

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО РЫБОЛОВСТВУ**

**Всероссийский
научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии**



**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ИНКУБАЦИИ ИКРЫ
И ПРОИЗВОДСТВУ МОЛОДИ СИГА
ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ**

Издательство ВНИРО

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
(РОСРЫБОЛОВСТВО)
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии»
(ФГБНУ «ВНИРО»)



МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИНКУБАЦИИ ИКРЫ И ПРОИЗВОДСТВУ МОЛОДИ СИГА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

Издательство ВНИРО
Москва, 2024

УДК 632.2:597-551

ББК 47

М 54

Методические рекомендации разработаны сотрудниками Санкт-Петербургского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга)

Авторы-составители:

Костюничев В.В., заведующий лабораторией аквакультуры, кандидат биологических наук;

Богданова В.А., ведущий научный сотрудник, кандидат биологических наук

Рецензенты:

Селюков А.Г., профессор кафедры зоологии и эволюционной экологии животных ФГАУ ВО «Тюменский госуниверситет», д.б.н.;

Титов С.Ф., зав. лабораторией ихтиологии Санкт-Петербургского филиала ФГБНУ «ВНИРО»

М 54 Методические рекомендации по инкубации икры и производству молоди сига европейской части России / Авторы-составители Костюничев В.В., Богданова В.А. М.: Изд-во ВНИРО, 2024. 40 с.

Методические рекомендации предназначены для биологов, ихтиологов, рыбодоводов, специалистов по рыбоводному менеджменту, преподавателей и студентов высших учебных заведений при подготовке спецкурсов по специальности «Водные биоресурсы и аквакультура».

Настоящие Методические рекомендации были рассмотрены и одобрены Ученым советом ФГБНУ «ВНИРО» от 26 июня 2024г. (Протокол № 13).

ISBN 978-5-85382-547-5

© ФГБНУ «ВНИРО», 2024

© Костюничев В.В., Богданова В.А., 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1. Краткая характеристика сига <i>Coregonus lavaretus</i> (Linnaeus, 1758)	5
2. Гидрохимические требования к условиям инкубации икры и выращивания молоди сига	7
3. Получение рыбоводной икры	9
Оборудование и инвентарь	9
Заготовка и отбор производителей	9
Сцеживание икры	10
Осеменение	11
Транспортировка	12
Транспортировка икры на стадии пигментации глаз	14
4. Инкубация икры	14
Оборудование и инвентарь	14
Рыбоводные операции в процессе инкубации икры сига	15
5. Выращивание личинок и ранней молоди в бассейнах	19
Оборудование и инвентарь	19
Рыбоводные операции и биологические показатели	21
6. Сортировка	25
7. Выращивание сеголеток сига в садках	26
Оборудование и инвентарь	26
Рыбоводные операции и биологические показатели	26
8. Технологическая схема получения посадочного материала (сеголеток) сига	29
Содержание производителей	29
Получение половых продуктов	30
Инкубация икры	30
Выдерживание предличинок	31
Период смешанного питания	32
Выращивание молоди в бассейнах до средней массы 0,35–0,4 г	34
Выращивание сеголеток в садках до массы 15–25 г	37
Литература	39

ВВЕДЕНИЕ

В Методических рекомендациях в доступном для производственного сектора формате даются подробное описание алгоритма рыбоводных действий на отдельных звеньях технологии инкубации икры и выращивания сеголеток сига бассейно-садковым методом, нормативные рыбоводные показатели, требования к условиям водной среды и материально-техническому обеспечению. Текст сопровождают краткие пояснения сути происходящих биологических процессов и иллюстрации. В приложении в табличной форме представлены технологическая схема и биотехнические показатели процессов инкубации и выращивания молоди, составленные в соответствии с типовой технологической картой, разработанной во ВНИРО.

Рекомендации составлены на основании опыта ГосНИОРХ последних лет по инкубации икры и выращиванию сеголеток сига, а также выполнения НИР в 2016–2017 гг.

1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИГА *COREGONUS LAVARETUS* (LINNAEUS, 1758)

На территории европейской части России сиг населяет многие водоемы бассейна Баренцева, Белого и Балтийского морей.

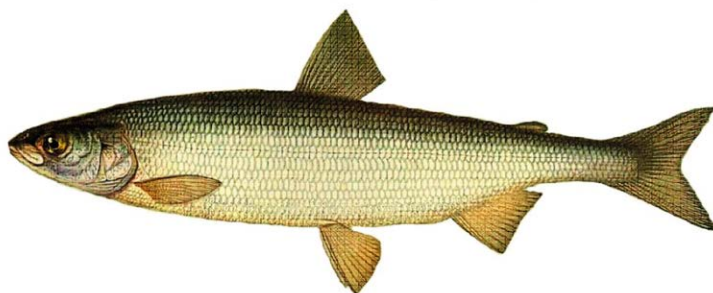


Рис. 1. Сиг обыкновенный

Обладая высокой пластичностью, сиги группы «*lavaretus*» образуют множество экологических форм, которые отличаются друг от друга рядом морфометрических признаков, а также по спектру питания, местам и срокам нереста. В крупных водоемах сиг может быть представлен двумя и более формами (см. Справку). Среди сигов имеются речные, озерные, полупроходные (озерно-речные) и проходные формы, которые могут подразделяться на прибрежные, глубоководные и пелагические.

Таксономический статус большинства имеющихся форм проблематичен. В последнее время на европейской части России выделяют 3 подвида: *C. lavaretus baeri* Kessler — волховский сиг, *C. l. lavaretus* Linnaeus — европейский сиг и *C. l. maraenoides* Poljakov — чудской сиг (Атлас пресноводных рыб..., 2002).

Средняя длина тела половозрелых особей от 10–15 см у мелких форм и до 30–60 см у крупных. Полупроходные и озерные формы могут достигать 70 см, массы 1–2 кг.

СПРАВКА

По представлению И.Ф. Правдина (1954) в крупных озерах Северо-Запада России число форм сига составляет:

– в Ладожском озере — 7 экологических форм:

Сиг-лудога — *C. lavaretus ludoga*

Озерно-ладожский сиг — *C. lavaretus natio ludogae*

Черный сиг — *C. lavaretus mediospinatus natio musta*

Валаамский сиг — *C. lavaretus widegreni*

Волховский сиг — *C. lavaretus baeri*

Вуоксинский сиг — *C. lavaretus pallasi natio aspius*

Свирский сиг — *C. lavaretus baeri natio swirensis*

– в Онежском озере — 9 экологических форм:

Сиг многотычинковый онежский — *C. lavaretus palassi natio aspius*

Сиг шуйский — *C. lavaretus lavaretoides natio schunensis*

Сиг сунский — *C. lavaretus lavaretoides natio sunensis*

Сиг шальский — *C. lavaretus lavaretoides*

Сиг озерный малотычинковый — *C. lavaretus lavaretoides n. lacustris*

Сиг лудога — *C. lavaretus ludoga natio onegi*

Малотычинковый сиг онежский озерный — *C. lavaretus poljakovi*

Сиг верхосвирка — *C. lavaretus poljakovi natio werchoswirka*

В настоящее время дифференциация сигов Ладожского и Онежского озер требует уточнения.

Морфометрические признаки:

- формула плавников D III–V 9–13, P I 14–15, V II 10–11, A III–IV 9–14.
- количество чешуй в боковой линии: от 69 до 109.
- количество тычинок на первой жаберной дуге:

- у малотычинковых сигов-бентофагов — 16–30;
- у многотычинковых сигов-планктофагов — 40–50.

- число позвонков: от 58 до 65.
- возраст наступления полового созревания 3+ — 5+.
- плодовитость в зависимости от размеров сигов варьирует от 4 до 80 тыс.

икринок, чаще 20–30 тыс.

Нерестовый период сига начинается осенью, при снижении температуры воды в водоеме до 4–6 °С. Развитие икры в основном проходит подо льдом в течение 160–165 дней и более. Начало выхода предличинок из оболочек происходит обычно в апреле при подъеме температуры воды до +3 — +4 °С, массовое вылупление — при 5–6 °С.

Молодь питается зоопланктоном, личинками хирономид и других насекомых. Сеголетки к концу первого вегетационного сезона в зависимости от кормовых условий и температуры воды достигают массы в среднем 10–15 г.

Особо перспективными формами для товарного выращивания являются крупные быстрорастущие сиги: волховский, ладожский озерный, балтийский, чудской. Эти же формы, ввиду малочисленности их природных популяций, являются или должны быть объектами искусственного воспроизводства (волховский сиг с 1964 г. внесен в Красную книгу России).

2. ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ИНКУБАЦИИ ИКРЫ И ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДИ СИГА

Гидрохимический и температурный режимы водоисточника, обеспечивающего водоснабжение при инкубации икры и выращивании молоди (бассейны, садки), должны соответствовать оптимальным параметрам, принятым для сиговых рыб (табл. 1).

В период инкубации икры сига оптимальными являются температуры, близкие к значениям в природных водоемах. На Северо-Западе России начальные стадии развития икры сига проходят при температуре 4–5 °С, основная часть эмбрионального развития — при температуре 0,1–1 °С, выход предличинок из оболочек начинается при весеннем подъеме температуры воды до 5–6 °С.

Повышенные температуры ускоряют развитие эмбрионов. Предельно допустимая температура для оплодотворения и начала инкубации икры сига составляет 7 °С.

Личинки более устойчивы к температурному фактору и выдерживают кратковременное понижение температуры до 3–4 °С.

Оптимальная температура для роста сеголеток сига 14–18 °С. Сеголетки могут выдерживать повышение температуры до 25 °С (максимально 27–28 °С) при содержании в воде кислорода не ниже 5–6 мг/дм³.

Таблица 1. Требования к качеству воды для инкубации икры и выращивания сеголеток сига по основным гидрохимическим параметрам

Показатель	Значения					
	Инкубационный цех		Бассейны		Садки	
	рекомендуемые	допустимые	рекомендуемые	допустимые	рекомендуемые	допустимые
Кислород, мг/дм ³	не менее 9	не менее 7	не менее 8	не менее 7	не менее 7	не менее 6,5
Углекислота свободная, мг/дм ³	до 10	15	до 15	до 20	до 15	до 20
Перманганатная окисляемость, мг О/ дм ³	до 10	до 15	до 10	до 15	до 15	до 30
Бихроматная окисляемость, мг О/дм ³	до 20	до 30	до 20	до 30	до 20	до 30
БПК ₅ , мг О ₂ /дм ³	до 2,1	2,1	до 2,1	2,1	до 2,1	до 2,1
Водородный показатель, ед. рН	6,5–8,0	6,0–8,5	6,5–8,0	6,0–8,5	6,5–8,0	6,0–8,5
N–NH ₄ ⁺ , мг N/дм ³	до 0,01	0,1	до 0,01	0,1	до 0,3	до 0,5
Фосфаты, мг P/дм ³	до 0,15	0,2	до 0,15	0,2	до 0,15	до 0,2
Железо общее, мг Fe/дм ³	до 0,1	до 0,1	до 0,1	до 0,1	до 0,1	до 0,2
Железо закисное, мг Fe/дм ³	0	0	0	0	0	до 0,1
Сероводород	0	0	0	0	0	0
Взвешенные вещества, мг/дм ³	до 5	5	до 10	до 15	до 10	до 20

3. ПОЛУЧЕНИЕ РЫБОВОДНОЙ ИКРЫ

Оборудование и инвентарь

- рыбоводные конструкции для содержания производителей (садки, бассейны);
- сачки;
- емкости для сбора икры (пластиковые или эмалированные миски);
- емкости с гладкой внутренней поверхностью для проведения осеменения, обесклеивания и промывания икры (ведра, баки);
- емкости для набухания оплодотворенной икры: сетчатые мешки (сита) из мелкоячеистого газа или тюли с ячейей 0,5–1,0 мм (рис. 2). В походных условиях можно использовать деревянные ящики с сетчатым дном (рис. 3).



Рис. 2. Сита для выдерживания икры

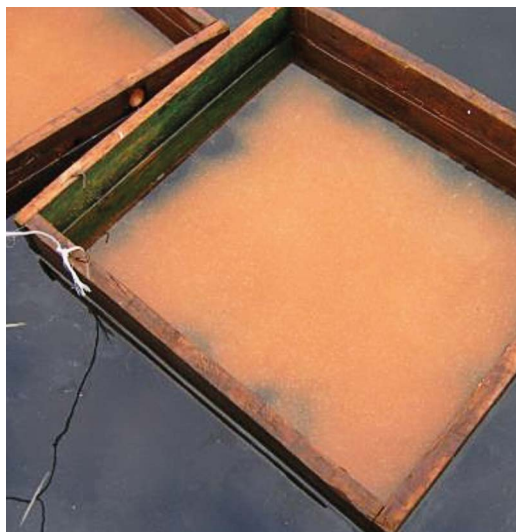


Рис. 3. Ящик для набухания икры

Заготовка и отбор производителей

Выдерживание производителей, отловленных в природных водоемах, до созревания проводят в бассейнах или садках (естественных или искусственно созданных), расположенных около речного русла. Продолжительность выдерживания может занимать от нескольких часов до 30–40 сут.

Самцов и самок содержат отдельно.

Размеры садков: площадь — 20–50 м², глубина погружения — до 5 м, плотность посадки до 3 кг/м³.

Размеры бассейнов: форма округлая, площадь — не менее 4 м², высота слоя воды — 0,5–1 м, плотность посадки — до 20 кг/м³, при отборе

производителей одомашненных маточных стад плотность посадки может быть увеличена на 30–40%.

Бассейны с производителями рекомендуется затенять.

По мере выдерживания рыбы проводится отбраковка травмированных особей.

Сигнальными факторами начала созревания у сиговых рыб являются температура воды в сочетании с освещенностью (фотопериодом). Гормональной стимуляции для созревания сигов не требуется.

Самцы, как правило, начинают созревать раньше самок. У созревших самцов при небольшом надавливании на брюшко легко выделяется сперма.

При снижении температуры воды до нерестовой (около 6 °С), проводят регулярный просмотр самок на «текучесть» — не реже 2–3 раз в неделю, при массовом созревании — ежедневно. У созревших особей икра становится прозрачной, она свободно вытекает из полости тела при легком надавливании на брюшко. Созревших («текучих») самок отсаживают и накапливают в отдельных бассейнах или небольших садках (2,5 × 2,5 м) для отбора половых продуктов.

Сцеживание икры

Икру от самок получают путем сцеживания (рис. 4).

Икру следует собирать в сухую пластиковую или эмалированную емкость,



Рис. 4. Сцеживание икры

желательно через сито для отделения избытка овариальной жидкости. Важно следить, чтобы в сцеживаемую икру не попадала вода. С этой целью перед сцеживанием рыбу обтирают мягкой, хорошо впитывающей влагу тканью или марлевой салфеткой.

Одной рукой через ткань или марлю рыбу удерживают за хвостовой стебель, другой осторожно массируют брюшко рыбы по направлению от головы к хвосту. Икра должна свободно вытекать из генитального отверстия.

Зрелая доброкачественная икра сига до оплодотворения имеет округлую форму, икринки окрашены каротиноидными пигментами и имеют светло-оранжевый цвет.

Незрелая икра — мутная, с белесым отливом, комковатая, плохо вытекающая из генитального отверстия, непригодна для рыбоводных целей.

Хранить икру до осеменения желательно не более 30–40 минут, при этом необходимо избегать ее прогрева или охлаждения.

Осеменение

Осеменение икры проводят «сухим» способом спермой нескольких самцов. Для сохранения генетического разнообразия, желательно икру, собранную от 10 самок, осеменять спермой, полученной не менее чем от 10 самцов*.

Сцеживание спермы можно проводить прямо в емкость с икрой (рис. 5). Ввиду того, что сперма продуцируется порционно, самцов, при необходимости, можно использовать многократно с интервалом 3–5 дней.

Визуальная оценка качества спермы: сперма хорошего качества отличается умеренно густой консистенцией и белой или слегка желтоватой окраской. Водянистая, с синеватым оттенком сперма не дает хороших результатов при осеменении икры.



Рис. 5. Процесс осеменения

После сцеживания спермы смесь икры и спермы аккуратно перемешивают в течение 5–10 секунд (в это время полостная жидкость, содержащаяся между икринками, активизирует спермии и способствует их проникновению в икринку).

Затем добавляют воду так, чтобы она полностью покрывала икру (слой воды над икрой — примерно 1 см), и в течение 5–10 секунд опять тщательно перемешивают. Надо учесть, что спермии в воде сохраняют подвижность в течение 1–2 мин., за это время они должны попасть в микропиле икринок. Процесс оплодотворения длится 7–10 мин.; на это время икру оставляют в покое.

* Сперму можно заготавливать заранее, сохраняя ее в течение 1–2 суток. Для этого сперма собирается в чистые сухие пробирки, которые закрываются ватными тампонами и хранятся на льду при температуре близкой к 0 °С. Подмораживание спермы не допускается.

