

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО РЫБОЛОВСТВУ

Всероссийский
научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии



**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ФОРМИРОВАНИЮ
РЕМОНТНО-МАТОЧНЫХ
СТАД НЕЛЬМЫ
В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ**

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 ФОРМИРОВАНИЮ
РЕМОНТНО-МАТОЧНЫХ
СТАД НЕЛЬМЫ
В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ**

Издательство ВНИРО
Москва, 2024

УДК 639.37.1
ББК 47
М 54

Настоящие Методические рекомендации разработаны в лаборатории аквакультуры Санкт-Петербургского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга)

Авторы-составители:

Шумилина А.К., ведущий научный сотрудник, кандидат биологических наук,
Костюничев В.В., заведующий лабораторией аквакультуры, кандидат биологических наук,
Лютиков А.А., старший научный сотрудник, кандидат биологических наук

Рецензенты:

Богданов В.Д., научный руководитель ИЭРиЖ УрО РАН, член-корреспондент РАН, профессор,
Борисов М.Я., ведущий научный сотрудник «ВологодНИРО», кандидат биологических наук.

М 54 Методические рекомендации по формированию ремонтно-маточных стад нельмы в промышленных условиях / Авторы-составители Шумилина А.К., Костюничев В.В., Лютиков А.А. М.: Изд-во ВНИРО, 2024. 56 с.

В Методических рекомендациях рассмотрены вопросы формирования ремонтно-маточных стад нельмы в промышленных условиях при естественном температурном режиме. Приведены описания технологических процессов и биотехнические показатели содержания и выращивания нельмы на всех этапах онтогенеза. Рекомендуются для руководителей организаций по искусственному воспроизводству рыб, рыбоводов, научных работников, специалистов по рыбоводному менеджменту, преподавателей, студентов средних специальных и высших учебных заведений.

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

ISBN 978-5-85382-546-8

© ФГБНУ «ВНИРО», 2024
© Шумилина А.К., Костюничев В.В.,
Лютиков А.А., 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НЕЛЬМЫ	6
2. ТРЕБОВАНИЯ К ГИДРОХИМИЧЕСКОМУ РЕЖИМУ ВОДОИСТОЧНИКА	9
3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ФОРМИРОВАНИЯ РЕМОНТНО-МАТОЧНЫХ СТАД НЕЛЬМЫ В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ	10
4. ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛОВЫХ ПРОДУКТОВ И ОСЕМЕНЕНИЕ ИКРЫ	11
5. ИНКУБАЦИЯ ИКРЫ	14
6. ВЫРАЩИВАНИЕ МОЛОДИ НЕЛЬМЫ ДО МАССЫ 0,4–0,45 г В БАССЕЙНАХ	19
7. ВЫРАЩИВАНИЕ МОЛОДИ НЕЛЬМЫ ДО МАССЫ 20–25 г В САДКАХ	28
8. ФОРМИРОВАНИЕ И СОДЕРЖАНИЕ РЕМОНТНОГО СТАДА В САДКАХ	32
9. ФОРМИРОВАНИЕ И СОДЕРЖАНИЕ МАТОЧНОГО СТАДА НЕЛЬМЫ В САДКАХ	39
10. РАБОТА С ПРОИЗВОДИТЕЛЯМИ НЕЛЬМЫ В ПРЕДНЕРЕСТОВЫЙ ПЕРИОД	45
ЛИТЕРАТУРА	48
ПРИЛОЖЕНИЕ. СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	53

ВВЕДЕНИЕ

Нельма *Stenodus leucichthys nelma* — ценный и самый крупный представитель семейства сиговых рыб, единственный хищник в этом семействе. Чрезмерный промысел, в том числе и незаконный, антропогенное воздействие на естественные условия обитания нельмы крайне негативно отразились на состоянии природных популяций этой ценной рыбы в нашей стране. Как следствие, нельма внесена в региональные Красные книги, а северо-западная популяция — в Красную книгу России (2001).

Наихудшим образом перечисленные факторы отразились на жилой форме нельмы из оз. Кубенское (Вологодская обл.), которая к настоящему времени находится под угрозой исчезновения (Красная ..., 2008). Естественное восстановление природной популяции кубенской нельмы при нынешних условиях не представляется возможным, однако восполнение численности хищника может быть реализовано за счет искусственного воспроизводства.

Отечественные исследования, проводимые в этом направлении в 1950–1980-х гг., ограничивались выращиванием молоди в прудах и озерах-питомниках на естественной кормовой базе, однако эти способы не нашли широкого применения. В большинстве случаев причиной этому послужили неудовлетворительные результаты выращивания, при которых в отсутствие доступной для хищника аборигенной рыбы молодь имела мелкие размеры. С другой стороны развитию практики культивирования нельмы препятствовали недостаток прудовых площадей и озер-питомников, а также сложность управления на них рыбоводными процессами.

Для решения задач по воспроизводству и выращиванию кубенской нельмы в искусственных условиях перспективно применение новых индустриальных технологий, которые позволяют организовать полностью контролируемый рыбоводный процесс в необходимых объемах (Костюничев, 2010; Лютиков, 2014б). Кроме того, использование индустриального метода делает возможным выращивание товарной рыбы для потребительского рынка, что может

способствовать снижению промысловой нагрузки на природные стада (Костюничев, 2010).

Работы по формированию ремонтно-маточного стада кубенской нельмы по современной индустриальной технологии начаты сотрудниками ГосНИОРХ на базе садкового рыбоводного хозяйства ООО «Форват» в 2008 г., обской нельмы — в 2016 г. (рис. 1). В 2020–2022 гг. на основании результатов экспериментальных работ, проведенных по госзаданию Росрыболовства, разработаны материалы по формированию ремонтно-маточных стад нельмы в индустриальных условиях (технологическая схема и биологические показатели) для полноциклового питомника мощностью 1 млн сеголеток в год. Материалы технологической схемы явились основой для подготовки настоящих методических рекомендаций.

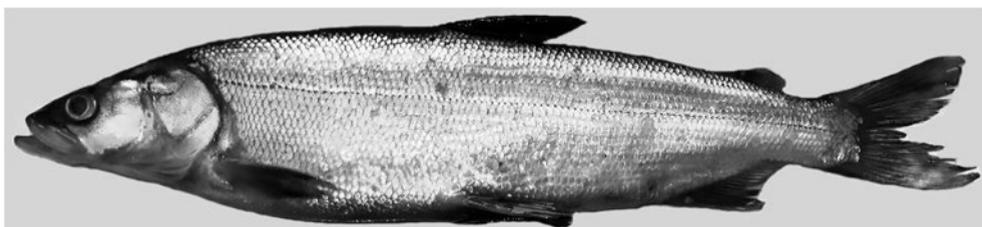


Рис. 1. Кубенская нельма, выращенная по индустриальной технологии на рыбоводном хозяйстве, возраст 3+, масса 1300 г

1. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НЕЛЬМЫ

Нельма — крупная рыба, ее размеры могут достигать в длину 1,5 м, массы до 50 кг (Кириллов, 1972). Входит в семейство сиговых, но составляет отдельный род этого семейства — *Stenodus*, представленный одним видом *S. leucichthys*, к которому относятся два подвида: нельма *S. leucichthys nelma* и белорыбца *S. leucichthys leucichthys*. Белорыбца является эндемиком Каспия, нерестится в Волге.

Тело щуковидное, сжатое с боков. Окраска на дорзальной стороне от темно-зеленой до светло-коричневой, на вентральной стороне и с боков — серебристая. Полос на теле не имеет, плавники темные. Чешуя крупная, циклоидная (рис. 1).

Нельма имеет обширный ареал, в нашей стране она распространена в бассейне Северного Ледовитого океана от Белого моря на западе до р. Анадырь на востоке. Наибольшее распространение и промысловое значение имела в реках Сибири, где добывалось около 97% общего количества вылова этой рыбы. Например, в 1960-х гг. уловы нельмы достигали 5500 т (Андряшев, 1954). В Европейской части России нельма наиболее многочисленна в бассей-

нах рек Печоры и Северной Двины, однако ее запасы здесь всегда были невелики.

Продолжительность жизни нельмы в различных водоемах достигает 22 лет (Решетников, 1980; Черешнев и др., 2000), имеются сведения о поимке экземпляров в р. Енисей возрастом 29 лет (Белов и др., 2011). Нагуливается в опресненных участках морей и низовьях рек с низкой соленостью 4–11‰, выдерживает соленость до 18–20‰, известны случаи встречаемости в водах с океанической соленостью (30–34‰) (Черешнев и др., 2000; Шестаков, 2005).

Нельма — единственный вид из сиговых, ведущий во взрослом состоянии исключительно хищный образ жизни (Конева, 1972; Нестеренко и др., 1976; Решетников, 1980), на хищное питание переходит при достижении 30 см длины. Молодь питается личинками насекомых, мизидами и молодь других рыб. При дефиците корма способна осваивать и другие кормовые источники, например, организмы зообентоса (Визер, 2006). Взрослая нельма также не оказывает предпочтения какому-то одному виду корма и потребляет любую доступную рыбную пищу (Кириллов, 1972; Alt, 1987; Черешнев и др., 2000).

Половое созревание в естественных условиях происходит в возрасте 9–15 лет и четко не связано с достижением каких-то определенных длины и массы (Черешнев и др., 2000), однако в литературе указан размерный диапазон половозрелых рыб 60–90 см при средней массе 4,5 кг (Решетников, 1980).

На нерест поднимается вверх по рекам, иногда до самых верховьев. Нерестится в сентябре-октябре при температуре 3–6 °С. Нерестилища располагаются на обширных плесах с песчано-галистым грунтом на глубинах 2–3 м. Эмбриональное развитие длится 250–260 сут., вылупление наблюдается в мае — начале июня при прогреве воды до 5–6 °С.

Мясо нельмы, как и других сиговых, белого цвета, обладает высокими вкусовыми качествами и пищевой ценностью — в возрасте 3+ калорийность мяса нельмы составляет 1266 ккал/кг (Нестеренко, 1983), у половозрелых особей — более 1900 ккал/кг.

Благодаря высокой экологической пластичности нельма способна образовывать жилые формы в реках — Иртыш, Бия, Катунь, Индигирка (Меньшиков, 1935; Вовк, 1948; Кириллов, 1955), озерах и водохранилищах, например, в оз. Зайсан, Новосибирском и Бухтарминском водохранилищах (Березовский, 1930; Смирнова, 1945; Конева, 1972; Богданов, Мельниченко, 2013). Жилые формы нельмы созревают раньше полупроходных форм. Например, верхнеобская нельма достигает половозрелости в возрасте 4+ — 6+ при массе 1,0–3,8 кг, в Енисее — самцы туводной формы созревают в возрасте 4+ — 5+ при средней массе 2,0 кг, самки — в возрасте 7+ — 8+ при средней массе 4,5 кг (Бухардинова, 2022). Несмотря на большое количество жилых популяций нельмы, наибольшее рыбохозяйственное значение получил эндемик из оз. Кубенское.

Своим происхождением кубенская нельма обязана полупроходной северодвинской популяции, производители которой поднимались на нерест в верховья р. Сухона, вытекающей из оз. Кубенское. В 1834 г. Сухону зарегулировали

плотиной, преградившей обратный путь производителям. Часть оставшегося в водоеме нерестового стада со временем образовала самовоспроизводящуюся популяцию жилой формы (Титенков, 1961).

Подобная изоляция отразилась на некоторых биологических особенностях вновь сформировавшейся популяции нельмы, отличающих ее от северной полупроходной нельмы быстрым темпом роста и ранним созреванием (самцы 4+, самки 5+) (Титенков, 1961). Также к отличительным чертам кубенской нельмы можно отнести короткую продолжительность жизни — до 9+ лет (Болотова, Коновалов, 2008), небольшие размеры — масса до 9 кг (Межаков, 1856) и, как следствие, невысокую плодовитость — до 180 тыс. икринок (Титенков, 1961). Подобные биологические и некоторые морфологические особенности позволили определить кубенскую нельму как самостоятельную форму *Stenodus leucichthys nelma natio cubensis* (Titenkov).

Формирование устойчивой популяции нельмы в оз. Кубенское, по-видимому, можно отнести к концу 19 века (Круглов, 1898). С этого времени нельма начала регулярно встречаться в уловах, однако до 1940-х гг. объемы вылова были невелики и в среднем не превышали нескольких тонн в год. Однако в 1953–1955 гг. высокая промысловая нагрузка (добывалось в среднем 50 т, более 60% из которых — неполовозрелые особи), значительное ухудшение условий обитания и воспроизводства вследствие загрязнения озера и его нерестовых притоков привели к резкому снижению численности нельмы в озере, изменению возрастного состава стада, а также к снижению темпа роста и упитанности рыб (Титенков, 1961; Болотова, 1999; Bolotova, Bolotov, 2002).

Комплекс неблагоприятных факторов привел жилое стадо кубенской нельмы в депрессивное состояние, чье естественное воспроизводство уже не представляется возможным. В связи с этим в 2015 г. начаты регулярные работы по зарыблению озера личинками и сеголетками нельмы, полученными в индустриальных условиях. Выпуск в оз. Кубенское личинок и сеголеток массой 20 г, выращенных в индустриальных условиях, показал высокую эффективность работ по искусственному воспроизводству кубенской нельмы (Коновалов, Борисов, Думнич, 2016).

Многолетние исследования по формированию ремонтно-маточных стад нельмы в индустриальных условиях свидетельствуют о наличии особенностей культивирования нельмы, которые обусловлены, в первую очередь, хищным типом питания и образом жизни:

- Характерные для хищника морфологические признаки — крупная голова, длинная нижняя челюсть, прогонистое тело. Эти признаки следует учитывать при определении размеров гранул искусственного корма, параметров садков и ячеи дели.

- Чешуя крупная, циклоидная, чешуйный покров слабый, неустойчивый к механическим воздействиям. При проведении рыбоводных операций по облову, сортировке, пересадке целостность чешуйного покрова нельмы легко нарушается, что приводит к элиминации травмированных рыб.

– Основу питания нельмы в природе составляют живые организмы, богатые белками, что отражается на раннем формировании ее пищеварительной системы. Молодь нельмы питается личинками насекомых, мизидами и молодь других рыб. Взрослая нельма потребляет любую доступную по размерам, преимущественно донную, рыбу. Поэтому при выращивании нельмы в промышленных условиях необходимо использовать корма с высоким содержанием протеина.

– По образу жизни нельма — стайная донная рыба, предпочитающая прохладу и затемненные участки рек. Активно питается во время заката и рассвета, крайне редко днем в безветренную и пасмурную погоду. Поведенческие реакции на свет и корм должны учитываться при разработке режима содержания и кормления нельмы в бассейнах и садках.

