

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

О. В. Усова, М. М. Усов

**РЫБОВОДНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
ПАРАМЕТРЫ ВЫРАЩИВАНИЯ
ЛЕНСКОГО ОСЕТРА
В ПРУДОВОЙ И САДКОВОЙ
АКВАКУЛЬТУРЕ БЕЛАРУСИ**

Монография

Горки
Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия
2025

УДК 639.371.2(476)

Усова, О. В. Рыбоводно-технологические параметры выращивания ленского осетра в прудовой и садковой аквакультуре Беларуси / О. В. Усова, М. М. Усов. – Горки : Белорус. гос. с.-х. акад., 2025. – 126 с. – ISBN 978-985-882-622-2.

В монографии изложены рыбоводно-технологические особенности получения рыбосадочного материала и выращивания товарного ленского осетра в прудовой и садковой аквакультуре Беларуси.

Для специалистов в области рыбоводства, аспирантов, магистрантов, студентов, обучающихся по специальности «водные биоресурсы и аквакультура».

Табл. 51. Ил. 14. Библиогр. : 259 назв.

Печатается по решению Научно-технического совета
Белорусской государственной сельскохозяйственной академии.
Протокол № 8 от 18 ноября 2024 г.

Рецензенты:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор И. С. Серяков;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент А. В. Астренков

ISBN 978-985-882-622-2

© Усова О. В., Усов М. М., 2025

© Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия, 2025

ВВЕДЕНИЕ

В мировой аквакультуре особое место занимают осетровые виды рыб. Высокие вкусовые качества, повсеместное снижение численности сделали их ценным объектом рыборазведения во многих странах еще со второй половины XIX в. [1, с. 389; 2, с. 42].

Считается, что лидирующие позиции в мире по производству осетровых рыб и получаемой из них черной икры принадлежат Китаю, США, Ирану, Франции, Италии, Германии и Израилю. Наилучшие показатели отмечаются у Китая, объем производства которого составляет порядка 30 тыс. т товарного осетра и 500 т икорной продукции. На постсоветском пространстве лидером является Российская Федерация, достигшая производства в 1,5 тыс. т осетра и 40 т икры, из этого объема на долю сибирского осетра приходится 16 % [3, с. 41–42].

Если говорить в целом о рыбоводстве в Республике Беларусь, то оно представлено как прудовым направлением (рекреационное и товарное рыбоводство), так и индустриальным рыбоводством. По статистике, за 2018 г. в водоемах Беларуси выловлено около 19,7 тыс. т рыбы, в том числе на долю промыслового улова приходится 11,7 тыс. т (или 59,6 % от общего улова), а любительского – 7,9 тыс. т (или 40,4 %). За последние годы производство индустриальной аквакультуры (лососевых, осетровых и сомовых рыб) увеличилось в 3 раза – до 572,7 т при росте рыбопродуктивности бассейнов в среднем по хозяйствам с 25 до 65 кг/м³. Промысловый улов осетровых в Беларуси увеличился с 90,9 до 97,7 т [4, с. 15–17].

В целях создания условий для устойчивого развития агропромышленного комплекса Республики Беларусь Советом Министров Республики Беларусь утверждена Государственная программа «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы. Исходя из подпрограммы 5 «Развитие рыбохозяйственной деятельности» данной программы, вся работа в этой сфере осуществляется по следующим направлениям: разведение и выращивание рыбы в искусственных водоемах и рыболовство в специализированных угодьях. Рыбоводство нашей страны определено формами ведения: прудовая (с использованием, как правило, интенсивного метода выращивания), культивирование рыбы в садковых условиях, бассейнах и в контролируемых условиях с использованием замкнутого водоснабжения (УЗВ) [5, с. 24].

Считается, что на долю производства ценных видов рыб (к числу которых относят лососевых, осетровых и сомовых рыб) приходится около 5 % от всей производимой рыбной продукции в Беларуси. Повысить производство рыбы к 2025 г. на 850 т по отношению к 2020 г. планируется за счет выращивания ценных видов рыбы. Ввод в хозяйственный оборот имеющихся мощностей индустриальных рыбоводных комплексов и строительство и ввод в эксплуатацию новых рыбоводных комплексов позволят ежегодно увеличивать производство ценных видов рыбы в объеме 200 т. Развитие рыбоводства в 2021–2025 гг. предусматривается путем реализации следующих направлений: воспроизводство редких и ценных видов рыб (сиг, судак, щука, лососевые, осетровые и др.); повышение естественной продуктивности рыбоводных угодий; восстановление биологического разнообразия рыбных ресурсов [5, с. 25].

Планируется, что реализация подпрограммы 5 «Развитие рыбохозяйственной деятельности» будет способствовать увеличению к концу 2025 г. объема производства рыбных ресурсов в водных объектах республики до 17680 т, в том числе за счет наращивания производства ценных видов рыб – до 1200 т [5, с. 26].

В то же время за последние годы численность осетровых рыб в водоемах Республики Беларусь постоянно снижается. Среди основных причин можно отметить: лов в некоторых местах обитания в естественной среде уже единичных экземпляров осетровых рыб браконьерами и рыболовами-любителями, изменение гидрохимического режима водоемов в связи с интенсификацией отраслей растениеводства и животноводства, гидротехническое строительство в соседних странах и невозможность миграции осетровых на территорию Беларуси (это привело к исчезновению, например, русского осетра, белуги, балтийского осетра) и т. д. [6, 7].

В связи с этим для достижения целей подпрограммы 5 «Развитие рыбохозяйственной деятельности» Государственной программы «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы основная нагрузка должна ложиться на аквакультурное выращивание рыб, в том числе осетровых, в контролируемых условиях рыбоводных предприятий страны.

Единственный пресноводный вид семейства Осетровые, обитающий в единичных экземплярах на территории Беларуси в реке Днепр и его крупнейших притоках и включенный в Красную книгу Республики Беларусь как вид, который может полностью выпасть из ихтиофауны региона, – стерлядь. Поэтому разведение и выращивание различных видов осетровых весьма актуально для страны [8, с. 115].

Включение в аквакультуру Беларуси новых ценных видов рыб, в частности такого перспективного для многих регионов вида, как сибирский осетр ленской популяции (далее ленский осетр (*Acipenser baerii* Brandt)), невозможно без проведения научно-исследовательских работ, направленных на изучение его особенностей развития в имеющихся условиях. Ценность ленского осетра (и его гибридов), наряду с высокими пищевыми качествами, заключается в том, что он является одним из наиболее технологичных объектов при выращивании в искусственных условиях. Он способен переходить на питание искусственными кормами, привыкает к операциям рыбоводных технологий, кроме того, со второго года жизни, при массе 0,5 кг, уничтожает малоценных и сорных рыб в прудах. Ленский осетр является бентосоядной рыбой. На этом основывается принцип совместного разведения ленского осетра в поликультуре с такими рыбами, как веслонос, белый амур [9, с. 366–368; 10; 11, с. 58–60].

На сегодняшний день рыбоводная отрасль Беларуси не обеспечена всесторонними и научно обоснованными нормативами, которые бы позволяли выстроить четкий принцип воспроизводства и выращивания ленского осетра от стадии инкубации икры до получения товарной продукции в имеющихся условиях, а встречаются лишь нормативы либо частично затрагивающие процессы воспроизводства [12, с. 106–109], либо применяемые для зон выращивания, в которых страна не находится, поэтому их нельзя принимать за базовые [13, с. 51–54].

Мировой опыт работ по товарному выращиванию ленского осетра показал, что для успешного развития товарного производства требуется наличие в хозяйствах domesticированных ремонтно-маточных стад, освоение воспроизводства и организация выращивания жизнестойкой молоди и сеголетков в отдельных тепловодных хозяйствах в качестве рыбопосадочного материала для товарного выращивания в хозяйствах различного типа [7, 9].

Таким образом, в настоящее время возникает необходимость поиска новых ценных объектов выращивания, среди которых важное место должно отводиться ленскому осетру, разработке технологических приемов получения рыбопосадочного материала и выращивания товарной продукции, позволяющих повысить эффективность процесса воспроизводства и выращивания в целом.

Авторы выражают благодарность сотрудникам лабораторий РДУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству» за помощь в первичном сборе материала для данных исследований.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ЛЕНСКОГО ОСЕТРА

1.1. Экологические аспекты жизни ленского осетра

Осетровые (Acipenseridae) относятся к высокоспецифичной группе рыб. Они многим отличаются от всех других представителей ихтиофауны нашей планеты. Имеют древнее происхождение и примитивны в морфологии [14, с. 30–31; 15; 16].

Представители отряда Осетрообразные видятся многими учеными как очень древняя, постепенно вымирающая часть мировой ихтиофауны, их дальние родственники получили свое широкое распространение в юрском периоде. Ввиду своей биологической незащищенности перед средой обитания и в дальнейшем вследствие высокого антропогенного фактора представители этого отряда должны были полностью исчезнуть [17, с. 189–190; 18, с. 3–6].

Как и у большинства рыб, у представителей осетровых окраска тела имеет маскировочное значение, т. е. цвета на теле распределены таким образом, чтобы рыбы не были видны при нахождении на дне водоема. Так, у ленского осетра окрас способен сильно изменяться и зависит от ареала обитания особи. Общими чертами является то, что для спины характерна темно-коричневая гамма цветов, брюшная сторона тела – желтого (светлого) цвета. Верхняя лопасть хвостового плавника у осетровых больше нижней, т. е. плавник – гетероцеркальный [19, с. 12–13].

Принято считать, что раньше представители отряда Осетрообразные занимали значительно большие природные ареалы, в том числе за счет меньшего пресса со стороны биотических факторов среды. Распределение их в границах Северного полушария определялось комплексом экологических особенностей и параметров, характерных для той территории. Порядка половины из этих видов водится в водоемах Европы, в большинстве своем – в регионе, известном по экологическим классификациям как Понто-Каспийский, третья часть видов принадлежит водоемам Северной Америки, остальные приурочены к водоемам региона Восточной Азии, а также Сибири [20, с. 3–8].

Скелет ленского осетра полностью лишен костей и состоит из хрящей. Наблюдается отсутствие позвонков, однако имеются окостенения, захватывающие расположенные вдоль тела пять рядов жучек и накладные кости головы. Количество спинных жучек – от 12 до 19, боковых – от 37 до 56 (обычно от 42 до 47), брюшных – от 9 до 15

(обычно от 10 до 12). Тело между рядами жучек усеяно довольно большими зернами или мелкими звездчатыми пластинками, разбросанными в беспорядке. Морфологические признаки сибирского осетра сходны с признаками русского осетра, однако имеются отличия в строении жаберных тычинок. Жаберные тычинки у сибирского осетра веерообразные, каждая с тремя двойными рожками, число тычинок на первой жаберной дуге – от 28 до 45 (обычно от 33 до 37). Жаберные перепонки приращены к межжаберному промежутку и не образуют под ним складок. Нижняя губа сильно прервана. Рыло обычно короткое, иногда удлинненное и заостренное [19, с. 12–13; 20, с. 25–30].

В природной среде отмечается наличие двух форм сибирского осетра – тупорылой и острорылой, отличающихся друг от друга морфометрическими признаками, например числом лучей в спинном и анальном плавниках, брюшных, спинных и боковых жучек [21, с. 198–200].

Согласно Красной книге Российской Федерации, естественным ареалом обитания сибирского осетра (*Acipenser baerii* Brandt) являются все крупные реки Сибири от Оби до Колымы, а также оз. Байкал. Кроме того, отмечается, что популяции сибирского осетра, обитающие в р. Обь и на оз. Байкал, и вовсе занесены в нее, а рыболовные мероприятия с осетром на р. Енисей запрещены, так как популяция в этих местах имеет тенденцию к снижению [22].

На сегодняшний день запрет на промысел сибирского осетра действует также и на других реках Сибири, таких как Яна, Индигирка, Колыма и др., где его численность всегда была невысока [3, с. 41–42; 23, с. 270–272].

В некоторых регионах России за незаконную добычу сибирского осетра грозит уголовная ответственность. В качестве примера описан случай, когда в 2019 г. Якутской природоохранной прокуратурой установлены факты незаконной добычи сибирских осетров в Намском и Усть-Алданском улусах (районах) республики. За это предусмотрено уголовное наказание вплоть до лишения свободы сроком до 8 лет с возмещением причиненного государству ущерба, который рассчитывается на основе таксы, утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 3 ноября 2018 г. № 1321, составляющей 160456 руб. за 1 экземпляр сибирского осетра независимо от размера и веса [24].

Максимальный вылов сибирского осетра достигал 1700 т в год. В разные годы вылов его на Оби составлял 1410 т (1935 г.), на Енисее – 500 т (1934 г.), Лене – 190 т (1943 г.), Байкале – 215 т (1939 г.) [25, с. 155–160].

Сибирский осетр имеет исторически сложившуюся популяцию в р. Лена, откуда и произошло его второе название – ленский осетр. Это жилистая пресноводная форма сибирского осетра, отличающаяся в том числе способностью питаться при низкой температуре воды. Обитает в пресной воде, но в низовьях Лены выходит в воду с соленостью до 12–15 ‰ [26, с. 35–36].

Всестороннее изучение биологии ленского осетра впервые выполнено на нижней Лене, при этом основным районом изучения была дельта реки (о. Столб) [27, с. 13; 28, с. 20–21].

В связи с тем что в некоторых местах обитания половозрелых производителей оставалось крайне незначительное количество, еще в 60-е гг. были организованы научные мероприятия, в задачи которых входило исследование естественной популяции ленского осетра в ходе нерестовой кампании и составление четких рекомендаций по получению потомства рыб для дальнейшего процесса расселения молоди в другие регионы [3, с. 42].

Считается, что максимальная продолжительность жизни сибирского осетра составляет 60 лет. В естественной среде он может достигать длины 2–3 м и массы 100 кг, по некоторым источникам – 200 кг. В условиях европейской аквакультуры наиболее распространенным является сибирский осетр ленской популяции, который отличается небольшими размерами [29, с. 109; 30].

Мясо осетра является высокопитательным продуктом (содержание жира в нем достигает 10–15 %) [31].

Если рассматривать содержание карнозина в тканях осетровых рыб как существенный фактор пищевой ценности, то исследованиями на русском осетре (*Acipenser gueldenstaedtii*), сибирском осетре ленской популяции (*Acipenser baerii*), стерляди (*Acipenser ruthenus*), а также полученных в искусственных условиях гибриде стерляди и калуги (*Huso dauricus*) (обозначение Ст × К) и гибриде сибирского осетра ленской популяции и калуги (ЛО × К) установлено, что по данному критерию наилучшие показатели имеет гибрид ЛО × К – 2,358 мг/г ткани, а на втором месте – сибирский осетр с показателями 2,176 мг/г ткани, при этом минимальное значение характерно для стерляди – 0,47 мг/г [32].

В естественных условиях биологической особенностью ленского осетра обладает его подвиж, способный к миграции, он находится в нижнем течении рек, где происходит накопление массы тела, а затем преодолевает внушительные расстояния для нереста, передвигаясь в

верхнее течение рек. В то время как более оседлая форма занимает, как правило, среднее либо верхнее течение реки и для нее не характерно целенаправленное массовое перемещение по водоему. Считается, что оседлая форма ленского осетра является менее распространенной в природе по сравнению с постоянно мигрирующей [33, с. 311–312; 34, с. 14].

Нерест в естественных условиях у ленского осетра не ежегодный, сроки его зависят от местообитания. В природно-климатических границах р. Обь он проходит с конца мая при температуре воды 8–11 °С, в пределах р. Енисей – с середины июня по июль при температуре воды 16–21 °С, а в реках Якутии – при температуре воды 13–16 °С. При этом нерестовая кампания проходит на глубоких ямах (порядка 10 м) с плотным грунтом и наличием камней, в местах с достаточно хорошим течением (порядка 1,5 м/с) [35, с. 22–23; 36, с. 47–48].

Сибирский осетр обладает большой эврибионтностью к экологическим факторам среды, благодаря чему для каждой популяции в определенном водоеме характерны свои черты. Например, созревание у самок енисейской популяции наступает в возрасте 12–14 лет при достижении массы тела 5–7 кг, у самцов – в 10–12 лет при массе 4–6 кг, у байкальского осетра – в 15–20 лет. Возраст достижения половой зрелости самок ленского осетра составляет 11–13 лет (при длине тела 70–75 см и массе 1,5–2,0 кг), самцов – 9–10 лет (при длине тела 65–70 см и массе 1,0–1,5 кг). В условиях Западной Европы при относительно высоких температурах созревание ленского осетра наступает за 4–7 лет [30; 37; 38].

В водоемах Якутии осетр достигает половой зрелости в возрасте 11–20 лет. Средняя длина тела половозрелых особей составляет 50–90 см при массе 2–4 кг. Нерест проходит летом (в июне – начале июля) с промежутком в 3–5 лет. Икра производителями откладывается на каменисто-галечных и твердо-песчаных грунтах при температуре воды 13–16 °С [36].

Встречаются данные о репродуктивных показателях самок и самцов ленского осетра, культивируемых в условиях Карелии. Так, производители данного региона имеют живую массу 21,01 кг, масса овулировавшей икры составляет 3,82 кг, количество икринок, приходящихся на 1 г, – 41,15 шт., масса ооцита – 24,9 г, рабочая плодовитость – 149,3 тыс. шт., относительная плодовитость – 6060 шт/кг массы тела при гаметосоматическом индексе 14,27 [39, с. 87].

В литературе имеются данные о размерном, весовом и возрастном составе производителей сибирского осетра нижнего течения р. Лены.

Установлено, что средний размер самок был больше в 2012 г. – 74,8 см при средней массе 3,6 кг. Линейные размеры самцов колебались от 61 до 85 см и в среднем составили 70,66 см. Вес самцов варьировал от 1,5 до 5,5 кг при среднем показателе 2,4 кг. В 2012 г. по сравнению с 2013 г. встречались рыбы старше 33 лет [40].

Имеют место данные, согласно которым при искусственно созданной водной среде обитания ценных видов рыб енисейских популяций происходит уменьшение их сроков роста и созревания. В. А. Заделеновым установлено, что при помощи изменения температуры воды в период выращивания осетровых рыб возможно сократить сроки наступления половозрелости, например, у самок стерляди – до 3 лет (в р. Енисей данный показатель составляет 9–13 лет); у самцов-производителей сибирского осетра этот процесс начинается в возрасте 3 лет, у самок – в 5–6 лет (в р. Енисей – в 17–23 года) [41, с. 21].

По причине минимальных сроков первого полового созревания (в сравнении с другими представителями отряда), а также минимальных значений длины и массы ленский осетр является наиболее желанным объектом для аквакультурного выращивания. Важным его приспособлением являются короткие сроки нерестового хода, составляющие не более 3–4 нед, что обеспечивает оптимальный температурный и кормовой режим для личинок и молоди. Максимальный возраст самок составляет 29 лет, а самцов – 24 года [42].

В целом обобщенные репродуктивные показатели сибирского и русского осетров (объединенные данные для разных популяций) представлены в работах Г. И. Рубана, где среди основных для сибирского осетра указаны: годовая сумма необходимого для производителей тепла – 1000–2200 градусо-дней, достижение половой зрелости самками – 11–22 года, длина впервые нерестящихся самок – 56–124 см, масса впервые созревших самок – 0,89–14 кг, гонадосоматический индекс – 11–67 %, индивидуальная относительная плодовитость самок – 9–34 шт/г массы тела, масса зрелой икринки – 11–25 мг [43, с. 73].

При этом репродуктивные параметры популяций сибирского осетра с разными жизненными стратегиями напрямую зависят от типа аквакультуры. Например, при выращивании в тепловодной аквакультуре производители имеют следующие характеристики: годовая сумма тепла – 4400 градусо-дней, половая зрелость самок – 7–9 лет, длина тела половозрелой самки – 109 см, масса ее – 5,0–8,0 кг, средняя масса икринок – 16,1 мг [44, с. 117].

Среди специфических адаптаций сибирского осетра, обеспечивающих высокую интенсивность размножения, авторами отмечается по-

вышенный обмен веществ и энергии, протекающий в его организме, качественная подвижность в пропорции роста тела особи и обменных процессов, ранний срок первого нереста у женских особей, качественные показатели по относительной плодовитости (количеству икры к единице массы тела) и окончательный размер икринок в зависимости от трофических и термических условий [43, с. 71–72; 45, с. 487].

Считается, что для женских особей ленского осетра характерными являются повышенные показатели по соотношению массы ястыков с созревшей икрой к массе всего тела самки. Так, В. С. Малютиным в его работах отмечается, что у 33,3 % исследуемых особей это значение находится в пределах 20–50 %, а у 5,5 % особей и вовсе более 50 % [27, с. 19–20; 28, с. 20].

Эмбриогенез сибирского осетра, а также постэмбриональное развитие достаточно хорошо представлено в ряде работ. Считается, что уже на 5-е сутки для личинки характерна длина 9–15 мм при средней массе 8–17 мг. В этот период характерными особенностями для молоди являются практически неподвижный образ жизни и периодические «свечки» со дна водоема в пелагиаль с последующим спуском ко дну. Как и у большинства рыб нашей фауны, внешний вид предличинки совершенно не соответствует облику взрослого организма ленского осетра. Тело молодой особи сегментировано и делится на ряд миотомов. По мере взросления, в ходе своего онтогенеза, благодаря развитию нервной системы поведение рыб все больше усложняется. Ротовое отверстие открывается, запас желточного мешка практически расходуется в полном объеме, и молодь начинает заглатывать внешний корм, т. е. переходит к самостоятельному питанию и превращается в личинку. Личиночный период развития распадается на более мелкие этапы. Авторами отмечается, что характерная для большинства осетровых рыб гибель на первых этапах жизни объясняется сложностью преобразований и перестойки в организме рыб, для осуществления которых нередко необходимы в том числе оптимальные для вида факторы окружающей среды. Как и для большинства рыб, выделены и изучены так называемые критические стадии в развитии личинок, при прохождении которых не рекомендуется любое воздействие на их организм [46, с. 77–80; 47, с. 48; 48; 49; 50].

Считается, что еще до процесса активного питания личинка обладает хорошо развитой системой восприятия запахов за счет хеморецепторов организма, что играет значительную роль в приручении рыб к экзогенному корму. Качественное восприятие окружающей среды

клетками рецепторов позволяет осетровым рыбам использовать это и при других жизненно важных аспектах, например таких, как миграции и т. д. [51, с. 155].

Как и для большинства пресноводных рыб Беларуси, для ленского осетра характерной является круглая и шарообразная икра диаметром около 3,0 мм (у сибирского – порядка 1,5–2,0 мм). Развитие икры происходит в приклеенном виде на каменисто-галечном грунте. Тем самым ленский осетр является типичным литофилом по классификации Г. Н. Крыжановского. Продолжительность инкубации икры зависит от количества тепла, необходимого для нормального развития эмбрионов, и составляет порядка 180–220 градусо-дней, при этом температурный оптимум находится в пределах 13–16 °С. Средний показатель по общей плодовитости составляет от 50 тыс. икринок (р. Лена) до 422 тыс. икринок (оз. Байкал). Абсолютная плодовитость составляет 20–150 тыс. икринок [22; 31; 36; 47, с. 48].

По другим данным, ленский осетр характеризуется невысокой абсолютной плодовитостью, пределы колебания которой составляют от 16,5 до 183 тыс. икринок. Это объясняется тем, что в естественных условиях самки созревают, имея сравнительно небольшие размеры [52].

Соотношение полов во время нерестовой кампании у популяций сибирского осетра, как правило, близко 1:1 с несущественным преобладанием самцов. Нерест ленского осетра в природе не ежегодный [53, с. 802; 54, с. 88–89].

Повторное созревание наступает у самцов через 2–3 года, у самок – через 3–5 лет [55, с. 47–48].

Характерной чертой популяции ленского осетра на нерестилищах является присутствие определенного количества взрослых, но незрелых и потому пропускающих нерест рыб. Также у ленского осетра наблюдается численное преобладание на нерестилищах самцов над самками (соответственно 57,3 и 42,7 %) [28, с. 22–23].

В связи с биологической эврибионтностью у ленского осетра отмечается широкий диапазон температур для эмбрионального развития – в пределах 8–25 °С, при этом оптимальной температурой считается 11,4–14,9 °С, а длина выклюнувшейся предличинки составляет 10,5–11,5 мм [44, с. 115; 56, с. 109].

По объектам питания ленский осетр является эврифагом. Состав пищи зависит от кормовой базы в пределах ареала, а также от возраста и сезона года. По способу питания, как и большинство остальных

осетровых, является бентофагом, питается донными организмами (личинками хирономид, насекомых, моллюсками, червями и т. д.) [22; 31; 36; 57; 58].

В целом отмечается, что для ленского осетра характерен достаточно высокий темп роста, за счет несколько иной скорости биохимических процессов, протекающих в его организме по сравнению с другими представителями осетровых. Отмечено, что данную характеристику он показывает при освоении новых для себя мест обитания. Например, при выращивании в бассейновых условиях на специализированных предприятиях 3-леток способен показать такую же среднестатистическую массу (более 1,5 кг), как и особи 11 лет в их естественной среде рек [58; 59].

Ленский осетр – желудочная рыба. Кроме желудка в состав пищеварительной системы входит: ротовая полость с глоткой, далее следует пищевод, за ним соответственно желудок, отделы кишечника (их принято делить на два), а также застеночные органы, участвующие в пищеварении посредством выделения туда секретов и представленные печенью и поджелудочной железой. Специальных придатков, которые отмечаются у желудочных рыб с коротким кишечником, у ленского осетра не обнаруживается. По мере роста спектр питания расширяется и увеличивается доля более крупных форм организмов. В более старшем возрасте особи могут переходить на потребление мелкой рыбы (например, молоди налима, ерша и др.), причем некоторые авторы при этом указывают конкретный возраст – 6–10 лет [53, с. 799; 57; 60, с. 30–31].

Как преимущество и одна из главных адаптивных особенностей ленского осетра авторами отмечается способность его питаться в зимний период и при совершении нерестовых миграций (т. е. нет необходимости переходить на эндогенное питание и рисковать необратимостью этих процессов в дальнейшем). Связано это с тем, что в природной среде он может нагуливаться на глубинах до 50 м. Кроме этого, как приспособление к обитанию на различной глубине для осетровых рыб характерно наличие объемного гидростатического органа – плавательного пузыря, за счет которого они с легкостью выравнивают свое положение в воде и способны чувствовать себя комфортно даже на больших глубинах [41, с. 23–24; 57].

Некоторыми авторами на основе сравнительного анализа эколого-морфологических особенностей близкородственных видов – русского и сибирского осетров – определены адаптивные особенности (эколо-

гия, структура вида, питание, возрастная структура и размножение) сибирского осетра на видовом и популяционном уровнях. Отмечается, что его пластичность дает возможность освоить обширный ареал с различными термическими и трофическими условиями [43, с. 72–72].

У сибирского осетра в популяциях, в которых особи лучше обеспечены пищей и имеют больший темп роста, продолжительность жизни у особей разного пола равна, что нехарактерно в целом для рыб. При неблагоприятных условиях и неравномерном росте особей жизнь самцов оказывается практически вдвое меньше, чем соответственно у самок. Это приспособительное свойство популяции сибирского осетра позволяет при слабой кормовой базе поддерживать воспроизводство на высоком уровне [57; 61].

Считается, что температурный оптимум для ленского осетра находится в пределах значений, равных 14–16 °С, верхняя граница пессимума лежит выше 20 °С, когда у рыб проявляется задержка в созревании, а нижний порог, при котором фирмы-производители комбикорма рекомендуют отказаться от кормления концентрированными кормами, составляет порядка 10 °С [62, с. 10; 63, с. 170; 64, с. 67].

Однако другие авторы утверждают, что в условиях аквакультуры при использовании полноценного комбикорма определенных марок этот порог по температуре воды может быть снижен всего до 6 °С, а сам суточный рацион составит порядка 0,6 % от массы рыбы [65].

Ценностью ленского осетра является его спрос для гибридизации. Сегодня уже имеются схемы и применяются в аквакультуре гибриды сибирского осетра со стерлядью, белугой, русским осетром и прочими представителями осетровых рыб [66, с. 1–2; 67, с. 23].

При этом на гибридах, например, сибирского и амурского осетров различных вариаций четко отслежены гибридные индексы, наследуемые из 27 материнских признаков, оценена периодичность проявления внешнего вида, показателей роста и выживаемости [68, с. 466; 69, с. 248].

Отмечено, что наиглавнейшую роль в возможных вариантах гибридизации осетровых рыб играет состояние, при котором клетки организма имеют более одной пары гомологичных хромосом. Так, например, стерлядь (*A. ruthenus*) и белуга (*Huso huso*) являются диплоидными, в то время как сибирский осетр (*A. baerii*) относится к тетраплоидным. Эти показатели используются при определении направлений по их применению в качестве объектов гибридизации среди осетровых видов рыб [70, с. 118; 71, с. 8–9].

Рядом авторов отмечается, что физиологический статус гибридных форм осетровых выше, чем чистых линий. Например, установлено, что гибрид русского и ленского осетров при равных затратах корма и прочих энергетических ресурсов имеет на 17 % большую массу по сравнению с гибридом стерляди и белуги [72; 73].