Промывать икру начинают через 20 минут после осеменения. Для этого в емкость с икрой добавляют воду и осторожно перемешивают. Воду меняют несколько раз, пока икра полностью не освободится от спермы, слизи и т. п.

После промывания икра размещается в специальных емкостях для набухания. Набухание и выдерживание икры удобнее проводить на протоке в сетчатых мешках или на специальных рамках (ситах) с сетчатым дном (см. рис. 2 и 3).

Процесс набухания связан с образованием перивителлинового пространства: после оплодотворения в икринке начинается кортикальная реакция, благодаря которой на периферии яйцеклетки выделяются осмотически активные вещества и под оболочку начинает поступать вода. Это приводит к тому, что собственная оболочка яйца отделяется от желтка и растягивается под давлением поступающей воды (до известного предела, обусловленного видами свойствами). Частично под оболочку также поступает вода из желтка, вызывая его сжатие. Итогом одновременно протекающих процессов поступления воды и растяжения оболочки является образование перивителлинового (околожелткового) пространства, заполненного жидкостью, защищающей зародыш от внешних воздействий. Оболочка икринки уплотняется.

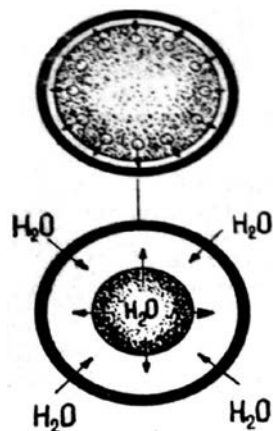


Рис. 6. Процесс набухания — образование перивителлинового пространства

В первые часы после оплодотворения икра сига требует бережного отношения, так как она особо чувствительна к механическим воздействиям. Уплотнение оболочек икринок начинается через 2–3 часа после образования перивителлинового пространства. В результате набухания (оводнения) объем икринок сига увеличивается примерно в 2–2,5 раза.

Раскладку икры в инкубационные аппараты рекомендуется проводить через 16–20 часов после осеменения. В случае если сбор рыбоводной икры проходит на водоеме, удаленном от инкубационного цеха, необходимо правильно организовать ее транспортировку.

Транспортировка

1. Транспортировка икры на близкие расстояния в первые часы после сбора

Учитывая, что на самых ранних стадиях развития (набухание, начало дробления зародышевых клеток) икра устойчива к низкому содержанию кислорода, ее перевозку с временных пунктов сбора можно осуществлять в изотермических контейнерах различного объема (от небольших термосов до баков, заполненных водой и икрой в соотношении 1:1, заполненных на 80% объема). Время транспортировки — не более 3–4 часов. Необходимым условием

является поддержание низкой температуры воды, не превышающей значений при заготовке икры. Нахождение икры при более высоких температурах не допустимо, т. к. может привести к нарушению развития эмбрионов и, как следствие, повышенному отходу икры во время инкубации.

2. Хранение икры на временных пунктах сбора и ее транспортировка на значительные расстояния, занимающая до 1–2 суток

В этом случае хранение икры и последующая транспортировка в стационарные инкубационные цеха осуществляется в изотермических контейнерах на рамках с сетчатым дном.

Обычно рамки изготавливают из дерева. Перед раскладкой икры их предварительно, на 5–6 часов, замачивают в воде, чтобы древесина намокла и в дальнейшем не забирала влагу от икры (рис. 7а). В последнее время наряду с классическими — деревянными рамками используют рамки из полимерных материалов. Они не впитывают влагу и не требуют предварительных процедур подготовки.

На рамку в 1–2 слоя укладывают влажную марлевую салфетку, на которую, в свою очередь, тонким (до 1 см) слоем размещают икру, но только после полного завершения процесса набухания (рис. 7б). Краями салфетки накрывают икру сверху (рис. 7в). Рамки с икрой укладывают стопкой друг на друга (рис. 7г), причем, нижнюю и верхнюю рамки оставляют пустыми. Стопку с рамками закрепляют, перевязывая веревкой, и помещают в контейнер для транспортировки (или хранения) (рис. 7д, е).

При хранении икры на пункте сбора температура воздуха в помещении с икрой должна соответствовать температуре водоисточника, где

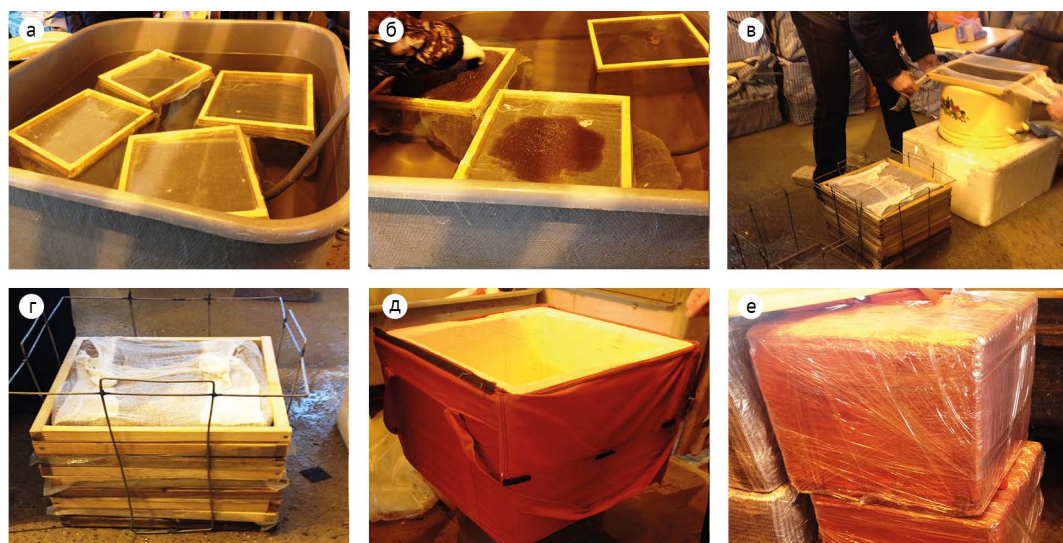


Рис. 7. Подготовка рыбоводной икры для транспортировки

осуществляется заготовка икры. Не реже 1 раза в сутки необходимо проводить «купание» или душевание икры. Для этого стопку с икрой извлекают из контейнера и 2–3 раза медленно опускают в воду или орошают водой сверху. Затем излишки воды сливают, а стопку с рамками опять возвращают в ящик. Хранение икры на пунктах сбора обычно происходит не более 2–3 суток.

Перед транспортировкой на верхнюю рамку укладывают полиэтиленовые пакеты со льдом, так чтобы лед не соприкасался с икрой. Транспортировку икры в стационарный сиговый инкубатор необходимо осуществить не позднее 4–5 суток после сбора, до завершения стадии дробления.

Транспортировка икры на стадии пигментации глаз

При необходимости доставки рыбоводной икры к месту получения личинок и дальнейшего выращивания молоди сига перевозка икры осуществляется на завершающих стадиях инкубации не ранее стадии «глазка» (начала пигментации глаз).

Процедуры подготовки икры к транспортировке в этом случае аналогичны таковым при перевозке набухшей икры на значительные расстояния (п. 2).

Обесклеивание икры

Учитывая то, что высокая клейкость икры сига значительно осложняет процесс инкубации, перед раскладкой в инкубационные аппараты икру обесклеивают. Для этой цели рекомендуется использовать раствор танина.

Маточный раствор танина готовится из расчета 10 г танина на 1 л воды. Маточный раствор должен созреть в течение 12–24 часов при комнатной температуре. Для обесклеивания икры сига используют 100 мл маточного раствора на 10 л воды.

Обесклеивание проводится в течение 10 минут при периодическом перемешивании икры, после чего она промывается чистой водой и раскладывается в аппараты на инкубацию.

4. ИНКУБАЦИЯ ИКРЫ

Оборудование и инвентарь

- инкубационные аппараты Вейса объемом 8 л (рис. 8);
- мерные кружки с сетчатым дном для раскладки икры (рис. 8);
- трубки-сифоны для отбора мертвой икры (рис. 9);
- сита-уловители икры, устанавливаемые у стока воды инкубационных аппаратов (рис. 10);
- приспособление для перемешивания икры в аппаратах (перо) (рис. 10);
- лупа-бинокуляр для определения стадий развития эмбрионов;



Рис. 8. Инкубационные аппараты Вейса.
Раскладка икры мерной кружкой

- приборы для регистрации показателей водной среды: термооксиметр, рН-метр.