2. ТРЕБОВАНИЯ К ГИДРОХИМИЧЕСКОМУ РЕЖИМУ ВОДОИСТОЧНИКА

Гидрохимический режим водоемного хозяйства промышленного типа, должен отвечать требованиям, предъявляемым к физико-химическим характеристикам воды при разведении и выращивании нельмы (табл. 1). Содержание вредных веществ и примесей в воде не должно превышать предельно-допустимых концентраций, установленных для рыбохозяйственных водоемов.

Таблица 1. Требования к гидрохимическому режиму водоемного хозяйства при культивировании нельмы

Показатель	Значения					
	Инкубационный цех		Бассейны		Садки	
	рекомендуемые	допустимые	рекомендуемые	допустимые	рекомендуемые	допустимые
Температура воды, °C	0,1–0,6	до 1,0	10–18	5–19	12–17	кратковременно до 20
Кислород, мг/дм ³	9–12	7–14	8–11	не ниже 7	не ниже 7	не ниже 6,5
СО ₂ , мг/дм ³	до 10	до 15	до 15	до 20	до 15	до 20
Перманганатная окисляемость, мгО/дм ³	до 10	до 15	до 10	до 15	до 15	до 20
ХПК, мгО/дм ³	до 20	до 30	до 20	до 30	до 20	до 30
БПК ₅ , мг О ₂ /дм ³	до 2,1	до 2,1	до 2,1	до 2,1	до 2,1	до 2,1

Показатель	Значения					
	Инкубационный цех		Бассейны		Садки	
	рекомендуемые	допустимые	рекомендуемые	допустимые	рекомендуемые	допустимые
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
Аммоний, мгN/дм ³	до 0,01	до 0,1	до 0,01	до 0,1	до 0,3	до 0,4
Фосфаты, мгP/дм ³	до 0,15	до 0,2	до 0,15	до 0,2	до 0,15	до 0,2
Железо общее, мгFe/дм ³	до 0,1	до 0,15	до 0,1	до 0,15	до 0,1	до 0,2
Железо закисное, мгFe/дм ³	0	0	0	0	0	до 0,1
Взвешенные вещества, мг/дм ³	до 5	до 5	до 10	до 15	до 10	до 15

3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ФОРМИРОВАНИЯ РЕМОНТНО-МАТОЧНЫХ СТАД НЕЛЬМЫ В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Технологическая схема формирования ремонтно-маточных стад нельмы в промышленных условиях ориентирована, в первую очередь, на использование маточных стад, сформированных в заводских условиях. Схема производственных процессов аналогична для всех популяций нельмы и состоит из нескольких основных этапов, представленных на рис. 2.

Материалом для формирования первичного ремонтно-маточного стада нельмы может также служить икра, неполовозрелые особи и производители ремонтно-маточных стад, выращиваемые в других рыбноводных хозяйствах, а также икра, заготавливаемая от производителей из естественных водоемов в соответствии с существующими инструкциями и рекомендациями (Приказ Минсельхоза РФ от 19.10.2020 № 617).

Технологическая схема разработана в климатических условиях Северо-Запада России на примере жилых форм кубенской и обской нельмы. В других регионах сроки и продолжительность этапов могут отличаться от представленных ниже.

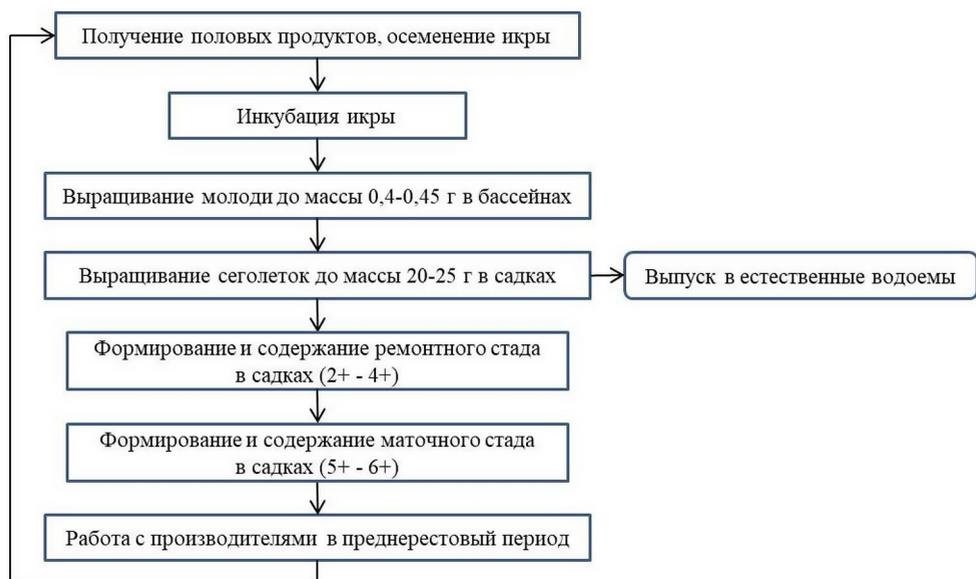


Рис. 2. Технологическая схема формирования ремонтно-маточных стад нельмы в полноцикловых рыбоводных хозяйствах индустриального типа

4. ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛОВЫХ ПРОДУКТОВ И ОСЕМЕНЕНИЕ ИКРЫ

Половые продукты получают как от впервые созревающих (самцы в возрасте 3+, самки — 4+), так и повторно нерестующих производителей из числа особей, отобранных для нерестовой кампании. При естественной динамике температур и фотопериода дополнительная стимуляция производителей нельмы не требуется.

Производители нельмы созревают при понижении температуры воды до 7–6 °С. В этот период рекомендуется просматривать самок не реже 3 раз в неделю. Сигналом к сбору икры является вытекание половых продуктов из яйцевода при легком надавливании на брюшко. В условиях Северо-Запада нерестовая кампания начинается обычно в первой декаде ноября и продолжается около 10 дней.

Процесс заготовки икры нельмы состоит из ряда последовательных операций:

Анестезия. Для снижения стресса и травматизации производителей обездвиживают с использованием анестетика в соответствии с разработанными рекомендациями (Микодина, Седова, Пьянова, 2011). Для этого «текучих» производителей помещают в бассейн размером, например, 1×1 м, наполненный водой с предварительно растворенным анестетиком — гвоздичным маслом

в концентрации 0,033 мл/л, и выдерживают около 3–5 мин. до их обездвиживания.

Сцеживание. Икру самок осторожно сцеживают, массируя брюшко рыбы по направлению от головы к хвосту. Для сбора икры можно использовать эмалированные или пластиковые миски с гладкой внутренней поверхностью и широким дном. Схожим образом получают половые продукты от самцов. Сперму можно отцеживать непосредственно в емкость с икрой.

Особое внимание обращают на качество половых продуктов. Доброкачественная икра до оплодотворения имеет округлую форму, икринки окрашены каротиноидными пигментами и имеют цвет от соломенного до светло-оранжевого. Неполюценная икра — незрелая (мутная, комковатая, плохо вытекающая из генитального отверстия), а также икра с большим количеством побелевших икринок или водянистой полостной жидкости.

При получении спермы от самцов оценивают качество спермы по внешнему виду. Сперма хорошего качества отличается умеренно густой консистенцией и белой или слегка желтоватой окраской. Водянистая, с синеватым оттенком сперма не дает хороших результатов при осеменении.

Учитывая низкие температуры воздуха в осенний период, работать с производителями необходимо без промедлений. Время получения икры от 1 самки — 1,5–3 мин., спермы от 1 самца — 0,3–0,5 мин. Ввиду того, что сперма продуцируется порционно, самцов можно использовать многократно, с интервалом 3–5 дней.

Репродуктивные показатели производителей нельмы представлены в табл. 2, 3.

После сцеживания икры самок на 1–2 дня помещают для выдерживания в садки размером 5×5×5 м и возобновляют кормление, а затем пересаживают

Таблица 2. Репродуктивные показатели самок нельмы

Показатели	Ед. изм.	Возраст		
		4+	5+	6+
Доля самок, отдавших доброкачественную икру	%	90	98	99
Рабочая плодовитость:				
- минимальная	тыс. шт.	17	21	23
- средняя	тыс. шт.	22	26	32
Размер икринки (диаметр) до/ после набухания	мм	2,6 3,4	2,7 3,5	2,7 3,5
Масса икринки до набухания	мг	11,2	11,5	11,7
Количество икринок в 1 г	шт.	90–95	88	86
Количество икринок в 1 л	тыс. шт.	40	38,5	36

Таблица 3. Репродуктивные показатели самцов нельмы

Показатели	Ед. изм.	Возраст			
		3+	4+	5+	6+
Доля самцов, отдавших доброкачественную сперму	%	95	100	100	100
Объем полученной спермы	мл	2,2–3,5	2,2–4,0	4,6–5,6	5,0–7,0
Оценка качества спермы по подвижности/концентрации	баллы	3–5	3–5	3–5	3–5

в садки большего размера, где уже находятся особи, несозревшие в данный сезон. Сильно травмированные и вялые самки выбраковываются. Самцы пересаживаются в выростные садки только после окончания всей нерестовой кампании.

Осеменение. Икру осеменяют «сухим» или «русским» способом, аккуратно перемешивая половые продукты с последующим добавлением воды, уровень которой должен полностью покрыть икру. Соотношение самок и самцов при осеменении должно составлять не менее 1: 1 (на 1 кг икры до 10 самцов).

Промывание икры начинают через 10–15 мин. после осеменения. Икру несколько раз промывают водой от остатков спермы, овариальной жидкости, слизи, а также неоплодотворенной и дефектной икры.

Для набухания икру размещают в специальные емкости — рамки (сита) с сетчатым дном, которые, как правило, устанавливают в бассейнах со слабым водообменом. В процессе набухания икра нельмы увеличивается в размерах от 2,6 до 3,5 мм, а масса от 11,2 до 18,6 мг. Икру на инкубацию закладывают не ранее чем через 8–10 ч после оплодотворения, к этому времени оболочка икры уплотняется.

Обесклеивание. Икра нельмы не обладает сильной клейкостью, однако при необходимости ее можно обработать 0,01%-ным водным раствором танина, на 5 л икры необходимо 10 л раствора, экспозиция — 10 мин.

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

Технологические показатели получения половых продуктов нельмы представлены в табл. 4.

Таблица 4. Технологические показатели получения половых продуктов нельмы

Показатели	Ед. изм.	Значение
Соотношение количества используемых при осеменении самок и самцов ♀:♂	шт.	1:1
Длительность процесса осеменения (без воды):		
- минимальная	мин.	10
- средняя	мин.	15
Длительность процесса оплодотворения (после добавления воды)	мин.	10–15
Длительность процесса промывания оплодотворенной икры:		
- минимальная	мин.	10
- средняя	мин.	15
Длительность процесса набухания икры:		
- минимальная	час.	12
- средняя	час.	20

5. ИНКУБАЦИЯ ИКРЫ

Для инкубации икры сиговых рыб в практике рыбоводства общепринято использование классических 8-литровых аппаратов Вейса с начальной загрузкой 150–200 тыс. икринок нельмы. Гидрохимические параметры воды, обеспечивающие удовлетворительные условия инкубации, приведены в табл. 1.

Проточность воды в аппарате устанавливается таким образом, чтобы обеспечить плавную циркуляцию икры, но избежать вымывания ее из сосуда. Чтобы ограничить механическое воздействие на икру на начальных стадиях развития, расход воды в стандартном 8-литровом аппарате не должен превышать 2,5–2,8 л/мин.

К началу пигментации глаз эмбриона (рис. 3) проточность в аппарате можно убавить до 2,0 л/мин. В конце инкубации, при вылуплении эмбрионов, проточность в аппарате увеличивают до 3–3,5 л/мин.

Возраст наступления отдельных стадий развития эмбрионов нельмы и температурные параметры инкубации икры представлены в табл. 5.

Массовое вылупление предличинок наблюдается при повышении температуры воды до 4,5–5,8 °С. Свободные эмбрионы нельмы про-



Рис. 3. Пигментация глаз у зародыша нельмы

Таблица 5. Возраст эмбриона на различных стадиях/этапах развития икры нельмы

Стадия/этап развития	Возраст, сутки	Температура, °С
Дробление	0–4	5,3–6,8
Гастрюляция	4,5–5,5	4,8–6,6
Замыкание «желточной пробки»	11–13	3,7–5,1
Пульсация сердечной трубки	20–28	0,5–3,4
Пигментация глаз	26–31	1,0–3,0
Замкнутое кровообращение	40–52	0,2–1,5
Ток крови по жаберным дугам	99–118	0,2
Формирование жаберных лепестков	116–135	0,2–0,7
Ток крови в жаберных лепестках	157–162	0,4–2,6
Вылупление	166–183	4,7–6,0

зрачные, желтоватого оттенка, сильно пигментированные. Размеры нельмы на этапе вылупления наиболее крупные среди сиговых рыб — длина может достигать 14,5 мм, масса 12,4 мг (рис. 4).

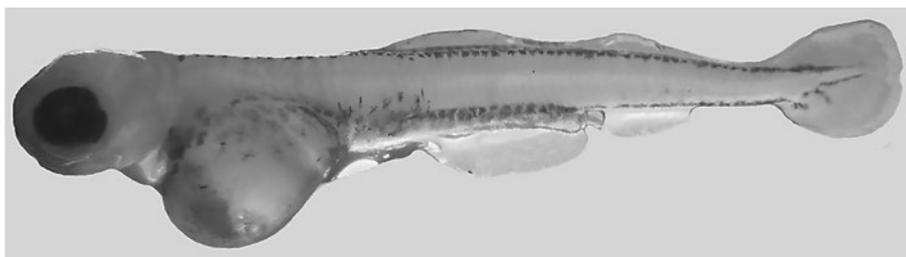


Рис. 4. Предличинка кубенской нельмы. Питание желточное

Выживаемость икры нельмы за весь период инкубации в аппаратах Вейса обычно составляет 60–70%, максимально — до 85%. Основная доля погибшей икры (до 75%) приходится на период с начала органогенеза до начала кровообращения у зародышей (табл. 6).

Для раннего получения предличинок нельмы на поздних стадиях развития (образование зачатков хвостового плавника и пигментация туловища) следует повысить температуру воды до 8–11 °С, что позволяет сократить период инкубации на 54–55 сут. (Костюничев, 1997). Это существенно не влияет на выживаемость эмбрионов и физиологическое состояние предличинок. Мальковый этап развития такой молоди наступает на 51–52 сут. раньше, чем при естественном температурном режиме.