Ф. М. Магомаевым при проведении рыбоводно-биохимической оценки гибрида русский осетр × ленский осетр в условиях Чиркейского водохранилища (Республика Дагестан) установлено, что при «использовании температуры воды значительно ниже общепринятого оптимума удастся достичь высоких показателей скорости роста исследуемого гибрида осетровых, а снижение малонового диальдегида и активности каталазы на фоне нормальной динамики морфометрических и гематологических показателей позволяет исключить патологию и наличие стрессовых реакций» у данного гибрида. Это позволяет автору сделать вывод о целесообразности развития товарной осетровой аквакультуры в условиях низких температур водохранилищ [74, с. 166].

Исследованиями развития сибирского осетра при различной солености (от 0,5 до 10,5 ‰) установлено, что при солености воды свыше 6,5 ‰ в эмбриогенезе происходит нарушение развития и осложняется выклев предличинок. Благоприятным для эмбрионально-личиночного развития является диапазон солености 0,5–2,5 ‰ [75, с. 471].

При проведении опытов на молоди ленского осетра изучено влияние фотопериода на рост рыб. Установлено максимальное значение роста при 12-, 16- и 24-часовом дне, когда у рыб наблюдается повышение обменных процессов, а при отсутствии регулирования светового режима отмечается лейкопения [76, с. 703].

В рыбоводстве в целом и аквакультуре осетровых в частности для характеристики состояния рыб принято пользоваться такими физиологическими показателями, как, например, содержание в крови белка гемоглобина (нормой считается показатель на уровне 60–80 г/л), белок сыворотки крови (28–40 г/л), скорость или реакция оседания эритроцитов (2–4 мм/ч) и др. Отклонения от физиологической нормы могут быть вызваны воздействием факторов окружающей среды, болезнями рыб, нерестом и т. д. [77; 78, с. 93; 79; 80; 81, с. 7–8].

Считается, что одним из критериев, с помощью которого можно оценить сообщество рыб в биологических водных системах, может служить морфометрия рыб. Доказано, что на морфологические признаки рыб оказывают влияние как абиотические, так и биотические факторы окружающей среды. О. А. Басоновым и А. В. Судаковой про-

ведены сравнительные исследования морфометрических показателей осетров. Ими было установлено, что «при изучении морфометрических показателей русского и сибирского осетров была отмечена их разнородность. Сибирский осетр превосходит русского осетра по общей и промысловой длине, по длине головы и высоте тела, а также по индексам большеголовости и высокоспинности, но уступает по массе тела, обхвату тела и коэффициенту упитанности, индексу прогонистости, индексу компактности на достоверные величины». Приведенные в своем труде характеристики тела как сибирского, так и русского осетров авторы рекомендуют рассматривать как видовые специфические различия [82].

1.2. Технологические элементы выращивания осетровых

Еще в начале XX в. особенностям заводского разведения молоди осетровых рыб со стороны научных сообществ уделялось особое внимание. Проблемой являлось ограниченное количество научных сведений об экологии осетровых рыб [83, с. 2–4; 84, с. 123].

В научной литературе опубликовано множество работ, посвященных индивидуальному развитию представителей семейства Осетровые, особенно в критические периоды становления организма на первых стадиях [85; 86, с. 38], тонкостям процесса организации кормления [87; 88], всестороннему влиянию внешних факторов (абиотических и биотических) на морфологические особенности осетровых рыб [89; 90]. Эти и другие исследования и показатели, выявленные в ходе изучения, легли в основу дальнейших разработок методов выращивания молоди осетровых рыб в аквакультуре [91; 92, с. 3–5; 93, с. 2].

Первые исследования биологических особенностей, запасов в естественной среде сибирского осетра проведены П. А. Дрягиным, им также даны рекомендации по рациональному использованию данного вида [18, с. 3].

В первую очередь исследования направлены на корректировку технологической схемы выращивания осетровых рыб под конкретные условия, в которых планируется их дальнейшее использование. Так, например, при необходимости разработки и введения в эксплуатацию специальных цехов по подрощиванию молоди были изучены особенности поведения и ориентации в пространстве осетровых рыб в раннем онтогенезе [94, с. 872; 95, с. 45–47].

Большой объем работ посвящен особенностям питания молоди осетровых и развитию их пищеварительной системы [96; 97, с. 197].

Доказана целесообразность использования полноценных продукционных комбикормов при воспроизводстве осетровых [98, с. 185–186].

В 50–60-е гг. XX ст. для развития осетроводства на постсоветском пространстве и его становления было построено более 10 специализированных рыбоводных заводов по воспроизводству и выращиванию осетровых рыб и, как итог, происходит активный процесс зарыбления подращенной молодью естественных водоемов за счет совершенствования технологий воспроизводства отдельных представителей осетровых, разрабатывается и внедряется процедура стимуляции нереста с применением гипофиза, пересматривается и улучшается прудовой метод выращивания [99].

Развитию осетроводства на принципах качественного подхода благоприятствовали методики, разработанные на базе новых знаний по экологии осетровых рыб, в том числе доказывающие присутствие у них строго определенных групп (популяций) [96; 100; 101].

Учеными в это время выделяются и описываются три основных способа воспроизводства: в бассейнах; в прудах; комбинированный (смешанный). Для разработки технологической схемы выращивания в прудах необходимым условием (или так называемым сдерживающим фактором) являлось наличие живого корма для ранней молоди осетровых. В результате появилась технология выращивания планктонных ракообразных – дафний – и были разработаны нормативные критерии использования удобрений в качестве стимуляторов роста естественной кормовой базы в прудовых условиях [102; 103].

Интенсивному, или индустриальному, способу выращивания осетровых рыб был посвящен ряд исследований, в основе которых лежали вопросы содержания разновозрастных рыб, технология и способы их кормления и многое другое [104; 105, с. 10–13].

Актуальным на разных этапах исследований оставалось такое направление, как стимуляция развития естественной пищи для осетровых рыб в прудовых условиях. Так, вопросы использования и внесения минеральных и органических удобрений описаны в работах Н. Г. Крохалевской и А. И. Мещерякова [106, 107], при этом, например, Р. В. Афоничем доказано, что рыбопродуктивность прудов, используемых для целей товарного выращивания без внесения удобрений, составляет порядка 20 кг/га, а при их использовании повышается до 65 кг/га [108].

С целью интенсификации процесса выращивания осетровых рыб были изучены вопросы применения уплотненных посадок и снижения

величины индивидуальной массы выпускаемой молоди. В. В. Мильштейном описывается возможность повышения посадки младших возрастных групп осетровых рыб в прудовые условия до 140 тыс. шт/га, однако указывается, что это повышение плотности посадки неизменно сказывается (отрицательно) на качестве роста самих рыб и физиологических показателях объектов [91; 99]. Например, Р.В. Афоничем в его трудах было установлено, что выживаемость молоди снижается с 76 до 38 %, а масса – соответственно с 4 до 2 г [108; 109].

Впервые исследования по разработке технологических нормативов разведения сибирского осетра были проведены Л. С. Бердичевским с соавторами и И. И. Смольяновым [110, с. 76–77; 111].

В ходе разработки технологий аквакультурного выращивания молоди осетровых наиболее актуальным был вопрос о том, как оценивать ее качество или физиологическую полноценность (например, когда авторы говорят о жизнестойкости). Одни авторы, например А. А. Лапшин, в своих трудах утверждают о существовании так называемой стандартной массы заводской молоди осетровых, за которую принимают среднештучную массу подращенной особи порядка 2–3 г, причем этот показатель может быть уменьшен до 1 г [112; 113].

Другие авторы, например Т. Н. Григорьева, говорят о необходимости подращивания до больших размеров, что повышает потенциальные возможности особи при зарыблении ею естественных экосистем и увеличивает «коэффициент биологического выживания» [114; 115; 116, с. 121].

Таким образом, определяющим показателем при оценке перспектив жизнестойкости особей осетровых рыб в ряде работ является именно среднештучная масса выпускаемой особи (причем в большинстве случаев она составляет более 3,0 г) [116, с. 122; 117; 118, с. 17–18].

Некоторыми авторами связь между жизнестойкостью и выживаемостью в естественных условиях была описана по наличию сходства молоди и взрослой осетровой рыбы. Корреляция отмечалась при достижении определенного возраста (порядка 30–45 дней) [119; 120].

Существует также утверждение, что молодь, полученная прудовым способом, по ряду физиологических показателей (в основном гематологическим) характеризуется как менее приспособленная (имеющая более низкую толерантность к факторам окружающей среды) по сравнению с таковой из естественного ареала обитания [121, с. 74–75].

Однако другими авторами проведены исследования, показывающие, что для достижения промвозврата осетровых рыб порядка 4–5 %

необходимым показателем является средняя масса выпуска более 10 г [115; 122, с. 441–442].

О необходимости подращивания молоди осетровых рыб было указано в ряде работ. Так, группой ученых во главе с С. В. Пономаревым был предложен бассейновый метод выращивания молоди с использованием комбикормов [123].

Технология выращивания осетровых в садках с использованием пресной воды разрабатывалась рядом исследователей. Установлено, что при полноценном кормлении выращивание молоди до массы 3–4 г составляет порядка 20–25 сут [124; 125, с. 8–9]. При этом авторами отмечается, что сдерживающим фактором развития данного направления является отсутствие промышленных садков различной конструкции [126].

Рядом авторов отмечается, что лишь бассейновый метод выращивания позволяет полностью контролировать все производственные процессы [111]. Основной проблемой при этом считалась слабая обеспеченность ранней молоди осетровых рыб кормами [127].

Считается, что использование садкового способа выращивания в осетроводстве является важным направлением аквакультуры, решающим важнейшую задачу по биоразнообразию. При этом, как отмечается А. Р. Хаировой и Е. В. Алексеевым, определяющими моментами следует считать качественное кормление, а также соблюдение комплекса факторов абиотической среды, которые должны находиться в границах оптимума для данного вида рыб. В их исследованиях, проведенных с годовиками ленского осетра в ООО «Центр индустриального рыбоводства» в садках, было установлено, что использование комбикорма марки «Sturgeon Grower-sink» позволяет получить выживаемость на уровне 97 %, прирост 373,8 г при кормовых затратах 2,22 кг [128].

Успешное развитие осетроводства определяется в первую очередь наличием собственного ремонтно-маточного стада. В этой связи наукой и рыбохозяйственной отраслью Беларуси первоочередное внимание уделяется данному вопросу [129].

Для обеспечения многократного использования самок осетровых рыб рекомендуется применять метод прижизненного взятия икры [130; 131].

Применяемая технология, предложенная В. К. Виноградовым, по всестороннему описанию разведения сибирского осетра в основе своей сходна со схемами, характерными для других рыб. Основными

направлениями являются: работа с маточным стадом; управление сроками созревания половых продуктов за счет стимулирования самок и самцов; способы получения икры и спермы от производителей, а также оплодотворение и инкубация полученной икры; доинкубация икры и получение жизнеспособной личинки; способы выращивания посадочного материала; формирование племенного стада. Чтобы выполнить эти процессы прописываются нужные материалы, показатели окружающей среды и прочие ресурсные требования [130].

С. Б. Подушка описывает прижизненный метод получения икры от производителей, базирующийся на изъятии половозрелых особей из естественной среды, их дальнейшем выдерживании с применением гормональной стимуляции и нереста. Минусом метода является зависимость процесса от качества и количества особей в промысловых уловах [55, с. 72–74].

И. А. Бурцевым с соавторами описана технология формирования и эксплуатации маточных стад сибирского осетра с получением икры в течение весеннего и осеннего периодов их нереста за счет нерестовой кампании у достигших половой зрелости особей (в период весна – осень) [132, с. 22].

В. И. Филатовым с соавторами описан способ получения маточных стад осетровых рыб с многократным получением икры на базе промышленных хозяйств, базирующихся на теплых водах. При описании способа особое внимание уделяется поддержанию режимов водной среды в рамках оптимума (при использовании бассейнов). К недостаткам способа можно отнести растянутость временных промежутков при получении икры за счет вариативности климата, прямой зависимости процесса от водоисточника, невозможности контроля температуры воды (которая может многократно изменять свои показания и иметь большие перепады) [133].

Считается, что на сегодняшний день наличием хорошо сформированных ремонтно-маточных стад ленского осетра отличаются специализированные рыболовные хозяйства России, Азии и некоторые страны Европейского союза [30; 134, с. 5–6; 135].

Одним из самых проблемных вопросов в осетроводстве является получение половых продуктов от самок. Для прижизненного метода получения икры описано несколько технологических приемов. Одним из первопроходцев в этом направлении принято считать Э. Д. Пельцама, который проводил опыты на стерляди [136, с. 10–11]. Эти исследования были взяты за основу другими авторами [137; 138, с. 74; 139].

И. А. Бурцевым впервые использовалось частичное надрезание вентральной части тела самок с дальнейшим наложением швов в месте надреза [140; 141, с. 170]. Поскольку при применении этого способа сохраняется жизнь используемого материала именно он вошел в практику в индустриальных хозяйствах с последующим усовершенствованием.

В последнее время используется метод С. Б. Подушки – сцеживание овулировавшей икры после надрезания каудальной части яйцевода [135].

На современном этапе принято использовать вещества, способные снизить чувствительность осетровых при работе с ними, а именно гвоздичное масло или эвгенол [142].

Ввиду высокой вариабельности средней массы производителей ленского осетра для их гормональной стимуляции рекомендуется использование различные препараты (например, прогестерон (P4) [143, с. 385].

Г. Ф. Металлов с соавторами в своих исследованиях по влиянию инъекций Сурфагона на биохимию крови и структурные преобразования яичников самок установили, что применение синтетического аналога гормона люлиберина приводит к стимулированию обменных процессов в организме рыб. Установлено, что низкие показатели по белку, находящиеся в пределах 16,0–28,0 г/л, под влиянием инъекций Сурфагона возрастают в среднем на 35,0–38,0 %; бета-липопротеиды увеличиваются на 58 и 61 % с использованием дозировок Сурфагона 0,2 и 2,0 мкг/кг соответственно. Аналогичная тенденция наблюдается и в отношении холестерина, количество которого возрастает с 1,3 до 2,2–2,3 г/л [144, с. 117–118].

1.3. Опыт выращивания ленского осетра в аквакультуре

Ленский (сибирский) осетр считается одной из основных рыб осетровой аквакультуры в большинстве стран мира, в которых занимаются выращиванием осетровых на промышленной основе. Его активно внедряют в аквакультуру в России, Молдове, Чехии, Венгрии, Германии, Франции, Италии, Чили, Уругвае, ЮАР, Эстонии, Киргизии и Северной Америке. Ввиду снижения численности осетровых популяций в естественной среде обитания именно аквакультурное выращивание представляет собой наиболее перспективное направление по сохранению ленского осетра [145, с. 325; 146, с. 167–168; 147; 148, с. 189; 149, с. 368–369; 150, с. 140; 151, с. 299].

Одним из наиболее перспективных направлений считается товарное выращивание ленского осетра с использованием теплых вод. На базе Конаковского тепловодного завода при ВНИИПРХ в 70-е гг. была получена первая партия икры от производителей порядка 60 тыс. шт. Созревание производителей ленского осетра осуществлено в начале 80-х гг. среднестачной массой порядка 10,0 кг. Из результатов, полученных в ходе первого опыта, можно отметить, что оплодотворяемость икры находилась на уровне 35–92 %, а выживаемость предличинок составила порядка 53 %. Подращенные в течение двух месяцев особи осетра имели среднюю массу в пределах 3–9 г. Колебания температуры водной среды зимой составили 10–11 °С, а в летний период – 23–27 °С. В ходе выращивания были проведены работы по отбору маточного стада рыб, а сам завод стал экспортером посадочного материала ленского осетра хозяйствам России, при этом часть продукции поступала за рубеж [110, с. 75–76; 111].

Авторами проведена оценка эффективности выращивания сибирского осетра (*Acipenser baerii* Brandt) и в условиях Европейского Севера. Отмечено, что, несмотря на сложные климатические условия, благодаря высокой адаптационной пластичности сибирского осетра его можно эффективно выращивать до товарных размеров, получая полные продукты высокого качества. При этом он характеризуется хорошими товарными показателями (быстрый рост, низкие затраты кормов, высокая выживаемость – более 95 %). Также проанализирована себестоимость товарного выращивания сибирского осетра в садках, установленных в естественных водоемах, и в бассейнах с применением технологии УЗВ [4, с. 16–17; 6; 10].

В связи с необходимостью интенсификации процессов выращивания осетровых рыб в бассейнах разработан метод использования установок замкнутого водоснабжения, что позволяет выращивать рыб круглый год [152].

Описан опыт подращивания личинок в ООО «Рыбоводный завод «Ярославский» (Россия) с использованием живого корма науплий *Artemia salina* L., затем сухого комбикорма с размером гранул 0,1 мм и перешедшей на внешнее питание молоди ленского осетра при плотности посадки от 3899 до 5648 шт. на бассейн. Отмечено, что в первую неделю после выклева приросты ленского осетра крайне малы, так как питаются личинки в этот период за счет желточного мешка; в начальный период абсолютная скорость роста составила 6,67 мг/сут, достигнув 300 мг/сут в конце опыта. Максимальный отход порядка 7 % был отмечен в начале выращивания и снижался по мере роста рыб [153].

Полноценную разработку технологии выращивания ленского осетра в условиях тепловодного хозяйства проводили совместно специалисты ВНИИПРХ, МГУ, ИЭМЭЖ АН СССР и ЦПАУ. Результатом научных трудов стало небольшое печатное издание с описанием схемы по организации производственных работ с осетром [154, с. 27–30].

Установлено, что выращивание ценных видов рыб при использовании подогрева воды может приводить к изменениям их физиологического состояния, например менять характер липидного обмена [155].

В Ярославской ГСХА с 2016 г. ведутся работы по изучению влияния электростатического поля на выживаемость и развитие икры и личинок осетровых рыб. Первые опыты показали положительное воздействие данного фактора [156; 157].

Описано воздействие электростатического поля на инкубацию икры в процессе воспроизводства ленского осетра, что повысило ее выживаемость до 59,9 %, при этом длина предличинок снизилась до 17,2 мм, а масса увеличилась до 54 мг [158, с. 247].

Опыт выращивания молоди осетровых индустриальными методами показал, что молодь осетра до 1 г целесообразно содержать в бассейнах ВНИРО с плотностью посадки 15 тыс. шт. [159].

Примером доработанной технологии интенсивного выращивания осетровых, в том числе и техники кормления, может быть технология выращивания сибирского осетра, предложенная R. Kolman, при использовании которой годовики могут достичь средних показателей по массе более 2 кг, а показатели затрат корма на прирост единицы массы находятся на уровне 1,2. В настоящее время в Польше уже проводится эффективный искусственный нерест выращенных в контролируемых условиях производителей сибирского осетра [160, с. 122–125; 161, с. 8–9].

Е. Н. Пономаревой предложена технология подращивания, благодаря которой за 7–15 сут молодь осетровых рыб вырастает в бассейнах до массы более 100 мг. В дальнейшем рекомендуется использовать этих особей для зарыбления выростных прудов. Из факторов, приводимых автором, которые непосредственно влияют на процесс выращивания и требуют особого внимания следует отметить постоянный водообмен для удаления продуктов жизнедеятельности, частиц корма и экскрементов; качественную водоочистку и подготовку воды. В процессе подращивания рекомендуется применение пластиковых бассейнов с рабочим объемом около 2 м³ и глубиной залития воды до 0,6 м [162, с. 4–6].

М. А. Йаздани Садати были проведены исследования по выращиванию сибирского осетра в бассейнах в лаборатории кафедры аква-

культуры РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева в 2004–2005 гг. В качестве объекта были взяты годовики среднештучной массой порядка 130 г. Сибирских осетров выращивали в четырех 500-литровых бассейнах при плотности посадки 40 шт/м³. Исследования по совместному выращиванию молоди сибирского осетра с различной массой тела дали возможность установить некоторые особенности ее роста и физиологического состояния. Так, более крупные особи превосходили средних и мелких по абсолютным приростам и коэффициенту массонакопления в 1,4–1,6 и в 1,2–1,3 раза соответственно. В ходе исследований установлено, что одним из показателей, определяющим реакцию организма рыб на изменение условий содержания, является относительная масса как внутренних органов, таких как сердце, селезенка и печень, так и внутреннего жира [163, с. 6].

По данным Е. В. Тумаковой, в России порядка 80 % осетровых рыб получают с использованием садкового метода воспроизводства. При этом отмечается, что сам садковый метод осетроводства подразумевает этап бассейнового выращивания осетровых рыб до достижения средней массы в 20–30 г. Отмечается, что на рыбопосадочный материал в процессе рыбоводных мероприятий связанных с обловом, сортировкой, транспортировкой и т. д., оказывается огромный стресс, что, в свою очередь, сказывается на физиологическом состоянии рыб и способствует развитию как болезней, так и смертности рыб, приводя тем самым к повышению цены на товарную продукцию [164].

Е. Н. Чертовой отмечается, что в индустриальном садковом осетроводстве используются импортные корма различных изготовителей для всех категорий рыб: стартовые, производственные и корма для производителей. Автором делается акцент на то, что как качество российских комбикормов, так и их производственные характеристики, непосредственно влияющие на рыбоводные показатели, уступают аналогичным импортируемым комбикормам и сама товарная рыбная продукция по своим вкусовым качествам также имеет отличия. Проблема же со стартовыми живыми кормами была решена за счет массового применения рачка артемии в гипергалинных озерах (ильменях) Астраханской области. Согласно сведениям автора, ТУ Росрыболовства, в настоящее время для выращивания артемии сформирован 21 рыбоводный участок общей площадью 1446,4 га [165].

А. С. Семькина в своей научной работе указывает на то, что для осетровых рыб характерной особенностью является высокая адаптация, а при их выращивании в УЗВ они дают хорошие показатели по использованию корма и хорошую экономическую эффективность.

Авторами приводятся данные, полученные в ходе исследования параметров водной среды при использовании установок замкнутого водоснабжения с целью определения их пригодности для выращивания ленского осетра. Указывается диапазон температур 20,3–21,2 °С, содержание растворенного в воде кислорода 6,8–7,5 мг/л, pH 7,5–7,8, что характеризуется авторами как норма для выращивания ленского осетра [166].

О. А. Левина и соавторы провели исследования по выращиванию гибрида русского и ленского осетров в УЗВ. Ими была проанализирована интенсивность роста и физиологического состояния молоди. Установлено, что «динамика роста русско-ленского осетра отражает постепенное нарастание массы в течение всего периода выращивания. При этом отмечено, что наиболее интенсивный рост (0,92 %) наблюдался в начальный период. За период выращивания в 165 сут масса повысилась с 35,1 г до 360,4 г при абсолютной длине 46,3 см, коэффициенте массонакопления 0,04 г, выживаемости 100 %» [167, с. 21].

Опыт выращивания ленского осетра с использованием различных источников воды был проведен в индустриальном рыбноводном хозяйстве ОАО «Волгореченскрибхоз». В хозяйстве используется система подачи воды замкнутого типа совместно с прямоточной системой. Для опыта было отведено 8 бассейнов для содержания рыбы: 4 – с прямоточной системой подачи воды, 4 – с системой УЗВ. Установлено, что при использовании прямоточной подачи воды из реки отход составляет 4,89 % против 2,34 % в УЗВ, прирост –92,5 г против 108,0 г, кормовой коэффициент 1,08 против 0,71 соответственно [168].

О. А. Гуркина в 2019 г. провела исследования по выращиванию некоторых видов осетровых в условиях УЗВ. Для проведения исследования по принципу аналогов было отобрано 225 особей лестера, стерляди и ленского осетра, сформировано 3 группы рыб по 75 шт. массой около 300 г каждая, которые были помещены в бассейны. Кормление рыбы проводили полнорационным комбикормом «Сорпенс» голландского производства. Наибольший прирост рыбы за опыт (64,3725 кг) был у особей лестера при сохранности 100 % и уровне рентабельности 47,92 % [169].

Также имеются результаты исследований Е. А. Мельченкова с соавторами по выращиванию, и ими дана сравнительная оценка роста межвидовых гибридов и чистых видов сибирского осетра *Acipenser baerii* (Brandt, 1869) и русского осетра *Acipenser gueldenstaedtii* (Brandt, 1833) на разных этапах онтогенеза при комбинированном выращива-

нии в условиях УЗВ и индустриального проточного бассейнового хозяйства. Исследования проведены в отделе «Конаковский» филиала по пресноводному рыбному хозяйству ВНИРО (ВНИИПРХ). Для исследований использовались производители сибирского осетра 6-го и русского осетра 3-го поколений доместикации. Перевод на смешанное питание, подращивание молоди и дальнейшее выращивание ее проходили в производственных условиях в обычном технологическом режиме с использованием различных рецептур гранулированных комбикормов фирмы «BioMar». До возраста 41 сут выращивание осуществлялось в УЗВ, далее – в лотках и бассейнах цеха с проточным водоснабжением. При продолжительности эксперимента 557 сут, средней температуре воды 16 °С было установлено, что наилучшие показатели массонакопления были у межвидовых гибридов ЛО × РО, на второй позиции оказались гибриды РО × ЛО, а чистые виды сибирского и русского осетров к концу этапа исследования имели практически одинаковую среднюю массу [170, с. 20].

С. А. Шибук провел исследования по выращиванию молоди ленского осетра на рыбохозяйственном комплексе ООО «Акваресурс» в условиях УЗВ. Опыт показал, что при оптимальных гидрохимических условиях, использовании в кормлении «BioMar Inicio 917» рыбоводные показатели выращивания составили: выживаемость – 99,7 %, средняя масса в конце опыта – 45,5–55,3 г (при начальной 21,5–25,0 г) [171].

К. Б. Искековым был опубликован опыт выращивания сибирского осетра в рыбоводных модулях с УЗВ и прудах в Республике Казахстан. Автором были указаны условные стандарты качества представленных объектов осетроводства. При этом брутто-продукция составила 40 кг/м², а заводская себестоимость одного двухгодовика сибирского осетра товарной массы – 4392,93 тенге/кг при рентабельности производства 10,18 % [172].

Д. С. Лазоренко с целью изучения технологии выращивания сибирского осетра при различных плотностях посадки были проведены исследования в ООО «Уральская форель» в садках площадью 4 м². В ходе проведенного эксперимента установлено, что при выращивании молоди сибирского осетра от личинок массой 0,05 г, перешедших на активное питание, до молоди в 1 г лучше применять плотность посадки в 1500 экз/м², при этом срок выращивания составит 17 сут, выживаемость – 74 %. При выращивании молоди массой от 1 до 30 г плотность посадки должна составлять 1000 экз/м², при этом срок выращи-

вания составит 68 сут, выживаемость – 68 %. Отмечается общая закономерность: с увеличением плотности посадки увеличивается срок выращивания и снижается выживаемость. Кроме этого автором отмечается, что увеличение плотностей посадки молоди сибирского осетра может быть причиной повышения уровня каннибализма, ухудшения адаптивных характеристик молоди, а использование невысоких плотностей, в свою очередь, способно снизить рыбопродуктивность и экономические показатели в целом [173].

А. Ю. Волковой приводятся данные о характеристике рыбохозяйственных показателей в ходе выращивания сибирского осетра и стерляди при естественных температурных режимах водоемов Республики Карелия. Установлено, что при выращивании рыбопосадочного материала с низкой начальной массой (15–19 г) при сумме тепла за период выращивания 2649,8 градусо-дня, использовании корма «Raisio agro» и температуре воды 14–18 °С средняя масса сибирского осетра в конце периода опыта составила 827 г, а стерляди – 671,5 г; выживаемость – 94,7 и 82,8 % соответственно; кормовые затраты – 1,2 у сибирского осетра и 1,4 у стерляди при рентабельности 35,9 и 17,0 % соответственно. При выращивании рыбопосадочного материала с начальной массой 80,0 г при сумме тепла за период выращивания 3162,4 градусо-дня средняя масса сибирского осетра в конце периода исследования составила 2053,3 г, а стерляди – 682,5 г; выживаемость – 96,6 и 94,5 %; кормовые затраты – 1,3 и 2,3 соответственно при рентабельности у сибирского осетра 28,2 %, у стерляди и вовсе отрицательное значение (–18,0 %) [174, с. 55].

А. И. Карпухин приводит опыт выращивания ленского осетра в бассейнах установок замкнутого водоснабжения, который был проведен им в научно-исследовательской лаборатории «Технологии выращивания и кормления рыбы». При начальной средней массе особей ленского осетра (*Acipenser baerii*) около 280 г и посадке их по 70 шт. в бассейны, температуре воды 20–21 °С, растворенном в воде кислороде 9,2 мг/л и использовании экструдированного комбикорма «Aquaгех» за 30 декад выращивания получена выживаемость 100 %, средняя масса 912,8 г, затраты корма на 1 кг прироста составили 3,35 кг, а рентабельность выращивания – 33,07 % [175, с. 144].

В. А. Илясова, опираясь на многолетние исследования по определению продолжительности межнерестового созревания самок сибирского осетра и стерляди с целью прогнозирования следующего срока созревания самок в условиях индустриального хозяйства со среднего-

довой суммой тепла 5600 градусо-дней, предлагает через шесть месяцев после получения половых продуктов осуществлять отбор половых клеток методом биопсии и на основании гистологической картины развития ооцитов делать прогноз выхода самок на нерест. Это позволяет планировать участие самок в процессе получения половых продуктов для воспроизводства или пищевой икры [176, с. 65].