Норма загрузки икры сига, как и других сиговых рыб, после набухания в стандартный 8-литровый аппарат Вейса составляет 4,5–4,8 л икры.

Установка инкубационных аппаратов над бассейнами в дальнейшем облегчает переход процесса инкубации икры к выращиванию личинок, поскольку при выходе предличинок из оболочек они сразу попадают в выростной бассейн.

Рыбоводные операции в процессе инкубации икры сига

Раскладка икры

Для учета количества икры при раскладке ее в инкубационные аппа-



Рис. 9. Отбор мертвой икры трубкой-сифоном



Рис. 10. Перо для перемешивания икры

раты рекомендуется использовать мерные кружки с сетчатым дном (рис. 8). При наполнении икрой кружка должна быть погружена в воду, что предохраняет икринки от механических повреждений и позволяет полностью заполнить мерный объем. В стандартный аппарат Вейса закладывается 4,5–4,8 л икры.

Регулировка подачи воды

В процессе инкубации икры сига расход воды поддерживается в диапазоне 2,2–3,0 л/мин.

Уход за икрой в процессе инкубации

В течение всего периода инкубации постоянно контролируются проточность в аппарате с икрой, температура воды и содержание кислорода.

В первые дни инкубации рекомендуется проводить периодическое помешивание икры для предотвращения возможного «комкования» и приклеивания икры к стенкам аппарата (рис. 10).

Уход за икрой включает ежедневный просмотр ее состояния во избежание поражения живой нормально развивающейся икры сапролегнией.

Поскольку развитие икры сига проходит при низких температурах, процесс разложения отмирающей икры замедлен. Мертвые, не развивающиеся икринки в течение первых недель (до месяца) могут оставаться прозрачными

и внешне мало отличаться от живых. Со временем мертвая икра белеет, поражается сапролегнией и, как более легкая, начинает концентрироваться в верхней части аппарата, образуя хорошо выраженный светлый слой (рис. 11).

Отбор мертвой икры, концентрирующейся в верхней части аппарата, проводится посредством трубки-сифона (см. рис. 9). Процесс образования плотных концентраций погибшей икры лучше проходит при полной загрузке аппарата. Поэтому перед началом отбора объем икры в аппаратах увеличивают до 5,5 л.

Учитывая, что при отборе мертвых икринок частично захватываются живые, собранную икру рекомендуется помещать в отдельный аппарат (аппараты), где также постепенно происходит отделение мертвых



Рис. 11. Образование концентраций мертвой икры в верхней части инкубационного аппарата

икринок от живых^{**}. Нередко используют такие аппараты 1-го, 2-го, при необходимости, и последующих порядков, что позволяет максимально полно сохранить развивающуюся икру в процессе инкубации.

В случае появления комков в массе инкубируемой икры рекомендуется выполнять процедуру «просеивания» икры через крупноячеистую сетку (можно использовать безузловую трикотажную дель с ячейей 4 мм), позволяющую отделить и устранить комки.

Как правило, к концу января процент живой икры сига составляет более 95%, к середине февраля — до 98% и более.

Определение процента оплодотворения

Определение процента оплодотворения требует наличия определенных навыков и оборудования. Для лососевых, карповых и осетровых рыб определение данного показателя проводится на самых ранних стадиях развития эмбриона (стадия дробления 4-х бластомеров и более) методом подсчета развивающейся и неоплодотворенной икры в пробе определенного объема (100–120 икринок). Доступность данного метода связана с достаточно хорошей возможностью наблюдения состояния бластодиска (клеточной массы в месте формирующегося эмбриона). Однако у сиговых рыб формирующийся зародыш, расположенный над интенсивно окрашенными жировыми каплями, на самых ранних стадиях просматривается с трудом, поэтому на практике определение процента оплодотворения проводится позже — на стадии гаструляции.

Развитие эмбрионов сига

После оплодотворения начинается зародышевое развитие.

В период набухания плазма оплодотворенного яйца собирается на анимальном полюсе, образуя зародышевый диск. Жировые капли, которые, как и желток, являются питательным материалом для зародыша, собираются под диском. В силу этого при любом положении икринки зародыш всегда располагается сверху желтка.

Через некоторое время зародышевый диск начинает дробиться на $2 \times 4 \times 8 \times 16$ и т. д. клеток (бластомера). По мере дробления клеток зародышевого диска их размеры уменьшаются, клеточная масса увеличивается. Зародышевый диск становится высоким, состоящим из многочисленных мелких клеток — стадия бластулы (рис. 12а).

Далее диск уплощается, увеличивается в диаметре, начинает обрастать желточный мешок (процесс эпиболии), происходит перемещение зародышевых клеток, края зародышевого диска подворачиваются, зародыш становится двухслойным (стадия гаструлы).

При обрастании желтка примерно на 1/3 начинается формирование зародыша. К концу обрастания желтка до стадии «замыкания желточной пробки» (свободный

^{**} Аппараты с повышенным содержанием мертвой икры имеют рабочее название «карантинные» или «отходники».

желток остается только в виде небольшого круга) появляются контуры тела зародыша (зародышевый щиток), оформляется головной отдел, закладываются осевые органы (рис. 12б).

После полного обрастания желтка происходит формирование органов зародыша, дифференцируются органы головы (глазные бокалы, линзы), закладываются сомиты, образуется хвостовая почка (концентрируется клеточная масса в районе будущего хвостового отдела) (рис. 12в).

В период роста хвостового отдела начинается пигментация глаз и тела зародыша (рис. 12г), проходит его дальнейшее формирование.

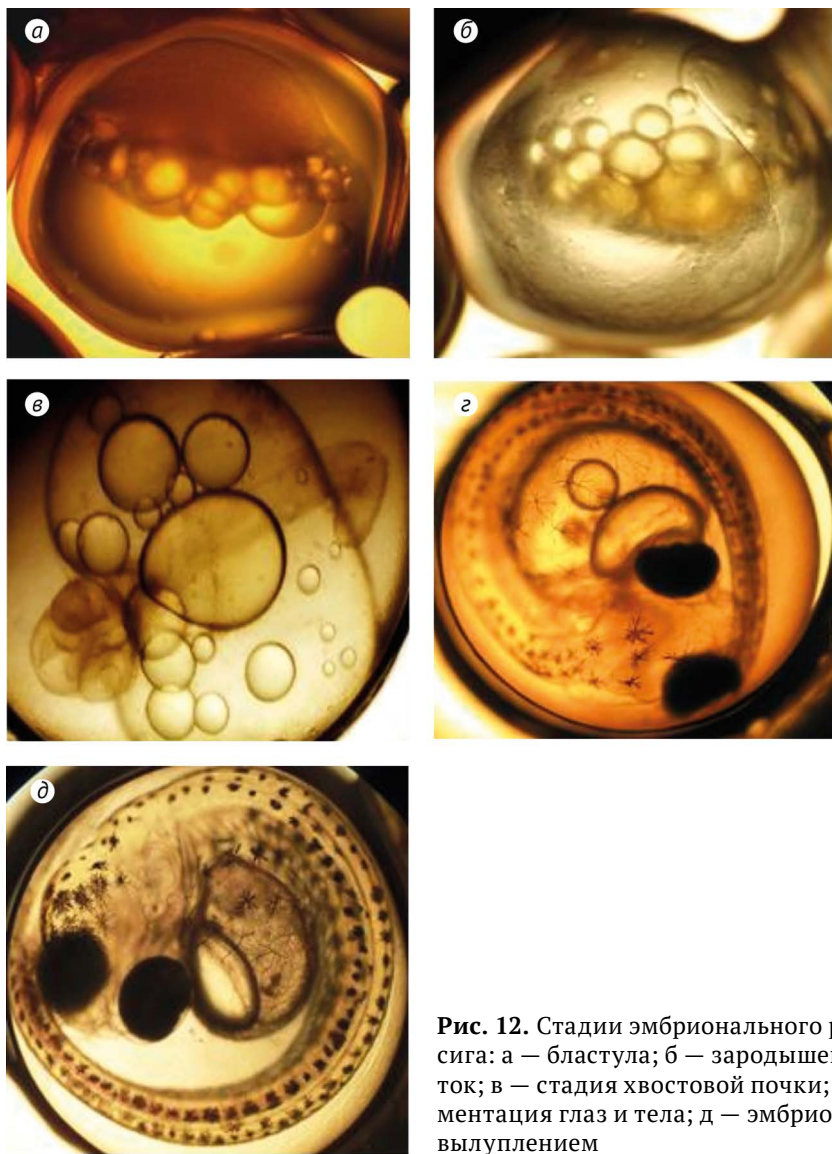


Рис. 12. Стадии эмбрионального развития сига: а — бластула; б — зародышевый щиток; в — стадия хвостовой почки; г — пигментация глаз и тела; д — эмбрион перед вылуплением

Темп эмбрионального развития сига существенно зависит от температуры воды. Стадии эмбрионального развития сига и их продолжительность при естественном температурном режиме указаны в табл. 2.