Таблица 6. Рыбоводные показатели инкубации икры нельмы

Показатели	Ед. изм.	Значения
Температура воды:		
- в основной период инкубации	°С	0,1–1,0
- при массовом вылуплении предличинок	°С	5,0–5,5
Содержание растворенного кислорода:		
- минимальное	мг/л	7,0
- оптимальное	мг/л	≥ 10,0
Кол-во икринок в 1 л	тыс. шт.	36–40
Норма загрузки в инкубационный аппарат Вейса (8 л):	тыс. шт.	150–200
Расход воды:		
- в начале инкубации	л/мин.	2,5–2,8
- в период инкубации	л/мин.	2,0
- перед вылуплением предличинок	л/мин.	3,0–3,5
Продолжительность инкубации	сут.	170–180
Выживаемость икры за период инкубации	%	60–70

Использование различных аппаратов для инкубации икры нельмы. Помимо классического способа, существуют варианты инкубации икры нельмы в аппаратах форелевого типа (рис. 5) и модифицированных аппаратах Вейса (рис. 6). Принцип работы этих аппаратов заключается в том, что икру располагают на решетке, установленной в 5 (для форелевого аппарата) и 20 см (для классического аппарата Вейса) от места водоподачи. Это позволяет избежать прямого негативного контакта струи воды с развивающимся зародышем.

Использование экспериментальных инкубационных аппаратов позволяет повысить выживаемость зародышей нельмы на стадии органогенеза на 15–16%



Рис. 5. Инкубационный аппарат для икры форели:
1 — схема; 2 — пустой аппарат; 3 — аппарат с икрой

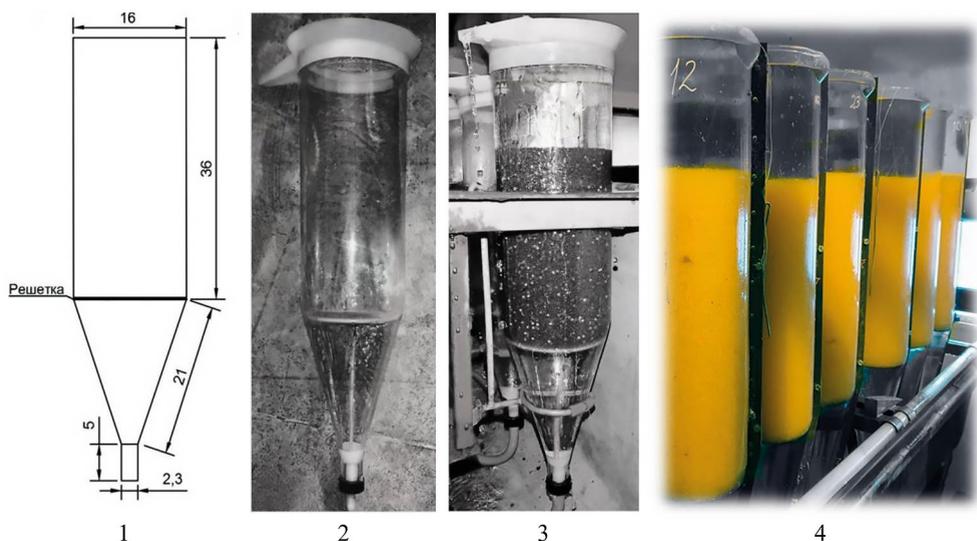


Рис. 6. Модифицированный аппарат Вейса:

1 — схема; 2 — пустой аппарат; 3 — аппарат объемом 8 л с икрой; 4 — инкубация икры нельмы в аппаратах объемом 24 л

по сравнению с инкубацией в классических аппаратах Вейса. Продолжительность инкубации икры в форелевых и модифицированных аппаратах Вейса ограничена 17–20 сут., что связано с отсутствием циркуляции в них икры и, как следствие, быстрым развитием сапролегнии на мертвых икринках, которая поражает здоровую икру.

Преимущество модифицированного аппарата Вейса — доработка аппаратов не составляет большого труда, доинкубация икры осуществляется в тех же аппаратах после извлечения из них решетки. Преимущество аппаратов форелевого типа — возможность инкубировать в 1,7 раз больше икры, чем в аппарате Вейса при одинаковом расходе воды.

Условия освещенности при инкубации икры нельмы. Постоянное искусственное освещение (до 150 лк) или полная темнота в течение всего периода инкубации не отражаются на скорости развития и выживаемости икры нельмы. В таких условиях результаты инкубации сопоставимы с таковыми при развитии икры в естественных условиях освещенности, которая с ноября по февраль в среднем составляет 9 лк, в марте — 75 лк, в апреле — 240 лк.

Уход за икрой нельмы. В период инкубации икры нельмы осуществляются следующие рыбоводные операции:

- регулировка подачи воды;
- отбор пораженных и неразвивающихся икринок;

- учет количества развивающейся икры, определение стадий развития;
- контроль за эпизоотическим состоянием икры и проведение профилактической обработки (при необходимости);
- измерение параметров водной среды (температуры, концентрации кислорода, водородного показателя).

На начальных стадиях инкубации рекомендуется периодически перемешивать икру для предотвращения ее «комкования» и приклеивания икринок к стенкам аппарата.

Регулировка подачи воды в аппаратах проводится с целью равномерного перемешивания икры в инкубационных аппаратах. Расход воды в 1 аппарате зависит от количества заложенной в него икры, стадии развития эмбрионов и конструкции аппарата.

Важным условием является контроль и отбор мертвой икры, которая вследствие меньшей плотности по сравнению с живыми эмбрионами, скапливается в верхней части аппарата, откуда ее удобно собирать с помощью сифона. Поскольку в процессе отбора вместе с мертвой икрой попадает небольшое количество живых эмбрионов, отобранную икру помещают в карантинный аппарат — «отходник», где также проводится отбор.

В процессе инкубации ежедневно просматривают состояние икры во избежание поражения живой нормально развивающейся икры сапролегнией. Периодически учитывают количество развивающейся икры, определяют стадию развития. Ежедневно измеряют и регистрируют параметры водной среды.

Профилактические мероприятия. При появлении в аппаратах сапролегнии икру обрабатывают водным раствором формалина (0,5% в течение 3 мин.) или перманганата калия (1–1,5 г/м³ в течение 10–15 мин.) в соответствии с существующими рекомендациями.

Выклев. Массовый выклев предличинок (свободных эмбрионов) нельмы наблюдается в конце апреля при температуре воды 5–6 °С. Продолжительность массового выклева предличинок варьирует от 4–5 до 9 сут.

Перед выклевом проводятся следующие операции: оснащение инкубационных аппаратов желобами для ската предличинок, установка фонарей (каркасов, обтянутых сетчатым фильтром из сетки с ячейей 0,5–0,6 мм — газ-сито № 10–11) в приемных бассейнах или лотках, регулировка подачи воды. Уход в период выклева включает контроль за проточностью в аппаратах с икрой и бассейнах-накопителях, температурой воды, содержанием кислорода и рН. Ежедневно со дна бассейнов отбирают оболочки икринок и мертвую икру при помощи трубки-сифона и чистят фонари.

По мере накопления свободных эмбрионов в приемных бассейнах их отлавливают и учитывают эталонным или весовым методом. После учета предличинок пересаживают в выростные бассейны.

6. ВЫРАЩИВАНИЕ МОЛОДИ НЕЛЬМЫ ДО МАССЫ 0,4–0,45 Г В БАССЕЙНАХ

Молодь нельмы до массы 0,4–0,45 г выращивают в бассейнах размером 2,0×2,0×0,5 м и/или лотках площадью 3–4 м² (4,2×0,7×0,5 м).

На ранних этапах развития личинок на вытоке устанавливают фонари-каркасы, обтянутые фильтрами из газ-ситы. Для личинок массой до 30 мг фильтр изготавливают из сетки с ячейей 0,5–0,6 мм (газ-сито № 10–11). При выращивании личинок массой от 30 до 100 мг используют фильтр из газ-ситы № 7 или нержавеющей сетки с ячейей 1,0 мм. Для молоди массой 100 мг и выше вместо фонарей устанавливают решетки с отверстиями 2,0 мм в диаметре.

Водообмен и уровень воды в рыбоводных емкостях регулируют в соответствии с этапами развития молоди. Для снижения травмирования личинок, особенно на ранних этапах развития, подавать воду в бассейны следует через шланг или разбрызгиватели (флейты), установленные на кране.

Личиночное развитие рыб сопряжено с их ростом, связанным, в первую очередь, с температурой воды, качеством корма и обеспеченностью им. В табл. 7 отражены этапы развития личинок нельмы на искусственном и живом корме при выращивании в индустриальных условиях.

Таблица 7. Этапы личиночного развития нельмы (на примере кубенской)

Этап	Характеристика этапа	Масса молоди, мг	Температура, °С	Возраст, сут.
I	Эндогенное питание (за счет желточного мешка)	11–13	5–6	1–4
II	Питание преимущественно внешним кормом, желточный мешок практически израсходован	15	10,6	7
III	Обособление непарных плавников, появление в плавниках лучей, хвостовой плавник становится трехлопастным	18–20	12,4	13 (7)
IV	Дифференциация желудка, наполнение плавательного пузыря	30–40	13,7	20 (11–13)
V	Жаберная крышка полностью прикрывает жабры, хвостовой плавник принимает гомоцеркальную форму, изгиб желудка	60–75	13,8	35 (20)
VI	Накопление гуанина в перитонеуме, за счет которого личинки приобретают блестящий оттенок и теряют прозрачность	160–185	14,2	40 (30)
M	Мальковый этап — преанальная складка редуцируется, плавники приобретают definitivoное строение, появляются зачатки чешуи	255,0	16,8	60

Примечание: в скобках указан возраст личинок нельмы, в рационе которых присутствует живой корм — науплии артемии.

В соответствии с этапами личиночного развития бассейновое выращивание молоди нельмы до массы 0,4–0,45 г включает в себя следующие процессы:

- выдерживание личинок;
- период смешанного питания (до массы 20–30 мг);
- выращивание до начала функционирования желудка (50–60 мг);
- выращивание до массы 0,4–0,45 г.

Выдерживание предличинок. Размерно-массовые характеристики предличинок, начало потребления внешнего корма и жизнеспособность зависят от времени вылупления и, как следствие, от стадии эмбрионального развития при выходе из икринки. Сформированные и развитые личинки, вылупившиеся при температуре 1,5 °С, начинают питаться внешним кормом спустя неделю, при 6–7 °С — практически сразу переходят на внешнее питание. Стадии покоя у них не наблюдается, предличинки активно плавают в толще воды и во время кормления захватывают кормовые частицы, совершая рывковые движения (рис. 7).

В период выдерживания обмен воды в рыбоводных емкостях ограничивают 1–1,5 раза в ч, уровень воды — 0,20–0,35 м.

Уход за личинками в период выдерживания заключается, в первую очередь, в постоянном контроле за состоянием фильтра на фонаре. Фонарь чистят не менее 2 раз в день, при сильном загрязнении — до 4 раз в день. Контролируют температурный и кислородный режим.

Ежедневно очищают дно бассейнов с помощью сифона, свободный конец которого опускают в таз или ведро. После окончания чистки осадок в емкости отстаивают и отлавливают попавших живых личинок. Осадок промывают чистой водой 2–3 раза и учитывают мертвых личинок.



Рис. 7. Предличинки нельмы в первые сутки после вылупления

Периодически в бассейны небольшими порциями вносят корма и наблюдают за поведением личинок. Появление у личинок пищевой реакции означает переход к этапу смешанного питания.

Биотехнические показатели выдерживания предличинок нельмы представлены в табл. 8.

Таблица 8. Биотехнические показатели выдерживания предличинок нельмы

Показатели	Ед. изм.	Значение
Температура воды	°С	5–6
Содержание растворенного кислорода	мг/дм ³	≥ 9,0
Кратность водообмена	объем/ч	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	м	2,0×2,0×0,5
Уровень воды в рыбоводных емкостях	м	0,20–0,35
Плотность посадки в начале этапа	тыс. шт./м ³	40
Выживаемость	%	96
Средняя масса предличинки	мг	12

Период смешанного питания характеризуется переходом личинок нельмы на внешнее питание (рис. 8). Выращивание проводится в тех же бассейнах, что и выдерживание.

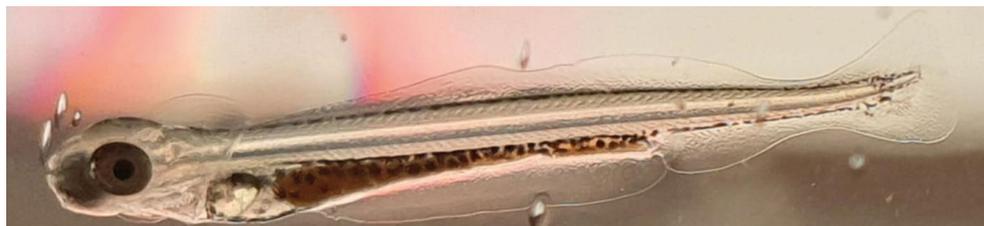


Рис. 8. Личинка нельмы с кормом в кишечной трубке

Установлено, что высокая интенсивность освещения на ранних этапах постэмбрионального развития крайне отрицательно влияет на выживаемость и рост личинок нельмы. Выращивание личинок нельмы в условиях сильной инсоляции (50000 лк) значительно снижает выживаемость молоди в первую

неделю выращивания — до 40% (в условиях цеха смертность за тот же период составила не более 10%), по итогам первого месяца выращивания — на 18% (Лютиков, 2012).

Оптимальные плотности посадки личинок нельмы, определенные экспериментально, составляют в начале выращивания 25 тыс. экз./м³, с последующим сокращением до 10–13 тыс. экз./м³ на 20 сут. выращивания при индивидуальной массе личинок 45–50 мг. Выживаемость личинок на первом этапе в среднем составляет 85%, на втором — до 80% (табл. 9) (Лютиков, 2016).

Таблица 9. Влияние плотности посадки на выживаемость молоди нельмы

Плотность посадки, тыс. экз./м ³	Выживаемость, %	Рыбодуктивность, кг/м ³
Индивидуальная масса личинок 12–50 мг, t _{ср} =12,6 °С		
20	85	0,9
25	80	1,1
30	75	1,0
Индивидуальная масса личинок 50–400 мг, t _{ср} =16,1 °С		
10	80	3,6
13	75	4,4
15	70	4,5

В производственных условиях используются более высокие плотности посадки личинок — в начале выращивания 39 тыс. экз./м³. Уровень воды в бассейнах и лотках — 0,25 м, водообмен — 1–2 раза/ч.

Для повышения выживаемости личинок нельмы на начальных периодах выращивания рекомендуется комбинированный метод кормления с чередованием подачи живого (науплии артемии) и искусственного корма. В период смешанного питания соотношение живого и искусственного корма составляет 50:50%. Суммарная суточная норма кормов — от 10% от общей массы личинок в начале этапа до 7% в конце. На этапе смешанного питания личинок кормят в светлое время суток с интервалом 0,5–1 ч, соблюдая очередность внесения искусственных и живых кормов. При этом суточную норму корма делят на количество кормлений.