С. Б. Купинским с соавторами для рационального использования имеющихся мощностей и прогноза выращивания ленского осетра предложено введение понятия «социализация», под которым принято понимать готовность особи освободить (покинуть) место кормления для других рыб после удовлетворения чувства голода. Авторы представляют расчет оптимальной плотности посадки сибирского осетра (шт/м²) исходя из его размеров (см), температуры воды и степени социализации. Так, например, при температуре воды 12–14 °С и степени социализации 1 при начальной массе 0,014 г плотность посадки рекомендуется 20000 шт/м², при 0,4 г – 1250 шт/м², а при 5,0 г – 200 шт/м². При температуре воды 22–24 °С и степени социализации 1 при соответствующей начальной массе плотность посадки составляет соответственно 10000, 625 и 100 шт/м² [177, с. 153].

1.4. Технологические приемы при кормлении осетровых рыб

При применении индустриальных методов выращивания осетровых рыб одной из первых задач, которой всегда уделяется пристальное внимание, является разработка полностью сбалансированных продукционных комбикормов, позволяющих удовлетворить потребности организма рыб (опираясь на знания по питанию конкретного объекта в естественной среде) в белках, жирах и углеводах, а также биоэлементах. При этом необходимо учитывать отличительную черту, характерную для осетровых рыб, – сложный процесс перехода к искусственным кормам [178; 179].

Считается, что своевременное начало кормления является залогом успешного выращивания в дальнейшем. Подачу внешнего корма рекомендуется осуществлять, когда резервные запасы желточного мешка рыб находятся на уровне не менее 50 % начального количества [180].

Несформированность пищеварительного тракта, характерная для всех рыб в ходе раннего онтогенеза, влечет за собой поиск оперативных решений со стороны специалистов. Запасы желточного мешка, которые передаются от самок к потомству и зависят от кормовой базы

водоема, способствуют обеспечению организма предличинки необходимыми материалами лишь на непродолжительный период [181].

Р. В. Афоничем рекомендуется применение приема по раннему внесению живых кормов, еще задолго до рассасывания желточного мешка, что, в свою очередь, способствует увеличению выживаемости личинок различных видов рыб за счет сокращения периода адаптации рыбы к корму [182; 183, с. 253].

К. Д. Краснодембской было доказано, что преждевременное внесение живого корма в емкости с молодью сибирского осетра – за несколько дней до выброса пигментных пробок – приводит к ускоренному переходу на внешнее потребление пищи рыбой, при этом снижая гибель личинок на 17–27 % [184; 185, с. 34].

Доказано, что качество кормов, применяемых в первые годы жизни рыб, способно проявиться в последующие годы выращивания [186, с. 270].

Р. Н. Степановой с соавторами в ходе исследований, проводимых с осетровыми рыбами в садках, было определено, что при переводе молоди осетра на стартовые комбикорма порядка 90 % пищевого комка в первые сутки выращивания приходилось на долю живого корма, которая в ходе дальнейшего выращивания снижалась [187].

В ходе выращивания различными авторами предлагается замена в технологическом процессе специализированных осетровых кормов на комбикорма, разработанные для лососевых рыб [188; 189].

О. А. Воробьевой с соавторами установлено, что условия обитания осетровых рыб уже на ранних этапах развития могут оказать пагубное влияние на воспроизводство в дальнейшем за счет нарушения в развитии первичного фонда половых клеток и недоразвития гонад [190].

При использовании методик содержания осетровых в промышленных условиях их кормление (особенно молоди рыб) необходимо планировать таким образом, чтобы комбикорм, вносимый в емкости в виде гранул, соответствовал диаметру ротового отверстия особи, для которой он предназначен [127].

Биохимическому составу кормбикормов, используемых для выращивания осетровых рыб, а также подробному описанию методик по их использованию в кормлении посвящены многие исследования. Так, например, применение комбикормов марок РГМ-2М, РГМ-6М, РГМ-8М для сеголетков осетровых рыб позволяло получить среднештучную массу порядка 40–120 г [191].

Другими авторами рекомендуется использование гранулированного комбикорма, позволяющего достичь выхода на стадии сеголетков

порядка 100 % при сохранении высоких показателей по темпу роста – 1,7 г/сут [192].

Некоторые авторы рекомендуют совместное использование живого корма и комбикорма марки «Эквизо-2» для младших возрастов осетровых рыб, применение которых за месяц подращивания позволяет достичь выживаемости на уровне практически 50 % при среднештучной массе чуть более 1,0 г [193].

В случае использования в процессе подращивания только стартовых комбикормов и кормосмесей, без дополнительной подкормки живыми кормами, они должны содержать в своем составе протеина – 37,5 %, жира – 14,2 %, при этом выживаемость молоди, например бестера, при конечной среднештучной массе в 0,61 г составила 79 % [194].

С. А. Пружалиным с соавтором описан опыт подращивания молоди ленского осетра в садках, которые были установлены в пруду на базе малого инновационного предприятия ООО «Центр индустриального рыбоводства». Использовалось порядка 1000 экз. сибирского осетра, молодь была приучена к поеданию гранулированных комбикормов. При средней температуре воды 18 °С и содержании кислорода не ниже 8,7 мг/л, плотности посадки 160 экз/м², начальной массе 25 г и использовании в качестве производственного корма зарубежной марки «Le Gouessant» в конце исследований была получена выживаемость 99,1 %, средняя масса 130 г при кормовом коэффициенте 2,0 [195].

М. О. Минчевой с соавтором в своей научной статье была приведена полная зоотехническая оценка комбикорма «SteCo SUPREME-15» (Голландия) для осетровых рыб. Ими было установлено, что по ряду показателей, за исключением массовой доли сырой клетчатки, комбикорма соответствуют требованиям ГОСТ 10385-2014. Однако указывается, что в хозяйстве не соблюдаются нормы кормления, поэтому необходимо при выращивании рыбы придерживаться рекомендуемых норм кормления в 2 % [196].

Вопросы организации полноценного кормления осетровых рыб в контролируемых условиях, ингредиенты и полезные нутриенты кормов, с помощью которых в том числе можно составлять комбикорма, подробно описаны в ряде изданий [197, с. 12–15; 198, с. 140–145; 199].

1.5. Применение веществ, способствующих стимуляции роста и развития ленского осетра

С целью повышения эффективности используемых продукционных кормов для молоди осетровых рыб многими учеными предлагается включение в корма различных добавок, которые оказывают ростовой стимулирующий эффект и улучшают физиологическое состояние рыб, способствуют улучшению откормочного процесса, повышают плодовитость популяции, стимулируют иммунную систему рыб, способствуют активному развитию организма молоди и обладают иммуномоделирующим действием на живой организм на различных стадиях развития [200].

Также отмечается, что при интенсификации процесса выращивания с применением высоких плотностей посадки обеспечить рыб полноценными веществами можно только за счет качественного кормления комбикормами. При этом использование различных добавок и стимуляторов позволит насытить рацион нужными организму элементами и ускорить рост рыб [201, с. 15–17; 202; 203].

О. А. Гуркина описывает опыт выращивания ленского осетра в течение 56 дней в УЗВ с начальной массой около 618,2 г с применением экструдированного осетрового корма производства ООО «Aquarex» с добавлением биологически активной добавки Йодированные дрожжи, выпускаемой ЗАО «Биоамид» (г. Саратов). Согласно данным опыта, за 8 нед можно получить конечную среднештучную массу в 844,2 г при сохранности 92,0 %, затратах корма 1,41 кг/кг прироста ленского осетра [204, с. 69–71].

Добавление соматотропина в гранулированный корм способно повысить темп роста молоди осетровых, особенно при неблагоприятных условиях выращивания [205].

Некоторыми авторами для улучшения усвояемости комбикормов, повышения жизнестойкости и продуктивности сибирского осетра с начальной массой около 150 мг рекомендуется обогащение основного комбикорма добавкой Гумитон, позволяющей повысить среднюю выживаемость почти на 10 %, средний показатель массы более чем на 77 % [206, с. 625].

Другими авторами отмечается, что введение биологически активных добавок (отходов кальмара, гидролизатов из гребешков и мидий, Витазара) не способствует значительному изменению физиологического состояния молоди гибрида сибирского осетра, кроме улучшения весовых показателей при снижении выживаемости особей [207, с. 156].

Использование комплексного витаминного препарата для осетровых рыб дает положительный эффект за счет стимулирования физиологического состояния рыб, повышая процент выживаемости свободных эмбрионов на 9 %, а личинок на 6 % [208].

Использование препарата Гамавит, состоящего из комплекса витаминов, из расчета 0,2, 0,5 и 1,0 мг/л в течение 3 мин в период доинкубации икры ленского осетра позволяет улучшить рыбоводно-биологические показатели (выживаемость, масса свободных эмбрионов) на стадии постэмбриогенеза рыб за счет оптимизации обменных процессов в организме осетровых [209, с. 178]. Этот же препарат при добавлении в комбикорм из расчета 0,5 мл/кг рыбы позволяет повысить выживаемость молоди на 20–30 % [210].

Использование иммуномодулирующего препарата Виусид-Вет, применяемого в рационе молоди ленского осетра, оказывает положительное влияние на физиолого-биохимический статус рыб, повышает концентрацию в крови общего белка на 5,6 %, глюкозы на 0,82 %, билирубинана на 13,4 %, фосфора на 65 % и кальция на 21,4 %, благодаря чему молодь ленского осетра значительно легче адаптируется к действию на организм стресс-факторов внешней среды [211].

Использование препарата Абиопептид в кормах при выращивании ленского осетра в садках позволяет повысить среднештучную массу на 60,7 г, снизить до 1,36 значение кормового коэффициента, повысив при этом экономическую эффективность выращивания [212, с. 96].

В. Г. Семеновым была также «разработана биогенная кормовая добавка Akwa-Biot-Norm на основе полисахаридного комплекса дрожжевых клеток *Saccharomyces cerevisiae*, служащая для профилактики болезней и стимуляции роста и развития рыб, работающая за счет активизации неспецифической устойчивости организма в условиях эколого-технологического прессинга». Ее применение позволяет увеличить абсолютное количество лейкоцитов на 18,0 %, снизить относительное количество нейтрофилов на 0,3 %, базофилов на 0,1 % и эозинофилов на 1,1 % за счет увеличения доли лимфоцитов. Рекомендуются скормливать рыбам комбикорм, обогащенный биогенной кормовой добавкой Akwa-Biot-Norm, двумя курсами по 5 сут с перерывом в 2 сут [213, с. 70–71].

Некоторыми авторами указывается необходимость применения бетакаротинсодержащего препарата Витатон в составе искусственных комбикормов для осетровых видов рыб. Ими проведена оценка введения в состав искусственных комбикормов для осетровых видов рыб

(русского осетра, бестера, ленского осетра и белуги) при их аквакультурном выращивании различных дозировок препарата Витатон в качестве источника природного бета-каротина, комплекса питательных и биологически активных веществ. Выявлено позитивное влияние препарата Витатон на сохранность липидных компонентов искусственных комбикормов, а также на резистентность младших возрастных групп осетровых видов рыб к распространенному инфекционному заболеванию миксобактериозу. Определены оптимальные дозировки препарата Витатон для включения в состав комбикормов из расчета 800 мг препарата на 1 кг рациона [214, с. 15–16].

Проведены исследования по влиянию биологически активной добавки на основе глицерризиновой кислоты (витамины В₆, В₁₂ и С, незаменимые аминокислоты аргинин и глицин, глюкозамин, сульфат цинка и пантотенат кальция), применяемой в кормлении, на биохимические показатели крови ленского осетра при выращивании в условиях УЗВ. Доказана активация обмена веществ и установлено положительное влияние на физиолого-биохимический статус ленского осетра – повышение концентрации в крови общего белка на 5,6 %, глюкозы на 0,82 %, билирубина на 13,4 %, фосфора на 65 % и кальция на 21,4 % относительно контроля. Молодь ленского осетра значительно легче адаптировалась к действию на организм стресс-факторов внешней среды, повысились антитоксическая и белоксинтезирующая функции печени [215].

Имеются данные о влиянии экзополисахарида молочнокислых бактерий *Streptococcus thermophilus* на физиологические показатели ленского осетра. Установлено, что экзополисахарид при введении в рацион ленского осетра положительно влияет на ростовые процессы рыб, выживаемость и не оказывает отрицательного воздействия на биохимические показатели крови [216].

Данные о воздействии миллиметровых микроволн приводятся в материалах по выращиванию ленского осетра в установке замкнутого водоснабжения. Облучение исследуемых особей проводили непрерывно аппаратом «Акватон» фирмы ООО «Телемак» (г. Саратов). Использовали сверхнизкую мощность излучения, исключающую нагрев тканей, частотой 1 ГГц. В ходе опытов наблюдалось более быстрое увеличение массы рыбы под воздействием аппарата «Акватон» по сравнению с контролем. Установлено положительное воздействие миллиметровых волн на выживаемость особей, их рост и развитие в УЗВ [217].

А. Е. Аринжановым с соавторами проведены «исследования по использованию пробиотического препарата Ветом 1.1 (*Bacillus subtilis*) и ультрадисперсных частиц сплава Cu-Zn (соотношение 40:60, $d = (55 \pm 15)$ нм) в кормлении молоди ленского осетра (*Acipenser baerii stenorrhynchus* Nikolsky)». Ими было установлено, что «включение в рацион молоди ленского осетра как пробиотического препарата, так и ультрадисперсных частиц сопровождается повышением интенсивности роста рыбы. Выживаемость за 42 сут опыта составила 100 %, средне-суточный рост – 4,893 г, масса увеличилась с 230 до 435,5 г, а показатели крови находились в пределах физиологической нормы» [218].

О. Е. Вилутис с соавторами считают, что в процессе выращивания ленского осетра в садках основная экономическая нагрузка ложится на долю используемых продукционных кормов. Учеными была рассчитана экономика выращивания ленского осетра в садках с включением Абиопептида с йодом. Применение продукционных кормов в процессе кормления молоди ленского осетра средней массой 370–374 г и включение в рацион Абиопептида с йодом в расчете 1,0 мл (200 мкг йода) на 1 кг массы рыбы позволило увеличить рентабельность производства рыбной продукции [219; 220].

1.6. Некоторые исследования, проведенные с ленским осетром учеными Беларуси

Вопрос о необходимости выращивания молоди осетровых рыб в контролируемых условиях приобрел особую значимость ввиду зарегулирования стока нерестовых рек каскадом плотин в соседних странах, что привело к значительному сокращению представителей данного семейства на территории Беларуси.

Как уже отмечалось, на сегодняшний день стерлядь (*Acipenser ruthenus* L.) является единственным видом осетровых, обитающим в реках республики. В XIX в. она имела промышленное значение и встречалась во многих реках Беларуси. Значительному сокращению числа осетровых способствовали следующие факторы: изменение окружающей среды и нерациональное использование. К факторам угрозы относятся также загрязнения водоемов промышленными и бытовыми сточными водами, прогрессирующее обмеление рек. В настоящее время встречаются единичные экземпляры стерляди в реках Днепр и Березина (Могилевская область), а также в Западной Двине, где она была акклиматизирована. Как вид, находящийся под угрозой

исчезновения, стерлядь включена в Красную книгу Республики Беларусь [8, с. 115; 10].

Осетроводство республики не имеет возможностей для формирования промысловых популяций осетровых рыб в естественных водоемах из-за своего географического положения внутри континента, отсутствия внутренних морей и крупных солоновато-водных озер и наличия плотин на реке Днепр.

При восстановлении численности осетровых рыб в реках Беларуси имеется немало сложностей. Для решения данных проблем рыбоводные хозяйства республики начали выращивать осетровых в искусственных водоемах. Развитие осетроводства в аквакультуре дает возможность увеличить численность ценных видов рыб и биологическое разнообразие в реках и получить деликатесную, высокобелковую продукцию [7; 9, с. 366–368].

В конце 90-х гг. XX в. впервые в республику (рыбхоз «Полесье») была завезена молодь стерляди из Конаковского завода товарного осетроводства. Немного позже молодь стали завозить в другие хозяйства Беларуси уже из рыбхоза «Полесье». В дальнейшем выращивание осетровых рыб проводили как государственные, так и частные предприятия [221].

В августе 2001 г. на базе фермерского хозяйства «Василек» Дзержинского района была построена УЗВ производительностью 40 т осетра в год, в которую были завезены ленский и русский осетры. Через год в Минске фирмой «ТМ» был организован аналогичный цех меньшей мощности. В феврале 2003 г. в Беларуси начала функционировать третья УЗВ фирмы «ТМ» в Минске. Здесь кроме ленского осетра выращивается также и стерлядь. В начале XX в. появился осетр и в открытых водоемах форелевого хозяйства «Птичь», а затем под Вилейкой (опытный участок ИРХ НАН Беларуси) был запущен веслонос [221; 222; 223].

Успешно развивается также осетроводство бассейнового типа на теплых водах Березовской ГРЭС на базе государственного опытного рыбхоза «Селец». С 2007 г. ленский осетр этого предприятия успешно конкурирует с рыбой других хозяйств на белорусском рынке [221; 223].

С 2005 г. Департаментом по мелиорации и водному хозяйству (в настоящее время ГО «Белводхоз») Минсельхозпрода Республики Беларусь увеличен спектр работ по выращиванию осетровых в прудах. Рыбопосадочный материал стерляди, бестера и сибирского (ленского) осетра завозили из России [221].

За последние годы рядом авторов проведены разнонаправленные и актуальные исследования с ленским осетром.

Например, установлено, что молодь осетровых рыб, выращенная в условиях УЗВ, характеризуется более высокими показателями жизнестойкости к экстремальным факторам водной среды, таким как дефицит кислорода, высокая температура воды и длительное отсутствие пищи, по сравнению с молодь, выращенной при естественных температурном и водном режимах. Однако у молоди, выращенной в УЗВ, наблюдались нарушения в поведенческих и адаптивных реакциях организма, что говорит о неполноценности выращенной молоди в отношении нормального функционирования всех компонентов системы регуляции [224, с. 142].

К. Л. Шумским с соавторами были проведены исследования по разработке методов увеличения периода краткосрочного хранения спермы осетровых рыб и о влиянии борной кислоты на качественные и количественные показатели сперматозоидов сибирского осетра ленской популяции в течение краткосрочного хранения. Установлено, что «борная кислота способна влиять на качественные и количественные показатели спермы осетровых рыб, увеличивая общий срок краткосрочного хранения без использования криоконсервации (до 13 сут). При этом рекомендуемая дозировка борной кислоты при добавлении в сыворотку спермы составляет 500 мг/л» [225, с. 3].

Н. П. Дмитривич было доказано «положительное влияние применения суспензий водорослей хлореллы и сценедесмуса как биодобавки на активность аспартаминотрансферазы, содержание холестерина и триглицеридов у ленского осетра. При этом применение в качестве витаминно-минеральной добавки к кормам данных суспензий не оказывает отрицательного влияния на физиологическое состояние молоди ленского осетра» [226, с. 50].

Сотрудниками Института рыбного хозяйства проводится масштабная работа по исследованиям с ленским осетром. Так, например, было установлено положительное влияние «купания» в растворе витамина В₁₂, гидролактива и янтарной кислоты на личинок ленского осетра во время выдерживания до перехода на экзогенное питание, что выражалось в увеличении массы и длины тела личинок, их выживаемости до 84,0–87,5 %. Положительное влияние на морфобиологические показатели молоди ленского осетра в период подращивания оказало «купание» в растворе витамина С, гидролактива и янтарной кислоты, что выражалось в снижении органосоматических индексов сердца, печени и почек и улучшении гематологических показателей [227, с. 114–115].

В. Д. Сенниковой с соавторами приведены материалы по сравнительной характеристике картины крови разноразмерных годовиков ленского осетра. Ими было установлено, что картина крови у более крупных по размеру годовиков ленского осетра, при прочих равных, отличается более высоким уровнем гемоглобина (86,0 мг/л), эритроцитов и лимфоцитов, что свидетельствует об их большей адаптации к окружающим условиям и способствует их более значительной выносливости. Также отмечено повышенное содержание моноцитов (6,3 %) у более мелких годовиков [228, с. 166].

С. И. Докучаевой был «изучен опыт по зимнему содержанию сеголетков ленского осетра в бетонных бассейнах, питаемых теплой водой из сбросного канала Березовской ГРЭС. Показано, что при температуре воды 8,0–15,5 °С и кормлении комбикормом за 187 дней зимовки происходит увеличение массы тела годовиков ленского осетра на 30 %. Высокие коэффициент упитанности, концентрация гемоглобина и эритроцитов в крови свидетельствуют о хорошем физиологическом состоянии годовиков» [229].

Н. В. Барулиным с соавтором в период с 2017 по 2018 г. на базе филиала Всероссийского научно-исследовательского института пресноводного рыбного хозяйства (ВНИИПРХ) «Конаковский завод по осетроводству» (Тверская обл., Россия) проводились исследования качества половых продуктов и посадочного материала сибирского осетра в зависимости от экстерьерных характеристик производителей рыб. В результате ими был сделан вывод «о необходимости ведения двух направлений селекции в племенной работе с осетровыми: первого – связанного с повышением выхода икры-сырца и отбором наиболее крупных особей с развитыми внешними размерно-весовыми признаками, и второго – связанного с повышением качества и выживаемости посадочного материала и отбором средних по размерно-весовым показателям производителей» [230, с. 4].

На сегодняшний день осетроводство в стране имеет следующие направления: мясное, икорное и восстановление природных популяций. Осетроводством в Беларуси занимаются такие организации, как ООО «Фирма «Ремона», УО БГСХА, ЗАО «ДГ-Центр», ЗАО «Агрокомбинат Несвижский», ОАО «Рыбхоз «Волма», ОАО «Опытный рыбхоз «Селец», ООО «Терра-Фиш» и др. Для развития осетроводства Беларуси рекомендуется внедрять в рыбоводные организации новые для страны виды рыб [231].

В последние годы с целью воспроизводства ленского осетра и пополнения естественных запасов на постсоветском пространстве откры-

вается все больше специализированных предприятий с современными цехами для разведения и выращивания сибирского осетра, что, в свою очередь, доказывает его значимость для европейской аквакультуры в целом [232, с. 174–175].

Выводы.

1. Среди существующих видов осетровых рыб ленский осетр отличается наибольшей пластичностью и приспособляемостью к новым условиям обитания, что делает его предпочтительным для рыбохозяйственного использования в условиях Беларуси. Особенно выгодно выращивать его на теплых водах.

2. Ленский осетр имеет весьма широкий спектр питания, в связи с чем он представляет собой интересный объект для акклиматизации. Относительно быстрый переход молоди на стартовые комбикорма, хорошая усвояемость их в течение всего периода выращивания позволяют считать ленского осетра перспективным объектом аквакультуры.

3. Сдерживающими факторами наращивания объемов производства осетровых рыб в Беларуси являются отсутствие научно обоснованной технологии получения жизнестойкого рыбопосадочного материала осетровых в местных условиях.

4. В Беларуси нет научно обоснованных нормативов, в которых были бы четко прописаны параметры воспроизводства и выращивания ленского осетра от стадии инкубации икры до получения товарной продукции.

5. Наличие половозрелых особей ленского осетра и разработанная адаптированная для условий Беларуси технология искусственного воспроизводства и выращивания ленского осетра позволяют получать жизнестойкую личинку и выращивать собственный посадочный материал и товарную продукцию в рыбоводных хозяйствах страны.

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились на кафедре ихтиологии и рыбоводства УО БГСХА в период с 2011 по 2018 г., на базе ОАО «Опытный рыбхоз «Селец» Березовского района Брестской области в центральном отделении и отделении «Белоозерское», на базе садковой линии на сбросных водах Лукомльской ГРЭС рыбхоза «Новолукомльский», в химико-экологической лаборатории кормов УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», в лабораториях РДУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству».

Объектом исследований являлся ленский осетр (*Acipenser baerii* Brandt) на разных стадиях онтогенеза: оплодотворенная икра, предличинки на стадии эндогенного питания, личинки на стадии смешанного и экзогенного питания, сеголетки и двухлетки. Икра от производителей, предличинки, личинки и подращенная молодь ленского осетра получены в ходе нерестовой кампании на базе инкубационного цеха ОАО «Опытный рыбхоз «Селец» Березовского района Брестской области. Всего в исследованиях было использовано более 80 тыс. экз. особей ленского осетра разных возрастов.

В опытах по обогащению икры витаминами во время инкубации изучалось влияние витаминов А, D₃, Е. Для этого использовали комплекс витаминов А, D₃, Е в масле, содержащий в качестве действующих веществ: витамина А – 30000 МЕ, витамина D₃ – 40000 МЕ, витамина Е – 20 мг, а в качестве вспомогательного вещества – масло растительное подсолнечное. Данный препарат вносили в емкости с оплодотворенной икрой до закладки на инкубацию в заранее разведенном виде. Обработка оплодотворенной икры витаминным комплексом осуществлялась в течение 3 мин. Исследовалась разовая доза внесения комплекса в количестве 0,1; 0,3 и 0,5 мг/л. В емкости с икрой контрольной группы препарат не вносился. Для инкубации оплодотворенной икры использовались аппараты Вейса. Объем загрузки составлял 10 тыс. экз. на 1 аппарат, расход воды в аппарате – 3–4 л/мин [208; 209, с. 178; 210].

Выдерживание предличинок проводили в стеклопластиковых лотках с использованием садков размером 0,6×0,4×0,4 м, площадью 0,24 м². Для разбивки лотков на садки использовалась мелкоячеистая сетка № 17. Глубину воды в садках поддерживали на уровне 20–30 см.

Кратность полного водообмена составляла один раз в час. Отбор из инкубационных аппаратов проводился при помощи капронового сачка во время массового выклева (появление в аппарате нескольких сот предличинок). Подсчет предличинок осуществляли вручную и по методу эталона.

Испытывали три варианта различной плотности посадки предличинок ленского осетра на выдерживании, а именно 4, 6 и 8 тыс. экз/м², с 3-кратной повторностью. Следует отметить, что за контроль была взята плотность посадки в 4,0 тыс. экз/м², так как именно этот показатель в качестве норматива предложен в рыбоводно-технологической литературе, рекомендуемой для хозяйств Российской Федерации [233, с. 133–136].

Для перевода личинок на искусственные корма, так же как и на предыдущем этапе, использовали садки размером 0,6×0,4×0,4 м, площадью 0,24 м², размещенные в стеклопластиковых лотках, так как для выращивания личинок и молоди осетровых они считаются наиболее удобными: сбросной канал лотка выполняется из мелкоячеистой решетки со сменой ее на конус, обтянутый мельничным газом, корректировка проточности и уровня воды в лотке осуществляется с участием трубы за стенкой емкости.

Согласно схеме опытов предусматривалось четыре варианта, различающихся плотностью посадки – от 1,0 до 2,5 тыс. экз/м² или от 240 до 600 экз/садок. За контроль была взята плотность посадки личинок в 1,5 тыс. экз/м², так как этот показатель предложен в рыбоводно-технологической литературе в качестве норматива, рекомендуемого для хозяйств Российской Федерации [233, с. 137–140].

Суточные нормы кормления комбинированными кормами рассчитывали на пять дней (с учетом температуры воды, средней массы молоди и ее количества) согласно рекомендациям С. В. Пономарева, М. С. Чебанова и др. и производителя комбикорма. Кормление младших возрастных групп ленского осетра в период исследований осуществлялось с 12-х сут с момента выклева, после полного рассасывания желточного мешка: в первые 4 дня личинок кормили зоопланктоном, начиная с 5-х сут начинали вносить искусственный корм компании «Aller Aqua» (Польша) – вначале «Aller Futura MP EX», 0,2–1 мм, 63/14,5; затем «Aller Bronze» 45/15 [234].

В первый день вносили 5 % комбикорма от расчетного рациона для ленского осетра, затем ежедневно увеличивали его долю в рационе на 5 %. Далее по мере роста организма и привыкания личинок к комби-

кормам долю живого корма в рационе молоди осетра постепенно снижали. При определении ориентировочной нормы комбикорма в зависимости от температуры и массы рыбы пользовались данными С. В. Пономарева [233, с. 133–135], приведенными в табл. 2.1.

**Т а б л и ц а 2.1. Суточная норма кормления молоди осетровых рыб
стартовыми комбикормами, % от массы тела**

Температура воды, °С	Масса рыбы, г				
	До 0,1	0,1–0,3	0,3–0,5	0,5–1,5	1,5–3,0
12	14	12	11	8	6
14	16	14	13	9	7
16	18	16	15	11	8
18	21	19	16	12	10
20	23	21	18	14	12
22	25	23	20	16	13
24	27	25	22	17	14
26	30	27	24	17	14
28	27	24	21	15	12

При расчете ежедневной нормы внесения комбикорма исходили из показателей температуры воды, средней массы молоди и количества ее особей, находящихся на подращивании, опираясь на научные труды С. В. Пономарева [26; 233], М. С. Чебанова и др. [235, с. 48–50], а также на рекомендации производителя комбикорма. При выращивании ленского осетра в садковой линии использовали комбикорм экономичный стартовый для осетровых рыб КЭ-115-1 (Беларусь), а также «Aller Bronze», «Skretting Stella E-1P» и «Skretting Nutra HP» (Франция).

В процессе подращивания комбикорма вносились в емкости с ленским осетром вручную, равными долями, с промежутком между кормлениями в два часа, естественный (живой) корм задавался равными порциями утром и вечером. Размер частиц комбикорма устанавливали в соответствии с размером ротового отверстия выращиваемой рыбы [235, с. 54–56].

