат от которых оценивается на уровне 0,01–0,1%. Выпуск более жизнестойкой молоди массой 1 г и более составил 1,05 млн. шт., из которых примерно 42,5% выращено предприятиями индустриальной аквакультуры.

Практические (с помощью мечения, по данным промысловой статистики) и теоретические (расчетные) данные по оценке эффективности искусственного воспроизводства ценных видов рыб свидетельствуют, что промысловый возврат напрямую зависит от количества, размеров и физиологического состояния выпускаемого

* Разработаны в 2010 г. в рамках НИР «Научное обеспечение и мониторинг водных биологических ресурсов Европейской части России и среды их обитания в целях сохранения, воспроизводства и рационального использования» (Фонды ФГБНУ «ГосНИОРХ»)

посадочного материала (Кожин, 1951; Руденко, 1975; Казаков и др., 1991). Например, промысловый возврат от выпуска непродрощенных личинок сиговых в Братское водохранилище оценивается величиной 0,01–0,1%, а от подрощенной молоди массой 3–8 г – 3–5% (Воронова, Дзюменко, 2009). Опыт зарыбления Зейского водохранилища также показал низкую эффективность выпуска подрощенных личинок омуля и пеляди, коэффициент промвозврата по омулю составил 0,02–0,03%, по пеляди – практически нулевой (Коцюк, 2008). Фактический промысловый возврат при выпуске молоди белорыбицы массой до 1,5 г определен величиной 0,4% (Летичевский, 1983).

Более значимы результаты вселения в водоемы крупного посадочного материала. По данным многолетних наблюдений финских исследователей, использующих метод мечения заводской молоди, при выпуске в Ботнический залив сеголеток балтийского сига массой 10–15 г промвозврат составляет 6–7% (Leckelä et al., 2004).

Согласно современным теоретическим моделям оценки промыслового возврата искусственно выращиваемых рыб, выход численности, биомассы и продукции рыб от единицы пополнения в течение онтогенеза определяется темпом роста особей на первом году жизни. Самый высокий выход численности и биомассы от единицы пополнения наблюдаются у видов, популяций и генераций, отличающихся наиболее высокими размерами годовиков (Зыков, 2006). Это подтверждает необходимость выращивания крупного посадочного материала в целях искусственного воспроизводства ценных видов рыб, в том числе сигов.

В настоящее время выращивание молоди сиговых на рыбоводных заводах Северо-Запада (экспериментальный рыбоводный цех «Запбалтрыбвода», Волховский рыбоводный завод «Севзапрыбвода») проводится в бассейнах и лотках. Объем производства посадочного материала сигов при бассейновом методе выращивания сдерживается существующими выростными площадями, так как плотность посадки сеголеток на конечных этапах выращивания составляет всего 1,0–1,5 тыс. шт./м³ (для рыб массой

10–20 г). Поэтому плотность посадки молоди сигов по мере роста рыб неоднократно снижается, и после каждой рассадки рыбоводные предприятия проводят дискретный выпуск разновозрастного материала. Однако такого объема выпуска молоди с низкой массой недостаточно для восстановления природных популяций балтийского и волховского сига.

Для получения крупной жизнестойкой молоди сиговых рыб в целях искусственного воспроизводства рекомендуется комбинированный метод, при котором выращивание личинок и ранней молоди до средней массы 0,5 г проводят в бассейнах и лотках, а сеголеток до массы 20–25 г – в садках, установленных в естественных водоемах и водотоках. В одном садке площадью 25 м² и глубиной 3 м можно вырастить почти 19 тыс. сеголеток со средней массой 25 г, тогда как для выращивания такого количества сеголеток в бассейнах потребуется около 80 м² (15–20 бассейнов).

Пересадка мелкой молоди из бассейнов в садки позволит сократить дискретные выпуски и выращивать весь посадочный материал, получаемый на рыбоводных заводах, до крупных размеров. Для этого достаточно небольшой садковой базы, организация которой потребует значительно меньше финансовых затрат, чем строительство новых бассейнов и прудов. Кроме того, выращивание молоди можно проводить в садках различных коммерческих рыбоводных предприятий за счет компенсационных средств.