Уход за личинками и контроль условий выращивания аналогичны предыдущему этапу. После начала кормления дно бассейнов чистят щетками из поролон. Осадок аккуратно сдвигают к фонарю. Вокруг фонаря осадок убирают сифоном.

Этап выращивания личинок до массы 50–60 мг характеризуется становлением пищеварительной системы у личинок нельмы. Личинки массой 20 мг

переходят на III этап личиночного развития. Личинки массой 30–40 мг переходят на IV стадию развития, на которой происходит формирование желудка.

В соответствии с этими особенностями в течение этапа изменяются биотехнические показатели выращивания. Плотность посадки личинок в начале этапа снижают до 15–20 тыс. экз./м³, при этом количество выростных бассейнов и лотков увеличивается в два раза. Уровень воды в бассейнах и лотках повышают до 0,25–0,35 м, обмен воды — 1,5 раза/ч. Заменяют фильтры на фонарях.

Соотношение живого и искусственного кормов по мере роста личинок изменяется. Для личинок массой до 30 мг это соотношение равно 50: 50%. Далее количество живого корма не изменяют, а суточную норму кормления увеличивают за счет сухого рациона. К концу этапа доля искусственного корма в кормлении личинок достигает 70%.

Уход за личинками и контроль условий выращивания аналогичны предыдущему этапу.

Выращивание молоди до массы 0,4–0,45 г продолжают в тех же бассейнах, что и на предыдущем этапе. Плотность посадки — 16 тыс. шт./м³. В течение этапа уровень воды повышают до 0,4–0,5 м, водообмен — до 3 раз/ч. На выпусках фонари заменяют решетками с отверстиями 2,0 мм в диаметре, что упрощает процесс чистки бассейнов.

На этом этапе личинок нельмы переводят на питание исключительно искусственными кормами. Кормление возможно как вручную, так и с помощью автокормушек. При ручном способе частота раздачи корма в начале этапа должна быть не менее 10–12 раз в светлое время суток. Для молоди массой 100 мг и более, после перевода на сухие корма — 7–10 раз в день. При автоматическом кормлении корм выдается небольшими порциями 5–10 раз в ч.

Биотехнические показатели выращивания молоди нельмы представлены в табл. 10.

Таблица 10. Биотехнические показатели выращивания молоди нельмы в бассейнах

Показатели	Ед. изм.	Выращивание до массы		
		20–30 мг	50–60 мг	400–450 мг
Температура воды	°С	6→11	10→15	14→18
Содержание кислорода	мг/дм ³	≥ 9	8 и выше	7 и выше
Кратность водообмена	объем/ч	1–1,5	1,5–2,0	2→3
Продолжительность этапа	сут.	12–16	22–26	44–50
Размер рыбоводных емкостей (длина × ширина × высота):				
- лотки ейского типа	м	4,2×0,7×0,5	4,2×0,7×0,5	4,2×0,7×0,5
- квадратные бассейны	м	2,0×2,0×0,5	2,0×2,0×0,5	2,0×2,0×0,5

Показатели	Ед. изм.	Выращивание до массы		
		20–30 мг	50–60 мг	400–450 мг
Уровень воды	м	0,25	0,25–0,35	0,4–0,5
Плотность посадки	тыс. экз./м ³	39	18	16
Масса личинок (молоди):				
- в начале этапа	мг	12	26	50–60
- в конце этапа	мг	26	50–60	400–450
Выживаемость личинок	%	93	90	80

Примечание: здесь и далее стрелкой (→) отмечено изменение показателя в течение этапа

В конце этапа происходит переход от личиночной стадии развития к мальковой. У молоди еще не полностью сформированы дефинитивные признаки экстерьера — отсутствует чешуйный покров. Это позволяет эффективно и не сильно травмируя проводить сортировку молоди и пересадку в садки.

Нельма существенно отличается от молоди других видов сиговых рыб и характеризуется рядом морфологических и поведенческих особенностей. К первым относятся крупная голова, длинная нижняя челюсть, прогонистое тело (рис. 9), ко вторым — не подбирает корм со дна, кормится в толще воды, не захватывает пищу с поверхности, что свойственно и взрослой рыбе.



Рис. 9. Нельма на завершающем (VI) этапе личиночного развития

Корма и кормление. Для личинок используют специализированные корма с высоким содержанием белка и низким содержанием жира (табл. 11).

Для повышения выживаемости личинок на начальных периодах выращивания рекомендуется комбинированный метод кормления с чередованием подачи искусственного и живого (науплии артемии) корма. Наличие живого корма в рационе (только науплии артемии, а также совместное использование искусственного корма с артемией) повышает темп роста нельмы в 2–2,5 раза.

Ранних личинок нельмы, как и других видов рыб, следует кормить с избытком. Если рыбоводное хозяйство не оборудовано специализированными

Таблица 11. Биологические показатели кормления молоди нельмы

Показатели	Ед. изм.	Выращивание до массы		
		20–30 мг	50–60 мг	400–450 мг
Смешанное кормление, соотношение живого корма (на сухой вес) и комбикорма	%	50: 50	30: 70	0: 100
Содержание белка в корме	%	58	58	58–63
Содержание жира в корме	%	12	12	11–14
Рекомендуемый размер кормовых частиц	мм	0,1	0,1→0,3	0,3→0,4
Суточная норма кормления (% от биомассы)	%	10→7	7→6	7→4
Расход корма (в пересчете на сухой вес)	кг/кг прироста	1,5–2,0	1,5→0,9	0,9→0,7
Кратность кормления	раз/сут.	не менее 12		12→7

автоматическими кормораздатчиками для стартового корма, кормление осуществляется вручную в течение светового дня с интервалом 1 ч.

Оптимальным и биологически обоснованным периодом использования науплий артемии в рационе ранней молоди нельмы является период от начала питания до массы 75–100 мг. К этому времени у личинок происходит формирование желудка и повышается способность переваривать и усваивать искусственные корма. На данном этапе развития науплии артемии уже не удовлетворяют пищевые потребности нельмы, а относительно мелкие размеры ракообразных не вызывают пищевого рефлекса хищника.

Начиная от массы 20 мг, суточный рацион личинок составляет 10–12% от их массы. Избыточное кормление — 15%, приводит к небольшому повышению темпов роста на 5%, однако на 16% повышает кормовой коэффициент (табл. 12).

Таблица 12. Влияние норм кормления на выживаемость молоди нельмы (начальная масса 21 мг)

Суточный рацион корма, % от массы тела	Конечная масса, мг	Выживаемость, %	Рыбопродуктивность, кг/м ³	Кормовой коэффициент
7	330	75	5,04	1,0
9,5	351	70	5,50	1,3
12	403	65	6,12	1,6
15	423	65	6,36	1,9

Рациональным является скармливание сначала искусственного корма — первые 4 кормления, а затем науплий артемии. Сухой корм следует вносить в бассейны с интервалом в один час, живой корм — с интервалом в два часа небольшими порциями. При расчете норм кормления следует учитывать, что содержание сухого вещества в науплиях артемии составляет около 8–10%.

Кормление личинок нельмы сначала искусственным кормом, а затем, живым и наоборот, не оказывает влияния на показатели массы, темпа роста и выживаемости молоди. Однако первый вариант позволяет более полно использовать искусственные корма, которые при кормлении в начале науплиями артемии, практически не потребляются личинками.

Кроме того, совместное использование искусственных и живых кормов позволяет осуществить более успешный перевод молоди рыб полностью на искусственные диеты.

Размер фракций подаваемого личинкам нельмы корма следует подбирать следующим образом: до массы 15–20 мг используют сочетание кормов фракций 0,1 и 0,3 мм в соотношении 1:4, далее следует исключить мелкую фракцию из рациона. По достижении молодью массы 100 мг можно осуществлять плавный переход на более крупный корм — 0,4 мм.

Перевод личинок нельмы полностью на искусственные корма начинают при массе молоди около 100 мг, при этом в течение 5 сут. постепенно исключают из рациона науплии артемии, замещая их в кормлении искусственными кормами. Таким образом, количество кормлений живым кормом сокращается с 5 раз в сут. до нуля.

Единовременный перевод нельмы с живого корма на искусственные диеты снижает темп роста личинок в 1,5 раза, а выживаемость молоди до 50–55%. В этом случае около 20% молоди не потребляют искусственные корма, голодают и погибают.

Контроль и уход при выращивании ранней молоди нельмы до массы 400–450 мг в бассейнах предусматривает проведение следующих рыбоводных работ:

- рациональное кормление рыбы с учетом температуры воды и массы молоди;
- контроль за ростом и состоянием рыбы;
- контроль за проточностью в рыбоводных емкостях;
- ежедневная двукратная чистка фонарей;
- ежедневная чистка бассейнов, удаление и учет отхода;
- замена фильтров на фонарях;
- регистрация параметров водной среды (температуры воды, концентрации кислорода, водородного показателя);
- контроль за эпизоотическим состоянием рыб.

Каждые 5–7 дней проводят контрольные взвешивания. При больших объемах выращивания среднюю массу молоди можно устанавливать путем взве-

шивания проб из контрольных бассейнов. Количество контрольных бассейнов — не менее 10% от общего числа емкостей, зарыбленных личинками. Для контроля выбирают емкости, расположенные в разных частях бассейнового участка. По результатам взвешивания устанавливают среднюю массу молоди, определяют прирост рыбы за период, учитывают количество выданного корма и количество рыб за вычетом отхода, рассчитывают коэффициент оплаты корма и суточную норму кормления.

Температуру воды измеряют 3 раза в день, содержание кислорода — однократно. Водородный показатель определяют ежедекадно.

При необходимости проводят профилактические мероприятия в соответствии с рекомендациями ихтиопатолога.

Сортировка. При оптимальном температурном режиме и строгом соблюдении технологических нормативов вариabельность размерно-весовых показателей молоди нельмы обычно невелика. Такую молодь можно пересаживать в садки без сортировки. Однако, если вариabельность по размерно-весовым показателям значительна, сортировка необходима. Она позволяет уменьшить размерно-весовую разнокачественность молоди и снизить пищевую конкуренцию рыб в садках, что способствует повышению темпа роста сеголеток в садках и улучшает конечные результаты выращивания.

При проведении сортировки следует соблюдать следующие требования.

За 1,5 суток до сортировки молодь, достигшую массы 0,39–0,44 г, прекращают кормить.

Устанавливают необходимое количество садков, готовят бассейны для мелкой группы и рыбоводный инвентарь для транспортировки крупной группы в садки.

Молодь, достигшую массы 0,39–0,44 г, сортируют с помощью сортировочного ящика с расстоянием между пластинами 3,2 мм. Принцип отбора молоди по массе тела в этом методе заключается в том, что мелкие особи «просеиваются» через решетку, а более крупные остаются в сортировочном ящике, концентрируются в бассейне-накопителе и пересаживаются в садки.

Оставшаяся в бассейнах после сортировки более мелкая рыба в условиях пониженной плотности посадки быстро (в течение 5–7 дней) достигает средней массы 400–450 мг и также пересаживается в садки.

Молодь сортируют в утренние часы. При температурах ниже 17 °С сортировку можно проводить в течение всего дня. С помощью сортировочных ящиков два рыбоведа в течение рабочего дня могут рассортировать и рассадить 200–250 тыс. шт. молоди. При быстром и правильном выполнении всех операций отход молоди в процессе сортировки не превышает 1,5–2%.

7. ВЫРАЩИВАНИЕ МОЛОДИ НЕЛЬМЫ ДО МАССЫ 20–25 Г В САДКАХ

Садковое выращивание сеголеток нельмы включает 3 этапа, различающиеся технологическими показателями:

- выращивание молоди до массы 3 г,
- выращивание молоди до массы 8 г,
- выращивание сеголеток до массы 20–25 г.

Выращивание молоди до массы 3 г проводится в сетных камерах размером 2,5×2,5×2,5 м. Сетные камеры изготовлены из капроновой безузловой (трикотажной) дели. Размер ячеей дели 5–6 мм. Глубина погружения — 2 м. Такие садки наиболее удобны для обслуживания и ухода за мелкой рыбой.

Сетные камеры устанавливаются по одной в гнезде садка размером 5×5 м. В дальнейшем это позволяет оперативно провести замену сетных камер и минимизировать негативное воздействие рыбоводных работ на молодь. Сверху садки закрывают делью с ячейей 80–100 мм для предотвращения проникновения рыбоядных птиц.

Начальная плотность посадки молоди нельмы — 8 тыс. шт./садок.

Выращивание молоди до массы 8 г проводится в сетных камерах размером 5×5×5 м. Размер ячеей дели 6 мм. Глубина погружения — 4 м. Это способствует улучшению условий содержания рыб за счет снижения плотности посадки и одновременного повышения водообмена.

Для замены сетных камер используют метод подводки. Садок большего размера (с ячейей 5–6 мм) подводится под садок меньшего размера. После этого рыба перепускается в новый садок, а старый убирается. Такой метод позволяет предотвратить травмирование молоди при проведении работ в период с высокой температурой воды, а также при необходимости очистить садок от погибших особей с соответствующим учетом отхода.

Выращивание молоди до массы 20–25 г. Рекомендуемые размеры сетных камер 5×5×5 м. Размер ячеей дели 8 мм. Глубина погружения — 4 м.

Продолжительность выращивания молоди нельмы в садках составляет 120–135 сут., выживаемость сеголеток от посадки молоди массой 0,4–0,45 г — 62% и более. Количество сеголеток в конце выращивания — 5 тыс. шт./садок и более (табл. 13).

Корма и кормление. Для кормления молоди используются искусственные корма. Оптимальное содержание белка в корме для сеголеток массой 0,45–10 г составляет 57%, жира — 18%. Для кормления сеголеток массой 10–25 г рекомендуются корма с содержанием белка 54%, жира 22%. Коэффициент оплаты корма при оптимальном температурном режиме не превышает 0,8 кг/кг при-

Таблица 13. Биотехнические показатели выращивания молоди нельмы в садках

Показатели	Ед. изм.	Масса молоди, г		
		0,45–3	3–8	8–20–25
Оптимальная температура воды	°С	12–18		
Содержание растворенного кислорода	мг/дм ³	не ниже 7		
Продолжительность выращивания	сут.	120–135		
Размеры сетных камер (длина × ширина × глубина)	м	2,5×2,5×2,5	5×5×5	5×5×5
Размер ячеек дели	мм	4	5–6	8
Плотность посадки начальная	тыс. шт./садок	8	-	-
Плотность посадки конечная	тыс. шт./садок	-	-	5
Выживаемость за период выращивания	%	62		

роста. При температуре воды ниже 6 °С кормовой коэффициент повышается до 1,0 кг/кг прироста и более. Кормление проводится с использованием кормораздатчиков. Частота раздачи корма — до 10 раз/ч. По мере роста молоди увеличивают размер гранул корма (табл. 14).