Таблица 2. Эмбриональное развитие сига при температуре воды 0,2 °С

№	Стадии развития	Срок наступления, сут.
1	Начало дробления	1–3
2	Морула	4–9
3	Бластула	6–13
4	Начало эпиболии	8–15
5	Появление зародышевого щитка	16–31
6	Образование глазных пузырей	22–32
7	Начало сегментации	26–46
8	Замыкание желточной пробки	33–47
9	Образование хвостовой почки	33–51
10	Начало сегментации хвоста	52–78
11	Начало пульсации сердца	54–67
12	Начало пигментации глаз	57–69
13	Начало пигментации тела	87–99
14	Вылупление	150–180

Чувствительные стадии развития икры

В процессе развития эмбрионов наиболее чувствительными к механическим и температурным воздействиям у сига являются следующие стадии: оплодотворение, дробление, начало формирования эмбриона, вылупление.

Расчет выживаемости икры за период инкубации

Расчет выживаемости икры за период инкубации проводится путем сравнения количества икры, заложенной на инкубацию, с количеством живой икры на поздних стадиях развития (стадия пигментации глаз и начала пигментации тела).

Выживаемость икры сига за период инкубации с учетом неоплодотворенной икры, обычно составляет 60–70%.

5. ВЫРАЩИВАНИЕ ЛИЧИНОК И РАННЕЙ МОЛОДИ В БАССЕЙНАХ

Оборудование и инвентарь

– Бассейны (рекомендуемые размеры: длина × ширина × высота):

квадратные (округлые) — 2,0×2,0×0,4 м лотки ейского типа — 4,2×0,7×0,5 м



– Фонари (сетчатые цилиндры, коробы), устанавливаемые на вытоке бассейнов:

- для содержания предличинок и личинок от 7–8 мг с ячейей 0,5 мм (мельничное сито № 11)
- для личинок от массы 30 мг с ячейей 1,0 мм (мельничное сито № 7) или сетка из нержавеющей проволоки с ячейей 1 мм
- для молоди массой более 100 мг — решетки с диаметром отверстий 2 мм



– Шланг-сифон для очистки дна бассейнов



– Щетки для чистки дна и стенок бассейнов и фонарей



– Сачки



– Емкости для корма, кормораздатчики

– Термооксиметр, pH-метр для измерения параметров водной среды



- Электронные весы для взвешивания молоди (до 500 г)



Выход предличинок сига из оболочек начинается при подъеме температуры воды до 3–4 °С. Массовое вылупление наблюдается обычно в конце апреля — начале мая при температуре воды 5–6 °С. Период вылупления занимает около двух недель.

Масса предличинок при выходе из оболочек составляет 7–8 мг, длина тела 10–12 мм.

Рыбоводные операции и биологические показатели

Выращивание личинок до массы 400 мг проводят в пластиковых бассейнах и/или лотках площадью 3–4 м². На вытоке бассейна устанавливают фонарь, представляющий собой каркас, обтянутый фильтром первоначально из сита с ячейей 0,5 мм (газ-сито № 11), который при достижении личинками средней массы 30 мг, заменяется на газ-сито № 7 или нержавеющую сетку с ячейей 1,0 мм. В последующем, при достижении молодью массы 100–150 мг, фонари на вытоке заменяют решетками с отверстиями 2,0 мм в диаметре.

Бассейны могут находиться в освещенном помещении или на открытом воздухе, под навесом или тентом. В случае размещения бассейнов в цехе, освещение на ночь выключается.

На начальных этапах подращивания следует избегать попадания прямых солнечных лучей в бассейны, так как избыточное освещение негативно влияет на выживаемость личинок сига.

В бассейнах должна быть обеспечена постоянная проточность воды. Уровень воды в бассейне 0,25–0,35 м. Обмен воды при подращивании ранних личинок не превышает 1–2 раз/час, далее, по мере роста личинок, водообмен постепенно увеличивается до 2–3 раз/час и более.

Плотность посадки личинок сига в бассейны первоначально составляет 36–40 тыс. шт./м³, при массе 30 мг личинок из одной емкости рассаживают на две (плотность сокращается в 2 раза). К концу содержания личинок в бассейнах, при достижении средней массы 350–400 мг, плотность посадки сокращается до 14–16 тыс. шт./м³.

Учет личинок, первоначально высаживаемых в бассейны, проводят эталонным или весовым способом.

Эталонный способ учета личинок:

Используют одинаковые по размеру емкости (миски) белого цвета. Одну из них заполняют водой и поштучно отсчитывают в нее (можно ложкой) 2000 личинок. Эта емкость служит в дальнейшем эталоном. В другие емкости личинок

размещают в таком количестве, чтобы плотность посадки и уровень воды визуально соответствовали таковым в эталоне. Объединяя личинок из пяти равноценных емкостей в одну большего размера, получают эталон с 10 тыс. личинок. Последний эталон и используется для получения необходимой плотности личинок в выростных бассейнах.

Для оценки темпа роста ранней молоди сига в бассейнах еженедельно проводят контрольные обловы и определяют среднюю массу.

Весовой метод определения навески (средней массы рыб):

- *Определение средней массы личинок (до 30 мг):*
личинок отлавливают сачком из бассейна в количестве около 50 шт.; вода сливается через мелкаячейное сито (№ 30–40), личинок с сита переносят на фильтровальную бумагу, обсушивают;
личинок взвешивают и просчитывают поштучно;
среднюю массу рассчитывают делением общего веса на число особей.
- *Определение средней массы молоди (от 30 мг), прижизненно:*
взвешивают пластиковую емкость (объемом 500–1000 мл) с водой;
из бассейна сачком отлавливают молодь в количестве не менее 100 шт., помещают ее в подготовленную емкость с водой;
проводят взвешивание и определяют общий вес живой молоди, вычитая вес емкости с водой;
просчитывают количество особей в пробе;
навеску рассчитывают делением общего веса на число рыб.

Контрольные взвешивания следует проводить в утреннее время до первого кормления рыб.

Кормление

Особенностью раннего постэмбрионального развития сиговых рыб является незавершенность развития пищеварительной системы и отсутствие желудка. Это определяет повышенные требования к процессу кормления сига на ранних этапах развития.

Кормление предличинок следует начинать со второго-третьего дня после вылупления. Активность питания и пищевой рефлекс в начале кормления низкие. Личинки захватывают частицы корма, находящиеся в непосредственной близости только в толще воды. По мере роста активность питания личинок возрастает, максимальная утилизация корма происходит по достижении ими массы 50–200 мг. К этому периоду у них окончательно формируется пищеварительная система, начинает полноценно функционировать желудок.

В связи с этим в начале выращивания кормление следует проводить с избытком (коэффициент оплаты корма — до 1,5–2). Желательно первые две недели применять комбинированное кормление, при котором поочередно

выдается живой корм (науплии артемии) и стартовый искусственный корм (размер частиц 0,1 мм)^{***}. Долю живого корма следует снижать постепенно.

Инкубация яиц артемии в производственных условиях проводится в аппаратах вертикального типа объемом от 100 до 200 л и более при температуре 28 °С (рис. 13).

Требуемое содержание белка в искусственном корме первоначально не менее 58%, жира — не более 12%. По мере роста содержание белка в кормах снижается, а жира — возрастает.

По мере увеличения массы молоди размер кормовых частиц искусственного корма увеличивается, постепенно сокращается избыточное кормление, кормовой коэффициент снижается до 0,6–0,7 при массе молоди 80–200 мг (табл. 3).

Таблица 3. Размер крупки корма в зависимости от массы тела личинок сига

Масса молоди, мг	Размер (диаметр) крупки, мм	Кормовой коэффициент
до 20	0,1	1,5–2
20–40	смесь 0,1–0,3	1
40–60	0,3	0,9
60–80	смесь 0,3–0,4	0,7
80–200	0,4	0,65
200–400	смесь 0,4–0,5	0,6

Кормление следует проводить в светлое время суток: при ручном способе раздачи (рис. 14) каждые 0,5 часа, но не реже чем 1 раз в час. При автоматическом — маленькими порциями — 5–10 и более раз в час.