Для определения концентрации фитопланктона применяли осадочный метод [236, с. 12–14]. Подсчет клеток проводился в камере Фукса – Розенталя, биомассу рассчитывали счетно-объемным методом А. И. Киселева. При определении видового состава пользовались определителями [237, с. 5].

Количественные пробы зоопланктона отбирались путем процеживания 20 л прудовой воды, взятой из разных точек пруда, через сеть

Апштейна (нейлоновое сито № 78). Пробы фиксировались 4%-ным раствором формалина [238, с. 70]. Для отбора проб зообентоса использовался дночерпатель [237, с. 13; 239, с. 53]. При определении видового состава пользовались определителями [238, с. 181; 239, с. 50; 240, с. 35; 241, с. 12]. Для подсчета биомассы зоопланктона использовали таблицу индивидуальных масс организмов [242]. С учетом известной условности в разделении видов зоопланктона по трофическим группам к хищникам отнесены *Polyphemus pediculus*, копепоиды IV и V стадий, взрослые циклопы, *Asplanchna priodonta*.

Сбор и обработку проб на питание проводили согласно Инструкции по сбору и обработке материала для исследования питания рыб в естественных условиях. Отбор проб на питание проводили после кормления в утреннее время. Отбирали по 10 экз. Отобранные пробы фиксировали 4%-ным раствором формалина в пенициллиновых пузырьках. Питание ленского осетра изучали по остаткам пищи в его пищеварительном тракте. Для этого у рыбы полностью вырезали кишечник и проводили анализ его содержимого. Питание ленского осетра изучалось путем определения числа и вида организмов в кишечнике рыбы с последующим пересчетом их на общую биомассу за определенный промежуток времени [243, с. 73–75; 244, с. 36–38].

Одним из самых ответственных моментов в подращивании молоди осетровых является своевременная очистка емкостей от несъеденных остатков корма и фекалий рыб при помощи сифона перед каждым кормлением. Для улучшения условий содержания использовали дополнительное освещение (лампы дневного света мощностью 60 Вт), глубину воды по мере роста ленского осетра корректировали от 25 до 60 см [235, с. 57].

Подращивание молоди ленского осетра осуществляли в условиях инкубационного цеха ОАО «Опытный рыбхоз «Селец». Опыты по подращиванию молоди проводились в стеклопластиковых лотках. Схемой опытов предусматривалось три варианта с двукратной повторностью, различающихся плотностью посадки – от 0,5 до 1,0 тыс. экз/м². За контроль взята плотность посадки личинок в 0,7 тыс. экз/м², применяемая в Российской Федерации [233, с. 137–138].

В поисковых опытах и при проведении производственной проверки в качестве контроля были взяты нормативные показатели из технологий, разработанные и применяемые различными авторами для осетровых рыб [13, с. 51–54; 233, с. 137–138; 235, с. 48–50].

На каждом из этапов исследований проводилось определение объектов изучения по комплексу показателей, как рыбоводных, так и биологических.

Контроль за темпом роста ленского осетра осуществляли ежедневно у молоди и раз в декаду у более взрослых организмов, отбирая из рыбоводной емкости, в которой производили выращивание, минимум по 20–30 экз. рыб. Взятый для исследований материал (предличинки и личинки) перемещался в лабораторию инкубационного цеха, анализировался, затем происходила его фиксация раствором формалина для последующих исследований. Взвешивание подращиваемого ленского осетра проводили на электронных весах «Госметр ВЛ-210» с точностью до 0,1 мг в лаборатории инкубационного цеха. Подсчет молоди рыб осуществлялся по эталону или вручную [235, с. 48; 245, с. 317–319; 246, с. 88–92].

Измерение предличинок и личинок осуществлялось под биноклем с окуляр-микрометром, а в более старшем возрасте – с помощью миллиметровой бумаги и циркуля и с помощью линейки.

Сбор и обработка гидрохимических проб осуществлялись по общепринятым в рыбоводстве методикам. В период проведения исследований ежедневно определялось качество водной среды: регистрировалась температура воды, содержание в воде растворенного кислорода, нитритов, аммонийного азота, водородный показатель, содержание общего железа и углекислоты [247, с. 12; 248, с. 17].

Взвешивание подращиваемой молоди ленского осетра проводили на электронных весах.

Сбор, фиксацию и обработку ихтиологического материала по морфометрии проводили по методике И. Ф. Правдина. Для расчета относительной массы (индекса) исследовались жизненно важные внутренние органы путем взвешивания их и определения отношения к массе всей рыбы [8, с. 102; 249, с. 73–74].

На всех этапах проводилась комплексная оценка полученного материала ленского осетра по рыбоводно-биологическим и физиологическим показателям.

Изучение биохимического состава мышц тела ленского осетра, выращенного в условиях аквакультуры Беларуси, проводили согласно ГОСТу в химико-экологической лаборатории кормов УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия».

Содержание влаги определяли согласно ГОСТ 27548-97 методом высушивания до постоянной массы при температуре $(105,0 \pm 2,0)^\circ\text{C}$. Содержание влаги вычисляли по формуле

$$X = (M_2 - M_3) : (M_2 - M_1)100, \quad (2.1)$$

где M_2 – масса тары с пробой до высушивания, г;

M_3 – масса тары с пробой после высушивания, г;

M_1 – масса тары, г;

100 – коэффициент пересчета в проценты.

Содержание азота и сырого протеина определяли согласно ГОСТ 13496.4-93 титриметрическим методом по Кьельдалю. Сущность метода заключалась в разложении органического вещества пробы кипящей концентрированной серной кислотой с образованием солей аммония, переводе аммония в аммиак, отгонке его в раствор кислоты, количественном учете аммиака титриметрическим методом и расчете содержания азота в исследуемом материале. Массовую долю азота в испытуемой пробе в процентах при проведении отгонки аммиака в борную кислоту определяли по формуле

$$X = ((V_1 - V_0)K \cdot 0,0014 \cdot 100) : m, \quad (2.2)$$

где V_1 – объем раствора H_2SO_4 , израсходованный на титрование исследуемого раствора, см^3 ;

V_0 – объем раствора H_2SO_4 , израсходованный на титрование в контрольном опыте, см^3 ;

K – поправка к титру раствора серной кислоты с $(1/2 \text{ H}_2\text{SO}_4) = 0,05 \text{ моль/дм}^3$;

0,0014 – масса азота, эквивалентная массе H_2SO_4 , содержащейся в 1 см^3 раствора с $(1/2 \text{ H}_2\text{SO}_4) = 0,05 \text{ моль/дм}^3$;

m – масса навески, г.

Для перевода азота в белок полученный результат умножали на 6,25.

Содержание сырого жира определяли согласно ГОСТ 13496.15-97 с помощью прибора «ANKOM XT 10 EXTRACTOR». Сущность метода заключалась в экстракции сырого жира из продукта растворителем, последующем удалении растворителя, высушивании и взвешивании извлеченного жира. В качестве растворителя использовали диэтиловый эфир. Содержание жира (Ж, %) вычисляли по формуле

$$\text{Ж} = ((M_2 - M_1) : M)100, \quad (2.3)$$

где M_2 – масса колбы с сырым жиром, г;

M_1 – масса пустой колбы, г;

M – масса пробы, г.

Содержание сырой клетчатки в исследуемых комбикормах определяли согласно ГОСТ 13496.2-91. Сущность метода заключалась в удалении из продукта кислотощелочерастворимых веществ и определении массы остатка, условно принимаемого за клетчатку. Содержание клетчатки определяли по формуле

$$X = (M_1 \cdot 100) : M, \quad (2.4)$$

где M_1 – масса полученного сухого остатка, вычисленная по разности между массой бюкса с фильтром и клетчаткой и массой фильтра и бюкса, или масса сухого остатка, полученного после высушивания в приборе ВЧМ, г;

M – масса навески, г.

Содержание кальция определяли атомно-абсорбционным методом (определение кальция в пробах, подготовленных способом сухого озоления) с помощью прибора ААС-30 согласно ГОСТ 26570-95. Метод основан на сравнении поглощения резонансного излучения свободными атомами кальция, образующимися в пламени, при введении в него анализируемых растворов золы (минерализата) и растворов сравнения с известной концентрацией данного элемента.

Содержание натрия определяли пламенно-фотометрическим методом согласно ГОСТ 30503-97. Сущность метода заключалась в сравнении интенсивности излучения натрия в пламени газ – воздух при введении в него анализируемых растворов сравнения.

Содержание фосфора определяли согласно ГОСТ 26657-97. Сущность метода заключалась в минерализации пробы способом сухого или мокрого озоления с образованием солей ортофосфорной кислоты и последующем фотометрическом определении фосфора в виде окрашенного в желтый цвет соединения – гетерополикислоты, образующейся в кислой среде в присутствии ванадат- и молибдат-ионов.

Содержание калия определяли пламенно-фотометрическим методом в пробах, приготовленных способом мокрого озоления согласно ГОСТ 30504-97. Пламенно-фотометрический метод определения калия основан на зависимости между интенсивностью излучения в пламени возбуждаемого элемента и концентрацией его в растворе. При определении содержания калия использовали спектральные линии 766,5 и 769,9 нм.

Содержание магния определяли атомно-абсорбционным методом согласно ГОСТ 30502-97. Метод основан на сравнении поглощения резонансного излучения свободными атомами магния, образующимися в пламени при введении в него анализируемых растворов золы (минерализата) и растворов сравнения с известной концентрацией данного элемента. Влияние сопутствующих элементов устраняли добавлением в раствор соединений стронция.

Содержание меди, цинка и свинца определяли атомно-абсорбционным методом согласно ГОСТ 30692-2000 с помощью прибора ААС-30. Метод основан на сравнении поглощения резонансного излучения свободными атомами металлов, образующимися в пламени при введении в него растворов золы анализируемых продуктов и растворов сравнения с известными массовыми концентрациями конкретного металла.

При изучении гематологических показателей крови отбор ее осуществлялся у рыб прижизненным методом из хвостовой артерии. Содержание гемоглобина определяли с помощью гемометра Сали. Количество эритроцитов и лейкоцитов подсчитывали с помощью камеры Горяева. При идентификации лейкоцитарной формулы форменные элементы дифференцировали по классификации Н. Т. Ивановой, подсчитывали 100 клеток белой крови в центральных и несколько удаленных от бокового края участках мазка под иммерсионным увеличением микроскопа. Скорость оседания эритроцитов определяли с помощью аппарата Панченкова [250, с. 73–75; 251, с. 120–122; 252, с. 201–205; 253, с. 17].

Всего в ходе исследований проведено свыше 1200 измерений предличинок и личинок и свыше 560 измерений молоди и сеголетков, обработано свыше 140 гематологических проб, выполнено порядка 150 биохимических анализов мышц тела разновозрастного ленского осетра.

Научные данные, полученные в ходе собственных исследований на различных этапах, были сгруппированы и подверглись биометрической обработке. При необходимости сравнения опытных и контрольной групп по количественным показателям были рассчитаны: среднее значение, стандартное отклонение, стандартная ошибка среднего, коэффициент вариации и др.

Для обработки данных использовали пакеты компьютерных программ Microsoft Excel. Экономический эффект от проведенных исследований был рассчитан исходя из фактических затрат в ходе исследований и прибыли, получаемой на разных стадиях производственного процесса [254].

3. РЫБОВОДНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ЛЕНСКОГО ОСЕТРА В ПРУДОВОЙ И САДКОВОЙ АКВАКУЛЬТУРЕ БЕЛАРУСИ

3.1. Инкубация оплодотворенной икры

Инкубация икры – важный этап в получении качественного материала для дальнейших работ по искусственному воспроизводству осетра. Икра рыб на ранних стадиях эмбриогенеза обладает высокой чувствительностью к воздействию абиотических факторов среды, что указывает на важность контроля за параметрами водной среды и их соответствием нормативам. Показатели качества воды в период инкубации представлены в табл. 3.1.

Таблица 3.1. Показатели качества воды в период инкубации

Показатели	Значение	ПДК
Температура воды, °С	17,20	16,0–19,0
Кислород растворенный, мг/л	7,80	5,0
Окисляемость перманганатная, мг О/л	10,00	10,0
Водородный показатель (рН)	7,20	7,0–8,0
Азот аммиака, мг/л	0,25	0,5
Аммиак нитритов, мг/л	0,02	0,1
Азот нитратов, мг/л	10,00	50,0
Железо общее, мг/л	0,30	1,0
Кальций, мг/л	140,00	180,0
Магний, мг/л	20,00	40,0
Хлориды, мг/л	10,00	30,0
Жесткость общая, мг/л	5,00	6,0–8,0

Согласно данным исследований, представленные в табл. 3.1 показатели качества воды в течение опыта находились в пределах оптимальных значений, а значит, не могли отрицательно повлиять на рыбоводные и биологические показатели инкубации икры ленского осетра.

Результаты экспериментальной обработки оплодотворенной икры комплексным витаминным препаратом А, D₃, Е в масле представлены в табл. 3.2.

Т а б л и ц а 3.2. Результаты экспериментальной обработки икры

Показатели	Группа			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Кол-во витаминного препарата, мг/л	–	0,1	0,3	0,5
Кол-во икры, тыс. шт.	10,0	10,0	10,0	10,0
Средняя масса икринки, мг	24,7±0,10	24,8±0,09	24,5±0,09	24,7±0,08
Продолжительность инкубации, сут	9,0	9,0	8,0	8,0
Выход предличинки:				
%	81,0	85,0	90,0	86,0
% к контролю	100,0	104,9	111,1	106,2

Как показывают результаты, приведенные в табл. 3.2, во всех группах, в которых использовался витаминный комплекс с одинаковой экспозицией в 3 мин, было отмечено увеличение выхода предличинки в конце периода инкубации на 4,0, 9,0 и 5,0 п. п., или 4,9, 11,1 и 6,2 % в I, II и III опытных группах по сравнению с контрольной соответственно. Обращает на себя внимание и тот факт, что использование комплекса витаминов А, D₃, Е в масле привело к более одновременному и раннему выходу предличинки из периода инкубации в II и III опытных группах, где использовалась дозировка препарата в 0,3 и 0,5 мг/л.

3.2. Выдерживание предличинки до начала периода смешанного питания

Одной из самых сложных для специалиста-рыбовода стадий в процессе искусственного содержания осетровых рыб (в том числе и ленокского осетра) считается смена спектра питания, т. е. переход вначале от внутреннего к смешанному и далее к внешнему типу питания. Это связано с тем, что предличинки еще не имеют четко сформированной пищеварительной трубки, поэтому основная нагрузка в обеспечении организма ложится на резервные вещества, которые находятся в составе желточного мешка рыбы. Желточный мешок богат белками и жирами. Их количество и качество напрямую зависят от того, насколько в полной мере самка рыб была обеспечена полноценной пищей. Считается, что потребление резервных веществ желточного мешка происходит неравномерно и зависит от ряда факторов [255].

Характеристика гидрохимических условий в период выдерживания предличинки до начала смешанного питания.

В период выдерживания предличинки ленского осетра до начала смешанного питания осуществляли контроль за температурным и гидрохимическим режимами.

Вода, поступающая в лотки с осетровыми рыбами, должна соответствовать рыбоводно-биологическим нормам для эксплуатации прудовых и садковых хозяйств Беларуси.

Важно во избежание газопузырьковой болезни с целью устранения избытка растворенных в воде газов предусматривать дегазацию воды, ее разбрызгивание, пропускание через систему ступенек или низконапорную аэрацию воздухом, обеспечивающую выход избытка газов.

Считается, что выращивание различных видов рыб (особенно ценных) в несвойственных их экологической предопределенности условиях среды может приводить к изменениям их физиологического состояния. Так, например, авторами на осетровых рыбах было установлено, что с превышением нормативных показателей температуры воды резко меняется характер липидного обмена, что приводит к липогенезу печени.

Результаты гидрохимических и температурных исследований воды при выдерживании предличинки представлены в табл. 3.3.

Таблица 3.3. Результаты гидрохимических и температурных исследований воды при выдерживании предличинки

Время опыта, сут	Показатели									
	Температура воды, °С	Кислород, мг/л	pH	Нитриты, мг N/л	Азот аммонийный, мг N/л	Фосфаты, мг P/л	Окисляемость перманганатная, мг O/л	Жесткость, мг-экв/л	CO ₂ , мг/л	Железо общее, мг/л
1	18,5	8,1	8,1	0,003	0,32	0,018	13,2	3,4	1,7	0,13
2	18,0	8,2	8,1							
3	18,8	8,2	8,1							
4	19,0	9,3	7,9	0,008	0,10	0,016	14,4	3,2	3,2	0,14
5	19,0	9,3	7,8							
6	18,5	7,6	7,8							
7	17,9	7,7	7,6							
8	17,8	7,9	7,8	0,006	0,15	0,013	12,6	3,2	4,8	0,12

Анализ данных табл. 3.3 свидетельствует о том, что температурный режим воды на протяжении периода выдерживания предличинки лен-

ского осетра характеризовался стабильностью, это крайне важно при работе с чувствительными к резким колебаниям предличинками. Поскольку вода поступала из единого естественного источника, а количество кислорода регулировалось, в том числе за счет увеличения проточности воды в лотках, показатели качества водной среды для выдерживания предличинки ленского осетра по исследуемым лоткам были одинаковыми.

Температура воды колебалась в пределах от 17,8 до 19,0 °С, что было обусловлено понижениями ее в ночное время суток, однако следует отметить, что суточный перепад данного показателя не был критичным и не превышал 2,0 °С. Таким образом, согласно «синдрому общей адаптации», на организм ленского осетра действовал минимальный стресс, который не способствовал его угнетению, а в какой-то мере естественным путем даже способствовал повышению устойчивости организма.

Показатель кислорода в воде в этот период исследований был на достаточно высоком уровне и колебался от 7,6 до 9,3 мг/л.

Показатель pH на протяжении всего выдерживания предличинки имел слабощелочную реакцию и находился в пределах от 7,6 до 8,1.

Количество нитритов было на уровне 0,003–0,008 мг N/л, аммонийный азот – 0,10–0,32 мг N/л, фосфаты – 0,013–0,018 мг P/л, CO₂ – 1,7–4,8 мг/л.

Динамика некоторых гидрохимических показателей воды за период выдерживания предличинки представлена на рис. 3.1.

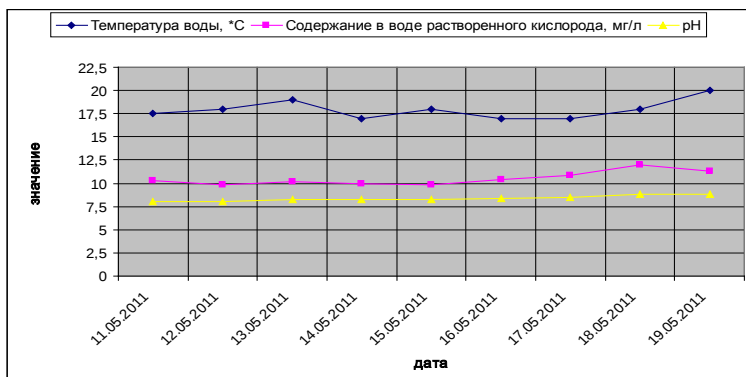


Рис. 3.1. Динамика некоторых гидрохимических показателей воды за период выдерживания предличинки

Из данных рис. 3.1 видно, что гидрохимические показатели воды критических отклонений от требований для выдерживания предличинки осетровых рыб не имели и, как следствие, не повлияли негативно на результаты выдерживания.

Рыбоводные результаты выдерживания предличинки до начала смешанного питания.

Характеристика пластических признаков предличинки ленского осетра при посадке на выдерживание, т. е. исходного материала (однодневные предличинки), представлена в табл. 3.4.

Т а б л и ц а 3.4. Характеристика пластических признаков предличинки ленского осетра при посадке на выдерживание

Показатель	Обозначение	Группа					
		контрольная		I опытная		II опытная	
		$S \pm m$	$C_v, \%$	$S \pm m$	$C_v, \%$	$S \pm m$	$C_v, \%$
Длина всей рыбы, см	<i>ab</i>	0,94±0,016	7,0	0,96±0,016	5,8	0,86±0,017	5,8
Длина туловища, см	<i>od</i>	0,78±0,018	8,9	0,80±0,019	8,0	0,77±0,019	8,0
Длина хвостового стебля, см	<i>fd</i>	0,16±0,009	8,1	0,16±0,008	7,7	0,15±0,009	7,7
Наибольшая высота тела, см	<i>gh</i>	0,24±0,009	1,7	0,23±0,009	1,1	0,22±0,009	1,1
Наименьшая высота тела, см	<i>ik</i>	0,16±0,008	6,6	0,15±0,009	1,7	0,15±0,008	1,7
Длина головы, см	<i>ao</i>	0,13±0,009	2,0	0,13±0,009	2,8	0,13±0,009	2,8
Высота головы у затылка, см	<i>lm</i>	0,12±0,009	1,6	0,12±0,008	2,1	0,12±0,009	2,1
Высота желточного мешка, см	<i>Hv</i>	0,23±0,009	2,2	0,23±0,009	2,1	0,23±0,009	2,1
Длина желточного мешка, см	<i>Lv</i>	0,38±0,008	4,3	0,38±0,009	4,6	0,38±0,009	4,6
Масса, мг	<i>m</i>	25,8±0,21	2,6	25,9±0,15	1,8	25,0±0,18	1,8

Анализ данных табл. 3.4 по выдерживанию предличинки показал, что различия морфометрических показателей между группами были незначительными, что, в свою очередь, свидетельствует об однородности исходного материала и поясняется тем, что предличинки, полученные от одних и тех же производителей, до начала опытов находились в одинаковых условиях и не имели существенных различий между собой.

В дальнейшем, при выдерживании их с применением разных плотностей посадки до рассасывания желточного мешка, наблюдались различия морфометрических признаков в разных вариантах (табл. 3.5).

Т а б л и ц а 3.5. Характеристика пластических признаков предличинки
ленского осетра перед полным рассасыванием желточного мешка

Показатель	Обозначение	Группа					
		контрольная		I опытная		II опытная	
		$S \pm m$	Cv, %	$S \pm m$	Cv, %	$S \pm m$	Cv, %
Длина всей рыбы, см	<i>ab</i>	1,26±0,001	1,2	1,27±0,001	1,8	1,24±0,005	2,2
Длина туловища, см	<i>od</i>	0,92±0,013	4,8	0,92±0,007	2,6	0,92±0,013	3,8
Длина хвостового стебля, см	<i>fd</i>	0,35±0,012	2,1	0,35±0,001	1,3	0,35±0,012	11,1
Наибольшая высота тела, см	<i>gh</i>	0,28±0,009	7,9	0,29±0,009	7,7	0,28±0,007	5,8
Наименьшая высота тела, см	<i>ik</i>	0,26±0,007	8,1	0,26±0,005	6,2	0,26±0,007	8,1
Длина головы, см	<i>ao</i>	0,21±0,008	2,6	0,19±0,004	3,3	0,21±0,008	3,1
Высота головы у затылка, см	<i>lm</i>	0,15±0,004	7,7	0,16±0,004	8,1	0,15±0,004	7,7
Высота желточного мешка, см	<i>Hv</i>	0,12±0,005	14,9	0,11±0,004	11,5	0,12±0,005	14,9
Длина желточного мешка, см	<i>Lv</i>	0,20±0,010	14,1	0,19±0,009	11,6	0,20±0,007	20,1
Масса, мг	<i>m</i>	45,0±0,16	6,6	45,0±0,15	3,0	44,2±0,29	6,6

Анализ данных табл. 3.5 позволяет отметить, что по всем опытным группам не оказалось существенных различий по морфометрическим признакам. Следовательно, можно говорить о том, что такой фактор, как плотность посадки при выдерживании, непосредственно не способен существенно влиять на рост и развитие рыб.

Кроме морфометрических показателей предличинки нами была сделана попытка проанализировать изменения размеров желточного мешка и определить степень его деформации. В норме показатель деформации желточного мешка должен составлять 0,55–0,69, а для деформированного желточного мешка данное значение уменьшается до 0,2–0,44. Известно, что небольшой желточный мешок способен негативно повлиять на нормальное развитие в дальнейшем, так как желточный мешок – это не что иное, как запас резервных веществ, которым пользуются предличинки и личинки (на этапе смешанного питания) ввиду несформированности пищеварительной системы.

Изменения показателя деформации желточного мешка у личинок ленского осетра отображены в табл. 3.6.

Таблица 3.6. Изменения показателя деформации желточного мешка у личинок ленского осетра

Показатель	Возраст предличинки, сут								
	1			3			5		
	Группа								
	контрольная	I опытная	II опытная	контрольная	I опытная	II опытная	контрольная	I опытная	II опытная
Плотность посадки, тыс. экз/м ²	4,0	6,0	8,0	4,0	6,0	8,0	4,0	6,0	8,0
Показатель деформации мешка	0,59	0,60	0,55	0,57	0,65	0,54	0,64	0,60	0,57

Анализ данных табл. 3.6 позволяет сделать вывод о том, что показатель деформации желточного мешка у предличинок находился в пределах 0,55–0,65, что соответствует норме. Это свидетельствует о том, что эндогенные ресурсы предличинок ленского осетра достаточны для обеспечения дальнейшего роста и нормального развития на последующем этапе. Плотность посадки не влияла на данный показатель.

Переходить на активное питание личинки начали на 10–11-й день после выклева при массе 55 мг. Результаты выдерживания предличинок до начала смешанного питания представлены в табл. 3.7.

Таблица 3.7. Результаты выдерживания предличинок до начала смешанного питания

Группа	№ лотка	Посажено		Выловлено, экз/садок	Средняя масса, мг	Выживаемость, %	Себестоимость личинки, руб.
		тыс. экз/м ²	экз/садок				
1	2	3	4	5	6	7	8
Контрольная	1	4,0	960	624	45,6±0,13	65,0	
	2	4,0	960	643	45,1±0,19	67,0	
	3	4,0	960	640	44,4±0,16	66,7	

Окончание табл. 3.7

1	2	3	4	5	6	7	8
Среднее значение	–			636	45,0±0,16	66,2	238,0
I опытная	4	6,0	1440	922	45,3±0,18	64,0	
	5	6,0	1440	950	45,0±0,14	66,0	
	6	6,0	1440	950	44,7±0,12	66,0	
Среднее значение	–			941	45,0±0,15	65,3	227,0
II опытная	7	8,0	1920	998	44,3±0,49	52,0	
	8	8,0	1920	998	44,2±0,21	52,0	
	9	8,0	1920	960	44,1±0,20	50,0	
Среднее значение	–			985	44,2±0,29	51,3	254,0

На основании анализа данных табл. 3.7 по выдерживанию предличинок ленского осетра до стадии перехода на смешанное питание можно сделать вывод о том, что применение комплекса рыбоводно-технологических параметров с плотностью посадки в 4,0 тыс. экз/м² позволяет получить выживаемость молоди в пределах от 65,0 до 67,0 % со средним показателем 66,2 %. Увеличение плотности посадки до 6,0 тыс. экз/м² приводит к выживаемости молоди соответственно от 64,0 до 66,0 % при среднем значении 65,3 %, что на 0,9 п. п. ниже, чем при использовании плотности в 4,0 тыс. экз/м². Худшие результаты были получены при использовании уплотненной посадки в 8,0 тыс. экз/м²: выживаемость молоди по группе составила от 50,0 до 52,0 % и среднее значение – всего 51,3 %, что оказалось на 14,9 и 14,0 п. п. меньше, чем в контрольной и I опытной группах соответственно.

Среднештучная масса предличинок в конце периода выдерживания в контрольной и I опытной группах находилась на одинаковом уровне и составила в конце периода выращивания 45,0 мг, что, в свою очередь, оказалось выше, чем в II опытной группе, на 0,8 мг, или порядка 2 %.

Поскольку в контрольной и I опытной группах разница в рыбоводных показателях была незначительной, а количество используемых предличинок – в 1,5 раза выше в I опытной группе, при среднем показателе себестоимости полумаемой личинки по трем группам в 240,0 руб., в I опытной группе это значение составило на 11,0 руб. меньше, чем в контрольной, следовательно, плотность посадки в 6,0 тыс. экз/м² рекомендована для использования в производственных

условиях, так как требуется меньше производственных площадей и снижается себестоимость получаемой личинки на 4,8 %.

3.3. Перевод личинок ленского осетра на искусственные корма

Исходным материалом для проведения опытов по переводу личинок ленского осетра на искусственные корма служили личинки в возрасте 10 дней, выдержанные в условиях ОАО «Опытный рыбхоз «Селец» Березовского района Брестской области.

Характеристика гидрохимических условий в период выращивания личинок ленского осетра.

Контроль параметров температурного и гидрохимического режимов воды осуществляли постоянно. Температуру измеряли три раза в сутки (в 7, 14 и 19 ч). Гидрохимический режим исследовался ежедневно.

На стадии приучения личинок ленского осетра к искусственным кормам важно создать условия среды, соответствующие их биологическим потребностям. Резкие колебания и отклонения температурного и гидрохимического режимов от существующих нормативов могут спровоцировать различные заболевания и массовую гибель личинок.

Результаты исследования гидрохимического и температурного режимов воды представлены в табл. 3.8.