Таблица 14. Корма и кормление молоди нельмы в садках

Показатели	Ед. изм.	Значение
Содержание белка в корме:		
- минимальное	%	47
- максимальное	%	57
Содержание жира в корме:		
- минимальное	%	14
- максимальное	%	22
Рекомендуемый размер кормовых частиц:		
- молодь массой 0,45–3 г	мм	0,5
- молодь массой 3–8 г	мм	0,8–1,1
- молодь массой от 8 г до 20–25 г	мм	1,5–1,7
Суточная норма кормления (в % от биомассы):		
- максимальная за период	%	6,0
- минимальная (при температуре 6 °С)	%	0,7
Коэффициент оплаты корма	кг/кг прироста	0,8 → 1,0
Способ кормления	кормораздатчики	
Кратность кормления	раз/ч	3–10

Суточную норму кормления рассчитывают в зависимости от массы рыбы и температуры воды (табл. 15).

Таблица 15. Суточные нормы кормления молоди нельмы в садках (% от массы тела)

Масса молоди, г	Температура воды, °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

При температуре воды выше 20 °С нормы кормления снижают в 2–5 раз, частоту кормления снижают до 1–2 раз в день. При температуре 22 °С и выше кормление сеголеток прекращают.

Нормы кормления рассчитываются исходя из результатов контрольных обловов, определения фактической навески и общей биомассы рыб. В промежутках между контрольными обловами нормы кормления корректируют на основании расчета прироста биомассы рыб с учетом количества выданного корма и кормового коэффициента.

В течение 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 сут., 1–8 г — через 7 сут., далее — через 10–15 сут. Молодь массой 1–3 г взвешивают в пластиковой емкости с водой объемом до 5 л, массой 3–10 г — в пластиковой

емкости с водой объемом до 10 л. Для более крупной молоди потребуются емкости объемом 15–20 л и весы с пределом измерений 20–25 кг.

Ежедневно проводится контроль за температурным и гидрохимическим режимами воды. Содержание кислорода и температуру воды следует измерять на глубине 2–3 м (в середине садка).

Один раз в неделю необходимо проверять дно сетной камеры и удалять погибших особей. С поверхности садка отход собирается и учитывается ежедневно.

Транспортировку сеголеток нельмы, выращенных для целей искусственного воспроизводства или передачи (продажи) на другие рыбоводные хозяйства, начинают при температуре воды не выше 7–8 °С. Часть посадочного материала, предназначенная для формирования ремонтно-маточного стада, остается на зимовку и вводится в состав младшей возрастной группы ремонтного стада.

Зарыбление. Примером успешного зарыбления естественных водоемов молодью нельмы, полученной от ремонтно-маточного стада на ООО «Форват», может служить выпуск разновозрастного посадочного материала в оз. Кубенское.

В мае 2015 г. в р. Кубена (Вологодская обл.) выпустили 2,67 млн личинок нельмы (средняя масса 0,012 мг). К концу августа того же года в составе неводных уловов в Кубенском озере встречались сеголетки нельмы длиной 20–25 см и массой 90–100 г. Выживаемость была оценена как 1,5%. Осенью того же года было выпущено 0,167 млн сеголеток нельмы средней массой 20 г.

По данным полевых исследований Вологодской лабораторией ГосНИОРХ в сентябре 2016 г. в составе неводных уловов в Кубенском озере регулярно встречались двухлетки нельмы массой 362–464 г. Выживаемость вселенцев составила 0,18% для личинок и 9% — для сеголеток (Коновалов и др., 2016).

Среди факторов успешного воспроизводства кубенской нельмой можно выделить:

1. Благоприятные температурные условия в водоеме для роста и выживаемости такого холоднолюбивого объекта как нельма.

2. Своевременное зарыбление — личинки на момент выпуска в природный водоем находились в возрасте 2–3 сут. на этапе перехода на внешнее питание, что позволяет им сразу потреблять зоопланктон, который к моменту зарыбления находится в водоеме в достаточном количестве и в доступной форме.

С 2017 г. мероприятия по искусственному воспроизводству кубенской нельмы проводятся регулярно.

8. ФОРМИРОВАНИЕ И СОДЕРЖАНИЕ РЕМОНТНОГО СТАДА В САДКАХ

Практика выращивания разновозрастных групп нельмы в садках выявила ряд особенностей, которые необходимо учитывать при формировании ремонтно-маточного стада в промышленных условиях. Нельма более требовательна к качеству воды по сравнению с сига́ми. Необходимо ежедневно контролировать температурный и кислородный режим в садках с нельмой, регулярно измерять водородный показатель и проводить анализ показателей, характеризующих уровень органики в воде. Отмечено, что садки для ремонта и производителей нельмы лучше располагать на первой (по направлению течения) линии.

К числу особенностей, затрудняющих проведение рыбоводных операций при работе с нельмой, относится ее слабый чешуйный покров. Для предотвращения травмирования и отхода ремонта нельмы вследствие механического воздействия работы по отбору, сортировке и пересадке рыбы лучше проводить поздней осенью или ранней весной при температуре воды не выше 5–6 °С. В период выращивания контрольные обловы целесообразно проводить не чаще 1–2 раз в месяц. При чистке садков от отхода сетку следует поднимать медленно, не допускать переуплотнения и стресса у рыб.

Отрицательный фототаксис сохраняется у нельмы в течение всего жизненного цикла. В садках нельма в светлое время суток концентрируется в придонном слое воды, создавая повышенную плотность, в сумерках — несколько рассредоточивается, но держится преимущественно в нижней половине сетной камеры. Перемещается нельма в направлении против часовой стрелки.

Для повышения эффективности выращивания необходимо проводить кормление ремонта и производителей нельмы с учетом ее поведенческих реакций на корм: использовать автоматическую раздачу корма в садках, увеличить частоту раздачи корма. При наличии течения кормушку рекомендуется сместить к переднему краю садка (ко втоку) с таким расчетом, чтобы гранулы корма гарантировано не вымывались из садка течением.

Ремонтное стадо нельмы состоит из 4-х возрастных групп, которые в соответствии с возрастом подразделяются на младшие и старшие ремонтные группы. Младший ремонт — это неполовозрелые особи в возрасте 0+ — 1+ и 1+ — 2+. Старший ремонт составляют особи в возрасте 2+ — 3+ и 3+ — 4+. В возрасте 3+ начинают созревать самцы нельмы, самки — в возрасте 4+.

Технологическая схема формирования и содержания каждой возрастной группы состоит из двух этапов — зимнее содержание и летнее выращивание.

Зимнее содержание ремонта проводится в садках подо льдом без кормления. Продолжительность этапа — с декабря по апрель. Биотехнические показатели зимнего содержания ремонтных групп нельмы представлены в табл. 16.

Для наблюдений за условиями зимнего содержания рыб выбирают по одному контрольному садку для каждой возрастной группы. В период зимовки

Таблица 16. Биотехнические показатели зимнего содержания ремонтных групп нельмы

Показатели	Ед. изм.	Ремонтная группа			
		0+ – 1.	1+ – 2.	2+ – 3.	3+ – 4.
Оптимальная температура воды	°С	0,2–1,0			
Содержание кислорода в воде	мг/дм ³	не ниже 9			
Продолжительность этапа	сут.	150–155			
Площадь садков	м ²	25	25	25	45
Глубина погружения садков	м	4	4	4	5
Размер ячеек дели	мм	10–12	14–16	16–20	20–24
Масса:					
- в начале этапа	г	20–25	200–260	700–800	1200–1260
- в конце этапа	г	19–24	195–250	640–730	1050–1150
Плотность посадки	шт./м ³	40	10	3	2
Выживаемость за этап	%	95–97	96–98	96–97	97–98

в этих садках регулярно контролируют параметры водной среды — температуры воды, концентрации растворенного в воде кислорода, рН.

В конце зимовки, после полного распаления льда, в контрольных садках определяют общую ихтиомассу методом прижизненного взвешивания в бочках с водой. Среднюю массу одной особи определяют, взвешивая и просчитывая по 2–3 пробы численностью 25 экз. Исходя из учета погибших рыб в период открытой воды, а также при чистке садков весной, рассчитывают численность ремонтных групп и процент их выживаемости за период зимовки.

Замена (стирка) сетных камер садков осуществляется однократно после зимовки.

Исследования показали, что ремонтные группы нельмы хорошо переносят зимовку в садках при отсутствии кормления. Средняя масса младшего ремонта за период зимовки снижается незначительно: в среднем на 4,5% у годовиков, у двухгодовиков — на 3,6%. Средняя масса старшего ремонта за период зимовки может снижаться до 9%. Выживаемость рыб высокая — от 95–97% у годовиков до 97–98% у четырехгодовиков.

Физиолого-биохимические показатели ремонтных групп нельмы после зимовки свидетельствуют о нормальном физиологическом состоянии рыб (табл. 17).

Выращивание младших ремонтных групп нельмы проводится с мая по ноябрь в садках площадью 25 м², старшего ремонта — с мая по сентябрь в садках площадью 45 м². Глубина погружения садков 4–5 м.

Таблица 17. Физиолого-биохимические показатели ремонтных групп нельмы в конце зимнего содержания в садках

Возраст рыб	$K_{уп}^*$	Гемоглобин, г/л	Индекс печени, %	Индекс полостного жира, %	Витамин С в печени, мкг/г	Общий жир в печени, %
Годовики	0,7–1,1	69–80	0,7–1,5	0,02–0,50	92–100	4,7–5,4
Двухгодовики	1,0–1,2	73–80	0,9–1,5	0,05–0,65	109–120	4,1–5,0
Трехгодовики	0,8–1,2	78–114	0,8–1,1	0,30–0,60	96–101	4,8–6,7
Четырехгодовики	1,0–1,2	79–86	0,9–1,2	0,40–0,75	86–106	5,2–6,7
Референсные значения	0,7–1,5	70–110	0,7–1,5	0,0–2,0	70–120	3–7

Примечание: Здесь и далее $K_{уп}$ — коэффициент упитанности по Фультону.

Плотность посадки ремонтных групп зависит от возраста и массы рыб (табл. 18). При небольшой численности ремонтного стада допускается совместное содержание рыб старшей группы разного возраста в одном садке.

Учитывая хищный тип питания, нельму кормят искусственными кормами с высоким содержанием белка и витаминов, необходимых для поддержа-

Таблица 18. Биотехнические показатели выращивания ремонтного стада

Показатели	Ед. изм.	Ремонтная группа			
		1. — 1+	2. — 2+	3. — 3+	4. — 4+
Оптимальная температура воды	°С	12–17			
Содержание кислорода в воде	мг/дм ³	не ниже 7			
Продолжительность этапа	сут.	210		150	
Площадь садков	м ²	25	25	45	45
Глубина погружения садков	м	4	4	5	5
Размер ячеей дели:					
- в начале этапа	мм	12	16	20	24
- в конце этапа	мм	14–16	20	24	28
Масса:					
- в начале этапа	г	19–24	195–250	640–730	1050–1150
- в конце этапа	г	200–260	700–800	1200–1260	1400–1460
Плотность посадки	шт./садок	990	330	500	400
	кг/м ²	0,8–0,9	2,6–3,3	7,1–8,1	9,6–10,1
Выживаемость за этап	%	80–83	83–87	93–95	92–94
Биомасса:					
- в начале этапа	кг/садок	19,8–24,8	60–73	320–365	420–460
- в конце этапа	кг/садок	160–210	200–220	560–570	525–555

ния нормального физиологического состояния рыб, а также каротиноидов (до 50 мг/кг).

Кормление осуществляется с помощью автоматических кормораздатчиков. При кормлении ремонта следует учитывать размер кормовых гранул, его соответствия массе рыб (табл. 19).

Суточные нормы кормления рассчитывают в зависимости от температуры воды и массы рыб (табл. 20).

Весной и в начале лета норму кормления увеличивают на 10–15%. Во второй половине лета и осенью норму кормления ремонта снижают на 10–15%

Таблица 19. Корма и кормление ремонтных групп нельмы

Показатели	Ед. изм.	Ремонтная группа			
		1. – 1+	2. – 2+	3. – 3+	4. – 4+
Содержание белка в корме	%	46–48	43–44	38–44	38–44
Содержание жира в корме	%	24–26	25–28	25–26	25–26
Размер кормовых частиц:					
- в начале этапа	мм	1,7–2,0	3,0–3,5	5,0	5,0
- в конце этапа	мм	2,5–3,0	3,5–5,0	5,0	5,0
Суточная норма кормления (в % от биомассы):					
- максимальная за период	%	2,56	1,76	0,90	0,60
- минимальная	%	0,55	0,45	0,40	0,20
Коэффициент оплаты корма	кг/кг прироста	0,85–1,10	0,95–1,25	1,0–1,2	1,1–1,4
Способ кормления		Кормораздатчики			
Кратность кормления	раз/ч	10–15	6–12	6–12	6–12

Таблица 20. Нормы кормления ремонтно-маточных стад нельмы, % от массы рыбы

Температура воды, °С	Масса тела, г										
	25	50	100	200	400	600	800	1000	1250	1500	2000
4	0,65	0,55	0,45	0,40	0,35	0,30	0,30	0,25	0,25	0,20	0,15
6	0,90	0,80	0,70	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30	0,20
8	1,05	0,95	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,45	0,40	0,35	0,30
10	1,30	1,15	1,05	0,95	0,85	0,80	0,75	0,53	0,45	0,40	0,35
12	1,55	1,30	1,20	1,05	1,00	0,90	0,85	0,60	0,55	0,50	0,45
14	1,75	1,55	1,35	1,15	1,10	1,00	0,90	0,75	0,65	0,60	0,55
16	1,85	1,65	1,45	1,25	1,15	1,05	0,95	0,80	0,72	0,65	0,60
18	1,80	1,60	1,40	1,15	1,05	0,95	0,85	0,70	0,60	0,55	0,50

относительно базовых норм (см. табл. 20). При температуре воды выше 18 °С нормы кормления для ремонтных стад нельмы снижают, при температуре выше 20 °С кормление прекращают (рис. 10).