При выращивании крупной жизнестойкой молоди сиговых комбинированным методом следует соблюдать следующие рекомендации:

1. Гидрохимический и температурный режимы водного объекта, из которого осуществляется водоснабжение бассейнов и лотков и в котором устанавливаются садки для выращивания молоди нельмы и сиговых, должен соответствовать оптимальным параметрам, принятым для сиговых рыб (табл. 1). Водоемы, в которые сбрасываются сточные воды, непригодны для выращивания посадочного материала нельмы и сигов.

**Таблица 1. Характеристика источника водоснабжения
для комбинированного выращивания посадочного материала
нельмы и сигов**

Показатель	Значения	
	рекомендуемые	допустимые
Температура воды (летняя), °С	12 – 16	20
Кислород, мг/л	8 – 11	6 – 7
Углекислота свободная, мг/л	до 15	20
Перманганатная окисляемость, мг О/л	до 10	30
Бихроматная окисляемость, мг О/л	0 – 30	до 40
БПК ₅ , мг О ₂ /л	0 – 2	до 3
Водородный показатель, ед. рН	7,0 – 8,0	6,0 – 8,5
N-NH ₄ ⁺ , мг N/л	до 0,39	0,5
N-NH ₂ ⁻ , мг N/л	до 0,005	0,01 – 0,02
Фосфаты, мг P/л	до 0,2	0,2

Глубина водотоков на месте расположения садков должна быть не менее 4 м, а глубина погружения сетного вкладыша – 2,5–3 м. Допустимая скорость течения – 0,1–0,2 м/с.

Для установки садков в озерах выбираются участки с глубиной не менее 7 м. Глубина погружения сетного вкладыша – до 5 м.

Высота волны не должна превышать 0,5 м.

Форма садков определяется скоростью течения. При слабом течении или его отсутствии предпочтительнее округлая форма садков, при сильном – соотношение длины и ширины садка должно составлять 2 : 1 или даже 4 : 1.

2. Икру нельмы и сигов для целей воспроизводства заготавливают от производителей природных популяций в период нерестового хода либо от маточных стад, сформированных в индустриальных условиях. Сбор и инкубацию икры проводят по общепринятым рекомендациям, осуществляя надлежащий уход, контроль и профилактические мероприятия в период инкубации.

Массовое вылупление эмбрионов нельмы и сигов наблюдается в конце апреля – начале мая при повышении температуры воды до 3–4,5 °С. При оптимальной температуре период вылупления эмбрионов составляет от 4–5 до 15 суток.

3. Выращивание личинок и ранней молоди нельмы и сигов проводится по разработанной ранее биотехнике получения посадочного материала сиговых в индустриальных условиях (Князева, Костюничев, 1991).

Выращивание личинок проводится в квадратных бассейнах площадью 1–4 м² с центральным водосливом и круговым движением воды или в прямоточных пластиковых лотках площадью 1,5–3,0 м². Бассейны должны находиться в освещенном помещении. На ночь освещение выключается. На вытоке бассейна устанавливают фонарь, представляющий собой каркас, обтянутый фильтром из сита № 11.

Зарыбление личинок в бассейны следует проводить не позднее двух суток после их вылупления. Плотность посадки личинок в бассейны составляет 35–40 тыс. шт./м³. При достижении личинками средней массы 40–50 мг в бассейн устанавливают фонарь с мельничным ситом № 7.

В бассейнах должна быть обеспечена постоянная проточность воды с максимальным расходом 0,7 л/с на один бассейн. Уровень воды в бассейне увеличивают с 0,25 м при посадке личинок до 0,3 м для мальков. Обмен воды при подращивании ранних личинок не превышает 1 раза в час, в конце выращивания – 3–4 раза в час. Чистка бассейнов проводится ежедневно.

При выращивании молоди необходимо осуществлять постоянный контроль за температурой воды, расходом воды в бассейнах, концентрацией кислорода и другими гидрохимическими показателями, а также контроль за ростом и выживаемостью личинок, расходом кормов и кормовыми коэффициентами.