Таблица 3.8. Температурный и гидрохимический режимы в период перевода личинок на искусственные корма

Время опыта, сут	Показатели									
	Температура воды, °С	Кислород, мг/л	pH	Нитриты, мг N/л	Азот аммонийный, мг N/л	Фосфаты, мг P/л	Окисляемость		CO ₂ , мг/л	Железо общее, мг/л
							перманганатная, мг O/л	агрессивная, %		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	20,0	11,3	8,8	0,008	0,21	0,010	9,6	24,0	0,0	0,08
2	19,5	11,0	8,7	0,004	0,20	0,008	10,0	20,0	0,0	0,09
3	20,5	10,4	8,7	0,004	0,20	0,008	10,8	21,0	0,0	0,10
4	21,4	10,5	8,7	0,005	0,20	0,010	11,2	21,0	0,0	0,13
5	21,8	10,5	8,7	0,006	0,20	0,010	12,2	22,0	0,0	0,18
6	22,8	10,2	8,7	0,006	0,20	0,008	12,9	25,0	0,0	0,19
7	21,5	9,8	8,8	0,005	0,20	0,007	13,1	29,0	0,0	0,20
8	20,5	9,3	8,9	0,005	0,20	0,006	13,8	33,0	0,0	0,20
9	19,5	10,5	8,9	0,004	0,20	0,005	14,4	46,0	0,0	0,21
10	20,0	10,5	8,6	0,004	0,22	0,060	14,0	40,0	0,0	0,23
11	20,2	10,0	8,5	0,005	0,23	0,007	13,8	39,0	0,0	0,24

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12	20,0	9,8	8,4	0,006	0,25	0,008	13,4	38,0	0,0	0,25
13	21,0	10,1	8,3	0,006	0,26	0,009	13,0	35,0	0,0	0,27
14	22,0	10,2	8,1	0,007	0,28	0,010	12,8	35,0	0,0	0,26
15	22,5	9,8	8,0	0,008	0,30	0,010	12,2	34,0	0,0	0,29
Сред.	21,0									

Анализ данных табл. 3.8 свидетельствует о том, что средняя температура воды за период наблюдения составила 21,0 °С, а ее колебания находились в пределах от 19,5 до 22,9 °С, что является допустимыми значениями для развития личинок ленского осетра.

Гидрохимический режим воды в садках характеризовался высокими показателями содержания кислорода, значения которых колебались от 9,3 до 11,3 мг/л, а также относительной стабильностью других гидрохимических показателей. Так, показатель pH находился на уровне 8,0–8,9, количество нитритов – на уровне 0,004–0,008 мг N/л, аммонийный азот – 0,2–0,3 мг N/л, фосфаты – 0,005–0,06 мг P/л, количество общего железа – 0,08–0,29 мг/л.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что гидрохимические показатели воды критических отклонений от требований для выращивания личинок ленского осетра не имели.

Характеристика кормления личинок ленского осетра.

При переходе на внешнее потребление корма в организме предличинок преобразуется перегородка между ротоглоткой и пищеводом, параллельно с этим из прямой кишки выходит в окружающую среду меланиновая, или желточная, пробка. На этом этапе предличинки относительно спокойны, начинают изучать дно емкости, рассеиваться по дну с целью поиска кормовых ресурсов.

Таким образом, при выявлении на дне емкости с осетровыми рыбами первых желточных пробок рекомендуется начинать внесение корма в эти емкости. Сам же период выхода желточных пробок продолжается несколько дней.

Продолжительность полного перехода на внешнее потребление корма находится в прямой зависимости от окружающей температуры. Принято считать, что в первые недели выдерживания и подращивания температурный оптимум соответствует оптимуму температуры при нересте осетровых рыб.

Исходя из рекомендаций других авторов нами процесс внесения кормов в виде самой мелкой фракции был начат еще до момента рассасывания желточной пробки для выработки пищевой реакции у рыб.

В первые 4 сут кормление осуществляли только живым кормом (100 % от массы тела). Более продолжительное применение только живого корма значительно усложняет переход к стартовым комбикормам. В связи с этим была использована схема применения самых мелких фракций комбикорма с поэтапным снижением доли живого корма в общем рационе.

Питание подращиваемой молоди представлено в основном живым кормом, и лишь в конце подращивания в желудочно-кишечном тракте обнаруживался комбикорм.

Кормление естественным кормом полностью не прекращали, так как из литературных источников известно, что при организации кормления осетровых рыб важно, чтобы естественный корм находился в рационе молоди в течение первого месяца кормления.

Наличие доступной для молодого организма личинки пищи в емкостях является важнейшим фактором, при недостатке которого может происходить отставание в развитии молоди и повышенная гибель ее. Переход на внешнее питание у большинства рыб – крайне сложный и трудоемкий процесс, от которого во многом зависят рыбоводные результаты подращивания в целом.

Считается, что полное исключение из состава рациона живых организмов на ранних этапах подращивания молоди различных видов рыб крайне нежелательно по причине того, что сложные белковые соединения, находящиеся в составе тела кормовых объектов, в пищеварительной системе рыб могут участвовать в переваривании поступающей пищи [256, с. 35; 257].

Схема перевода личинок ленского осетра на искусственные корма приведена в табл. 3.9.

Таблица 3.9. Схема перевода личинок ленского осетра на искусственные корма, % от рекомендуемого рациона

Время опыта, сут	Тип корма	
	живой (прудовой зоопланктон), % ввода	искусственный (стартовый комбикорм), % ввода
1	2	3
1	100,0	0,0
2	100,0	0,0
3	100,0	0,0
4	100,0	0,0
5	98,1	1,9
6	97,0	3,0

Окончание табл. 3.9

1	2	3
7	95,0	5,0
8	90,0	10,0
9	85,0	15,0
10	75,0	25,0
11	60,0	40,0
12	45,0	55,0
13	35,0	65,0
14	15,0	85,0
15	5,0	95,0

Анализ данных табл. 3.9 свидетельствует о постепенном переводе личинок ленского осетра на стартовые комбикорма. Вначале доля живого корма в рационе составляла 100 %, постепенно она уменьшалась до 5 %, соответственно заменяясь на полноценный стартовый комбикорм от 0 до 95 %.

Количественный состав рациона по исследуемым группам представлен в табл. 3.10.

Т а б л и ц а 3.10. Количество корма для личинок ленского осетра, г/сут

Время опыта, сут	Группа							
	I опытная		контрольная		II опытная		III опытная	
	Живой корм, г/сут	Старт. к/к, г/сут	Живой корм, г/сут	Старт. к/к, г/сут	Живой корм, г/сут	Старт. к/к, г/сут	Живой корм, г/сут	Старт. к/к, г/сут
1	2,26	0,0	3,40	0,0	4,53	0,0	5,60	0,0
2	2,26	0,0	3,40	0,0	4,53	0,0	5,60	0,0
3	2,26	0,0	3,40	0,0	4,53	0,0	5,60	0,0
4	2,26	0,00	3,40	0,00	4,53	0,00	5,60	0,00
5	4,55	0,09	6,82	0,14	9,08	0,18	11,35	0,23
6	4,50	0,14	6,75	0,21	8,99	0,28	11,23	0,35
7	4,79	0,25	7,18	0,38	9,58	0,50	11,98	0,63
8	4,32	0,48	6,48	0,72	8,64	0,96	10,80	1,20
9	4,08	0,72	6,12	1,08	8,16	1,44	10,20	1,80
10	4,55	1,52	6,83	2,28	9,10	3,04	11,37	3,80
11	3,64	2,43	5,47	3,64	7,28	4,86	9,10	6,08
12	2,73	3,34	4,10	5,00	5,46	6,68	7,05	8,35
13	2,81	5,23	4,22	7,84	7,08	9,00	8,85	11,25
14	1,21	6,83	1,81	10,25	2,41	13,67	3,01	17,09
15	0,40	7,64	0,60	11,46	0,80	15,28	1,01	19,10

На 16-й день после начала опытов подращиваемая молодь ленского осетра в возрасте 27 дней потребляла 95 % искусственного корма. Кормление естественным кормом полностью не прекращали, учитывая важность при организации кормления осетровых рыб нахождения в рационе молоди в течение первого месяца кормления живого корма.

В качестве живого корма при кормлении личинок ленского осетра использовали зоопланктон. Качественный состав зоопланктона, отлавливаемого в прудах для кормления личинок ленского осетра, представлен в табл. 3.11.

Таблица 3.11. Качественный состав зоопланктона, отлавливаемого в прудах для кормления личинок ленского осетра, % от общей биомассы

Состав зоопланктона	Дата			
	23.05	31.05	02.06	16.06
<i>Asplanchna priodonta</i>	4,1	–	–	–
<i>Bosmina longirostris</i>	–	19,1	81,3	78,0
<i>Brachionus angularis</i>	–	–	0,1	0,5
<i>Daphnia</i> sp.	6,7	–	–	–
<i>Cyclops</i> sp.	41,2	40,2	18,6	19,0
<i>Ceriodaphnia</i> sp.	–	30,0	–	–
<i>Chydorus ovalis</i>	48,0	10,7	–	2,5
Итого...	100,0	100,0	100,0	100,0

На основании анализа данных табл. 3.11 можно заключить, что в период с 23 мая по 16 июня состав зоопланктона не отличался качественным разнообразием и был представлен семью видами. Наиболее часто встречались представители *Cyclops* sp. Их наличие было установлено во всех взятых пробах. В то же время такие представители, как *Asplanchna priodonta*, *Daphnia* sp. и *Ceriodaphnia* sp. были зафиксированы лишь в один день из четырех. На 2 июня было отмечено наименьшее разнообразие зоопланктона в исследуемых пробах воды (3 вида из 7).

Зоопланктон процеживали через сито с размером ячеек 0,25 мм в начале подращивания, в дальнейшем размер ячеек увеличивали до 4,00 мм. На 5-й день вместе с живыми кормами начали задавать стартовый комбикорм «Aller Futura MP EX», 0,2–1 мм, 63/14,5.

Наблюдения за поведением подращиваемых личинок в период питания показали, что оно в период подращивания было неодинаковым. Первые несколько суток при внесении живого корма личинки ленского осетра начинали «роиться», массово собираясь в тех местах, куда задавался корм.

По мере роста рostrума (3–4-й день) часть личинок начала потреблять корм в толще воды, а часть подбирала его со дна. Спустя 7 дней большинство личинок питались в толще воды, так как корм, находящийся на дне, был для них недоступен из-за увеличившегося в размерах рostrума (небольшой процент личинок все еще подбирал корм со дна).

Данные о питании молоди ленского осетра, выращиваемой при различных плотностях посадки в период перехода на искусственные корма, представлены в табл. 3.12–3.15.

Т а б л и ц а 3.12. Характеристика питания личинок ленского осетра в период приучения к искусственным кормам (плотность посадки – 1,0 тыс. экз/м²)

Время опыта, сут	Состав пищевого комка	Кол-во экз.	Восстановленная масса, мг	Общий индекс потребления, ‰	% от массы пищевого комка
1–3	Желточный мешок				
7	Пустые желудки				
11	Искусственный корм				
13	<i>Cyclops</i> sp.	2,0	0,15	7,0	
15	<i>Bosmina longirostris</i>	114,0	1,40	126,0	77,8
	<i>Chydorus ovalis</i>	14,0	0,20		11,1
	<i>Cyclops</i> sp.	3,0	0,20		11,1
	Итого...	133,0	1,95		100,0

Анализируя данные табл. 3.12, можно отметить, что в садке № 1 с плотностью посадки 1,0 тыс. экз/м² желточный мешок рассосался полностью 25 мая, однако личинки еще не питались, о чем свидетельствует отсутствие корма в их желудках. В данном варианте личинки ленского осетра начали питаться с 29 мая (в желудках отмечено наличие искусственного корма).

Среди групп потребляемых организмов лидировали *Bosmina longirostris* – они занимали до 77,8 % от общей массы пищевого комка. Самое высокое значение общего индекса потребления пищи, которое пришлось на 2 июня, равно 126 ‰.

Характеристика питания личинок ленского осетра в контрольной группе отличалась по отдельным показателям от I опытной группы (табл. 3.13).

**Таблица 3.13. Характеристика питания личинок ленского осетра
в период приучения к искусственным кормам
(плотность посадки – 1,5 тыс. экз/м²)**

Время опыта, сут	Состав пищевого комка	Кол-во экз.	Восстановленная масса, мг	Общий индекс потребления, ‰	% от массы пищевого комка
1	Желточный мешок				
3	<i>Daphnia</i>	2	2,00	172	93,0
	<i>Cyclops</i>	2	0,15		70,0
	Итого...	4	2,15		100,0
5	<i>Bosmina</i>	15	0,20	15	100,0
7–9	Искусственный корм				
11	<i>Daphnia magna</i>	2	2,00	91	99,0
	<i>Chydorus ovalis</i>	1	0,01		0,5
	<i>Bosmina longirostris</i>	1	0,01		0,5
	Итого...	27	2,02		100,0
13	<i>Cyclops</i> sp.	3	0,22	21	47,8
	<i>Bosmina longirostris</i>	3	0,04		8,7
	<i>Ceriodaphnia</i> sp.	3	0,16		34,8
	<i>Chydorus ovalis</i>	1	0,04		8,7
	Итого...	10	0,46		100,0
14	<i>Bosmina longirostris</i>	38	0,50	33	67,6
	<i>Chydorus ovalis</i>	20	0,24		32,4
	Искусственный корм	58			
	Итого...	58	0,74		100,0
15	<i>Bosmina longirostris</i>	500	6,00	505	66,0
	<i>Chydorus ovalis</i>	200	3,00		33,0
	<i>Cyclops</i> sp.	1	0,10		1,0
	Итого...	701	9,10		100,0

Данные табл. 3.13 свидетельствуют о том, что в садке № 5 с плотностью посадки 1,5 тыс. экз/м² личинки начали питаться раньше на восемь дней (с 21 мая) в сравнении с I опытной группой. Исследования пищевого комка подращиваемого ленского осетра позволили установить, что он потреблял искусственные корма и практически все мелкие организмы (зоопланктон), отловленные в пруду. На протяжении периода приучения к искусственным кормам в определенные дни в исследуемом пищевом комке преобладали организмы *Bosmina longirostris* (66 %), в другие дни – *Daphnia magna* (99 %). За весь период в исследуемых желудках личинок ленского осетра *Cyclops* sp. было наименьшее количество (1,0 % от массы пищевого комка) относительно других

живых организмов. Общий индекс потребления пищи находился в пределах 15–505 ‰.

Характеристика питания личинок ленского осетра в II опытной группе представлена в табл. 3.14.

Таблица 3.14. Характеристика питания личинок ленского осетра в период приучения к искусственным кормам (плотность посадки – 2,0 тыс. экз/м²)

Время опыта, сут	Состав пищевого комка	Кол-во экз.	Восстановленная масса, мг	Общий индекс потребления, ‰	% от массы пищевого комка
1	Желточный мешок				
3	<i>Bosmina longirostris</i>	3	0,4	31	100
7	Желточный мешок				
9	Искусственный корм				
11	<i>Bosmina longirostris</i>	20	0,24	11,0	100
13	<i>Bosmina longirostris</i>	4	0,05	11,5	20
	<i>Chydorus ovalis</i>	3	0,05		20
	<i>Cyclops</i> sp.	2	0,15		60
	Итого...	9	0,25		100
15	<i>Bosmina longirostris</i>	7	0,1	9,0	50
	<i>Chydorus ovalis</i>	9	0,1		50
	Итого...	16	0,2		100

Как видно из данных табл. 3.14, в садке № 8 с плотностью посадки 2,0 тыс. экз/м² питание подращиваемых личинок представлено в основном живыми организмами зоопланктона и лишь 27 мая у исследуемых личинок ленского осетра в пищевом комке был обнаружен искусственный корм. Общий индекс потребления пищи находился в пределах 9,0–31,0 ‰. Изучение качественного состава пищевого комка личинок, питавшихся зоопланктоном, показало, что наибольшее предпочтение было отдано *Bosmina longirostris*.

Характеристика питания личинок ленского осетра в III опытной группе представлена в табл. 3.15.

Анализируя данные табл. 3.15, можно отметить, что в садке № 11 с плотностью посадки 2,5 тыс. экз/м² желточный мешок рассосался полностью 26 мая. Корм в желудке отсутствовал. Это свидетельствует о том, что личинки в этот период не питались. В данном варианте личинки ленского осетра начали питаться с 29 мая (в желудках отмечено наличие искусственного корма).

**Т а б л и ц а 3.15. Характеристика питания личинок ленского осетра
в период приучения к искусственным кормам
(плотность посадки – 2,5 тыс. экз/м²)**

Время опыта, сут	Состав пищевого комка	Кол-во экз.	Восстановленная масса, мг	Общий индекс потребления, ‰	% от массы пищевого комка
1–4	Желточный мешок				
7	Пустые желудки				
11	Искусственный корм				
13	Искусственный корм				
15	<i>Bosmina longirostris</i>	13	0,2	14	37,14
	<i>Ceriodaphnia</i> sp.	22	0,6		62,86
	Итого...	35	0,9		100

Среди групп потребляемых организмов лидировали *Ceriodaphnia* sp. – они занимали до 62,86 % от общей массы пищевого комка. Самое высокое значение общего индекса потребления пищи, которое пришлось на 2 июня, равно 14 ‰.

Ссылаясь на приведенные выше данные, можно говорить о том, что при одинаковых условиях кормления молодь, выращиваемая при плотности посадки в 1,5 тыс. экз/м², проявляла наибольшую активность в питании, что подтверждается данными табл. 3.16.

**Т а б л и ц а 3.16. Сравнительная характеристика питания личинок
ленского осетра при различных плотностях посадки при выращивании**

Показатель	Группа			
	I опытная	контрольная	II опытная	III опытная
Индекс потребления, %	42,85	71,43	42,85	28,57
Количество видов потребляемого зоопланктона, экз.	3	5	3	2
Количество видов зоопланктона, используемого в качестве корма, экз.	7	7	7	7

На основании анализа данных табл. 3.16 можно заключить, что с увеличением плотности посадки личинок меняется характер их питания. Показатели количества видов потребляемого зоопланктона увеличиваются с изменением плотности посадки от 1,0 до 1,5 тыс. экз/м² и уменьшаются с увеличением плотности посадки от 1,5 до

2,5 тыс. экз/м². В I и II опытных группах индекс потребления живых организмов имеет одинаковое значение, но при этом плотности посадки различаются между собой в два раза.

Изменения морфологических характеристик личинок ленского осетра в период подращивания представлены в табл. 3.17.

Т а б л и ц а 3.17. Характеристика морфологических показателей личинок ленского осетра в период подращивания

Показатели	Группа			
	I опытная (n = 30)	контроль- ная (n = 30)	II опытная (n = 30)	III опытная (n = 30)
Среднeshтучная живая масса на начало опыта, мг	45,0±0,16			
Среднeshтучная длина на начало опыта, мм	12,7±0,01			
Период исследований, дней	15			
Среднeshтучная масса на конец опыта, мг	135,4±0,88	133,5±0,29	132,0±0,37	126,5±0,45
Среднeshтучная длина на конец опыта, мм	20,2±0,18	20,9±0,21	20,8±0,35	20,7±0,14
Абсолютный прирост среднeshтучной массы за период, мг	90,6±0,72	88,5±0,13	87,0±0,21	81,5±0,29
Абсолютный прирост среднeshтучной длины за период, мм	7,5±0,17	8,2±0,20	8,1±0,36	8,0±0,13
Среднесуточный прирост массы за период, мг/сут	6,04±0,048	5,9±0,009	5,8±0,014	5,43±0,019
Среднесуточный прирост длины за период, мм/сут	0,50±0,011	0,55±0,013	0,54±0,024	0,53±0,009
Отход за период, %	22,7	30,8	32,1	47,3
Выход, %	77,3	69,2	67,9	52,7
Себестоимость личинки, руб.	276	264	255	272

Данные, приведенные в табл. 3.17, свидетельствуют о том, что среднeshтучная масса ленского осетра в конце периода подращивания находилась на сравнительно одинаковом уровне и колебалась от 126,5 мг в III опытной до 135,4 мг в I опытной группе. Средняя длина личинок составляла от 20,2 мм в I опытной до 20,9 мм в контрольной группе. Среднесуточный прирост массы за период исследований изменялся по всем группам от 5,43 до 6,04 мг/сут, а среднесуточный прирост длины находился в пределах 0,50–0,55 мм/сут.

Лучшие результаты по выживаемости были получены в I опытной группе, где использовалась минимальная плотность посадки молоди;

выживаемость в данной группе составила 77,3 %, что оказалось выше на 8,1, 9,4 и 24,6 % по сравнению с контрольной и II и III опытными группами соответственно. Если учесть, что в II опытной группе показатель выживаемости находился на высоком уровне (67,9 %) и плотность посадки при этом была увеличена с 1,5 до 2,0 тыс. экз/м² по сравнению с контрольной группой, то именно плотность посадки в 2,0 тыс. экз/м² следует рекомендовать в качестве базовой, так как при этом снижалась себестоимость получаемой личинки на 9,0 руб., или 3,5 %.

Для полноты анализа полученных данных по средней массе личинок ленского осетра, подращиваемых в условиях ОАО «Опытный рыбхоз «Селец», нами было проведено сопоставление их с российскими данными (рис. 3.2).

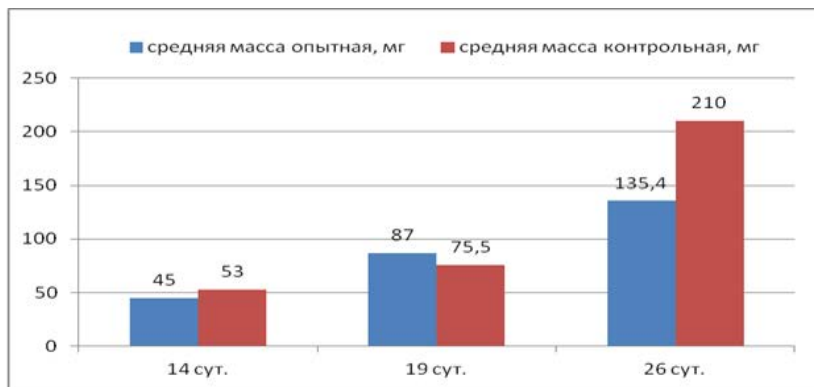


Рис. 3.2. Среднеличинная масса ленского осетра в разном возрасте

Анализируя данные рис. 3.2, можно отметить, что в возрасте 14 сут среднеличинная масса личинок ленского осетра отставала от литературных данных на 8,0 мг, однако уже в возрасте 19 сут полученный нами показатель превысил аналогичный нормативный показатель на 11,5 мг, а в возрасте 26 сут было отмечено снижение среднеличинной массы молоди, полученной в наших экспериментах, на 74,6 мг.

3.4. Подращивание личинок ленского осетра до массы 500 мг

В настоящее время в условиях Республики Беларусь вопрос подращивания молоди осетровых рыб изучен недостаточно. Для промышленного выращивания ленского осетра необходимо получение жизне-

стойкой молоди. Подращивание осетра до повышенной массы является необходимым этапом, так как неподращенная молодь при выпуске в естественные водоемы не выдерживает воздействия голода и пресса хищных организмов.

Показатели качества водной среды за период подращивания представлены в табл. 3.18.

Таблица 3.18. Качество водной среды в период подращивания молоди ленского осетра

Время опыта, сут	Показатели									
	Температура воды, °С	Кислород, мг/л	pH	Нитриты, мг N/л	Азот аммонийный, мг N/л	Фосфаты, мг P/л	Окисляемость		CO ₂ , мг/л	Железо общее, мг/л
							перманганатная, мг О/л	агрессивная, %		
1	23,0	9,4	7,9	0,009	0,32	0,010	12,2	34	4,2	0,30
2	23,5	8,5	7,9	0,010	0,31	0,010	12,2	37	4,2	0,30
3	23,7	8,0	7,8	0,011	0,30	0,015	13,0	37	4,3	0,29
4	24,5	7,2	7,8	0,020	0,30	0,017	15,6	41	4,3	0,29
5	24,0	6,0	7,7	0,021	0,29	0,020	16,1	43	4,4	0,30
6	24,0	5,6	7,7	0,032	0,28	0,023	18,4	44	4,4	0,31
7	24,5	5,5	7,8	0,012	0,25	0,230	16,2	40	3,8	0,31
8	24,0	5,8	7,9	0,012	0,25	0,024	16,1	40	3,0	0,33
9	22,5	7,5	8,0	0,012	0,26	0,024	16,0	41	2,8	0,34
10	21,5	7,7	8,1	0,012	0,26	0,025	16,1	42	2,0	0,36
11	20,0	8,5	8,1	0,014	0,27	0,025	15,6	42	1,8	0,38
12	19,5	8,1	8,4	0,010	0,29	0,019	15,4	44	0,9	0,45
13	20,0	6,2	8,3	0,004	0,32	0,004	15,4	46	0,0	0,62

Согласно данным табл. 3.18, неблагоприятный температурный режим для подращивания молоди наблюдался с 4 по 10 июня, превышая рекомендуемый оптимум в 18–23 °С на 0,5–1,5 °С. Известно, что одним из определяющих абиотических факторов в рыбоводстве является температура воды. Для молоди разных видов осетровых рыб температурные оптимумы разные: для белуги – 8–15 °С, севрюги – 6–22 °С, шипа – 11–15 °С.

Оптимальное содержание растворенного в воде кислорода наблюдалось в течение восьми дней из тринадцати. В остальные пять дней значение данного показателя было ниже рекомендуемой нормы. Так, содержание растворенного в воде кислорода в период с 7 по 10 июня отмечалось ниже нормы на 1,0–1,5 мг/л.

Также отмечалось на протяжении всего периода подращивания превышение pH на 0,2–0,9 ед. от верхнего предела норматива (норма – 6,5–7,5).

Известно, что изменение концентрации водородных ионов влияет на выживаемость рыб, интенсивность питания, степень усвоения корма, уровень газообмена и другие жизненные процессы.

При pH ниже 5,0 или выше 8,5 летальная концентрация кислорода повышается в несколько раз. Существующая взаимосвязь токсичности и pH воды наиболее четко проявляется у веществ, существующих в ионизированной и неионизированной формах. Ионы аммония при pH 8 в несколько раз токсичнее, чем при pH 7, за счет резкого повышения концентрации неионизированных молекул.

Характеристика питания молоди ленского осетра в рассматриваемый период представлена в табл. 3.19.

Т а б л и ц а 3.19. Характеристика питания молоди ленского осетра при выращивании в лотках

Группа	Возраст личинки, сут	Состав пищевого комка	Кол-во экз.	Восстановленная масса, мг	Общий индекс потребления, ‰	% от массы пищевого комка
1	2	3	4	5	6	7
I опытная	27	<i>Cyclops</i> sp.	12	0,90	50	90,0
		<i>Chydorus ovalis</i>	5	0,10		10,0
		Итого...	17	1,00		100,0
	30	<i>Diaptomus</i> sp.	5	0,30	304	8,7
		<i>Ceriodaphnia</i> sp.	2	0,10		2,9
		<i>Bosmina longirostris</i>	3	0,04		1,2
		<i>Daphnia longispina</i>	3	3,00		87,2
		Итого...	13	3,44		100,0
	32	<i>Bosmina longirostris</i>	114	1,40	169	58,0
		<i>Chydorus ovalis</i>	71	1,00		42,0
		Итого...	185	2,40		100,0
Контрольная	27	<i>Daphnia</i> sp.	56	28,00	2180	99,5
		<i>Bosmina longirostris</i>	12	0,14		0,5
		Итого...	68	28,14		100,0
	30	<i>Chydorus ovalis</i>	4	0,06	73	3,9
		<i>Cyclops</i> sp.	7	0,52		33,8
		<i>Daphnia</i> sp.	1	0,96		62,3
		Итого...	12	1,54		100,0
	32	<i>Bosmina longirostris</i>	130	1,82	165	64,5
		<i>Chydorus ovalis</i>	5	0,10		3,5
		<i>Cyclops</i> sp.	12	0,90		32,0
		Итого...	147	2,82		100,0

1	2	3	4	5	6	7
II опытная	27	<i>Ceriodaphnia</i> sp.	22	0,60	14	75,0
		<i>Bosmina longirostris</i>	13	0,20		25,0
		Итого...	35	0,80		100,0
	30	<i>Bosmina longirostris</i>	40	0,48	24	
		Итого...	40	0,48		100,0
	32	<i>Bosmina longirostris</i>	33	0,40	49	20,5
		<i>Chydorus ovalis</i>	13	0,20		10,3
		<i>Cyclops</i> sp.	18	1,35		69,2
		Итого...	64	1,95		100,0

Анализируя данные табл. 3.19, можно отметить, что за период подращивания молоди ленского осетра с 27-х по 32-е сутки питание было представлено семью видами зоопланктона. В пищевом комке исследуемых рыб остатков искусственного корма не выявлено. Хотя в лотки его поступало достаточное количество. Следовательно, рыба отказывалась поедать искусственный корм.

Представители зоопланктона (*Bosmina longirostris*, *Chydorus ovalis*, *Cyclops* sp., *Daphnia* sp., *Daphnia longispina*) присутствовали в пищевом комке на протяжении всего периода подращивания. Преобладающими в питании молоди были *Daphnia* sp. (до 99,5 % от массы пищевого комка), *Cyclops* sp. (до 90 %), *Daphnia longispina* (до 87,2 %) и *Ceriodaphnia* sp. (до 75,0 %).