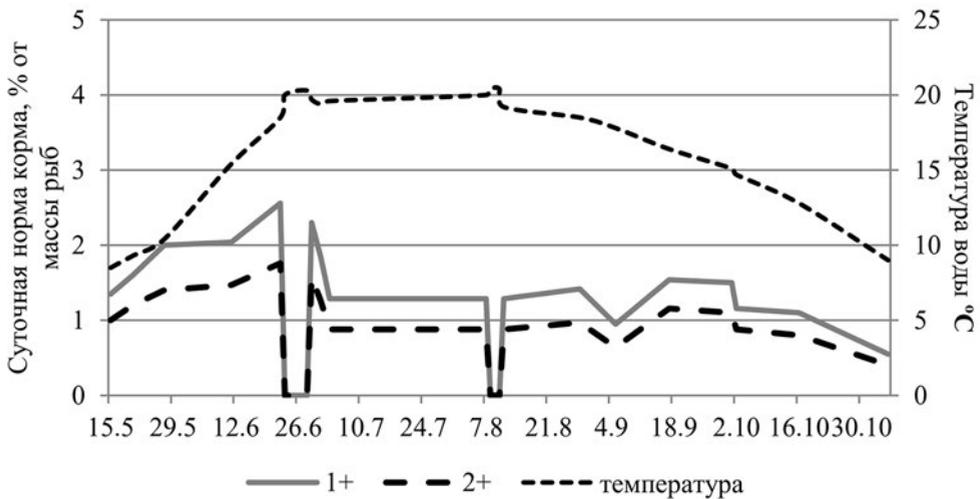


Рис. 10. Режим кормления младших ремонтных групп нельмы в садках в 2020 г. (оз. Суходольское)

В аномально жаркие годы температура воды в водоемах Северо-Запада может превышать 20 °С в течение месяца и более. Например, в 2021 г. небла-

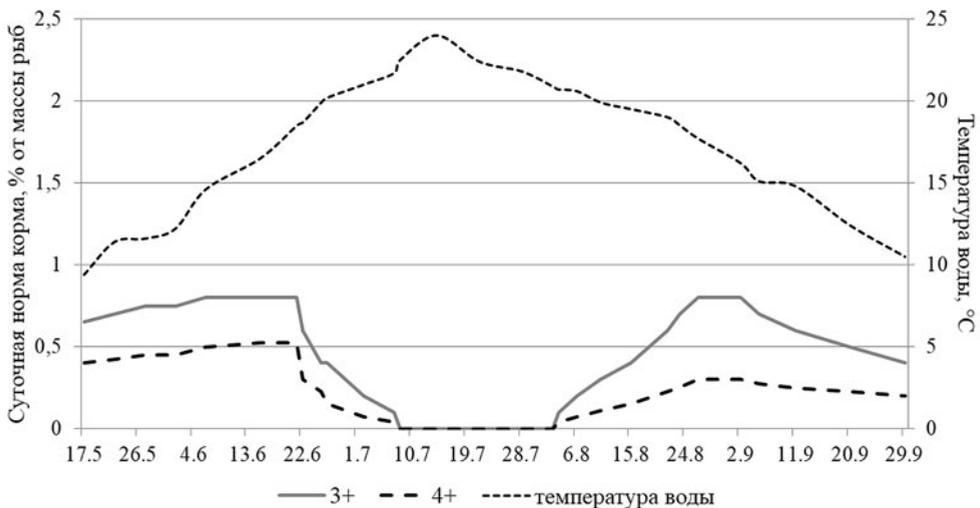


Рис. 11. Режим кормления старших ремонтных групп нельмы в садках в 2021 г. (оз. Суходольское)

гоприятный для нельмы температурный режим воды в оз. Суходольское продолжался с 8 июля по 3 августа, в 2022 г. — с 3 июля до начала сентября. В такие годы нагульный период и режим кормления ремонтных и маточных стад нельмы в садках принимает трехэтапный характер (рис. 11).

На первом этапе при прогреве воды от 6 до 18 °С (май-июнь) нельму кормят с учетом её массы и температуры воды (см. табл. 20). Второй этап при температурах 20 °С и выше проводится без кормления, вследствие чего нагульный период нельмы сокращается. После охлаждения воды до 18 °С суточные нормы кормления повышают постепенно, переходя к полному рациону при оптимальных температурах воды.

Установлено, что перекорм четырех- и пятилеток нельмы в преднерестовый период приводит к ожирению созревающих особей и снижению их репродуктивных показателей, особенно самцов. Количество созревающих пятилетних самцов снижается до 22–24% против 70% при оптимальном температурном режиме в летний период, самок — до 8–9% против 30%, соответственно. Поэтому в сентябре рекомендуется снижать нормы кормления старших ремонтных групп в 1,25–1,5 раза по сравнению с базовыми, даже при оптимальном температурном режиме.

Показатели, характеризующие физиологическое состояние ремонтных групп в конце выращивания, представлены в табл. 21.

Таблица 21. Физиолого-биохимические показатели ремонтных групп нельмы

Возраст	К _{уп}	Гемоглобин, г/л	Индекс печени, %	Индекс полостного жира, %	Витамин С в печени, мкг/г	Общий жир в печени, %
Двухлетки	0,8–1,3	70–80	0,8–1,1	0,7–1,0	101–117	4,7–6,2
Трехлетки	0,9–1,5	72–80	0,9–1,3	0,4–1,4	91–106	4,9–7,0
Четырехлетки	0,9–1,1	70–90	0,7–0,9	0,01–0,73	82–89	3,9–5,1
Пятилетки	0,9–1,5	88–98	0,7–0,9	0,01–0,93	80–100	4,5–5,2
Референсные значения	0,7–1,5	70–110	0,7–1,5	0,1–2,0	70–120	3–7

В последней декаде октября при температуре воды 7–8,5 °С проводят бонитировку старших ремонтных групп нельмы. Созревающих особей отсаживают в отдельные садки размером 5×5×5 м для получения половых продуктов в нерестовый период, остальных рыб переводят в садки для зимнего содержания и возобновляют кормление.

В течение всего сезона выращивания осуществляется ежедневный контроль за температурным и гидрохимическим режимами воды. Регистрацию температуры воды проводят 3 раза в день, кислорода — 1 раз в сутки, водородного показателя — ежедекадно.

Контрольные обловы младших ремонтных групп проводятся 2 раза в месяц, старших ремонтных групп — 1 раз в месяц. Для снижения травмирования рыб рекомендуется проводить взвешивания в контрольных садках.

Периодически необходимо чистить садки и удалять со дна сетной камеры погибших особей. Также ежедневно следует удалять отход с поверхности садков.

По мере роста рыб осуществляют замену сетчатых вкладышей садков методом подводки, увеличивая размер ячеей дели.

Отбраковка в младших ремонтных группах нельмы проводится однократно у двухлеток. Признаки, по которым проводится отбраковка:

- травмы (покраснение и (или) наличие язв, некроз покровных и подлежащих тканей, более одной гематомы на поверхности тела);

- аномалии экстерьера (искривление тела и (или) хвостового стебля, недоразвитие или деформация плавников (за исключением жирового плавника), недоразвитие глаз, недоразвитие одной или обеих жаберных крышек, аномалии окраски тела);

- аномалии массы тела.

Среди аномалий двухлеток нельмы чаще всего встречаются мопсовидность и уплощение позвонков хвостового стебля, единично — сколиоз, искривление челюсти, недоразвитие жаберной крышки. Отбраковке подлежат особи, отставшие в росте, с массой тела менее 200 г (табл. 22).

Таблица 22. Биологические показатели отбраковки двухлеток нельмы

Показатель	Ед. изм.	Значение
Возраст		1+
Масса до отбора	г	120–370
Масса после отбора	г	200–370
Критерии отбора визуальным способом		видовые признаки (размер головы и нижней челюсти), отбраковка особей, отставших в росте, с аномалиями в строении тела, больных или травмированных
Напряженность отбора	%	90–95
Отход при отборе	%	2

Отбраковку рыб в старших ремонтных группах совмещают с бонитировкой. Количество отбракованных особей обычно не превышает 4–5% от общей численности каждой возрастной группы.

9. ФОРМИРОВАНИЕ И СОДЕРЖАНИЕ МАТОЧНОГО СТАДА НЕЛЬМЫ В САДКАХ

Маточное стадо производителей должно состоять из самок и самцов разных возрастов. Возрастная структура стада определяется видовыми особенностями репродуктивного цикла. При формировании маточного стада не допускается включение в его состав производителей, достигших предельного количества нерестов (для самок — после четырех периодов нереста, для самцов — после трех периодов нереста) (Приказ Минсельхоза РФ от 19.10.2020 № 617). Первичное (исходное) маточное стадо формируется из производителей известного происхождения.

Первичное маточное стадо нельмы состоит из шести- и семилетних особей. Технологический процесс состоит из двух этапов — зимнее содержание и летнее выращивание.

Зимнее содержание маточного стада проводится в садках подо льдом. Зимой кормят только производителей, которые участвовали в нересте. Остальную рыбу можно не кормить. Продолжительность этапа — с декабря по апрель. Биотехнические показатели зимнего содержания ремонтных групп нельмы представлены в табл. 23.

Таблица 23. Биотехнические показатели зимнего содержания маточного стада нельмы

Показатели	Ед. изм.	Возраст	
		4+ – 5.	5+ – 6.
Оптимальная температура воды	°С	0,2–1,0	
Рекомендуемое содержание кислорода в воде	мг/дм ³	не ниже 9	
Продолжительность этапа	сут.	150–160	
Площадь садков	м ²	45	
Глубина погружения садков	м	5	
Размер ячеек дели	мм	24–28	

Контроль условий зимнего содержания и учет численности производителей в конце зимовки аналогичны таковым при содержании ремонтного стада.

Средняя масса пятигодовиков за период зимнего содержания без кормления может снижаться примерно на 16–18%, выживаемость составляет 97–98%. В этом стаде в предыдущем возрасте (4+) наблюдается массовое созревание самцов, самки созревают единично. У шестигодовиков, среди которых уже более 60% производителей в возрасте 5+ участвовали в нерестовой кампании,

рыбоводные показатели за период зимовки ниже. Средняя масса по стаду снижается на 16–18%, выживаемость — 95–96% (табл. 24).

Таблица 24. Биологические показатели зимнего содержания маточного стада нельмы

Показатели	Ед. изм.	Возраст	
		4+ – 5.	5+ – 6.
Масса:			
- в начале этапа	г	1400–1460	1550–1650
- в конце этапа	г	1180–1200	1300–1350
Плотность посадки	шт./садок	350	300
	кг/м ²	10,9–11,4	10,3–11,0
Выживаемость за этап	%	97–98	95–96

Физиолого-биохимические показатели производителей нельмы после зимовки в целом свидетельствуют о нормальном физиологическом состоянии рыб (табл. 25).

Таблица 25. Физиолого-биохимические показатели маточного стада нельмы в конце зимнего содержания в садках

Возраст рыб	K _{уп}	Гемоглобин, г/л	Индекс печени, %	Индекс полостного жира, %	Витамин С в печени, мкг/г	Общий жир в печени, %
Пятигодовики	0,7–1,1	84–102	0,6–0,9	0,0–0,11	71–115	3,6–6,2
Шестигодовики	0,7–1,0	86–102	0,7–1,0	0,0–0,46	84–123	4,1–6,4
Референсные значения	0,7–1,5	70–110	0,7–1,5	0,0–2,0	70–120	3–7

Состояние гонад у большинства пятигодовалых самцов (после нереста) соответствуют стадии VI–III, семенники имеют вид узких тяжей сероватого цвета с кровеносным сосудом по всей длине. Гонадо-соматический индекс (ГСИ) семенников составляет 0,12–0,23%. Яичники пятигодовалых самок хорошо развиты, видны икринки (III стадия зрелости), ГСИ варьирует в диапазоне 0,64–1,09%, что характерно для начала созревания.

У шестигодовалых самцов гонады находятся на стадии зрелости VI–III, самок — на II–III стадии. У некоторых самок в яичниках присутствуют резорбирующие фолликулы. Гонадосоматический индекс самцов не превышает 0,21%, самок — 0,67–1,14%.

Выращивание производителей нельмы проводится с мая по сентябрь в садках площадью 45 м². Глубина погружения садков — 5 м. Плотность посадки производителей на выращивание зависит от возраста и массы рыб (табл. 26).

Производители нельмы наиболее чувствительны к температурному режиму водоема. При повышении температуры воды до 18,5 °С в садках начинается единичный отход. В связи с этим выживаемость шестилетних производителей составляет 90–92%, семилетних — 88–90%.

Таблица 26. Биотехнические показатели выращивания производителей нельмы

Показатели	Ед. изм.	Возраст	
		5. – 5+	6. – 6+
Оптимальная температура воды	°С	12–17	
Содержание кислорода в воде	мг/дм ³	не ниже 7	
Продолжительность этапа	сут.	150	
Площадь садков	м ²	45	45
Глубина погружения садков	м	5	5
Размер ячеек дели	мм	24–28	24–30
Масса:			
- в начале этапа	г	1150–1200	1300–1350
- в конце этапа	г	1550–1650	1700–1820
Плотность посадки	шт./садок	340	285
	кг/м ²	8,7–9,1	8,2–8,7
Выживаемость за этап	%	90–92	88–90
Биомасса:			
- в начале этапа	кг/садок	390–410	370–390
- в конце этапа	кг/садок	470–510	430–470

При соблюдении норм содержания и режима кормления физиолого-биохимические показатели производителей нельмы осенью находятся в пределах нормы (табл. 27).

Таблица 27. Физиолого-биохимические показатели маточного стада нельмы в конце выращивания

Возраст рыб	K _{уп}	Гемоглобин, г/л	Индекс печени, %	Индекс полостного жира, %	Витамин С в печени, мкг/г	Общий жир в печени, %
Шестилетки	0,9–1,3	90–115	0,7–1,2	0,0–0,83	95–121	3,4–5,4
Семилетки	0,9–1,2	90–108	0,7–1,3	0,0–0,90	89–111	3,1–4,8
Референсные значения	0,7–1,5	70–110	0,7–1,5	0,0–2,0	70–120	3–7

Исследования, проведенные в конце выращивания, показали, что соотношение полов в обеих возрастных группах производителей близко к 1: 1. Основные различия между шести- и семилетними производителями нельмы обусловлены процессом формирования половых продуктов. Среди созревающих шестилетних особей преобладали самцы, гонадо-соматический индекс осенью повысился до 0,8–1,7%. ГСИ созревающих самок достигал 13,9–20,2%. В группе семилетних производителей встречались как созревающие особи, так и пропускающие нерест. ГСИ созревающих самцов составил 0,9–1,7%, самок — 16,3–18,2%. Характерным признаком созревания является почти полное отсутствие полостного жира, индекс которого у созревающих особей варьирует от 0,01 до 0,07% против 0,14–0,90% у незрелых рыб.

Кормление маточного стада проводится в строгом соответствии с температурой воды. При этом необходимо учитывать более высокую потребность созревающих производителей в питательных и биологически активных веществах, что связано с формированием половых продуктов, а также их физиологическое состояние в зависимости от температурного режима в период выращивания. Общие требования к кормам и режиму кормления производителей представлены в табл. 28.

Корма 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 сни-

Таблица 28. Корма и кормление производителей нельмы

Показатели	Ед. изм.	Возраст	
		5. — 5+	6. — 6+
Содержание белка в корме:			
- минимальное	%	38	38
- максимальное	%	45	45
Содержание жира в корме:			
- минимальное	%	19	19
- максимальное	%	26	26
Рекомендуемый размер кормовых частиц	мм	5,0–7,0	7,0
Суточная норма кормления (в % от биомассы):			
- максимальная за период	%	1,2	1,1
- минимальная	%	0,1	0,1
Коэффициент оплаты корма	кг/кг прироста	1,3–1,6	1,4–1,8
Способ кормления		кормораздатчики	
Кратность кормления	раз/ч	5–10	5–10

жается содержание витаминов, окисляются жиры и накапливаются микотоксины. Это отрицательно сказывается на росте и выживаемости рыб.