По усредненным данным, самым высоким темпом роста и развития в бассейнах характеризуется нельма, которая в возрасте 60 сут. достигает средней массы 640 мг. Средняя масса личинок

волховского сига в начале июля составляет 450 мг, ладожского – 337 мг, а в середине июля – 600 и 480 мг, соответственно (рис. 1).

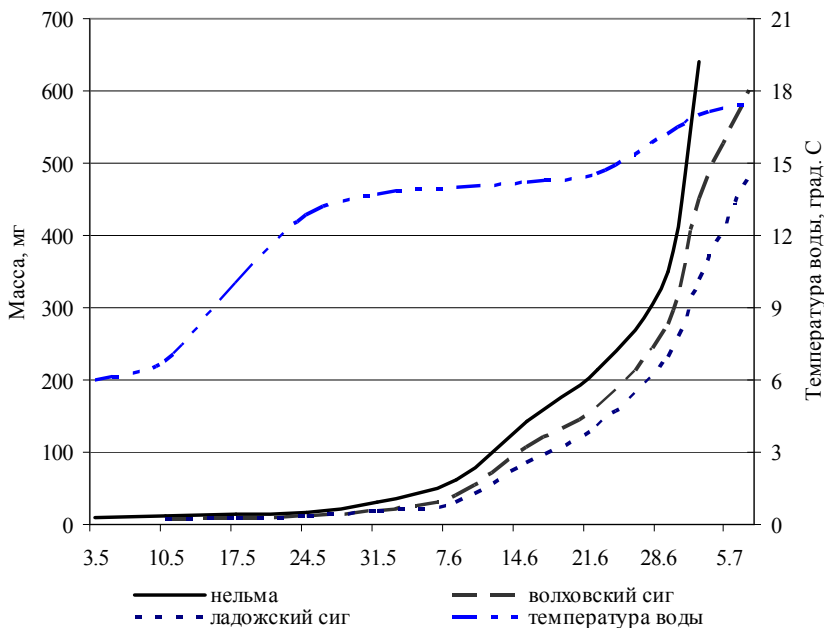


Рис. 1. Рост личинок нельмы и сига в лотках на искусственных кормах (по усредненным данным 2008–2010 гг.)

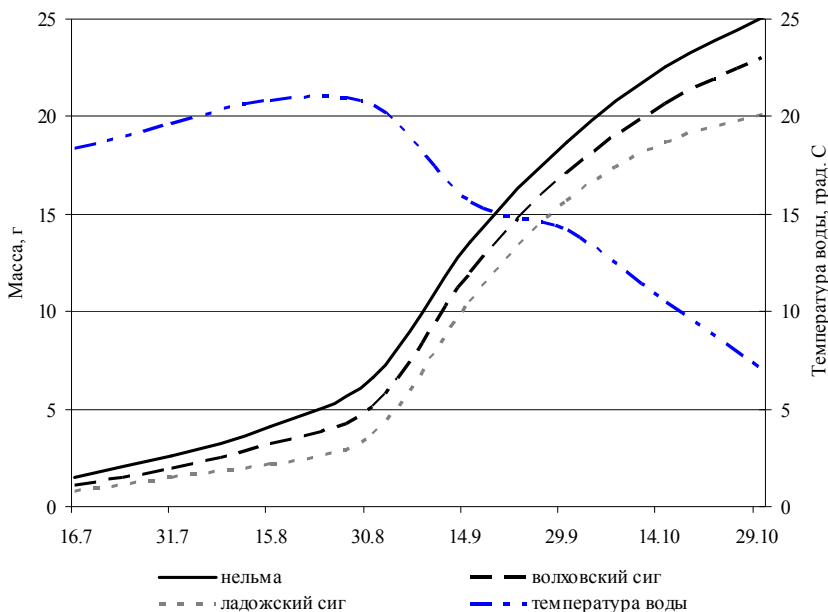
4. При достижении личинками массы 0,4–0,5 г проводят сортировку и массовый отбор ранней молоди. Молодь массой более 0,5 г после сортировки пересаживают в делевые трикотажные садки площадью до 25 м² с ячейей 3 мм. Плотность посадки – 600 шт./м³ или 1200 шт./м² (глубина погружения садка 2,0 м). Мелкую молодь продолжают выращивать в бассейнах (лотках).