Рис. 13. Инкубация яиц артемии (объем 180 л)



Рис. 14. Кормление молоди сига

^{***} Рекомендуется использование искусственных стартовых кормов рецептуры ГосНИОРХ или импортных кормов.

Рост молоди

Зависимость роста молоди сига от температуры воды представлена в табл. 4.

Таблица 4. Суточные приросты массы ранней молоди сига в зависимости от температуры воды и навески рыб при кормлении искусственными кормами (% от массы тела)

Температура воды, °С	Масса молоди, мг			
	до 20	20–100	100–250	250–400
6	2,8	3,2	2,5	—
7	3,8	4,3	3,4	3,0
8	5,0	5,5	4,4	3,8
9	6,1	6,6	5,3	4,7
10	7,3	7,8	6,3	5,5
11	8,4	8,8	7,2	6,4
12	9,5	9,6	8,1	7,3
13	10,6	10,4	9,0	8,1
14	11,6	11,1	9,8	8,8
15	12,4	11,7	10,5	9,4
16	13,0	12,3	11,1	9,9
17	—	12,7	11,6	10,2
18	—	—	—	10,2
19	—	—	—	10,0

Уход

При выращивании личинок сига необходимо осуществлять постоянный контроль за проточностью, температурой воды в бассейнах, концентрацией кислорода и основными гидрохимическими показателями. Оптимальными условиями для роста являются: температура воды — 14–18 °С, концентрация растворенного в воде кислорода — не менее 7–8 мг/дм³, другие гидрохимические параметры не должны превышать рыбохозяйственные нормативы (см. табл. 1).

Необходимым условием промышленного выращивания сиговых рыб является ежедневная чистка бассейнов, т. е. удаление ила и частиц корма со дна и обрастаний со стенок бассейнов. Утром и вечером проводят чистку фонарей и сливных решеток, опуская уровенную трубу и сливая 1/3 воды из бассейна. Удаление осадка со дна бассейна проводится с использованием шланга-сифона.

При соблюдении технологического режима и нормативов выживаемость ранней молоди при выращивании в бассейнах до достижения навески 350–400 мг достигает 80%.

6. СОРТИРОВКА

Известно, что при выращивании сиговых рыб по индустриальной технологии на искусственных кормах на первом этапе (выращивание ранней молоди) нередко наблюдается высокий уровень вариабельности по массе тела. В связи с этим, при необходимости, рекомендуется проведение сортировки молоди и отбора крупных особей для пересадки в садки.

Сортировку молоди сига можно проводить с использованием сортировочного ящика (рис. 15) при достижении средней массы рыб 350 мг.

Выбор времени сортировки по данной методике определяется тем, что в этом возрасте и при такой массе тела у сигов происходит переход от личиночной к мальковой стадии. У молоди еще не полностью сформированы дефинитивные признаки экстерьера — отсутствует чешуйчатый покров и увеличивается толщина тела (она уже несколько превышает толщину головы). Это позволяет эффективно и не сильно травмируя проводить сортировку молоди. Принцип отбора молоди по массе тела при этом заключается в том, что мелкие особи «просеиваются» через решетку, а более крупные остаются в сортировочном ящике (расстояние между пластинами 3,2 мм).

Оставшаяся в бассейнах после сортировки более мелкая рыба в условиях пониженной плотности посадки быстро (обычно в течение 5–7 дней) достигает средней массы 350–400 мг и также пересаживается в садки, а при необходимости повторно сортируется.

Таким образом, происходит выравнивание размера молоди сига, снижение уровня ее вариабельности перед пересадкой в садки за счет использования потенциала компенсаторного роста.



Рис. 15. Сортировка молоди сига

7. ВЫРАЩИВАНИЕ СЕГОЛЕТОК СИГА В САДКАХ

Оборудование и инвентарь

- Садки из безузловой дели (размер: длина × ширина × высота):
 - до средней массы рыб 2–3 г: 3 × 3 × 3 м, ячей 4 мм;
 - до средней массы рыб 5–7 г: 5 × 5 × 5 м, ячей 6 мм;
 - до средней массы рыб 15–25 г: 5 × 5 × 5 м, ячей 8 мм
- Сачки
- Весы
- Термооксиметр
- Кормораздатчики автоматические с объемом бункера до 3–4 кг

Выращивание сеголеток сига в садках осуществляется с середины июня до конца октября-ноября при температуре воды: летом — 16–20 °С, осенью — 15→3 °С. В конце периода выращивания сеголетки достигают средней массы 15–25 г.

Условия установки садков в водоеме

Для выращивания молоди сигов используются делевые садки, изготовленные из капроновой безузловой (трикотажной) дели. Садки устанавливаются на понтонах в акваториях проточных водоемов, глубиной не менее 6–7 м. Конструкции понтонов изготавливаются из пластиковых или металлических труб.

Садки сверху покрывают делью с ячейей 60–100 мм для предотвращения проникновения рыбоядных птиц.

Рыбоводные операции и биологические показатели

Молодь сига после сортировки (масса 0,4 г) пересаживается в садки размером 3×3 м, глубиной 3 м, с размером ячей 4 мм. Плотность посадки — 8–12 тыс. шт. на садок. При достижении молодью сига средней массы 2–3 г садок следует заменить на садок большего размера (5×5 м) высотой 5 м с размером ячей 6 мм. С целью предотвращения травмирования молоди операцию по замене садка рекомендуется проводить методом подводки: садок большего размера (с ячейей 6 мм) подводится под садок меньшего размера, после чего рыба перепускается в новый садок, а старый убирается.

При достижении молодью массы 5–7 г садок с ячейей 6 мм заменяется на садок аналогичного размера с более крупной ячейей — 8 мм.

Кормление

Кормление молоди сига в садках проводится с использованием автоматических кормораздатчиков. Подача корма осуществляется 3–10 и более раз/час (в зависимости от конструкции кормораздатчика). Питательность и размер гранул корма подбирается в соответствии с навеской растущих рыб (табл. 5). Суточная норма корма определяется в соответствии с массой молоди и температурой воды (табл. 6).

Таблица 5. Размер гранул и питательная ценность используемых кормов

Навеска, г	Размер гранул, мм	Питательная ценность		
		Протеин, %	Жир, %	Перевариваемая энергия, МДж
0,45–1,5	0,5	58	14	19,0
1,5–2,0	смесь 0,5:0,8	57–58	14–18	19,6
2,0–4,0	0,8	57	18	19,6
4,0–5,0	смесь 0,8:1,1	57	18	19,6
5,0–8,0	1,1	57	18	19,6
8–10	смесь 1,1:1,5	54–57	18	20,1
10–20	1,5	54	22	20,6
20–25	1,5–1,7	54	22	20,6

Суточная норма корма определяется в соответствии с массой молоди и температурой воды (табл. 6).

Таблица 6. Нормы кормления (в % от массы рыбы)

Масса молоди, г	Температура, °С								
	4	6	8	10	12	14	16	18	20
1	1,6	2,4	3,0	3,6	4,1	4,6	5,0	4,9	4,3
2	1,4	2,1	2,7	3,2	3,6	4,0	4,4	4,3	3,8
3	1,3	1,8	2,4	2,7	3,1	3,5	3,8	3,7	3,3
4	1,1	1,6	2,0	2,4	2,7	3,0	3,3	3,2	2,8
5	0,9	1,3	1,7	2,1	2,4	2,7	3,0	2,9	2,5
6	0,8	1,2	1,6	2,0	2,3	2,6	2,8	2,7	2,4
8	0,7	1,1	1,5	1,9	2,1	2,4	2,6	2,5	2,2
10	0,7	1,0	1,4	1,8	2,1	2,3	2,5	2,4	2,2
12	0,7	1,0	1,4	1,7	2,0	2,2	2,4	2,3	2,1
14	0,6	0,9	1,2	1,6	1,9	2,1	2,3	2,2	2,0
16	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,0	2,2	2,1	1,9
18	0,6	0,8	1,1	1,4	1,7	1,9	2,1	2,0	1,8
20	0,5	0,8	1,1	1,4	1,6	1,8	2,0	1,9	1,7
25	0,5	0,7	1,0	1,3	1,5	1,7	1,9	1,8	1,6
30	0,5	0,7	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	1,7	1,5

Нормы кормления рассчитываются исходя из результатов контрольных обловов, определения фактической навески и общей биомассы рыб. В промежутках между контрольными обловами корректировка норм кормления проводится на основании расчета прироста биомассы рыб, с учетом

количества выданного корма и кормового коэффициента. При оптимальных температурах кормовой коэффициент в среднем составляет 0,6–0,8, а осенью, с понижением температуры воды до $6 \rightarrow 3^\circ\text{C}$ — может повышаться до 1 и более.