Порции корма нормируют ежедневно в соответствии с температурой воды и массой производителей (см. табл. 20).

Весной, в начале выращивания, с целью восстановления массы и физиологического статуса производителей рекомендуется кормление по повышенным в 1,5–2 раза нормам. Режим кормления корректируют в соответствии с температурой воды через 5–7 дней. При повышении температуры воды до 14–15 °С суточные дозы кормления постепенно снижают до базовых норм. По мере дальнейшего повышения температуры воды, а также при появлении ежедневного отхода базовые нормы кормления уменьшают на 10–30%, полностью прекращая кормление при температуре воды 19,5 °С и выше. В случае кратковременного прогрева воды выше допустимых значений (см. рис. 10) кормление производителей во второй половине нагульного периода продолжают по сниженным нормам. Избыточное кормление во второй половине нагульного периода не только повышает затраты корма на прирост, но и угнетает репродуктивную функцию самок и, особенно, самцов.

В хорошо прогреваемых водоемах режим кормления производителей все чаще принимает трехэтапный характер (см. рис. 11). В этом случае до повышения температуры воды следует использовать не только повышенные нормы кормления, но и более питательные корма с высоким содержанием витаминов и астаксантина либо обогащать корма витаминами Е и С (в качестве антидепрессанта, повышающего устойчивость рыб к неблагоприятным условиям). При продолжительности второго этапа (вынужденное голодание) не более 1 месяца, производителей в августе кормят по базовым нормам (см. табл. 20). Учитывая, что длительное голодание характеризуется снижением активности большинства ферментных систем и метаболических процессов в организме рыб, переход к полному рациону следует осуществлять постепенно, начиная с 30% от базовых норм. Ограничения в кормлении производителей, связанные с подготовкой рыб к нересту, начинают осенью.

Наиболее уязвимы производители нельмы в аномально жаркие годы, когда продолжительность периода высоких температур воды достигает 2 месяцев. Столь длительное голодание приводит к ферментативной дезадаптации, связанной с полным выключением функции пищеварения. Это сопровождается переходом организма на эндогенное питание и перестройкой ферментных систем на возможно более экономное перераспределение и утилизацию тканевых резервов. При этом практически полностью истощаются лабильные энергетические ресурсы организма (жировые депо) и несколько активизируется распад белков, которые в критической фазе голодания также используются как источники энергии (Скопичев и др., 2017).

Вследствие длительного голодания производители нельмы теряют до 10–15% массы тела и вступают в преднерестовый период в истощенном состоянии. В этом случае первоочередной задачей кормления является компенса-

ционный рост и улучшение физиологического статуса производителей. Кормление рекомендуется проводить по таким же высоким нормам, как и в начале выращивания (рис. 12).

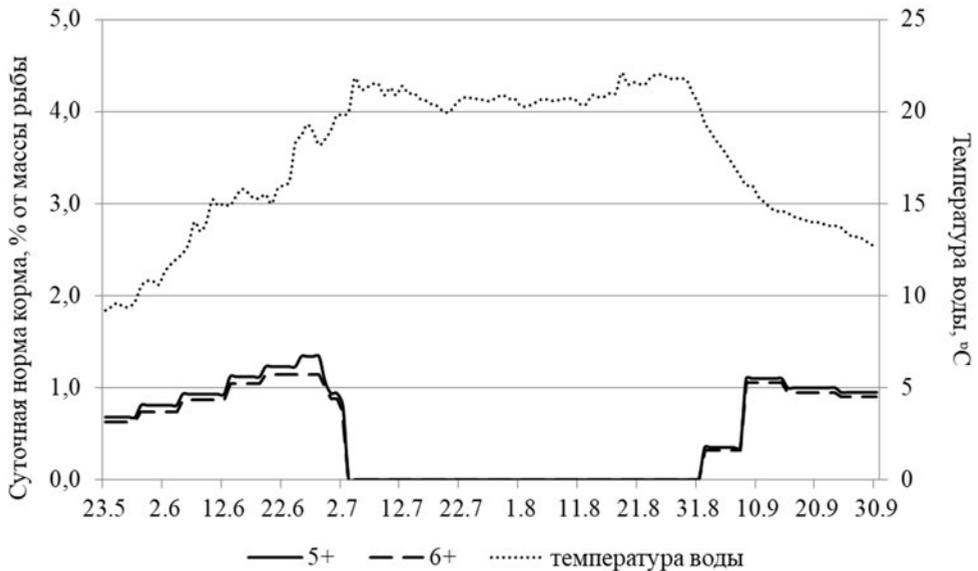


Рис. 12. Режим кормления производителей нельмы в садках в 2022 г. (оз. Суходольское)

В наших исследованиях применение повышенных норм кормления в сентябре 2022 г. позволило получить небольшой прирост, стабилизировать физиологическое состояние производителей нельмы на уровне нормы и обеспечить созревание половых продуктов. Затраты корма на прирост увеличились по сравнению с первым этапом до 1,43–1,64 у шестилеток и 1,44–1,84 у семилеток вследствие повышения энергетических затрат на формирование половых продуктов.

По результатам бонитировки в 2022 г. созрело 48,6% шестилетних и 68,6% семилетних производителей. Длительный перерыв кормления производителей в нагульный период негативно отразился на репродуктивных показателях самок. В 2021 г. рабочая плодовитость впервые созревающих пятилетних самок достигала 28,3–29,8 тыс. икринок, в 2022 г. рабочая плодовитость самок снизилась до 20,3–21,4 тыс. шт. у шестилеток и 21,8–23,1 тыс. шт. у семилеток. Сперма самцов нельмы, участвовавших в нерестовой кампании 2022 г., была хорошего качества.

Уход и контроль при выращивании маточного стада нельмы аналогичны таковым при выращивании ремонтного стада. Периодичность контрольных взвешиваний — 1,5–2 месяца.

Отбраковку производителей проводят в период бонитировки и нерестовой кампании по следующим признакам:

- травмы (повреждение чешуйного покрова более чем на 5% поверхности тела, рана на теле длиной более двух сантиметров или три и более раны меньшей длины);

- аномалии экстерьера (искривление тела, деформация непарных плавников, отсутствие парного плавника, зарастание хрусталика глаза, отсутствие одного или обоих глаз);

- аномалии половой системы (для самок — процент оплодотворения икры ниже 70% в течение двух периодов нереста подряд, для самцов — подвижность сперматозоидов по шкале Персова ниже четырех баллов в течение двух периодов нереста подряд);

- достижение предельного количества нерестов (для самок — после четырех периодов нереста, для самцов — после трех периодов нереста);

- аномалии массы тела (снижение массы тела между двумя оценками племенных и продуктивных качеств более чем на 10%).

Количество отбракованных особей не превышает 2% от общей численности каждой возрастной группы.

10. РАБОТА С ПРОИЗВОДИТЕЛЯМИ НЕЛЬМЫ В ПРЕДНЕРЕСТОВЫЙ ПЕРИОД

Работа с производителями нельмы начинается в преднерестовый период после появления у рыб брачного наряда, так называемой «жемчужной сыпи». Этап включает два технологических процесса: бонитировку и преднерестовое содержание в садках.

Для целей воспроизводства используют первично созревающих и повторно нерестующих самок в возрасте 4+ — 6+ и самцов в возрасте 3+ — 6+.

Подготовка к нерестовой кампании начинается с ограничения и последующего исключения кормления старших ремонтных групп (3+ — 4+) и производителей нельмы в садках за 30–40 дней до нереста.

Бонитировка включает в себя сортировку производителей на самцов и самок методом визуального отбора. Бонитировку начинают в последней декаде октября при температуре воды 7–8,5 °С (рис. 13).

В процессе бонитировки отбирают здоровых производителей, не имеющих аномалий в строении тела и физиологическом состоянии, с четко выраженными видовыми и половыми признаками. Особей, не созревших в текущий сезон, пересаживают на зимовку в выростные садки и возобновляют кормление.

При бонитировке созревающих производителей рассаживают в садки раздельно по полу.

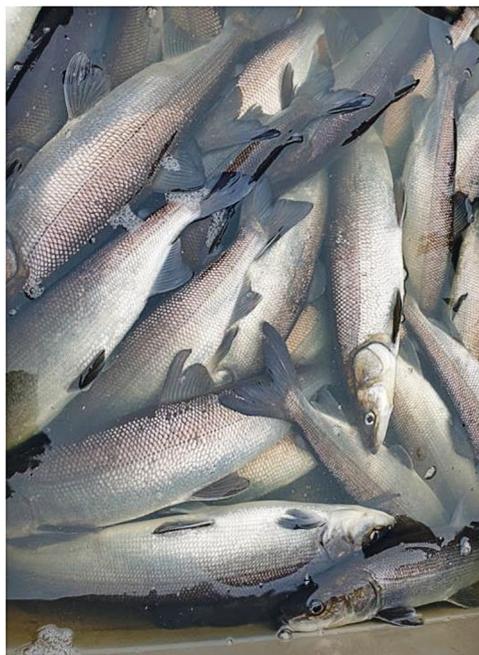


Рис. 13. Бонитировка маточного стада нельмы

Преднерстовое содержание проводят в садках площадью 25 м², глубина погружения — 4 м, ячея дели — 20–28 мм. Плотность посадки — до 10 кг/м³ (табл. 29).

В период содержания производителей в садках ежедневно осуществляют контроль за поведением самок и самцов, регистрацию показателей водной

Таблица 29. Технологические показатели преднерстового содержания производителей нельмы

Показатели	Ед. изм.	Значение
Температура воды	°С	9–4
Содержание растворенного кислорода	мг/л	≥ 9,0
Продолжительность преднерстового периода	сут.	30–40
Продолжительность нерстового периода	сут.	10–15
Размер рекомендуемых садков (длина × ширина × глубина)	м	5×5×5
Размер ячеи дели	мм	20–24
Плотность посадки в садки	кг/м ³	до 10
Содержание самок и самцов в нерстовый период		раздельно по полу

среды (температура воды, содержание кислорода, водородный показатель), отбор и учет погибших рыб. В этот период рыб не кормят.

При снижении температуры воды до нерестовой начинают регулярный (от 2 до 4 раз в неделю) просмотр самок. Созревших особей отсаживают в отдельные небольшие садки или бассейны для сбора половых продуктов. Основные показатели этапа представлены в табл. 30.

Таблица 30. Показатели преднерестового содержания производителей нельмы

Показатели	Ед. изм.	Значение			
		3+	4+	5+	6+
Возраст	лет	3+	4+	5+	6+
Масса тела	кг	1,2–1,4	1,4–1,5	1,5–1,8	1,6–2,5
Процент созревания	%	20	30	50	70
Доля самок от количества созревших производителей	%	-	24	30	47
Доля самцов от количества созревших производителей	%	100	76	70	53

ЛИТЕРАТУРА

- Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 19 октября 2020 г. № 617 «Об утверждении Методики формирования, содержания, эксплуатации ремонтно-маточных стад в целях сохранения водных биологических ресурсов» [Электронный ресурс]. Режим доступа: Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов, <https://docs.cntd.ru/document/573191451>.
- Андряшев А.П. Рыбы северных морей СССР. М. Изд-во АН СССР, 1954. 566 с.
- Белов М.А., Заделенов В.А., Шадрин Е.Н., Мучкина Е.Я. Современное состояние нерестового стада енисейской нельмы — *Stenodus leucichthys* (Guldenstadt, 1772) // Современное состояние биоресурсов внутренних водоемов. Материалы докладов I Всероссийской конференции с международным участием. 12–16 сентября 2011 г., Борок: Изд-во «Акварос», 2011. Т. 1. С. 55–59.
- Березовский А.И. Организация рыбного хозяйства на оз. Зайсан // Бюлл. рыбн. хоз-ва. 1930. № 11–12. С. 16–18.
- Богданов В.Д. Эмбриональное развитие сиговых рыб на естественных нерестилищах в уральских притоках нижней Оби // Научн. вестник. Экология растений и животных севера Западной Сибири. Салехард. 2006. Вып. 6 (2) (43). С. 3–17.
- Богданов В.Д., Мельниченко И.П. Современное состояние нельмы в бассейне реки Северной Сосьвы // Вест. АГТУ. Сер.: Рыбное хоз-во. 2013. № 3. С. 20–24.
- Богданова Л.С. Рост и развитие личинок кубенской нельмы *Stenodus leucichthys nelma* (Pallas) в условиях разных температур и режимов кормления // Вопр. ихтиологии. 1977. Т. 17. Вып. 4. С. 659–667.
- Болотова Н.Л. Изменения экосистем мелководных северных озер в антропогенных условиях (на примере водоемов Вологодской области). Дис. ... докт. биол. наук. СПб, 1999. 550 с.
- Болотова Н.Л., Коновалов А.Ф. Формирование жилой формы нельмы в Кубенском озере и многолетняя динамика ее популяционных показателей // Водные экосистемы: трофические уровни и проблемы поддержания биоразнообразия. Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Водные и наземные экосистемы: проблемы и перспективы исследований» (Вологда, Россия, 24–28 ноября 2008 г.). Вологда, 2008. С. 251–254.
- Буланов Д.П. Опыт выдерживания производителей и сбора икры кубенской нельмы *Stenodus leucichthys nelma* Pallas // В сб. «Рыбохоз. изуч. внутр. водоемов». Изд-во ГосНИОРХ. 1974. В. 12. С. 10–14.