Интенсивность питания молоди ленского осетра в данный период колебалась в пределах 50–2180 ‰. Более высокая интенсивность питания отмечена в контрольной группе, где общий индекс потребления пищи составил 2180 ‰ и значительно превысил таковой в других группах, где данный показатель находился в пределах от 50 до 304 ‰. Начиная с 33-х сут подращивания на теле молоди замечены единичные случаи покраснения и вздутия брюшка, что совпадает с повышенными температурами воды и pH, а также резким ухудшением кислородного режима.

Проведен анализ зависимости выживаемости молоди ленского осетра от температуры, содержания растворенного в воде кислорода и задаваемого корма (табл. 3.20).

Анализ данных табл. 3.20 свидетельствует о том, что температурный режим воды в начале подращивания превышал оптимальный на 0,5–0,7 °C, а уже с 4–5-х сут опыта – на 1,5 °C. С этого времени наблюдалось резкое ухудшение и кислородного режима – на 1,0–1,5 мг/л ниже нормы. Также наблюдалось превышение активной реакции сре-

ды (рН). По нашему мнению, ухудшение условий среды спровоцировало вспышку болезни неустановленной этиологии.

Т а б л и ц а 3.20. Условия подращивания ленского осетра до массы 500 мг

Время опыта, сут	Показатели						Средн. масса, мг
	Температура воды, °С	Кислород, мг/л	рН	Корма стартовые, г/сут			
				I опытная группа	контрольная группа	II опытная группа	
1	23,0	9,4	7,9	42,2	59,1	84,5	153,0
2	23,5	8,5	7,9	45,9	64,2	91,8	153,0
3	23,7	8,0	7,8	63,0	88,0	126,0	210,0
4	24,5	7,2	7,8	63,0	88,0	126,0	210,0
5	24,0	6,0	7,7	79,2	110,9	158,4	300,0
6	24,0	5,6	7,7	89,8	125,7	179,5	340,0
7	24,5	5,5	7,8	89,8	125,7	179,5	340,0
8	24,0	5,8	7,9	126,7	177,4	253,4	480,0
9	22,5	7,5	8,0	115,2	161,3	230,4	480,0
10	21,5	7,7	8,1	115,2	161,3	230,4	480,0
11	20,0	8,5	8,1	92,4	129,4	184,8	550,0
12	19,5	8,1	8,4	92,4	129,4	184,8	550,0
13	20,0	6,2	8,3	92,4	129,4	184,8	550,0

Предпринимаемые меры по прекращению отхода молоди путем пересадки ее в ванны, обработанные препаратом Инкрасепт, эффекта не дали. Массовый отход продолжался с теми же признаками. Не был получен эффект и от применения препарата Субалин. В связи с этим опыты с 14-х сут пришлось прекратить. Результаты подращивания молоди за этот период (13 дней) представлены в табл. 3.21.

Т а б л и ц а 3.21. Результаты 13-дневного подращивания молоди ленского осетра

Группа	Показатели	Посажено	Вывлечено	Выход, %
I опытная	экз/м ²	500	328	
	экз/лоток	1200	786	65,5
	средняя масса, мг	153,0±1,47	552,8±4,44	
Контрольная	экз/м ²	700	501	
	экз/лоток	1680	1203	71,6
	средняя масса, мг	153,0±1,47	551,2±4,62	
II опытная	экз/м ²	1000	620	
	экз/лоток	2400	1488	62,0
	средняя масса, мг	153,0±1,47	550,1±4,83	

Анализируя данные табл. 3.21, можно отметить, что темп роста подращиваемой молоди невысокий, выживаемость низкая. Это можно объяснить болезнью молоди и массовым отходом. В этой связи дальнейшие опыты подращивания молоди были приостановлены.

Среди трех групп выживаемость в контрольной группе при плотности посадки 700 экз/м² была выше на 6,1 %, чем в I опытной при 500 экз/м², и на 9,6 %, чем в II опытной при 1000 экз/м². Интенсивность питания при плотности посадки 700 экз/м² была самой высокой и достигала 2180 ‰_{ооо}. Данную плотность можно предварительно принять как исходную нормативную.

3.5. Технологические режимы выращивания ленского осетра до 3 г

Подращивание молоди ленского осетра до массы 3 г осуществляли в условиях инкубационного цеха ОАО «Опытный рыбхоз «Селец».

Опыты проводились в стеклопластиковых лотках. Схемой опытов предусматривалось три варианта с трехкратной повторностью, различающихся плотностью посадки – 0,5, 0,7 и 1,0 тыс. экз/м².

Характеристика температурного режима в период выращивания молоди до 3 г.

Контроль параметров температурного и гидрохимического режимов воды осуществляли постоянно. Температуру измеряли три раза в сутки (в 7, 14 и 19 ч) ртутным термометром. Ежедневно определяли содержание кислорода и рН. Полный гидрохимический анализ воды проводили в начале и конце опыта. Характеристика температурного и гидрохимического режимов отображена в табл. 3.22.

Т а б л и ц а 3.22. Температурный и гидрохимический режимы в период подращивания молоди ленского осетра до массы 3 г

Время опыта, сут	Показатели				
	Температура воды, °С	Кислород, мг/л	рН	CO ₂ , мг/л	Железо общее, мг/л
1	17,5	8,0	7,7		
3	16,0	8,1	7,8	3,2	
6	20,5	8,1	7,8		
8	21,0	7,9	7,9		
10	22,7	7,8	8,0		
12	23,0	7,8	8,0	4,0	0,12
15	22,0	7,7	7,8		
17	25,5	7,8	7,7	4,2	0,30
20	28,0	7,2	7,7	4,0	

В результате гидрохимических исследований установлено, что показатели качества водной среды (содержание растворенного в воде кислорода, концентрация углекислого газа и pH) находились в пределах рыбоводно-биологических норм для воды, поступающей в лотки с осетровыми рыбами.

Динамика некоторых гидрохимических показателей воды за период подращивания отражена на рис. 3.3.

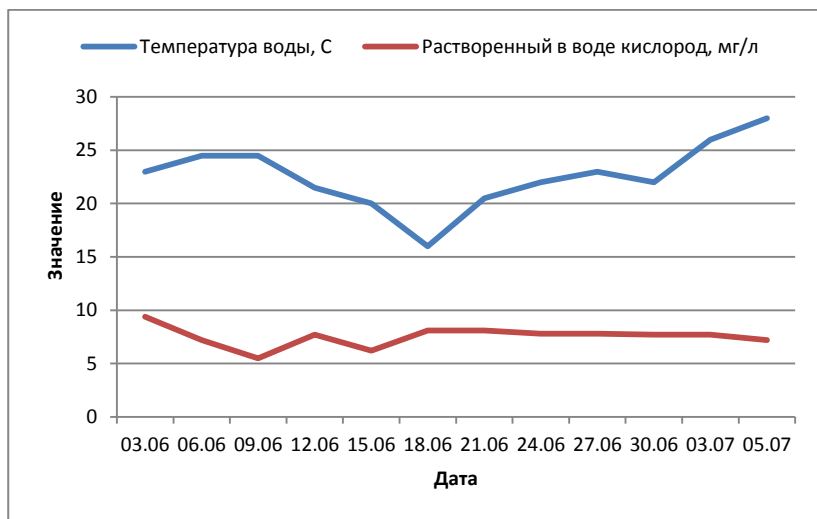


Рис. 3.3. Динамика некоторых гидрохимических показателей воды за период подращивания

Из данных рис. 3.3 видно, что в некоторые дни эксперимента наблюдалось снижение концентрации растворенного в воде кислорода до значения, близкого к нижнему оптимуму – концентрация составляла 7,2 мг/л, что связано с повышением температуры воды и накоплением биогенных веществ. Зафиксированное снижение концентрации растворенного в воде кислорода не оказало существенного влияния на объект выращивания.

Характеристика питания в период выращивания молоди до 3 г.

Кормление малька, так же как и личинок осетра, осуществляли кормом «Aller Future MP EX», 0,2–1 мм, 63/14,5. При этом число кормлений, их периодичность и использование различной фракции комби-

корма меняли с учетом рекомендаций авторов, предлагающих данные технологии, и производителя комбикорма.

Общие индексы наполнения кишечника составляли 210–569 ‰.

В табл. 3.23 отражено распределение количества корма на три лотка. Так как повторность опыта трехкратная, то затраченное количество корма в каждом варианте увеличивали в три раза. Всего за данный период затрачено 67,58 кг сухого корма.

Таблица 3.23. Количество внесенного сухого корма за период подращивания личинок ленского осетра до массы 3 г

Время опыта, сут	Средняя масса личинки, мг	Температура воды, °С	Кол-во сухого корма, г/сут		
			I опытная группа	контрольная группа	II опытная группа
			1200 экз/лоток (0,5 тыс. экз/м²)	1680 экз/лоток (0,7 тыс. экз/м²)	2400 экз/лоток (1,0 тыс. экз/м²)
1	500	17,5	72,0	100,8	144,0
2	510	17,5	74,5	102,8	146,9
3	510	16,0	62,1	94,2	134,6
4	570	17,0	76,4	105,3	150,5
5	570	20,0	80,9	134,1	191,5
6	810	20,5	126,4	190,5	272,2
7	810	19,0	126,4	190,5	272,2
8	1120	21,0	215,1	301,1	430,1
9	1120	22,0	215,1	301,1	430,1
10	1560	22,7	243,4	340,7	486,7
11	1560	22,5	243,4	340,7	486,7
12	1930	23,0	277,8	421,5	602,2
13	1930	23,0	277,8	421,5	602,2
14	2110	23,0	298,4	460,8	658,3
15	2110	22,0	298,4	460,8	658,3
16	2645	22,0	412,6	577,7	825,2
17	2645	25,5	437,1	622,1	888,7
18	2950	26,0	495,6	693,8	991,2
19	2950	26,0	495,6	693,8	991,2
20	3000	28,0	432,0	604,8	864,0
Итого...			4961,0	7338,6	10226,8

Выращивание молоди ленского осетра до 3 г.

В табл. 3.24 отражена динамика величин рыбоводных показателей этапа подращивания молоди ленского осетра до массы 3 г.

**Т а б л и ц а 3.24. Динамика величин рыбоводных показателей
этапа подращивания молоди ленского осетра до массы 3 г**

Вариант	№ лотка	Посажено		Выловлено		Прирост массы, мг	Выживаемость, %
		экз/лоток	средняя масса, мг	экз/лоток	средняя масса, мг		
I опытная	1	1200	500	864	2950	2450	72,0
	2	1200	500	840	2995	2495	70,0
	3	1200	500	876	3050	2550	73,0
Среднее		1200	500	860	3000	2500	71,7
Кон- трольная	4	1680	500	1290	3050	2550	76,8
	5	1680	500	1268	3035	2535	75,5
	6	1680	500	1260	2990	2490	75,0
Среднее		1680	500	1273	3025	2525	75,8
II опытная	7	2400	500	1502	3005	2505	62,6
	8	2400	500	1392	3010	2510	58,0
	9	2400	500	1534	2995	2495	63,9
Среднее		2400	500	1476	3003	2503	61,5

Анализируя данные табл. 3.24, можно отметить, что темп роста и выживаемость подращиваемой молоди ленского осетра находились на высоком уровне. Наибольшая средняя выживаемость была отмечена в контрольной группе при плотности посадки 0,7 тыс. экз/м², она составила 75,8 %, что оказалось выше, чем в I и II опытных группах на 4,1 и 14,3 % соответственно. Данную плотность можно предварительно принять как исходно нормативную.

3.6. Выращивание сеголетков ленского осетра до 30 г в бетонных бассейнах

Дальнейшее выращивание мальков осуществлялось в ОАО «Опытный рыбхоз «Селец» в бетонных бассейнах объемом 18 м² каждый.

Уровень воды в бассейнах в начале выращивания сеголетков составлял 40 см, к концу выращивания – 0,6 м. Водообмен в бассейнах установили в начале выращивания сеголетков на уровне 0,8–0,9 л/с, в конце выращивания – 3–5 л/с.

Уход за бассейнами осуществляли так же, как и за лотками. Стены и пол бассейнов очищали от водорослевого и перифитонового налета специальной щеткой. Вел учет погибших рыб и контролировали рост молоди путем взвешивания во время контрольных обловов.

Осуществлялся ежедневный контроль за температурным и кислородным режимами в бассейнах, а также проводился общий гидрохимический анализ воды.

В течение выращивания сеголетков ленского осетра в бетонных бассейнах температура воды изменялась с 17,0 до 26,0 °С.

Количество кислорода в воде в период исследований было в пределах 6,0–7,1 мг/л. В отдельные периоды опускалось до 4,2–5,1 мг/л и принимало значения ниже оптимальных.

Значения активной реакции среды и содержание общего железа в воде превышали норму.

Остальные гидрохимические показатели воды при выращивании сеголетков ленского осетра в бассейнах находились в пределах нормы для воды, поступающей в лотки и бассейны с осетровыми рыбами (табл. 3.25).

Таблица 3.25. Температурный и гидрохимический режимы в бетонных бассейнах, используемых для выращивания сеголетков ленского осетра

Время опыта, сут	рН	Температура воды, °С	Содержание в воде					Окисляемость перманганатная, O ₂ /л	Щелочность, мг-экв/л	Жесткость, мг-экв/л	СО ₂ , мг/л
			кислорода, мг/л	азота аммонийного, мг/л	железа общего, мг/л	нитритов, мг N/л	фосфора, мг P/л				
1	7,7	23,5	7,1	0,22	0,36	0,005	0,031	12,4	3,0	3,6	4,2
8	7,7	26,0	4,2	0,25	0,26	0,008	0,024	13,2	3,0	3,5	4,4
14	8,2	21,5	5,1	0,26	0,40	0,004	0,017	12,6	2,8	3,0	0,8
19	8,4	17,0	7,0	0,23	0,16	0,006	0,014	16,2	2,2	2,8	0,8
26	8,2	23,5	6,9	0,21	0,18	0,006	0,012	14,6	2,5	3,2	0,8
36	7,4	26,0	6,5	0,28	0,32	0,016	0,021	20,8	2,6	3,2	6,1
43	7,6	21,5	7,0	0,22	0,28	0,009	0,015	15,6	2,5	3,2	5,2
48	7,7	21,0	7,0	0,19	0,25	0,007	0,018	14,4	2,5	3,2	4,2
52	7,7	21,0	7,1								
56	7,6	21,5	6,9								

На основании анализа данных табл. 3.25 и рис. 3.4 можно заключить, что значения растворенного в воде кислорода за период исследований колебались от 7,1 до 4,2 мг/л и были связаны с показателем температуры воды. Так, резкое повышение температуры воды с 23,5 до 26,0 °С повлекло за собой резкое снижение уровня растворенного в

воде кислорода до 4,2 мг/л, а снижение температуры воды до 17,0 °С – повышение содержания кислорода до 7,0 мг/л.

В бетонных бассейнах кормление молоди ленского осетра осуществляли продукционным кормом «Aller Bronze» 45/15 согласно рекомендациям производителя, разработанным в предыдущие годы, нормативам и рекомендациям С. В. Пономарева.

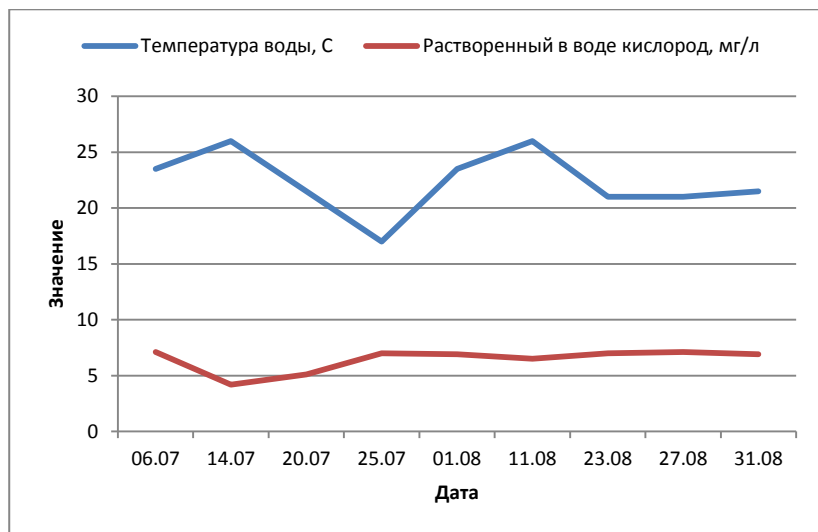


Рис. 3.4. Динамика некоторых гидрохимических показателей воды за период выращивания сеголетков до массы 30 г

Рыбоводные показатели выращивания представлены в табл. 3.26.

Т а б л и ц а 3.26. Рыбоводные показатели выращивания сеголетков ленского осетра в бетонных бассейнах

Показатели	Группа		
	I опытная	II опытная	III опытная
1	2	3	4
Период исследований, дней	55	55	55
Плотность посадки, экз/м ²	150	200	250
Всего посажено на начало исследований, экз.	2250	3000	3750
Среднештучная живая масса на начало опыта, г	3,0±0,04	3,0±0,04	3,0±0,04

1	2	3	4
Среднестудная живая масса в конце опыта, г	27,7±1,86	31,4±1,99	30,2±2,40
Абсолютный прирост среднестудной массы, г	24,7±1,82	28,4±1,95	27,2±2,36
Относительный прирост среднестудной массы, г/сут	0,45±0,033	0,52±0,035	0,49±0,043
Отход за период, %	22,0	19,0	26,0
Выход, %	78,0	81,0	74,0

Анализируя данные табл. 3.26, необходимо отметить, что максимальная масса сеголетков ленского осетра была получена в конце опыта при использовании плотности посадки 200 экз/м², она составила 31,4 г, что в среднем больше на 1,2 г, чем в группе с плотностью посадки 250 экз/м², и на 3,7 г, чем при плотности посадки в 150 экз/м². Соответственно, самые высокие показатели по приростам были получены при использовании плотности посадки 200 экз/м², они составили 28,4 г по абсолютному приросту и 0,52 г/сут по относительному.

Такая же картина сложилась при анализе данных по выживаемости: лучший показатель был получен в II опытной группе, он составил 81,0 %, что оказалось на 7,0 и 3,0 п. п. выше, чем в III и I опытных группах соответственно.

3.7. Производственные испытания по выращиванию ленского осетра

3.7.1. Выдерживание предличинки до начала периода смешанного питания

При проведении производственной проверки использовалось два варианта плотности посадки предличинки на выдерживание, а именно 4 тыс. экз/м² предличинки ленского осетра с 2-кратной повторностью в контрольной группе (согласно действующим нормативам, рекомендованным российскими авторами) и 6 тыс. экз/м² предличинки ленского осетра с 2-кратной повторностью в опытной группе, при применении которых были получены лучшие результаты в ходе наших исследований. Предличинка ленского осетра для опытной группы была взята из аппаратов Вейса с предварительной обработкой комплексом витаминов А, D₃, Е в масле (после проведения опытов, схема которых приведена в табл. 2.2). Данные опыта представлены в табл. 3.27.

**Т а б л и ц а 3.27. Опыт выдерживания предличинки
до начала смешанного питания**

Группа	№ лотка	Плотность	
		тыс. экз/м ²	экз/садок
Контрольная	1	4	960
	2	4	960
Опытная	3	6	1440
	4	6	1440

Результаты гидрохимических и температурных исследований воды при выдерживании предличинки представлены на рис. 3.5.

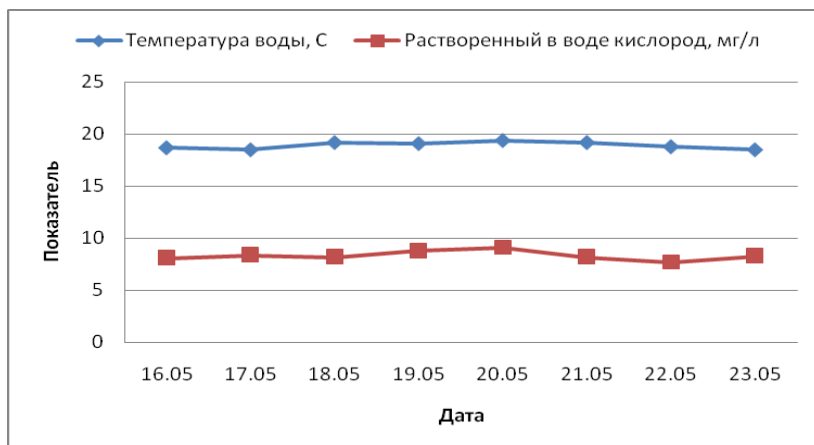


Рис. 3.5. Показатели температуры воды и растворенного в воде кислорода при выдерживании предличинки ленского осетра в период производственных испытаний

Анализ данных рис. 3.5 свидетельствует о том, что температура воды и содержание растворенного в воде кислорода на протяжении периода выдерживания предличинки ленского осетра полностью соответствовали нормативным показателям. Температура воды колебалась в пределах от 18,5 до 19,4 °C и была связана с понижениями в ночное время суток, в то время как содержание растворенного в воде кислорода находилось на достаточно высоком уровне за счет высокой проточности и составляло от 7,7 до 9,1 мг/л.

Таким образом, основные показатели водной среды не имели критических отклонений и, следовательно, не могли повлиять негативно на результаты выдерживания.

Характеристика пластических признаков предличинки ленского осетра при посадке на выдерживание (т. е. исходного материала) представлена в табл. 3.28.

Т а б л и ц а 3.28. Характеристика пластических признаков предличинки ленского осетра при посадке на выдерживание

Показатель	Обозначение	Группа			
		контрольная		опытная	
		$S \pm m$	$Cv, \%$	$S \pm m$	$Cv, \%$
Длина всей рыбы, см	<i>ab</i>	0,89±0,010	7,4	0,88±0,015	5,9
Длина туловища, см	<i>od</i>	0,79±0,018	8,1	0,81±0,019	8,4
Длина хвостового стебля, см	<i>fd</i>	0,17±0,008	8,4	0,17±0,015	7,2
Наибольшая высота тела, см	<i>gh</i>	0,25±0,017	1,8	0,26±0,014	1,4
Наименьшая высота тела, см	<i>ik</i>	0,17±0,011	6,5	0,17±0,018	1,4
Длина головы, см	<i>ao</i>	0,14±0,011	2,1	0,14±0,012	2,4
Высота головы у затылка, см	<i>lm</i>	0,13±0,018	1,8	0,11±0,021	2,2
Высота желточного мешка, см	<i>Hv</i>	0,22±0,011	2,2	0,24±0,011	2,1
Длина желточного мешка, см	<i>Lv</i>	0,39±0,009	4,4	0,36±0,012	4,7
Средняя масса, мг	<i>m</i>	27,9±0,25	2,5	27,8±0,24	1,9

Анализ данных табл. 3.28 по выдерживанию предличинки показал, что различия морфометрических показателей между группами были незначительными. В дальнейшем, при выдерживании предличинки при различных плотностях посадки до рассасывания желточного мешка, наблюдались различия морфометрических признаков в разных вариантах (табл. 3.29).

Т а б л и ц а 3.29. Характеристика пластических признаков предличинки ленского осетра перед полным рассасыванием желточного мешка

Показатель	Обозначение	Группа			
		контрольная		опытная	
		$S \pm m$	$Cv, \%$	$S \pm m$	$Cv, \%$
1	2	3	4	5	6
Длина всей рыбы, см	<i>ab</i>	1,24±0,012	1,2	1,26±0,007*	4,8
Длина туловища, см	<i>od</i>	0,89±0,008	4,8	0,90±0,007	3,6
Длина хвостового стебля, см	<i>fd</i>	0,33±0,005	2,7	0,36±0,001*	2,4
Наибольшая высота тела, см	<i>gh</i>	0,27±0,005	7,7	0,29±0,008	7,7
Наименьшая высота тела, см	<i>ik</i>	0,28±0,009	8,1	0,28±0,005	7,2
Длина головы, см	<i>ao</i>	0,22±0,005	2,9	0,21±0,004	3,6

1	2	3	4	5	6
Высота головы у затылка, см	<i>lm</i>	0,14±0,004	7,7	0,17±0,004*	8,1
Высота желточного мешка, см	<i>Hv</i>	0,13±0,006	12,9	0,14±0,004	11,5
Длина желточного мешка, см	<i>Lv</i>	0,22±0,018	12,2	0,19±0,009	11,6
Средняя масса, мг	<i>m</i>	44,4±0,412	7,6	44,9±0,292	8,0

Примечания (здесь и далее по тексту):

*достоверность отличий от контроля $p < 0,05$;

**достоверность отличий от контроля $p < 0,01$;

***достоверность отличий от контроля $p < 0,001$.

На основании анализа данных табл. 3.29 можно заключить, что между опытной и контрольной группами не оказалось существенных различий по морфометрическим признакам. Следовательно, можно говорить о том, что такой фактор, как плотность посадки при выдерживании, непосредственно неспособен существенно влиять на рост и развитие рыб.

Результаты выдерживания предличинки до начала смешанного питания представлены в табл. 3.30.

Т а б л и ц а 3.30. Результаты выдерживания предличинки до начала смешанного питания

Группа	№ садка	Посажено		Выловлено, экз/садок	Средняя масса, мг	Выход, %	Себестоимость личинки, руб.
		тыс. экз/м ²	экз/садок				
Контрольная	1	4,0	960	634	44,4±0,39	66,0	
	2	4,0	960	615	44,3±0,37	64,0	
Среднее значение				625	44,4±0,38	65,0	252,0
Опытная	3	6,0	1440	950	44,9±0,25	66,0	
	4	6,0	1440	910	45,0±0,35	63,2	
Среднее значение				930	44,9±0,29	64,6	231,0

Анализ данных табл. 3.30 по выдерживанию предличинки ленского осетра до стадии перехода на смешанное питание позволяет сделать вывод о том, что использование плотности посадки в 6 тыс. экз/м² дает возможность получить среднюю выживаемость молоди на уровне 64,6 %, что на 0,4 п. п. ниже, чем при использовании плотности посад-

ки в 4 тыс. экз/м², при которой используется в 1,5 раза меньше материала и себестоимость соответственно на 21,0 руб., или 9,1 %, выше. Среди факторов, которые могли бы положительно повлиять на данные результаты, может быть фактор более насыщенной информационной среды в емкостях с большим количеством предличинок, когда вырабатывается так называемый социальный рефлекс развития молоди.

Среднестучная масса предличинок в конце периода выдерживания в опытной и контрольной группах находилась практически на одинаковом уровне и составила в конце периода выращивания 44,9 и 44,4 мг соответственно.

На основании исследований, проведенных в ОАО «Опытный рыбхоз «Селец», и имеющейся нормативно-технологической документации по получению предличинок ленского осетра до начала смешанного питания разработаны технологические параметры инкубации икры и выдерживания предличинок до начала смешанного питания в условиях рыбоводных хозяйств Республики Беларусь, которые представлены в табл. 3.31.

Таблица 3.31. Технологические параметры инкубации икры и выдерживания предличинок до начала смешанного питания

Показатель	Единица измерения	Нормативные значения
Инкубация икры		
1. Витаминный препарат (А, D ₃ , Е) для обработки икры	мг/л	0,3
2. Продолжительность обработки икры препаратом	мин	3
3. Продолжительность инкубации икры	сут	8–9
4. Температура воды в период инкубации	°С	17–18
5. Выход предличинки	%	90
Выдерживание предличинок		
6. Плотность посадки в лотки однодневных предличинок	тыс. экз/м ²	6,0
7. Масса личинок, перешедших на активное питание	мг	45,0
8. Температура воды	°С	18–19
9. Кратность полного водообмена в лотке	раз/ч	1
10. Продолжительность выдерживания предличинок до перехода на активное питание	сут	10–11
11. Уровень воды в лотках, садках, бассейнах	см	20
12. Содержание растворенного в воде кислорода	мг/л	7,6–9,3
13. Выживаемость личинок, перешедших на активное питание	%	64,6

3.7.2. Перевод личинок ленского осетра на искусственные корма

Исходным материалом для проведения опытов по переводу личинок ленского осетра на искусственные корма служили личинки в возрасте 10 дней.

Приучение молоди ленского осетра к искусственным кормам осуществляли в условиях инкубационного цеха ОАО «Опытный рыбхоз «Селец». Данные опыта представлены в табл. 3.32.

Т а б л и ц а 3.32. Опыт приучения молоди ленского осетра к искусственным кормам

Группа	№ садка	Плотность посадки		Кормление
		тыс. экз/садок	тыс. экз/м ²	
Контрольная	1	360	1,5	Прудовой зоопланктон + комбикорм «Aller Futura MP EX», 0,2–1 мм, 63/14,5
	2	360	1,5	
Опытная	3	480	2,0	
	4	480	2,0	

Опытом предусматривалось два варианта с двукратной повторностью с плотностью посадки 2,0 тыс. экз/м² в опытной группе. За контроль взята плотность посадки личинок в 1,5 тыс. экз/м², рекомендуемая различными источниками. Кормление осуществлялось по ранее изученной нами схеме с постепенным снижением доли живого корма и увеличением комбикорма.

Результаты исследований показателей воды представлены на рис. 3.6.

Анализ данных рис. 3.6 свидетельствует о том, что температура воды за период наблюдения находилась в пределах от 21,0 до 22,2 °С, что соответствовало норме для личинок ленского осетра. Также в этот период были высокие показатели содержания растворенного в воде кислорода – от 8,7 до 11,3 мг/л.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что основные показатели воды критических отклонений от требований для выращивания личинок ленского осетра не имели.