По мере роста молоди в садках увеличивают размер ячеей дели. Молодь массой 3,0 г рассаживают в садки с ячейей 8 мм. Плотность посадки – 280 шт./м³ или 560–840 шт./м² при глубине погружения садка 2–3 м (табл. 2).

**Таблица 2. Плотность посадки молоди нельмы и сигов
в бассейны и садки**

Масса молоди, г	Плотность посадки, тыс. шт./м ³	Масса молоди, г	Плотность посадки, тыс. шт./м ³
Бассейны		Садки (3×3×3 м)	
0,008	35 – 40	до 0,05	–
0,4	4	0,05 – 0,4	–
4,0	1,5	0,4 – 3,0	0,6
		3,0 – 25,0	0,28

Выращивание сеголеток нельмы, волховского и ладожского сигов в садках осуществляется с середины июня до октября–ноября. При летней температуре воды 16–20 °С и осенней 8–12 °С в конце периода выращивания сеголетки достигают средней массы 20–25 г (рис. 2). Выживаемость молоди составляет не менее 70%.



**Рис. 2. Рост молоди нельмы и сигов в садках
(по усредненным данным 2008–2010 гг.)**

5. На протяжении всего периода выращивания молоди проводится контроль за температурным и гидрохимическим режимами в садках. Оптимальная температура воды для роста молоди нельмы и сигов в бассейнах и садках – 14–18 °С. Верхний температурный оптимум с ростом рыб снижается: для личинок и молоди сигов с массой до 1 г – 18°, для молоди массой 3–5 г – 17 °С.

Осуществляется постоянный контроль за ростом, выживаемостью молоди и кормовыми коэффициентами, что необходимо для расчета суточных норм корма и расхода воды, а также для характеристики жизнестойкости рыб. Учет отхода ведется ежедневно. Контрольные обловы проводятся при массе рыб до 1 г – через 5 суток, 1–7 г – через 7 суток.

Один раз в неделю необходимо проверять дно садка, приподнимая с двух сторон дель боковых стенок садка. Погибших особей со дна собирают сачком. Сверху садки покрывают делью от проникновения в них чаек, которые могут уничтожить значительное количество молоди не только на поверхности, но и в толще воды.

6. Кормление личинок в бассейнах и молоди в садках осуществляется экструдированными кормами рецептуры ГосНИОРХ, или сиговыми кормами финской фирмы «Рейху-Райсио», или датской фирмы «БиоМар». Для личинок рекомендуются специализированные корма с высоким содержанием белка (до 57–60%) и низким содержанием жира (до 12–14%). В кормах для сеголеток содержание сырого протеина составляет 45–48%, сырого жира – 20–24%. В кормах для молоди обязательно должны присутствовать каротиноиды, так как они оказывают положительный эффект на рост и физиологическое состояние рыб.

Размер гранул и частота раздачи корма зависят от размерно-весовых показателей выращиваемых сигов.

Кормление личинок следует начинать через 1–2 часа после рассадки в бассейны. Периодичность кормления – через каждые 0,5 часа в светлое время суток, при этом суточную норму корма делят

на кратность кормления. По мере роста молоди интервал между кормлениями постепенно увеличивают до 1–2 часов. При ручной раздаче корма с интервалом 1 час в светлое время суток коэффициент оплаты корма для личинок может достигать 1,5–2,0. При массе тела личинок 30–50 мг увеличивается размер крупки выдаваемого корма, что позволяет использовать кормораздатчики и снизить коэффициент оплаты корма до 1,0.

Для кормления молоди в садках используются автоматические кормораздатчики, которые подключаются к блоку управления. На каждый садок устанавливают по одному кормораздатчику. Интервал между кормлениями при выращивании молоди до 3 г составляет 5–6 мин., для более крупной – 8–10 мин. Суммарный коэффициент оплаты корма при выращивании сеголеток сиговых с рекомендуемым режимом автоматической выдачи корма составляет 0,8–1,0.