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. Учет отхода ведется ежедневно.

Контрольные обловы проводятся при массе рыб до 1 г — через 5 суток, 1–7 г — через 7 суток, 8–25 г — через 10–15 суток. При больших объемах выращивания обловы проводятся в контрольных садках.

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 на следующий период. Корректировку суточной нормы для рыб с массой 0,4–1 г желательно делать ежедневно, 2–3 г — через 2 дня и т. д. с учетом ожидаемого прироста. Это позволяет получать оптимальные приросты и экономить корма.

Темп роста сига при стандартных условиях представлен на рис. 16.

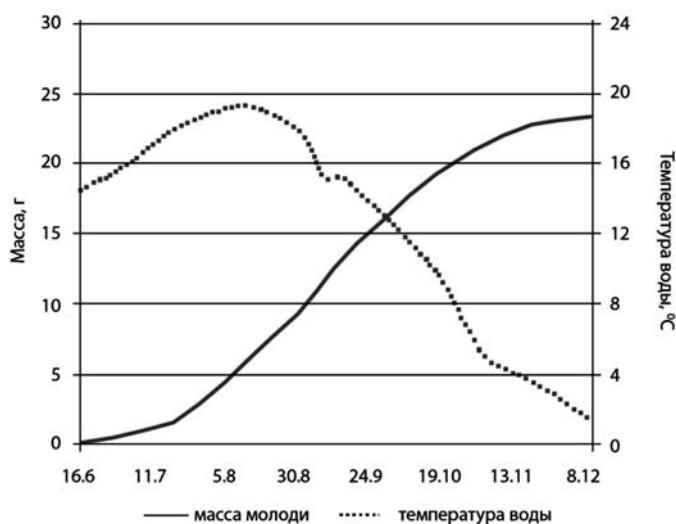


Рис. 16. Темп роста сеголеток сига

Уход

На протяжении всего периода выращивания молоди проводится контроль за температурным и гидрохимическим режимом в садках. Содержание кислорода в воде и температуру следует измерять на глубине 1,5–3,0 м (в середине садка).

Оптимальная температура воды для роста молоди сига в садках — 14–18 °С.

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

С поверхности садка отход собирается сачком и учитывается ежедневно.

Транспортировка молоди (сеголеток), выращенной для целей искусственного воспроизводства или передачи (продажи) на другие рыбоводные хозяйства, осуществляется при температуре воды не выше 7–8 °С.

Выживаемость

Выживаемость молоди за период выращивания в садках при соблюдении технологических норм составляет не менее 70%.

Контроль физиологического состояния

При выращивании молоди сига в индустриальных условиях на искусственных кормах необходимо периодически контролировать ее физиологическое состояние. В табл. 7 приведены нормы физиолого-биохимических показателей для сеголеток сига.

Таблица 7. Морфофизиологические и биохимические показатели сеголеток сига

Показатели	Единицы измерения	Физиологическая норма
Средняя масса сеголеток к концу вегетационного сезона	г	15–25
Коэффициент вариации конечной массы тела	%	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

8. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПОЛУЧЕНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА (СЕГОЛЕТОК) СИГА

Содержание производителей

С целью получения рыбоводной икры выдерживание производителей до созревания проводят в бассейнах или садках. Продолжительность выдерживания может занимать до 30–40 суток.

Самцов и самок содержат отдельно.

Размеры садков: площадь — 20–50 м² (в зависимости от размера и количества рыбы) глубина погружения 4–5 м, плотность посадки до 5 кг/м³.

Размеры бассейнов: площадь — не менее 4 м², глубина слоя воды — до 0,5 м, плотность посадки — до 30 кг/м³. Бассейны с производителями рекомендуется затенять.

По мере выдерживания рыбы проводится отбраковка травмированных рыб.

Получение половых продуктов

Икру от самок получают путем сцеживания. При оплодотворении икры спермой используется стандартный сухой метод.

Инкубация икры

Таблица 8. Технологические показатели

Показатели	Ед. изм.	Значения
Температура воды:		
- минимальная	°С	0,1
- максимальная	°С	6,0
- оптимальная для основного периода инкубации	°С	0,1–1,0
Содержание растворенного кислорода:		
- минимальное	мг/л	8,0
- максимальное	мг/л	14,0
- оптимальное	мг/л	>9,0
Продолжительность этапа	сут.	150–180
Норма загрузки в инкубационный ап. Вейса (8 л)		
- инкубация во взвешенном состоянии	л	4,5–4,8
Расход воды в инкубационных аппаратах	л/мин.	2,2–3,0

Таблица 9. Биологические показатели

Показатели	Ед. изм.	Значения
Процент оплодотворения икры	%	85–90
Выживаемость икры за период инкубации	%	60–70
Выживаемость предличинок при вылуплении	%	95–98
Масса однодневной предличинки	мг	7–8

Таблица 10. Рыбоводные операции

Операция (мероприятие)	Объем и периодичность
Регулировка подачи воды в зависимости от количества заложенной икры для равномерного перемешивания икры в стандартном аппарате Вейса (объем 8 л)	2,2–3,0 л/мин.
Профилактическая обработка икры	1–2 мг/л марг. кислый калий
Отбор пораженных и неразвивающихся икринок	ежедневно
Учет количества развивающейся икры	ежемесячно
Измерение параметров водной среды:	
Температура	ежедневно
Кислород	ежедневно
pH	ежедекадно

Таблица 11. Необходимое оборудование

Операция (мероприятие)	Оборудование
Инкубация и учет икры	аппараты Вейса, сита-уловители икры, мерная кружка
Отбор поврежденных икринок, предличинок	трубка-сифон
Перемешивание икры в аппаратах	перо
Определение процента оплодотворения и стадий развития икры	бинокулярная лупа
Регистрация показателей водной среды	термооксиметр, pH-метр

Выдерживание предличинок

Таблица 12. Технологические показатели

Показатели	Ед. изм.	Значение
Температура воды:	°С	5–6
Содержание растворенного кислорода	мг/дм ³	≥ 9,0
Кратность водообмена	объем/час	1–2
Продолжительность этапа	сут.	1–2
Размер рекомендуемых рыбоводных емкостей (длина × ширина × высота)		
- лотки ейского типа	м	4,2×0,7×0,5
- квадратные бассейны		2,0×2,0×0,4
Уровень воды в рыбоводных емкостях	м	0,25–0,35

Таблица 13. Биологические показатели

Показатели	Ед. изм.	Значение
Плотность посадки в начале этапа	тыс. шт./м ³	36–40
Плотность посадки в конце этапа	тыс. шт./м ³	35–39
Выживаемость	%	97–98
Средняя масса предличинки	мг	7–8

Таблица 14. Рыбоводные операции

Операция (мероприятие)	Объем и периодичность
Пересадка предличинок из инкубационных аппаратов в емкости для выдерживания	по мере выхода предличинок из оболочек
Взвешивание	при выходе предличинок из оболочек
Измерение параметров водной среды:	
- температура	3 раза /день
- кислород	ежедневно
Удаление оболочек икры и погибших личинок	ежедневно

Таблица 15. Необходимое оборудование

Операция (мероприятие)	Оборудование
Пересадка предличинок из инкубационных аппаратов в выростные емкости, оборудованные фонарями	Аппарты Вейса, лотки, бассейны, сетка на фонарях с ячейей 0,5 мм (мельничное сито № 11)
Измерение параметров водной среды	термооксиметр, рН-метр
Взвешивание	Электронные весы
Удаление оболочек икры и погибших личинок	Трубка-сифон

Период смешанного питания

Таблица 16. Технологические показатели

Показатели	Ед. изм.	Значение
Рекомендуемая температура воды	°С	6–11
Рекомендуемое содержание растворенного кислорода	мг/дм ³	≥ 9
Кратность водообмена	объем/час	1–2
Продолжительность этапа	сут.	12–16
Размер рекомендуемых рыбоводных емкостей	м ³	1,0
Уровень воды в рыбоводных емкостях	м	0,25–0,35

Таблица 17. Биологические показатели

Показатели	Ед. изм.	Значение
Количество личинок (молоди) на емкость 1 м ³ (плотность посадки)		
- в начале этапа	тыс. шт.	39
- в конце этапа	тыс. шт.	36
Выживаемость за этап	%	92
Масса личинок (молоди):		
- в начале этапа	мг	7–8
- в конце этапа	мг	10–12