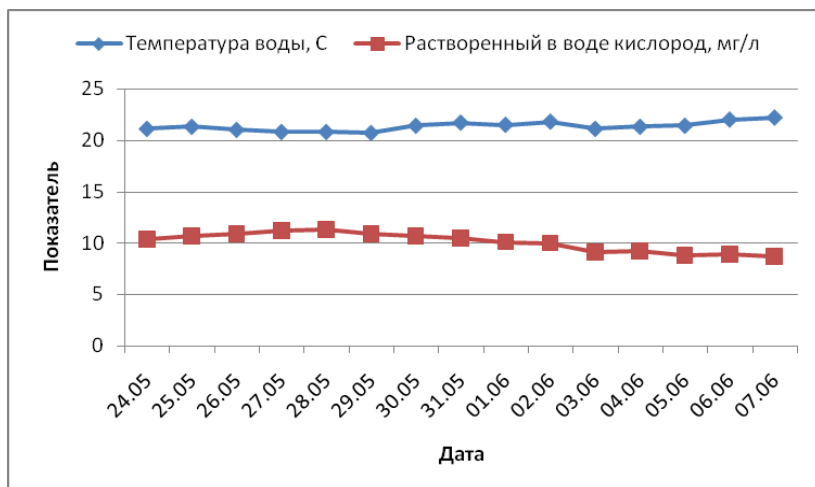


Рис. 3.6. Показатели температуры воды и растворенного в воде кислорода в период перевода личинок ленского осетра на искусственные корма

Рыбоводные результаты перевода личинок ленского осетра на искусственные корма представлены в табл. 3.33.

На основании анализа данных табл. 3.33 можно сделать вывод о том, что среднештучная масса ленского осетра в конце периода подращивания в опытной группе была выше, чем в контрольной, на 4,4 % ($P \leq 0,01$) и составила 149,4 мг, а средняя длина личинок составила 21,1 мм, т. е. была на 0,9 % больше по сравнению с контрольной группой. Среднесуточный прирост массы был в опытной группе выше на 6,4 %, а среднесуточный прирост длины – на 1,8 % по сравнению с контрольной.

Лучшие результаты по выживаемости молоди были получены в опытной группе, где данный показатель составил 67,9 %, что на 1,3 % выше по сравнению с контролем.

Т а б л и ц а 3.33. Рыбоводные результаты перевода личинок ленского осетра на искусственные корма

Показатели	Группа	
	контрольная (n = 30)	опытная (n = 30)
Среднештучная живая масса на начало опыта, мг	44,5±0,38	
Среднештучная длина на начало опыта, мм	12,4±0,11	
Период исследований, дней	15	
Среднештучная масса в конце опыта: мг % к контролю	143,1±1,68 100,0	149,4±1,29** 104,4
Среднештучная длина в конце опыта: мм % к контролю	20,9±1,19 100,0	21,1±0,89 100,9
Абсолютный прирост средней массы: мг % к контролю	98,6±1,3 100,0	104,9±0,91** 106,4
Абсолютный прирост средней длины: мм % к контролю	8,5±1,08 100,0	8,7±0,78 102,4
Среднесуточный прирост средней массы: мг/сут % к контролю	6,57±0,09 100,0	6,99±0,06** 106,4
Среднесуточный прирост средней длины: мм/сут % к контролю	0,57±0,07 100,0	0,58±0,06 101,8
Отход за период, %	33,0	32,1
Выход за период: % % к контролю	67,0 100,0	67,9 101,3

Технологические параметры перевода личинок ленского осетра на искусственные корма представлены в табл. 3.34.

Т а б л и ц а 3.34. Технологические параметры перевода личинок ленского осетра на искусственные корма

Показатели	Единица измерения	Нормативные значения
1	2	3
1. Плотность посадки личинок в лотки, садки, бассейны	тыс. экз/м ²	2,0
2. Масса молоди, перешедшей на искусственные корма	мг	100–200
3. Температура воды	°С	18–20

Окончание табл. 3.34

1	2	3
4. Кратность полного водообмена в лотке, садке бассейне	раз/ч	1
5. Освещенность	лк	40–80
6. Продолжительность периода подращивания	сут	13–15
7. Уровень воды в лотках, садках, бассейнах	см	25–35
8. Содержание растворенного в воде кислорода	мг/л	7–9
9. Норма кормления		Ориентировочная норма корма в зависимости от температуры воды и массы рыбы приведена в таблице производителя кормов, графа до 0,1
10. Частота кормления		Через каждый час в течение суток
11. Используемые корма		В первые 4–5 дней науплиусы <i>Artemia salina</i> или мелкий зоопланктон, отловленный в прудах. На 5–6-е сутки задается порядка 2 % стартового корма фирмы-производителя (от общей массы корма), и 98 % зоопланктона. В дальнейшем долю живого корма постепенно снижают, заменяя его стартовым кормом
12. Выживаемость молоди, перешедшей на искусственные корма	%	67,9

3.7.3. Подращивание молоди ленского осетра до массы 500 мг

Подращивание молоди ленского осетра до 500 мг осуществляли в условиях инкубационного цеха ОАО «Опытный рыбхоз «Селец».

Подращивание молоди проводили в стеклопластиковых лотках. Кормление осуществляли по ранее изученной нами схеме.

Опытом предусматривалось два варианта с двукратной повторностью с плотностью посадки 0,7 тыс. экз/м² в опытной группе. За контроль взята плотность посадки личинок в 1,0 тыс. экз/м², рекомендуемая различными источниками.

Данные опыта представлены в табл. 3.35.

Т а б л и ц а 3.35. Опыт подращивания молоди ленского осетра до 500 мг

Группа	№ лотка	Плотность посадки		Кормление
		тыс. экз/лоток	тыс. экз/м ²	
Контрольная	1	2,4	1,0	«Aller Futura MP EX», 0,2–1 мм, 63/14,5
	2	2,4	1,0	
Опытная	3	1,68	0,7	
	4	1,68	0,7	

Качество водной среды по основным показателям за период подращивания отражено на рис. 3.7.

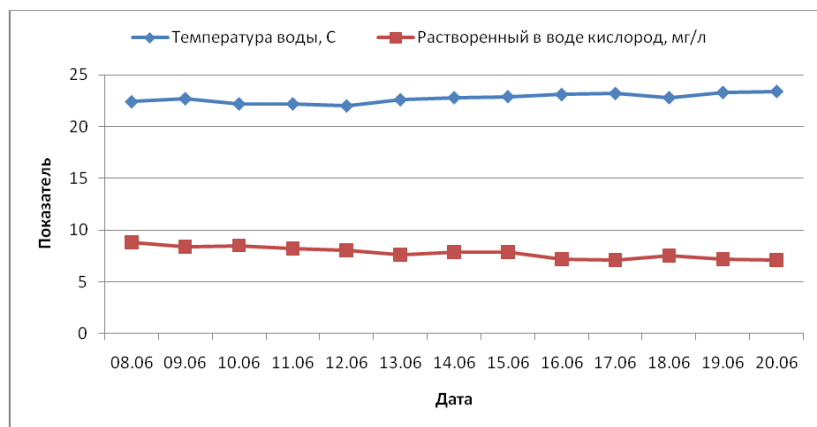


Рис. 3.7. Показатели температуры воды и растворенного в воде кислорода в период подращивания личинок ленского осетра

Анализируя данные рис. 3.7, можно отметить, что по основным показателям водной среды в период подращивания молоди наблюдались колебания температуры воды с 22,0 до 23,4 °C, а растворенного в воде кислорода с 7,1 до 8,8 мг/л.

Данные показатели находились на границе оптимума и пессимума, но не имели критических значений по рекомендуемой норме. Рыбо-

водные результаты подращивания личинок ленского осетра представлены в табл. 3.36.

Анализ данных табл. 3.36 позволяет сделать вывод о том, что среднештучная масса ленского осетра в конце периода 13-дневного подращивания в опытной группе была выше, чем в контрольной, на 3,3 % ($P \leq 0,05$) и составила 524,4 мг при средней длине подращенных личинок 30,2 мм, которая также оказалась выше на 0,7 % по сравнению с контрольной группой. Среднесуточный прирост массы в опытной группе был выше на 3,0 %, а среднесуточный прирост длины – на 1,4 % по сравнению с контрольной группой.

Т а б л и ц а 3.36. Рыбоводные результаты подращивания личинок ленского осетра

Показатели	Группа	
	контрольная (n = 30)	опытная (n = 30)
Среднештучная живая масса на начало опыта, мг	143,1±1,68	149,4±1,29
Среднештучная длина на начало опыта, мм	20,9±1,19	21,1±0,89
Период исследований, дней	13	
Среднештучная живая масса в конце опыта: мг % к контролю	507,5±6,72 100,0	524,4±5,28* 103,3
Среднештучная длина в конце опыта: мм % к контролю	29,9±2,16 100,0	30,2±1,90 100,7
Абсолютный прирост среднештучной массы: мг % к контролю	364,4±5,04 100,0	375,0±3,99* 102,9
Абсолютный прирост среднештучной длины: мм % к контролю	9,0±0,97 100,0	9,1±1,01 101,1
Среднесуточный прирост массы: мг/сут % к контролю	28,0±0,39 100,0	28,9±0,31* 103,0
Среднесуточный прирост длины: мм/сут % к контролю	0,69±0,07 100,0	0,7±0,08 101,4
Отход за период, %	34,6	28,9
Выход: % % к контролю	65,4 100,0	71,1 108,7
Кормовой коэффициент, ед.	2,2	2,2

Наилучшие результаты по выживаемости молоди были получены в опытной группе и составили 71,1 %, что на 5,7 п. п. выше по сравнению с контрольной группой.

На основании исследований, проведенных в ОАО «Опытный рыбхоз «Селец», разработаны технологические параметры подращивания личинок в условиях прудовой аквакультуры Республики Беларусь, которые представлены в табл. 3.37.

**Таблица 3.37. Технологические параметры подращивания личинок
ленского осетра до 500 мг**

Показатели	Единица измерения	Нормативные значения
1. Плотность посадки личинок в лотки, садки, бассейны	тыс. экз/м ²	0,7
2. Масса в конце подращивания	мг	500–550
3. Температура воды	°С	22,0–23,4
4. Кратность полного водообмена в лотке, садке, бассейне	раз/ч	1
5. Освещенность	лк	40–80
6. Продолжительность периода подращивания	сут	13–15
7. Уровень воды в лотках, садках, бассейнах	см	25–35
8. Содержание растворенного в воде кислорода	мг/л	7–9
9. Норма кормления		Ориентировочная норма корма в зависимости от температуры воды и массы рыбы приведена в таблице производителя кормов
10. Частота кормления		1 раз в 2 ч
11. Используемые корма		Стартовый корм выбранной фирмы, 0,2–1 мм
12. Выживаемость молоди, перешедшей на искусственные корма	%	71,1

3.7.4. Подращивание молоди ленского осетра до 3 г

Выращивание молоди ленского осетра до массы 3 г осуществляли в условиях инкубационного цеха ОАО «Опытный рыбхоз «Селец». Данные опыта представлены в табл. 3.38.

Т а б л и ц а 3.38. Опыт подращивания молоди ленского осетра до массы 3 г

Группа	№ лотка	Плотность посадки		Кормление
		тыс. экз/лоток	тыс. экз/м ²	
Контрольная	17	2,4	1,0	Стартовый корм выбранной фирмы, 0,2–1 мм
	18	2,4	1,0	
Опытная	22	1,68	0,7	
	23	1,68	0,7	

Опыты по выращиванию были продолжены в стеклопластиковых лотках. В качестве контрольной была оставлена та же плотность посадки молоди в 1,0 тыс. экз/м², в опытной группе она составила 0,7 тыс. экз/м².

Характеристика температурного и кислородного режимов водной среды отображена на рис. 3.8.

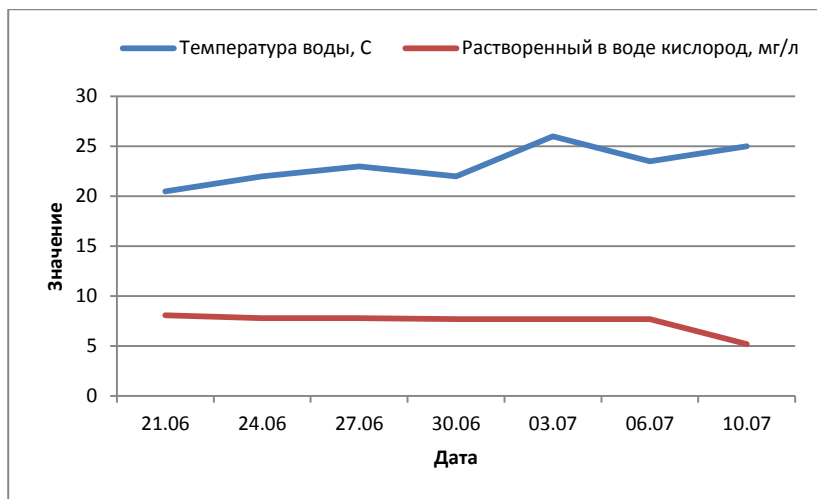


Рис. 3.8. Показатели температуры воды и растворенного в воде кислорода в период выращивания ленского осетра до 3 г

Анализируя данные рис. 3.8, можно отметить, что по основным показателям водной среды в период подращивания молоди наблюдались колебания температуры воды с 20,5 до 26,0 °C, а растворенного в воде кислорода с 5,2 до 8,1 мг/л.

Данные показатели находились на границе оптимума и пессимума, но не достигали минимальных значений по данному фактору.

Рыбоводные результаты выращивания молоди ленского осетра до 3 г представлены в табл. 3.39.

Т а б л и ц а 3.39. **Рыбоводные результаты выращивания молоди ленского осетра до 3 г**

Показатели	Группа	
	контрольная (n = 30)	опытная (n = 30)
Среднештучная живая масса на начало опыта, мг	507,5±6,72	524,4±5,82*
Среднештучная длина на начало опыта, мм	29,9±2,16	30,2±1,90
Период исследований, дней	35	
Среднештучная живая масса в конце опыта: мг % к контролю	3125,0±42,83 100,0	3380,0±44,49*** 108,2
Абсолютный прирост массы: мг % к контролю	2617,5±35,11 100,0	2855,6±38,67* 109,1
Среднесуточный прирост массы: мг/сут % к контролю	74,8±1,00 100,0	81,6±1,10 109,1
Выход: % % к контролю	66,8 100,0	70,5 105,5
Кормовой коэффициент, ед.	1,1	1,1

Анализ данных табл. 3.39 позволяет сделать вывод о том, что среднештучная масса молоди ленского осетра в конце периода 35-дневного выращивания в опытной группе была выше, чем в контрольной, на 8,2 % ($P \leq 0,001$) и составила 3380 мг, а абсолютный и среднесуточный приросты массы были в опытной группе выше по сравнению с контрольной на 9,1 %.

Самая высокая выживаемость молоди ленского осетра была получена в опытной группе и составила 70,5 %, что на 3,7 п. п. оказалось выше по сравнению с контрольной группой.

Таким образом, на основании проведенных в промышленных условиях исследований разработаны технологические параметры выращивания ленского осетра до 3 г.

Т а б л и ц а 3.40. Технологические параметры выращивания молоди до 3 г

Показатели	Единица измерения	Нормативные значения
1. Плотность посадки личинок в лотки, садки, бассейны	тыс. экз/м ²	0,7
2. Масса в конце подращивания	мг	3000
3. Температура воды	°С	22,0–24,0
4. Кратность полного водообмена в лотке, садке бассейне	л/мин	50
5. Продолжительность периода подращивания	сут	18–20
6. Уровень воды в лотках, садках, бассейнах	см	30–40
7. Содержание растворенного в воде кислорода	мг/л	7–9 (не ниже 6)
8. Норма кормления		Ориентировочная норма корма в зависимости от температуры воды и массы рыбы приведена в таблице производителя кормов
9. Используемые корма		Стартовый комби-корм 0,2–1 мм. В период интенсивного кормления следует периодически удалять из емкости не использованный рыбой корм и соблюдать гидро-химический режим
10. Выживаемость молоди массой 3 г	%	70,5

3.7.5. Выращивание сеголетков ленского осетра до 30 г в бетонных бассейнах

Дальнейшее выращивание мальков осуществлялось в бетонных бассейнах. Динамика содержания в воде растворенного кислорода и температуры представлена на рис. 3.9.

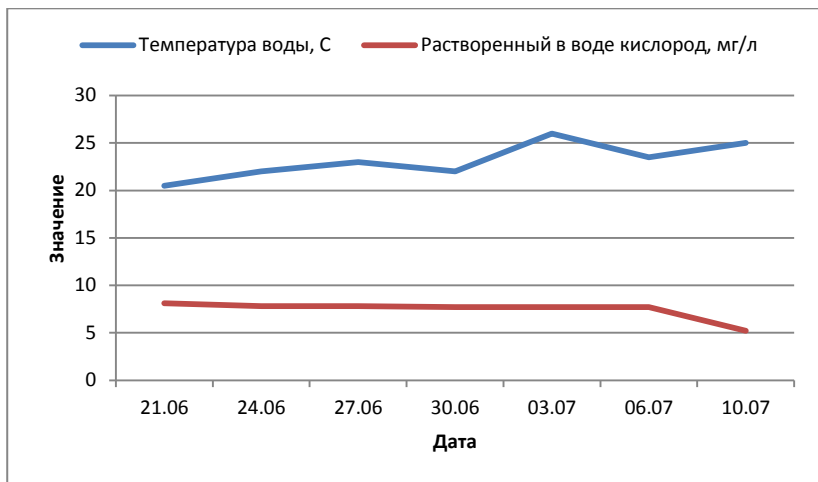


Рис. 3.9. Показатели температуры воды и растворенного в воде кислорода в период выращивания сеголетков ленского осетра в бетонных бассейнах

Анализируя данные рис. 3.9, можно отметить, что по основным показателям водной среды в период подращивания молоди наблюдались колебания температуры воды с 17,0 до 26,0 °C, а растворенного в воде кислорода с 4,2 до 8,0 мг/л.

Рыбоводные показатели выращивания представлены в табл. 3.41.

Т а б л и ц а 3.41. Рыбоводные показатели выращивания сеголетков ленского осетра до 30 г в бетонных бассейнах

Показатели	Группа	
	контрольная (n = 30)	опытная (n = 30)
1	2	3
Среднeshтучная живая масса на начало опыта, г	3,13±0,042	3,38±0,045***
Период исследований, дней	55	
Плотность посадки, экз/м ²	200	
Среднeshтучная живая масса в конце опыта:		
г	28,9±2,93	33,6±1,94*
% к контролю	100,0	116,3
Абсолютный прирост среднeshтучной массы:		
г	25,77±2,89	30,22±1,90*
% к контролю	100,0	117,3

Окончание табл. 3.41

1	2	3
Среднесуточный прирост массы: г/сут	0,47±0,05	0,55±0,03*
% к контролю	100	117,0
Отход за период, %	22,5	19,5
Выход:		
%	77,5	80,5
% к контролю	100	103,9
Кормовой коэффициент, ед.	1,3	1,3

На основании анализа данных табл. 3.41 можно заключить, что среднесуточная масса сеголетков ленского осетра в конце периода 55-дневного выращивания в бассейнах в опытной группе была выше, чем в контрольной, на 16,3 % ($P \leq 0,05$) и составила 33,6 г, при этом абсолютный прирост массы был выше на 17,3 %, а среднесуточный прирост на 17,0 % в опытной группе по сравнению с контролем.

Выход сеголетков ленского осетра по результатам исследований за 55 дней выращивания по опытной группе составил 80,5 %, что на 3,0 п. п. оказалось больше, чем за аналогичный период в контрольной группе.

3.7.6. Выращивание ленского осетра в условиях садковой линии на сбросных водах Лукомльской ГРЭС

Исследования проводились на базе садковой линии рыбхоза «Ново-лукомльский», участок Чашниковской ПМК-26.

Кормление на протяжении всего периода исследований осуществлялось комбикормом экономичным стартовым для осетровых рыб КЭ-115-1, а также «Aller Bronze», «Skretting Stella E-1P» и «Skretting Nutra HP», кроме этого применяли добавку к основному комбикорму Гепавекс.

Рыбоводные показатели выращивания.

Для выращивания на садковую линию была завезена молодь ленского осетра. Характеристика выращивания представлена в табл. 3.42.

Т а б л и ц а 3.42. Характеристика опыта по выращиванию ленского осетра в садковой линии

№ садка и линии	Объем садка, м ³	Плотность посадки, экз/садок	Средняя масса при посадке, г
Садок № 1 (линия 3)	10	667	52,0±4,09
Садок № 7 (линия 3)		752	30,0±3,46
Садок № 17 (линия 3)		230	29,0±2,51
Садок № 19 (линия 4)		1120	11,0±1,67
Садок № 28 (линия 4)		902	7,5±1,07

В соответствии с данными, приведенными в табл. 3.42, наибольшую среднюю массу в начале периода выращивания имели представители ленского осетра в садке № 1, где их средняя масса составила 52,0 г при плотности посадки 667 экз/садок. Минимальная среднештучная масса была отмечена в садке № 19 и составила 7,5 г при плотности посадки 902 экз/садок. Максимальная плотность посадки ленского осетра была в садке № 17, она составила 1120 экз/садок при среднештучной массе в 11,0 г. Объем всех исследуемых садков составил 10 м³.

Динамика среднештучной массы по садкам отражена на рис. 3.10.

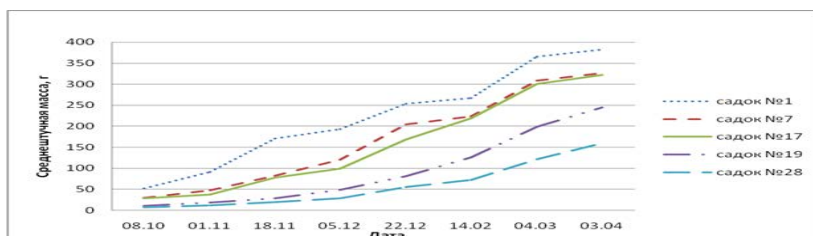


Рис. 3.10. Динамика среднештучной массы ленского осетра

На основании анализа данных рис. 3.10 можно заключить, что ленский осетр рос неравномерно: периоды активного роста были сопряжены с периодами его затухания (когда практически за месяц среднештучная масса увеличивалась всего на 20–30 г), что соответствует закону аутоэкологии о неравномерности развития биологических систем. Максимальная среднештучная масса в 382,7 г была отмечена в садке № 1 с наибольшей среднештучной массой в начале опыта (52,0 г), что оказалось выше на 52,3 г по сравнению с садком № 7, на 56,6 г по

сравнению с садком № 17 и на 138,4 и 222,8 г по сравнению с садками № 19 и 28 соответственно.

Рыбоводные показатели выращивания ленского осетра в садковой аквакультуре Республики Беларусь приведены в табл. 3.43.

Т а б л и ц а 3.43. Рыбоводные показатели выращивания
ленского осетра в садках

Показатели	№ садка				
	1	7	17	19	28
Группа	I опытная	II опытная	III опыт- ная	IV опытная	V опытная
Посажено всего, экз.	667	752	230	1120	902
Среднештучная масса в начале опыта, г	52,0±4,09	30,0±3,46	29,0±2,51	11,0±1,67	7,5±1,07
Биомасса в начале опыта, кг/садок	34,684	22,560	6,670	12,320	6,765
Вывлечено всего, шт.	587	699	216	941	721
Среднештучная масса в конце опыта, г	382,7±9,83	326,4±23,20	322,1±10,67	244,3±20,11	159,9±8,87
Биомасса в конце опыта, кг/садок	224,234	228,154	69,574	229,886	115,288
Выход, %	88,0	93,0	94,0	84,0	79,9
Прирост среднештучной массы, г	330,7	296,4	293,1	233,3	152,4

Согласно данным табл. 3.43, наибольшая биомасса в начале опыта была у ленского осетра в садке № 1, она составила 34,684 кг, что оказалось выше на 12,124 кг, чем в садке № 7, и на 22,364 кг, чем в садке № 19. Минимальная биомасса в начале опыта была отмечена в садках № 17 и 28, она составила 6,67 и 6,765 кг соответственно. В конце опыта максимальная биомасса была отмечена в садке № 19, она составила 229,886 кг, что оказалось выше на 5,652 и 1,732 кг по сравнению с садками № 1 и 7 соответственно.

Наибольшая выживаемость в конце опыта наблюдалась в садке № 17, она составила 94,0 %, что оказалось выше на 1,0 % по сравнению с садком № 7 (среднештучные массы в начале опыта были практически одинаковыми) и на 6,0, 10,0 и 14,1 % по сравнению с садками № 1, 19 и 28 соответственно. Минимальная выживаемость была в сад-

ках, где в начале опыта среднештучная масса ленского осетра была также минимальной (7,5 и 11,0 г).

Максимальный среднештучный прирост массы ленского осетра был отмечен в садке № 1 с максимальной среднештучной массой в начале опыта (52,0 г), он составил 330,7 г за период опыта. Минимальный среднештучный прирост массы ленского осетра был отмечен в садке № 28 с минимальной среднештучной массой в начале опыта (7,5 г), он составил 152,4 г за период опыта.

Наряду с рыбохозяйственными показателями выращивания ленского осетра проводилась оценка его по морфометрическим и морфофизиологическим показателям.

4. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

4.1. Морфофизиологическая характеристика сеголетков, выращенных в бетонных бассейнах

Кровь считается изменчивым типом соединительной ткани, она способна реагировать на воздействие различных факторов и приводит к равновесию между организмом и средой. Поскольку реакции ленского осетра на новые для него условия недостаточно изучены, исследование отклонений физиологического состояния его имеет большое практическое значение [258].

Считается, что у осетровых рыб можно проследить определенные закономерности в изменении показателей крови: например, в процессе индивидуального развития количество красных и белых клеток крови, гемоглобина и РОЭ постепенно увеличивается, а сами показатели могут кардинально отличаться от общепринятых норм в сложные периоды жизни рыб (различные заболевания, стрессы, половая зрелость и т. д.).

Показатели крови рыб позволяют оценить способность особи к адаптации в новых для нее условиях окружающей среды.

Результаты исследований гематологических показателей сеголетков ленского осетра представлены на рис. 4.1.



Рис. 4.1. Гематологические показатели сеголетков ленского осетра

Анализируя данные рис. 4.1, можно отметить, что содержание гемоглобина в крови сеголетков из опытной группы составило

54,57 г/л, что оказалось выше аналогичных показателей контрольной группы на 2,37 г/л, или 4,5 %. Поскольку гемоглобин крови рыб – это важный элемент в обеспечении организма кислородом, то, соответственно, более высокое содержание его обеспечивает наибольшую интенсивность обменных процессов и, как следствие, большие адаптационные возможности при сопротивлении неблагоприятным условиям выращивания.

При сравнении такого показателя, как общий сывороточный белок крови, также было отмечено повышение его значения в опытной группе на 8,9 % по сравнению с контрольной.

Общее количество эритроцитов в опытной группе оказалось на 3,7 % ниже, чем в контрольной, и составило 0,52 млн. шт/мкл, что, ввиду показателей гемоглобина крови ленского осетра, может быть связано с большим содержанием в крови сеголетков контрольной группы незрелых форм эритроцитов – ретикулоцитов.

Количество лейкоцитов в опытной группе было на 2,6 % выше, чем в контрольной, что также является положительным результатом, полученным в ходе проведенных исследований.

Сходные показатели, как в опытной, так и в контрольной группах, получены по скорости оседания эритроцитов – в опытной группе они были лишь на 0,2 % выше, чем в контрольной.

Необходимо отметить, что в целом основные показатели крови находились в рамках физиологической нормы для сеголетков осетровых рыб. Разница между этими показателями в опытной и контрольной группах была незначительна и статистически недостоверна.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что использование предлагаемых технологических элементов при получении сеголетков ленского осетра не оказывает отрицательного влияния на получаемый конечный продукт.

Для осетровых рыб, как и для большинства семейств рыб в целом, характерен лимфоцитарный профиль по показателям процентного соотношения отдельных видов лейкоцитов. Кроме лимфоцитов в состав белой крови входят моноциты, нейтрофилы, базофилы и эозинофилы.

Показатели лейкоцитарной формулы сеголетков ленского осетра представлены на рис. 4.2.

Анализируя данные рис. 4.2, можно сделать вывод о том, что по соотношению отдельных форм лейкоцитов у сеголетков ленского осетра преобладают над остальными именно лимфоциты, процент которых в опытной группе достиг 53,6 %, что оказалось на 0,6 п. п. выше, чем в контрольной.

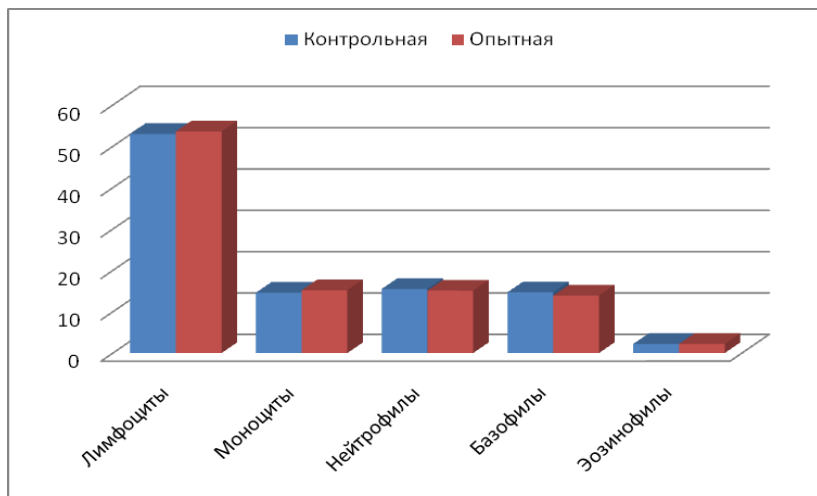


Рис. 4.2. Лейкоцитарная формула сеголетков, %

Что касается процентного содержания моноцитов, то их наибольшее значение было также отмечено в опытной группе и превысило показатели контрольной на 0,72 п. п.