Расчет суточных норм корма производится с учетом размера молоди, температуры воды и гидрохимических показателей в соответствии с ранее разработанными рекомендациями (Князева, Костюничев, 1991).

7. Одним из основных вопросов при искусственном воспроизводстве природных популяций является оценка качества посадочного материала, полностью выращенного на искусственных кормах. Наряду с размерно-весовыми показателями физиологическое состояние молоди, выпускаемой в естественные водоемы, определяет выживаемость этого пополнения в природной среде и, соответственно, эффективность мероприятий по искусственному воспроизводству.

При выращивании молоди нельмы и сигов на искусственных кормах необходимо периодически контролировать их физиологическое состояние. Физиолого-биохимические показатели сигов при выращивании на искусственных кормах приводятся в табл. 3, 4.

8. Выращивание молоди сиговых в бассейнах и садках проводится с соблюдением нормативов, представленных в табл. 5, 6.

Таблица 3. Физиологическое состояние молодежи нельмы и сигов в садках

Показатель	Нельма	Волховский сиг	Ладожский сиг
Масса, г	4,2±0,3	3,2±0,3	2,6±0,5
Длина (<i>l</i>), см	7,2±0,2	6,7±0,2	6,3±0,4
Коэффициент упитанности по Фультону	1,1±0,02	1,1±0,03	1,0±0,04
Индекс печени, %	1,3±0,06	1,3±0,07	1,4±0,07
Гемоглобин, г%	7,4±0,2	7,6±0,3	7,5±0,2
Витамин С в теле, мг%	7,7±1,0	5,9±0,4	6,5±0,5

Таблица 4. Физиологическое состояние сеголеток нельмы и сигов

Показатель	Садки (2008–2010 гг.)			Пруды	
	Нельма	Волховский сиг	Ладожский сиг	Пелядь	Волховский сиг
Масса, г	22,1±0,6	20,2±0,7	18,6±0,8	14,3±1,0	12,6±0,76
Длина (<i>l</i>), см	12,3±0,4	11,7±0,5	11,2±0,6	10,0±1,12	10,1±0,22
Коэффициент упитанности по Фультону	1,3±0,06	1,4±0,05	1,4±0,04	1,4±0,14	1,2±0,02
Индекс печени, %	1,2±0,08	1,2±0,04	1,3±0,05	0,8±0,25	1,2±0,29
Гемоглобин, г%	7,9±0,3	8,2±0,8	7,8±0,3	8,5±0,22	7,8±0,5
Витамин С в теле, мг%	5,7±0,6	5,7±0,4	5,9±0,3	4,7±0,3	4,9±0,52
Химический состав тела, %					
белок	15,5±0,7	14,8±0,5	14,2±0,9	17,1±0,5	14,9±0,46
жир	4,8±0,4	5,4±0,5	5,8±0,7	3,3±0,2	4,3±0,48
вода	73,5±0,8	74,5±0,4	74,8±0,6	73,3±0,9	74,1±0,87

Таблица 5. Биотехнические нормативы по выращиванию молоди сегов в бассейнах

Показатель	Ед. изм.	Личинки	Мальки	Сеголетки
Площадь бассейна	м ²	4	4	4
Глубина слоя воды	м	0,2 – 0,25	0,25 – 0,30	0,3 – 0,4
Удельный расход воды при 100 %-ном насыщении кислородом	л/с · кг	0,05 – 0,14	0,06 – 0,12	0,02 – 0,08
Температура воды	°С	8 – 16	16 – 20	10 – 20
Продолжительность выращивания	сут.	60	30 – 35	60
Штучная масса: при посадке при вылове	г	0,007	0,4	3,0
	г	0,3 – 0,5	3,0	20,0
Коэффициент оплаты корма		1,5 – 2,0	0,8 – 1,0	0,8 – 1,0
Плотность посадки	тыс. шт./м ³	35 – 40	4	1,5
Выживаемость	%	80	92	95
Критическая ихтиомасса	кг/м ³	16,0	11,0	28,5