Таблица 18. Корма и кормление

Показатели	Ед. изм.	Значение
Смешанное кормление: живой корм (науплии артемии) и искусственные стартовые корма. Соотношение живого корма (на сухой вес) и комбикорма 1:1	% от массы тела	7–10
Способ кормления (ручное внесение, кормораздатчики)	-	
Кратность кормления	раз/сут.	не менее 12
Содержание белка в корме	%	58
Содержание жира в корме	%	12
Рекомендуемый размер кормовых частиц	мм	0,1
Суточная норма кормления (в % от биомассы):	%	7–10
Коэф. оплаты корма (в пересчете на сухой вес)	кг/кг прироста	до 1,5–2,0

Таблица 19. Рыбоводные операции

Операция (мероприятие)	Периодичность
Измерение параметров водной среды:	
- температура	3 раза /день
- кислород	ежедневно
- рН	ежедекадно
Чистка лотков и бассейнов с сифоном и щетками	1 раза/день
Чистка сетчатых фонарей	2 раза/день
Кормление	не менее 1 раза/час
Взвешивание	еженедельно
Лечение и дезинфекция	при необходимости

Таблица 20. Перечень необходимого оборудования

Операция (мероприятие)	Оборудование
Выращивание молоди (выростные емкости с сетчатыми фильтрами на вытоке)	лотки, бассейны, сетка на «фонарях» с ячейей 0,5 мм (мельничное сито № 11)
Измерение параметров водной среды	термооксиметр, pH-метр
Чистка лотков и бассейнов с сифоном и щетками	сифон и щетки
Чистка сетчатых фонарей	щетки
Кормление	емкости для корма, кормораздатчики
Взвешивание	весы
Лечение и дезинфекция	при необходимости

Выращивание молоди в бассейнах до средней массы 0,35–0,4 г

Таблица 21. Технологические показатели

Показатели	Ед. изм.	Значение
Оптимальная температура воды	°С	14–18
Рекомендуемое содержание растворенного кислорода	мг/дм ³	не менее 7
Кратность водообмена в бассейнах	объем/час	1,5×3
Продолжительность этапа	сут.	44–50
Объем рекомендуемых рыбоводных емкостей	м ³	1
Уровень воды в рыбоводных емкостях	м	0,25–0,4

Таблица 22. Биологические показатели

Показатели	Ед. изм.	Значение
Количество личинок в начале этапа	тыс. шт.	36–40
Количество молоди в конце этапа	тыс. шт.	(14–16)×2
Выживаемость за этап	%	80
Масса личинок в начале этапа	мг	10–12
Масса молоди в конце этапа	мг	400
Плотность посадки:		
- в начале этапа (при массе 20–30 мг) рассадка личинок с сокращением плотности посадки в два раза	тыс. шт./м ³	36 → 18
- в конце этапа	тыс. шт./м ³	14–16

Таблица 23. Сортировка (по мере необходимости)

Показатели	Ед. изм.	Значение
Средняя масса рыбы:		
до сортировки	г	0,35
после сортировки:		
- крупная молодь	г	0,4–0,45
- мелкая молодь	г	0,25–0,3
Отход	%	до 2

Таблица 24. Корма и кормление

Показатели	Ед. изм.	Значение
Содержание белка в корме:		
- минимальное	%	57
- максимальное	%	63
Содержание жира в корме:		
- минимальное	%	11
- максимальное	%	14
Рекомендуемый размер кормовых частиц:		
в начале этапа	мм	0,3–0,4
перед сортировкой	мм	0,4–0,5
после сортировки:		
- крупная группа	мм	0,5
- мелкая группа	мм	0,4–0,5
Суточная норма кормления (в % от биомассы):		
- в начале этапа	%	5–7
- в конце этапа	%	4–6
Коэффициент оплаты корма	кг/кг прироста	0,7–0,6

Таблица 25. Рыбоводные операции

Операция (мероприятие)	Объем и периодичность
Измерение параметров водной среды:	
- температура	3 раза /день
- кислород	Ежедневно
- pH	ежедекадно
Чистка лотков и бассейнов с сифоном и щетками	1 раза/день
Установка на «фонари» сетчатых фильтров с ячейей 1 мм при массе личинок 30 мг. Замена фонарей на решетки при массе молоди 100 мг	1 раз
Кормление	не реже 1 раза каждые 1,5 часа
Взвешивание	не реже 1 раза в 7–10 дней
Сортировка	при массе 0,35 г
Пересадка крупной молоди в садки	после сортировки
Лечение и дезинфекция	при необходимости

Таблица 26. Перечень необходимого оборудования

Операция (мероприятие)	Оборудование
Выращивание молоди (выростные емкости)	лотки, бассейны
Сортировка	сортировочный ящик (расстояние между планками 3,2 мм)
Пересадка крупной молоди в садки	садки (б/узн. дель с ячейей 4 мм)
Измерение параметров водной среды	термооксиметр, pH-метр
Чистка лотков и бассейнов с сифоном и щетками	сифон и щетки
Кормление	емкости под корма, кормораздатчики
Взвешивание	весы
Лечение и дезинфекция	лечебные и дезинфекционные средства

Выращивание сеголеток в садках до массы 15–25 г

Таблица 27. Технологические показатели

Показатели	Ед. изм.	Значение
Оптимальная температура воды	°С	12–18
Рекомендуемое содержание растворенного кислорода	мг/л	не ниже 7
Продолжительность этапа	сут.	120–135
Размеры садков (длина × ширина × высота)		
- в начале этапа	м	3×3×3
- в середине и конце этапа		5×5×5
Глубина погружения садков	м	2–4

Таблица 28. Биологические показатели

Показатели	Ед. изм.	Значение
Количество молоди, плотность посадки:		
- в начале этапа	тыс. шт./садок	8–10
- в конце этапа	тыс. шт./садок	6,4–7,0
Выживаемость за этап	%	70–80
Масса молоди:		
- в начале этапа	г	0,4
- в конце этапа	г	15–25
Биомасса молоди:		
- в начале этапа	кг/садок	3,2–4,0
- в конце этапа	кг/садок	105–160

Таблица 29. Корма и кормление

Показатели	Ед. изм.	Значение
Содержание белка в корме:		
- минимальное	%	54
- максимальное	%	57
Содержание жира в корме:		
- минимальное	%	14
- максимальное	%	22
Рекомендуемый размер кормовых частиц:		
- в начале этапа	мм	0,5
- в середине этапа	мм	0,8–1,1
- в конце этапа	мм	1,5–1,7

Показатели	Ед. изм.	Значение
Суточная норма кормления (в % от биомассы):		
- максимальная за период	%	5,0
- минимальная (при температуре 6 °С)	%	0,7
Коэффициент оплаты корма	кг/кг прироста	0,6–0,8
Способ кормления	кормораздатчики	
Кратность кормления	раз/час.	3–10

Таблица 30. Рыбоводные операции

Операция (мероприятие)	Объем и периодичность
Измерение параметров водной среды:	
- температура	1 раза /день
- кислород	1 раз в 2–3 дня
- pH	1 раз в неделю
Кормление	ежечасно
Взвешивание	в начале и в конце этапа
Удаление погибшей рыбы	до ледостава — ежедневно
Лечение и дезинфекция	при необходимости

Таблица 31. Перечень необходимого оборудования

Операция (мероприятие)	Оборудование
Выращивание молоди (выростные емкости)	садки
Измерение параметров водной среды	термооксиметр, pH-метр
Кормление	кормораздатчики
Взвешивание	весы
Удаление и учет погибшей рыбы	сачок
Лечение и дезинфекция	лечебные и дезинфекционные средства

ЛИТЕРАТУРА

- Атлас пресноводных рыб России / Под ред. Ю.С. Решетникова. — М.: Наука, 2002. — 379 с.
- Правдин И.Ф. Вопросы классификации и биологии ладожских сигов. — Изв. отд. прикладной ихтиологии. — 1925. — Т. 3, вып. 1. — С. 47–56.

Костюничев В.В.,
Богданова В.А.

**Методические рекомендации
по инкубации икры
и производству молоди сига
европейской части России**

Редактор О.С. Юрова
Компьютерная верстка Ю.С. Яковлев
Подписано в печать 18.07.2024
Формат 70×100/16. Печ. л. 2,5
Тираж 300 экз.

ФГБНУ «ВНИРО»
105187, г. Москва, проезд Окружной, д. 19
Тел.: 8 (499) 369–92–86