- Буланов Д.П. Биология развития и биотехника разведения кубенской нельмы (*Stenodus leucichthys nelma* Pallas). Автореф. дис. канд. биол. наук. Л.: 1977. 23 с.
- Буланов Д.П. Этапы эмбрионального развития кубенской нельмы // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1979. Вып. 147. С. 121–131.
- Бухардинова М.В. Обзор данных по биологии нельмы *Stenodus leucichthys nelma* (Pallas, 1773) // Вест. АГТУ. Сер.: Рыбное хоз-во. 2022. № 4. С. 90–102.
- Визер А.М. Акклиматизация байкальских гаммарид и дальневосточных мизид в Новосибирском водохранилище // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2006. № 6. С. 37–46.
- Вовк Ф.И. Нельма (*Stenodus leucichthys nelma* Pallas) р. Оби. Биологический очерк. Тр. Сиб. отд. ВНИОРХ. 1948. Т. 7. В. 2. С. 3–80.
- Головков Г.А., Кузьмин А.Н., Волошенко Б.Б. Инструкция по разведению пеляди в прудах и озерах. Л., изд. ГосНИОРХ, 1978. 37 с.
- Дорфман Я.Г., Черданцев В.Г. Роль силы тяжести в раннем развитии // Внешняя среда и развивающийся организм. М.: Наука, 1977. С. 140–173.
- Злоказов В.Н. Опыт искусственного разведения полупроходных рыб бассейна р. Оби // Зоологические проблемы Сибири (Мат. IV совещ. зоологов Сибири). Новосибирск: Наука, 1972. С. 240–241.
- Зотин А.И. Физиология водного обмена у зародышей рыб и круглоротых. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 320 с.
- Кириллов Ф.Н. Рыбы реки Индигирки // Изв. ВНИОХР. 1955. Т. 35. С. 141–167.
- Кириллов Ф.Н. Рыбы Якутии. М.: Наука, 1972. 360 с.
- Князева Л.М., Костюничев В.В. Опыт выращивания сиговых от личинки до товара на искусственных кормах // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1988. Вып. 275. С. 38–45.
- Конева Л.А. Нельма верхнего бьефа плотины Новосибирской ГЭС. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Томск, ТГУ, 1972. 21 с.
- Коновалов А.Ф., Борисов М.Я., Думнич Н.В. Опыт искусственного воспроизводства нельмы *Stenodus leucichthys nelma* в бассейне Кубенского озера // Вестник рыбохозяйственной науки. 2016. Т. 3. № 4 (12). С. 12–19.
- Костюничев В.В. Развитие пищеварительной системы личинок пеляди при использовании искусственных кормов // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1986. Вып. 246. С. 68–75.
- Костюничев В.В. Инкубация икры и получение ранних личинок сиговых в условиях сбросных теплых вод // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1997. В. 325. С. 90–112.
- Костюничев В.В. Нельма, как перспективный объект аквакультуры // Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб. Тюмень, ФГУП Госрыбцентр. 2010. С. 215–218.
- Костюничев В.В., Беляков Г.А., Винникова А.Я. Выращивание молоди нельмы в бассейнах на искусственных кормах // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1997. Вып. 325. С. 142–148.
- 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 // Сборник методических рекомендаций по промышленному выращиванию сиговых рыб для целей воспроизводства и товарной аквакультуры. СПб.: ГосНИОРХ, 2012. С. 103–131.

- Красная книга Вологодской области. Т. 3. Животные. Вологодский Пед. ун-т, Вологда, 2010. С. 215.
- Красная книга Российской Федерации (животные). М.: Астрель, 2001. 862 с.
- Круглов А.В. Поездка на Кубенское озеро (путевые заметки). Исторический вестник. 1898. Т. 74. В. 2. 12 с.
- Крыжановский С.Г., Смирнов А.И., Соин С.Г. Материалы по развитию рыб р. Амура // Тр. Амурской ихтиол. экспедиции 1945–1949 гг. Т. II. М.: Моск. о-ва испыт. природы. 1951. С. 5–222.
- Крыжановский С.Г., Дислер Н.Н., Смирнова Е.Н. Эколого-морфологические закономерности развития окуневых рыб (Percoidei) // Тр. Ин-та морфол. животных АН СССР. 1953. Вып. 10. С. 3–138.
- Кугаевская Л.В. Некоторые особенности биотехники разведения чира // Тез. докл. II Всесоюз. совещ. по биологии и биотехнике разведения сиговых рыб. Петрозаводск, 1981. С. 192–196.
- Кугаевская Л.В. Биологические аспекты совершенствования технологии промышленного сбора и инкубации икры сиговых рыб // тр. ГосНИОРХ. 1985. Вып. 233. С. 85–97.
- Лютиков А.А. Влияние освещенности на выживаемость и развитие личинок нельмы *Stenodus leucichthys nelma* (Salmoniformes: Coregonidae) // Вопр. ихтиологии. 2012. Т. 52. № 5. С. 610–613.
- Лютиков А.А. Рост и выживаемость молоди нельмы *Stenodus leucichthys nelma* в зависимости от плотности посадки и режима кормления // Вест. АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. 2014а. № 3. С. 91–96.
- Лютиков А.А. Воспроизводство кубенской нельмы *Stenodus leucichthys nelma* // Вопр. рыболовства. 2014б. Т. 15. № 2. С. 189–200.
- Лютиков А.А. Биологические основы культивирования нельмы *STENODUS LEUCICHTHYS NELMA* в раннем онтогенезе: автореферат дис. ... канд. биол. наук. М., 2016. 24 с.
- Межаков А.П. Кубенское озеро и его рыбные промыслы // Вестник Русского Географического общества. VI кн., № 15. СПб, 1856. С. 63–70.
- Меньшиков М.И. Материалы по систематике и биологии нельмы (*Stenodus leucichthys nelma*) низовьев р. Иртыша // Изв. Биол. ин-та Пермск. ун-та. 1935. Т. 10. Вып. 1–2. С. 1–26.
- Микодина Е.В., Седова М.А., Пьянова С.В. Руководство по применению анестетика «Гвоздичное масло» в аквакультуре. // Р 49 Аквакультура. Выпуск 6. М.: Изд-во ВНИРО, 2011. 58 с.
- Нестеренко Н.А. Биохимическая характеристика нельмы при ее искусственном разведении в озерах Сибири // Тез. коорд. совещ. по лососевидным рыбам «Морфология, структура популяций и проблемы использования лососевидных рыб». Л., 1983. С. 141–142.
- Нестеренко Н.А., Парамонов О.П., Сецко Р.И. Эффективность выращивания сиговых рыб в крупных озерах Новосибирской области // Материалы Всероссийского совещания по проблеме «Развитие интенсивных озерных хозяйств на базе выращивания сиговых рыб». Л.: ГосНИОРХ, 1976. С. 56–60.

- Остроумова И.Н. О морфофизиологических особенностях пищеварительной системы радужной форели (*Salmo irideus* Gib.) в связи с использованием сухих гранулированных кормов // Изв. ГосНИОРХ, 1976. Т. 72. С. 5–27.
- Остроумова И.Н. Эколого-физиологические основы пластических и энергетических потребностей рыб и пути их удовлетворения // Современные проблемы экологической физиологии и биохимии рыб. Вильнюс: Изд-во ин-та зоол. и паразитол. АН Литовск. ССР, 1988. С. 201–221.
- Остроумова И.Н. Биологические основы кормления рыб. СПб.: ГосНИОРХ, 2012. 564 с.
- Остроумова И.Н. Особенности биохимического состава и размеров науплиусов артемии как стартового корма для личинок рыб // Рыбоводство и рыб. хоз-во. 2014. № 6. С. 55–61.
- Остроумова И.Н., Костюничев В.В., Лютиков А.А. и др. Разработка физиологически полноценных кормов для молоди сиговых рыб (Coregonidae) и сравнительная оценка их с импортными кормами // Вопросы Рыболовства. 2016. Т. 17. № 3. С. 335–350.
- Решетников Ю.С. Экология и систематика сиговых рыб. М.: Наука, 1980. 301 с.
- Рубенян А.Р. Зависимость глубины нерестилищ сига озера Севан от различных факторов среды // Тез. докл. конф. Актуальные проблемы современной лимнологии. Л.: Ин-т озероведения АН СССР, 1988. С. 45–50.
- Рубенян А.Р., Мурадян В.М., Рубенян Т.Г. Влияние интенсивности освещения на икру сига оз. Севан // Тез. докл. IV Всесоюз. совещ. по биологии и биотехнике разведения сиговых рыб. Л.: ГосНИОРХ, 1990. С. 63.
- Скопичев В.Г., Карпенко Л.Ю., Боголюбова И.О. и др. Физиология рыб. Книга 2: Питание и пищеварение. СПб.: ООО «Квадро», 2017. 344 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.
- Смешливая Н.В., Семенченко С.М. Динамика прочности оболочек овулировавших яиц сиговых рыб (Coregonidae) Обь-Иртышского бассейна после активации водой // Вопросы рыболовства. 2015. Т. 16. № 3. С. 359–366.
- Смирнова К.В. Нельма озера Зайсан. Изв. АН Казахской ССР. Сер. зоол. 1945. Вып. 5. С. 73–93.
- Смольянов И.И. Эмбриональное развитие муксуна *Coregonus muksun* (Pallas) // Вопр. ихтиологии. 1966. Т. 6. Вып. 1. С. 59–70.
- Титенков И.С. Кубенская нельма. М.: Знание, 1961. 52 с.
- Черешнев И.А., Шестаков А.В., Юсупов Р.Р. и др. Биология нельмы *Stenodus leucichthys nelma* (Coregonidae) бассейна р. Анадырь (Северо-Восток России) // Вопр. ихтиологии. 2000. Т. 40. Вып. 4. С. 537–550.
- Черняев Ж.А. Эколого-физиологические особенности размножения и развития сиговых рыб. Автореф. дис. ... докт. биол. наук. М.: ВНИРО, 1990. 46 с.
- Черняев Ж.А. Воздействие теоретических предпосылок на эффективность биотехники рыбоводства (на примере воспроизводства сиговых рыб — Coregonidae) // Материалы Международной научной конференции, посвященной 100-летию ГосНИОРХ «Рыбохозяйственные водоемы России». 2014. С. 95–102.

- Черняев Ж.А., Коваленко В.И., Кружалина Е.И., Овчинникова Т.И., Дмитриев И.Л. Методические указания по сбору и хранению икры сиговых рыб на временных рыбоводных пунктах, ее транспортировке и инкубации. М.: Главрыбвод, 1987. 82 с.
- Шестаков А.В. Материалы по биологии нельмы (*Stenodus leucichthys nelma*) среднего течения р. Анадырь // Чтения памяти В.Я. Леванидова. Вып. 3. Владивосток, 21–23 марта 2005 г. Владивосток, 2005. С. 552–556.
- Яндовская Н.И., Тихонова З.П. Разведение кубенской нельмы // Изв. ГосНИОРХ. 1961. Т. 51. С. 51–59.
- Alt K.T. Taxonomy and ecology of the inconnu, *Stenodus leucichthys nelma*, in Alaska // Biol. Pap. Univ. of Alaska, 1969. № 12. 63 p.
- Bolotova N.L., Bolotov O.V. Anthropogenic impacts on the landlocked coregonids of Kubenskoe Lake: *Coregonus lavaretus nelmuschka* (Pravdin) and *Stenodus leucichthys nelma* (Pallas) // Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol. 57. 2002. P. 321–333.
- Das P., Mandal S.C., Bhagabati S.K. et al. Important live food organisms and their role in aquaculture // Frontiers in Aquaculture. New Delhi: Narendra Publ. House, 2012. P. 69–86.

ПРИЛОЖЕНИЕ. СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Ниже приводится информация по ориентировочной численности разновозрастных групп нельмы, потребности в выростных площадях и кормах при выращивании 1 млн сеголеток нельмы массой 20–25 г в полносистемном цикле (табл. П1-П3) и формировании ремонтно-маточного стада (табл. П4-П7).

Таблица П1. Количество посадочного материала для получения 1 млн сеголеток нельмы массой 20–25 г

Наименование этапа	Количество посадочного материала, тыс. экз.
Получение икры от созревших самок	3743
Инкубация икры (выживаемость предличинок)	2433
Выдерживание предличинок	2336
Подращивание личинок до массы 26 мг	2172
Подращивание личинок до массы 50–60 мг	1955
Подращивание молоди до массы 0,4–0,45 г	1564
Выращивание сеголеток:	
- всего, в том числе	1000,9
- выпуск (реализация)	1000,0
- пополнение ремонтного стада	0,9

Таблица П2. Потребность в кормах для получения 1 млн сеголеток нельмы массой 20–25 г

Наименование этапа	Прирост общей биомассы, кг	Средний кормовой коэффициент	Потребность в корме за этап, т
Подращивание личинок до массы 26 мг	0,03	1,75	0,05
Подращивание личинок до массы 50–60 мг	0,05	1,2	0,06

Наименование этапа	Прирост общей биомассы, кг	Средний кормовой коэффициент	Потребность в корме за этап, т
Подращивание молоди до массы 0,4–0,45 г	0,56	0,65	0,36
Выращивание сеголеток до массы 20–25 г	21,86	0,75	16,39
Всего			16,86

Таблица П3. Потребность в выростных площадях для получения 1 млн сеголеток массой 20–25 г

Наименование этапа	Ед. изм.	Количество
Инкубационные аппараты:		
- аппараты Вейса (8 л)	шт.	21
Бассейны, лотки:		
- выдерживание предличинок	м ²	61
- подращивание личинок до массы 26 мг:		
- в начале этапа	м ²	60
- в конце этапа	м ²	60
- подращивание личинок до массы 50–60 мг:		
- в начале этапа	м ²	60
- в конце этапа	м ²	122
- подращивание молоди до массы 0,4–0,45 г:		
- в начале этапа	м ²	122
- в конце этапа	м ²	174
Садки:		
- в начале этапа	м ²	1955
- в конце этапа	м ²	5005

Таблица П4. Численность ремонтно-маточного стада нельмы в конце выращивания

Возраст	Количество рыб, экз.	Средняя масса особи, г	Общая масса рыб, кг
сеголетки 0+	900	22,5	20
двухлетки 1+	718	230	165
трехлетки 2+	491	750	368
четырёхлетки 3+	436	1230	537
пятiletки 4+	374	1430	534
шестiletки 5+	321	1600	514
семiletки 6+	265	1760	466

Таблица П5. Численность производителей нельмы, обеспечивающих получение 3,74 млн икры

Возраст	Количество созревших производителей, шт.		Количество производителей, отдавших доброкачественные половые продукты, шт.		Количество икры, тыс. шт.
	самцов	самок	самцы	самки	
3+	80	-	76	-	-
4+	81	25	81	23	504
5+	108	46	108	45	1084
6+	95	84	95	83	2168
Всего	364	155	360	151	3756

Таблица П6. Потребность в кормах для ремонтно-маточного стада нельмы

Возраст	Прирост общей биомассы, кг	Кормовой коэффициент	Потребность в корме за этап, кг
1+	143	1,0	143
2+	230	1,1	253
3+	214	1,1	235
4+	95	1,25	119
5+	93	1,45	135
6+	66	1,6	106
Всего			991

Таблица П7. Потребности в садковых площадях для ремонтно-маточного стада нельмы

Возраст	Плотность посадки, кг/м ²	Площадь садков, м ²
0+	0,9	21
1+	0,9	21
2+	2,6	50
3+	7,6	41
4+	9,8	44
5+	8,9	46
6+	8,4	46
Всего		269

Шумилина А.К.,
Костюничев В.В.,
Лютиков А.А.

**Методические рекомендации по формированию
ремонтно-маточных стад нельмы
в промышленных условиях**

Редактор О.С. Юрова
Компьютерная верстка Ю.С. Яковлев
Подписано в печать 16.07.2024
Формат 70x100/ 16. Печ. л. 4
Тираж 300 экз.

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