Таблица 6. Биотехнические нормативы по выращиванию молоди сигов в садках

Показатель	Ед. изм.	Мальки	Сеголетки
Площадь садка	м ²	20 – 25	20 – 25
Размер ячеи	мм	3	8
Глубина погружения садка	м	2	3
Проточность (скорость течения)	м/с	не менее 0,005	не менее 0,005
Температура воды	°С	14 – 20	10 – 20
Продолжительность выращивания	сут.	30	90
Штучная масса: при посадке	г	0,4	3
при вылове	г	3,0	20 – 25
Коэффициент оплаты корма		0,8 – 1,0	0,8
Плотность посадки	шт./м ³	600	280
Выживаемость	%	80	90
Критическая ихтиомасса	кг/м ³	1,6	6,3

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Воронова З.Б., Дзюменко Н.Ф. Состояние искусственного воспроизводства ценных видов рыб в водоемах Восточной Сибири. - X съезд Гидробиологического общества при РАН. Тезисы докладов. Владивосток, Дальнаука, 2009: 80-81.

Захаров В.С., Мамонтов Ю.П., Козлов Ю.И., Аллахов О.Б. О состоянии работы по воспроизводству рыбных запасов в пресноводных водоемах товарными рыбоводными хозяйствами ассоциации «Росрыбхоз». - Воспроизводство естественных популяций ценных видов рыб. Тезисы докладов Междунар. конф. СПб., изд. ГосНИОРХ, 2010: 65-70.

Зыков Л.А. Биоэкологические и рыбохозяйственные аспекты теории естественной смертности рыб. Автореф. докт. дис. Астрахань, 2006: 56 с.

Казаков Р.В., Коновалов Е.С., Ильенкова С.А. Промысловый возврат и миграции в Балтийское море атлантического лосося из реки Наровы. - Сб. науч. трудов ГосНИОРХ, 1991, вып. 297: 57-66.

Князева Л.М., Костюничев В.В. Методические рекомендации по биотехнике выращивания рыбопосадочного материала сиговых. Л., изд. ГосНИОРХ, 1991: 30 с.

Кожин Н.И. Коэффициент промыслового возврата. - Труды ВНИРО, 1951, т. 19: 127-132.

Коцюк Д.В. Итоги интродукции байкальского омуля *Coregonus migratorius* (Georgi, 1775) и пеляди *Coregonus peled* (Gmelin, 1789) в Зейское водохранилище. - Пресноводные экосистемы бассейна р. Амур. Владивосток, Дальнаука, 2008: 257-267.

Летичевский М.А. Воспроизводство белорыбицы. М., Легкая и пищевая пром-сть, 1983: 112 с.

Руденко Г.П. Итоги работ по рыбохозяйственному преобразованию озера Кривого. - Изв. ГосНИОРХ, 1975, т. 99: 148-160.

Шумилина А.К., Антонова Р.С. Физиолого-биохимическая характеристика молоди пеляди, выращиваемой на искусственных кормах. - Сб. науч. трудов ГосНИОРХ, 1988, вып. 275: 71-76.

Leckelä A., Jokikko E., Huhmarniemi A., Siira A., Savolainen H. Stocking results of spray-marked one-summer old anadromous European whitefish in the Gulf of Bothnia. - Ann. zool. fenn., 2004, 41, № 1: 171-179.

СБОРНИК МЕТОДИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ
ПО ИНДУСТРИАЛЬНОМУ ВЫРАЩИВАНИЮ СИГОВЫХ РЫБ
ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ВОСПРОИЗВОДСТВА
И ТОВАРНОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ

Под общей редакцией канд. биол. наук *А.К. Шумиловой*

ФГБНУ «ГосНИОРХ», 199053, Санкт-Петербург, наб. Макарова, 26
Подписано в печать 28.12.2012

Отпечатано в ООО «Издательство "Лема"»
199004, Санкт-Петербург, В.О., Средний пр., 24
тел. 323-67-74, e-mail: izd_lemma@mail.ru
Тираж 100 экз.