Процент содержания нейтрофилов и базофилов в контрольной группе оказался незначительно выше аналогичного показателя по опытной группе.

Процентные показатели по таким клеткам крови, как эозинофилы, в ходе исследований имели одинаковое среднее значение, которое составило порядка 2,2 % от общего числа лейкоцитов в крови сеголетков.

Таким образом, необходимо отметить, что показатели лейкоцитарной формулы крови находились в пределах физиологической нормы для осетровых рыб исследуемого возраста, что свидетельствует о высоких адаптационных способностях молоди ленского осетра к новым для организма условиям среды.

Полученные результаты могут быть использованы в качестве гематологической нормы при оценке физиологического состояния ленского осетра при выращивании в рыбоводных хозяйствах Республики Беларусь.

Кроме показателей крови ленского осетра были изучены его морфометрические показатели. Результаты представлены на рис. 4.3 и 4.4.

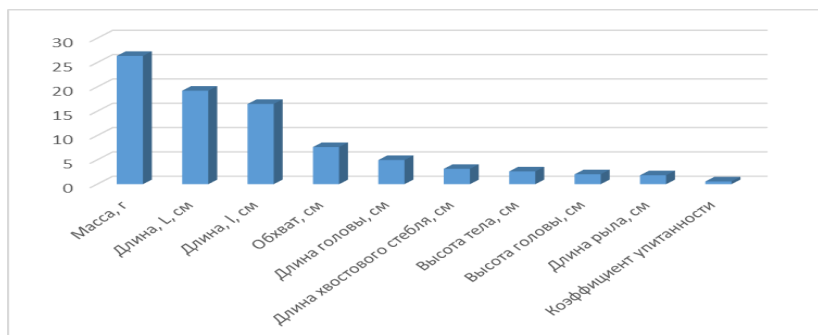


Рис. 4.3. Средние показатели основных морфометрических величин ленского осетра

Анализируя приведенные на рис. 4.3 данные, можно отметить, что все они имели достаточно качественные показатели и могут служить своеобразным эталоном для сеголетка массой порядка 30 г, выращенного в условиях аквакультуры Беларуси.

Индексы тела сеголетков ленского осетра представлены на рис. 4.4.

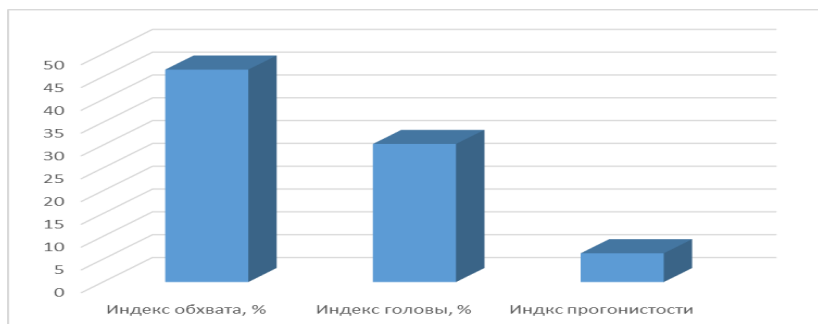


Рис. 4.4. Индексы тела сеголетков ленского осетра

Полученные результаты по индексам тела позволяют сделать вывод о качестве полученного материала ленского осетра, выращенного в аквакультуре Беларуси.

Биохимические исследования ленского осетра проводили для определения таких важных показателей, как содержание влаги, протеина, сухих и минеральных веществ. Результаты исследований представлены в табл. 4.1.

Т а б л и ц а 4.1. Биохимический состав тела сеголетков ленского осетра из бетонных бассейнов

Показатель	Содержание
Первоначальная влага, %	79,230
Гигровлага, %	4,700
Сухое вещество, %	19,790
Сырой протеин в сухом веществе, %	67,875
N, %	10,860
P, %	5,750
K, %	0,590
Ca, %	4,220
Mg, %	0,163
Cu, мг/кг	9,300
Zn, мг/кг	77,350

Полученные нами данные являются важным моментом во всестороннем изучении ленского осетра в аквакультуре Беларуси и рекомендуются для использования их в качестве нормативных значений для ленского осетра, выращенного в наших условиях.

Таким образом, на основании проведенных в промышленных условиях исследований предложены технологические параметры выращивания сеголетков ленского осетра (табл. 4.2).

Т а б л и ц а 4.2. Технологические параметры выращивания сеголетков

Показатель	Характеристика	Примечание
1	2	3
1. Бассейн для выращивания	Площадь – 15–20 м ² Глубина воды – 0,4–0,6 м Водообмен – 3–4 л/с	
2. Плотность зарыбления бассейна	Подращенную до 3,0 г молодь высаживают в бетонные бассейны при плотности посадки 200 экз/м ²	
3. Кормление	Осуществляется искусственным кормом согласно нормативам и рекомендациям	В течение выращивания
4. Контроль за условиями выращивания	Осуществляется за температурным, газовым и гидрохимическим режимами в бассейнах согласно нормативам для воды, используемой в емкостях с осетровыми рыбами	В течение выращивания
5. Контроль за поедаемостью	В случае появления в емкостях с рыбой достаточно большого количества неиспользованного корма рекомендуется проверить нормы кормления, физиологическое состояние рыб или состав корма. Корректировать рацион исходя из пищевой активности рыб	В промежутках между кормлениями

1	2	3
6. Контроль за ростом молоди	Осуществляется по данным контрольных обловов	На протяжении всего периода
7. Ихтиопатологический контроль	Осмотр молоди на предмет заболеваемости	Ежедневно
8. Выращивание, сут	Продолжительность выращивания в зависимости от динамики гидрохимических и абиотических показателей – порядка 55 сут; выживаемость – 80,5 %	

4.2. Морфофизиологическая характеристика ленского осетра из садковой линии

Морфометрическая характеристика ленского осетра.

Изучение внешних показателей осуществляли в конце периода выращивания. Результаты представлены в табл. 4.3.

Таблица 4.3. Морфометрические показатели ленского осетра из садковой линии

Показатель	№ садка				
	1	7	17	19	28
Группа	I опытная	II опытная	III опытная	IV опытная	V опытная
Среднештучная масса, г	382,7±9,80	326,4±23,80	322,1±10,60	244,3±20,50	159,9±8,90
Длина всей рыбы, см	44,5±0,75	42,2±0,64	41,9±0,59	38,6±0,88	34,1±1,21
Длина до конца средних лучей, см	39,4±0,68	37,1±0,75	36,9±0,84	33,2±0,86	29,8±1,12
Длина туловища, см	30,5±0,88	28,3±0,72	28,4±0,94	26,8±1,11	23,6±1,05
Длина головы, см	8,9±0,89	8,8±1,11	8,5±0,94	6,4±0,85	6,2±0,98
Наибольшая высота тела, см	5,6±0,35	5,5±0,44	4,9±0,52	4,7±0,65	4,6±0,69
Наименьшая высота тела, см	1,2±0,08	1,2±0,08	1,1±0,07	0,9±0,08	0,8±0,09
Длина хвостового стебля, см	4,5±0,44	4,5±0,31	4,3±0,38	4,2±0,41	3,8±0,36
Длина рыла, см	6,4±0,41	5,2±0,33	4,7±0,29	4,4±0,16	3,9±0,18

Анализ данных табл. 4.3 позволяет сделать вывод о том, что морфометрические показатели ленского осетра, выращенного в садковой линии, находились в прямой зависимости от конечной массы объектов. Так, максимальная длина всей рыбы и длина туловища у осетра из садка № 1 превосходила аналогичные показатели по остальным садкам, а минимальные значения были отмечены в садке № 28.

Морфофизиологическая характеристика ленского осетра.

Осуществлялась путем проведения вскрытия объекта и определения индексов отдельных частей тела. Результаты исследований представлены в табл. 4.4.

Т а б л и ц а 4.4. Индексы тела ленского осетра из садковой линии

Показатель	Значения
Средняя масса рыбы, г	302,70±12,100
Индекс сердца, %	0,45±0,040
Индекс печени, %	2,50±0,220
Индекс почек, %	0,39±0,110
Индекс селезенки, %	0,52±0,180
Индекс гонад, %	0,85±0,008
Индекс мозга, %	0,59±0,056
Индекс кишечника, %	3,50±0,590

Анализируя данные табл. 4.4, можно заключить, что полученный в результате выращивания материал ленского осетра имел хорошо развитые жизненно важные органы – высокий показатель индекса печени (2,50 %), гонад (0,85 %), мозга (0,59 %) и почек (0,39 %), что свидетельствует о качественном развитии всего организма рыб в условиях садковой аквакультуры.

Биохимические исследования ленского осетра.

Принято считать, что для любого животного смена привычной системы экологических параметров на искусственно созданные условия может нарушать общую направленность обмена веществ или отдельных биохимических реакций в процессе установления связи с новыми модифицирующими факторами внешней среды [259].

Осетровые обладают высокой адаптационной пластичностью. Наряду с этим важным качеством они способны накапливать в теле питательные вещества, поступающие в организм из окружающей среды. Для исследований был отобран ленский осетр в живом виде одного возраста и размера. Результаты исследований представлены в табл. 4.5.

**Т а б л и ц а 4.5. Биохимический состав тела ленского осетра
из садковой линии**

Показатель	Ленский осетр
Общая влага, %	76,61
Поверхностная влага, %	74,45
Гигровлага, %	8,46
Сухое вещество, %	23,39
Сырой протеин в сухом веществе, %	82,50
Сырой жир в сухом веществе, %	20,94
Сырая зола, %	6,36
N, %	13,20
Na, %	0,17
K, %	1,50
P, %	2,02
Ca, %	0,59

Анализ биохимического состава тела показал, что при выращивании в условиях садковой аквакультуры в организме ленского осетра накапливается более 80 % сырого протеина в сухом веществе, более 20 % сырого жира и более 6 % сырой золы.

Результаты исследования показателей крови ленского осетра садковой линии представлены в табл. 4.6.

Т а б л и ц а 4.6. Показатели крови ленского осетра из садковой линии

Показатели	Значение
Эритроциты, $10^{12}/л$	0,68
Лейкоциты, $10^9/л$	178,2
Лейкоцитарная формула, %:	
- лимфоциты	88,7
- моноциты	1,1
- эозинофилы	7,3
- нейтрофилы	—
- базофилы	2,9
Гемоглобин, $г/л^{-1}$	87,2

Анализируя данные табл. 4.6, следует отметить, что все основные исследуемые показатели крови ленского осетра находились в рамках физиологической нормы, что подтверждает качественность выращенной рыбы и оптимальность условий содержания ее в садковой линии, позволивших избежать болезней, стресса и патологий, которые нашли бы свое отражение в крови исследуемого объекта.

Таким образом, на основании проведенных в промышленных условиях исследований предложены технологические параметры выращивания ленского осетра в садковой аквакультуре (табл. 4.7).

Т а б л и ц а 4.7. Технологические параметры выращивания ленского осетра в садковой аквакультуре

Показатели	Характеристика	Примечание
1. Требования к садкам	Площадь – 10 м ² Глубина воды 1,0 м	
2. Плотность зарыбления	Подращенную до 29–30 г молодь высаживают в садки при плотности посадки 750 экз/садок	
3. Кормление	Осуществляется искусственным кормом согласно нормативам и рекомендациям	В течение периода
4. Контроль за условиями выращивания	Осуществляется за температурным, газовым и гидрохимическим режимами в садках согласно нормативам для воды, поступающей в садки с ленским осетром	В течение периода
5. Контроль за поедаемостью	Осуществляется визуально по активности рыб в период кормления. Для установления возможных причин необходимо исследовать сам корм, нормы его использования, состояние рыб, при необходимости корректировать рацион	После каждого кормления
6. Контроль за ростом молоди	Осуществляется по данным контрольных обловов минимум раз в декаду. Средней массы в 320–330 г молодь достигает за 90 сут. Биомасса в конце периода – 220–230 кг/садок	На протяжении всего периода
7. Ихтиопатологический контроль	Осмотр молоди на предмет заболеваемости	Ежедневно
8. Контроль за выживаемостью рыб	Осуществляется по данным контрольных обловов минимум раз в декаду. Выживаемость – 93 %	

5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ ЛЕНСКОГО ОСЕТРА

При выращивании любого водного объекта необходимо оценивать не только рыбоводные и морфофизиологические показатели, полученные в процессе проведения исследований, но и экономические аспекты, для того чтобы понять общую эффективность предлагаемой технологии в целом.

В ходе расчетов было учтено количество комбикормов и живого корма (отловленного из прудов), затраченных в процессе подращивания, стоимость полученной молоди рыб. Установлено, что предлагаемые нами новые научно обоснованные рыбоводно-технологические параметры по получению подращенной молоди ленского осетра в опытной группе за счет увеличения выживаемости личинки на 3,7 п. п. позволяют получить больше прибыли по сравнению с контрольной группой на 444000 руб. (145,6 у. е.), или 11716 руб./тыс. личинок (3,8 у. е.) (в ценах на октябрь 2013 г.).

Рассчитано, что предлагаемые нами новые рыбоводно-технологические параметры выращивания сеголетков ленского осетра в опытной группе за счет более высокой выживаемости (на 3,0 п. п.), позволяют получить больше прибыли по сравнению с контрольной группой на 91497 руб. (30,0 у. е.), или 4632 руб./тыс. сеголетков (1,5 у. е.) (в ценах на октябрь 2013 г.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработаны и научно обоснованы рыбоводно-технологические параметры выращивания ленского осетра, включающие нормативные значения, позволяющие повысить эффективность процессов инкубации икры, выдерживания предличинок, перевода личинок на искусственные корма, получения жизнестойкого рыбопосадочного материала, сеголетков и двухлетков ленского осетра в прудовой и садковой аквакультуре Беларуси, что в целом повышает экономическую эффективность выращивания.

2. Установлено, что использование комплекса витаминов А, D₃, Е в масле из расчета 0,3 мг/л воды при инкубации икры ленского осетра позволяет увеличить выход предличинок из икры на 11,1 %, стимулируя более ранний (на сутки) и одновременный выход молоди.

3. Выявлено, что применение разработанных рыбоводно-технологических параметров на этапе выдерживания предличинок ленского осетра позволяет получить среднее значение по выживаемости 64,6 %, среднештучную массу в конце периода выдерживания – 44,9 мг, снижая себестоимость по сравнению с контролем на 9,1 %, а на этапах перевода личинок на искусственные корма, подращивания и выращивания жизнестойкой молоди – увеличить среднештучную массу по сравнению с контролем на 4,4 %, 3,3 % и 8,2 %, а выживаемость – на 1,3 %, 8,7 % и 5,5 % соответственно.

4. Определено, что использование разработанных рыбоводно-технологических параметров при выращивании сеголетков ленского осетра в бетонных бассейнах позволяет повысить среднештучную массу на 16,3 % и выживаемость на 3,9 %; при выращивании в условиях садковой линии на сбросных водах ГРЭС – получить среднештучную массу ленского осетра в конце периода выращивания 326,40 г, биомассу 228,15 кг/садок и выживаемость 93,0 %.

5. Установлено, что применение рыбоводно-технологических параметров по выращиванию ленского осетра в бетонных бассейнах и в условиях садковой линии на сбросных водах ГРЭС позволяет получить сеголетков с коэффициентом упитанности – 0,57; соответствующей картиной крови – 54,57 г/л гемоглобина и 17,08 тыс/мкл лейкоцитов; биохимией тела – 67,87 % протеина, 19,79 % сухого вещества, 4,22 % кальция и двухлетков со следующими морфофизиологическими показателями: индекс печени – 2,50 %, гонад – 0,85 %, мозга – 0,59 % и почек – 0,39 %; содержанием в теле 82,5 % сырого протеина в сухом веществе, 20,94 % сырого жира и 6,36 % сырой золы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. М а л ю т и н, В. С. К истории рыбоводного освоения сибирского осетра *Acipenser baerii* реки Лена для целей акклиматизации и товарного выращивания / В. С. Малютин, Г. И. Рубан // Вопросы ихтиологии. – 2009. – Т. 49, № 3. – С. 389–395.
2. Р у б а н, Г. И. О состоянии осетровых в России / Г. И. Рубан, П. П. Ходоревская, В. Н. Кошелев // Астраханский вестник экологического образования. – 2015. – № 1 (31). – С. 42–50.
3. В о л к о в а, А. Ю. Оценка эффективности выращивания сибирского осетра (*Acipenser baerii* Brandt) в условиях Европейского Севера / А. Ю. Волкова // Генетика и разведение животных. – 2019. – № 3. – С. 41–47.
4. Обзор рынка аквакультуры государств – членов Евразийского экономического союза. – М. : ЕАЭС, 2019. – 62 с.
5. О Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 1 февр. 2021 г. № 59 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: https://pravo.by/upload/docs/op/C22100059_1612904400.pdf (дата обращения: 10.02.2021).
6. К о н ч и ц, В. В. Состояние и задачи развития осетроводства в Республике Беларусь / В. В. Кончиц, Р. А. Мамедов // Агропанорама. – 2008. – № 3. – С. 9–11.
7. К о н ч и ц, В. В. Первоочередные задачи развития осетроводства в Республике Беларусь / В. В. Кончиц // Рибогосподарська наука України. – 2008. – № 3 (5). – С. 68–72.
8. У с о в, М. М. Ихтиология : учеб.-метод. пособие / М. М. Усов, О. В. Усова. – Горки : БГСХА, 2020. – 168 с.
9. К о н ч и ц, В. В. Ленский осетр (*Acipenser baerii* Brandt) – перспективный объект рыборазведения в Беларуси / В. В. Кончиц, А. Л. Савончик // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. / Беларус. гос. с.-х. акад. ; редкол.: А. П. Курдеко (гл. ред.) [и др.]. – Горки, 2010. – Вып. 13. – С. 366–371.
10. М е л ь ч е н к о в, Е. А. Сибирский осетр обской популяции как перспективный объект аквакультуры / Е. А. Мельченков, О. В. Ситнова, Т. А. Канидьева // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2006. – № 9. – С. 50–54.
11. Ф и л и п п о в а, О. П. Перспективы выращивания гибрида русского осетра с сибирским осетром в России / О. П. Филиппова, С. Е. Зуевский // Стратегия 2020: интеграционные процессы образования, науки и бизнеса как основа инновационного развития аквакультуры в России : сб. тр. Междунар. науч.-практ. форума. – М. : Изд-во МГУТУ, 2009. – С. 56–66.
12. Рыбоводно-биологические нормы для эксплуатации прудовых и садковых хозяйств Беларуси / В. В. Кончиц, Р. А. Мамедов, В. Г. Костоусов [и др.]. – Минск, 2008. – 120 с.
13. Технологии и нормативы по товарному осетроводству в VI рыбоводной зоне / под ред. Н. В. Судаковой. – М. : Изд-во ВНИРО, 2006. – 100 с.
14. Редкие виды рыб Иркутской области / А. Н. Матвеев, В. П. Самусенок, А. Л. Юрьев [и др.] // Байкальский зоологический журнал. – 2011. – № 3 (8). – С. 28–41.
15. К о л ч е в а, Ю. А. Особенности биологии сибирского осетра / Ю. А. Колчева, А. А. Попова // Молодежь XXI века: образование, наука, инновации : материалы VII Всерос. студ. науч.-практ. конф. с междунар. участием, г. Новосибирск, 19–21 дек. 2018 г. : в 3 ч. / Ин-т естеств. и соц.-экон. наук ; под ред. А. С. Хомченко. – Новосибирск : НовГПУ, 2018. – С. 134–135.
16. М а й о р о в, Д. А. Сибирский осетр (*Acipenser baerii*) ленской популяции: краткая история введения в аквакультуру и мероприятия по обновлению генофонда / Д. А. Майоров, В. Е. Хрисанфов // Рыбное хозяйство. – 2016. – № 6. – С. 86–88.

17. Williot, P. Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt) farming in France / P. Williot // Cahiers d'Etudes et de Recherches Francophones. Agricultures. – 2009. – Vol. 18, № 2. – P. 189–193.

18. Д р я г и н, П. А. Биология сибирского осетра, его запасы и рациональное использование / П. А. Дрягин // Известия Всесоюзного научно-исследовательского института озёрного и речного рыбного хозяйства. – 1949. – Т. 29. – С. 3–51.

19. М и л ь ш т е й н, В. В. Осетроводство / В. В. Мильштейн. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Лег. и пищ. пром-сть, 1982. – 152 с.

20. С т р о г а н о в, Н. С. Акклиматизация и выращивание осетровых рыб в прудах (Эколого-физиологические и биохимические исследования) / Н. С. Строганов. – М. : МГУ, 1968. – 367 с.

21. З а х а р о в, А. Б. Сибирский осётр *Acipenser baerii* в реке Печора / А. Б. Захаров, М. Д. Туманов, С. Н. Шалаев // Вопросы ихтиологии. – 2007. – Т. 47, № 2. – С. 196–201.

22. Красная книга Российской Федерации. – URL: <https://redbookrf.ru/sibirskiy-osetr-zapadno-sibirskiy-pvid-obskiy-osetr-acipenser-baerii-baerii> (дата обращения: 24.05.2015).

23. Состояние запасов осетровых рыб в водных объектах Сибири / В. Р. Крохалевский, И. Б. Бабкина, А. М. Визер [и др.] // Вопросы рыболовства. – 2018. – Т. 19, № 3. – С. 269–284.

24. П о п о в, Н. В. Об охране и перспективе использования сибирского осетра в Якутии / Н. В. Попова, Ф. С. Матвеев // Научно-образовательная среда как основа развития агропромышленного комплекса арктических территорий: сб. тр. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 70-летию д-ра вет. наук, профессора, заслуженного деятеля науки Республики Саха (Якутия) А. И. Павловой, г. Якутск, 10 нояб. 2020 г. / Аркт. гос. агротехнол. ун-т ; ред. Л. П. Корякина. – Якутск : Дани-Алмас, 2021. – С. 362–365.

25. R u b a n, G. I. The Siberian Sturgeon *Acipenser baerii* Brandt / G. I. Ruban // Species Structure and Ecology / World Sturgeon Conservation Society. – Norderstedt, 2005. – 203 p.

26. П о н о м а р е в, С. В. Биологические основы разведения осетровых и лососевых рыб на интенсивной основе / С. В. Пономарев, Е. Н. Пономарева. – Астрахань : Изд-во АГТУ, 2003. – 255 с.

27. М а л ю т и н, В. С. Особенности экологии ленского осетра и пути его воспроизводства : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.10 / В. С. Малютин ; Всесоюз. науч.-исслед. ин-т мор. рыб. хоз-ва и океанографии. – М., 1980. – 26 с.

28. М а л ю т и н, В. С. Состояние и перспективы товарного осетроводства в стране / В. С. Малютин // Рыбное хозяйство. – 1991. – № 7. – С. 20–29.

29. Р у б а н, Г. И. Сибирский осётр *Acipenser baerii* Brandt (структура вида и экология) / Г. И. Рубан. – М. : ГЕОС, 1999. – 235 с.

30. П о д у ш к а, С. Б. Ленский осётр, сибирский осётр (*Acipenser baerii*) в рыбоводных хозяйствах Европейской части России / С. Б. Подушка // Проблемы и перспективы рационального использования рыбных ресурсов Сибири : материалы науч.-практ. конф., г. Красноярск, 23–26 нояб. 1999 г. / Красноярск. гос. пед. ун-т им. В. П. Астафьева ; ред. В. Н. Лопатин. – Красноярск, 1999. – С. 190–193.

31. Сибирский (ленский) осётр в аквакультуре. – URL: <http://arktikfish.com/index.php/ryba/41-sibirskij-lenskij-osetr> (дата обращения: 24.05.2015).

32. Содержание карнозина в мышечной ткани осетровых и их гибридов / М. В. Михайлова, В. Н. Прозоровский, К. В. Золотарёв [и др.] // Прикладная биохимия и микробиология. – 2020. – Т. 56, № 3. – С. 301–304.

33. Р у б а н, Г. И. О структуре вида сибирского осетра *Acipenser baerii* Brandt (*Acipenseridae*) / Г. И. Рубан // Вопросы ихтиологии. – 1998. – Т. 38, № 3. – С. 307–327.

34. Соколов, Л. И. Сибирский осетр *Acipenser baerii* Brandt реки Лены: (Систематика, биология, промысел) : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.00 / Л. И. Соколов ; Моск. гос. ун-т. – М. : МГУ, 1966. – 17 с.
35. Подлесный, А. В. Осетр (*Acipenser baerii stenorrhynchus* A. Nikolski) р. Енисей / А. В. Подлесный // Вопросы ихтиологии. – 1955. – Вып. 5. – С. 21–40.
36. Кириллов, А. Ф. Промысловые рыбы Якутии / А. Ф. Кириллов. – М. : Научный мир, 2002. – 194 с.
37. Рыбы Якутии. – URL: [https:// республика-саха-якутия.рф/stati/flora-i-fauna/sibirskii-osyotr.html](https://республика-саха-якутия.рф/stati/flora-i-fauna/sibirskii-osyotr.html) (дата обращения: 28.05.2015).
38. Бабушкин, В. Е. Сохранение и восстановление запасов сибирского осетра в Обь-Иртышском бассейне / В. Е. Бабушкин // Мир инноваций. – 2018. – № 3. – С. 2–6.
39. Волкова, А. Ю. Опыт и перспективы использования осетровых в аквакультуре Европейского Севера / А. Ю. Волкова // Генетика и разведение животных. – 2019. – № 2. – С. 84–89.
40. Матростова, И. В. Некоторые биологические характеристики сибирского осетра р. Лена / И. В. Матростова, Г. Г. Калинина, И. Г. Рыбникова // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана : материалы VI Междунар. науч.-техн. конф., г. Владивосток, 20–21 мая 2020 г. : в 2 ч. / Дальневост. гос. техн. рыбохоз. ун-т ; редкол.: О. Л. Щека [и др.]. – Владивосток, 2020. – С. 101–105.
41. Заделенов, В. А. Об одном подходе к созданию маточных стад ценных промысловых видов рыб в индустриальных условиях / В. А. Заделенов, Е. В. Дербинева (Иванова) // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2019. – № 2 (157). – С. 21–27.
42. Тимофеев, М. М. Промышленное разведение осетровых / М. М. Тимофеев. – М. : ООО «Изд-во АСТ»; Донецк : Сталкер, 2005. – С. 8–9.
43. Рубан, Г. И. Адаптивные эколого-морфологические особенности сибирского осетра (*Acipenser baerii* Brandt) / Г. И. Рубан // Биология внутренних вод. – 2019. – Вып. 1, № 2. – С. 71–78.
44. Акимова, Н. В. Гаметогенез и половая цикличность сибирского осетра в естественных и экспериментальных условиях / Н. В. Акимова // Особенности репродуктивных циклов у рыб в водоемах разных широт : сб. ст. / Ин-т эволюц. морфологии и экологии животных им. А. Н. Северцова ; отв. ред. Б. В. Кошелев. – М. : Изд-во «Наука», 1985. – С. 111–122.
45. Шатуновский, М. И. Внутривидовая изменчивость жизненных стратегий бореальных рыб на примере видов с широким ареалом / М. И. Шатуновский, Г. И. Рубан // Известия Российской академии наук. Серия биологических наук. – 2010. – № 4. – С. 486–497.
46. Вернидуб, М. Ф. Морфофизиологические этапы в развитии яиц и личинок осетровых рыб и их значение для рыбоводства / М. Ф. Вернидуб // Ученые записки Ленинградского государственного университета им. А. А. Жданова. Серия биологических наук. – 1951. – Вып. 29, № 142. – С. 75–106.
47. Власов, В. А. Фермерское рыбоводство / В. А. Власов. – М. : ООО «Столичная типография», 2008. – 168 с.
48. Надымов, А. Р. Влияние температурного режима воды на период инкубации икры сибирского осетра *Acipenser baerii* в условиях Белоярского рыбозавода / А. Р. Надымов // Катановские чтения – 2022 : сб. науч. тр., Абакан, 14 марта 2022 г. – Абакан : Изд-во ФГБОУ ВО «Хакас. гос. ун-т им. Н. Ф. Катанова», 2022. – С. 263–264.
49. Беляева, Е. С. Морфологические особенности заводской молоди осетровых / Е. С. Беляева // Первый конгресс ихтиологов России : сб. тез. конф., г. Астрахань, 1–30 сент. 1997 г. / Департамент по рыболовству Минсельхозпрод России, Межвед. ихтиол. комис., Науч. совет по проблемам гидробиологии и ихтиологии Рос. акад. наук,

Всерос. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва и океанографии. – Астрахань : Изд-во ВНИРО, 1997. – С. 405–406.

50. Б е л я е в а, Е. С. Оценка качества личинок и молоди на рыбоводных заводах по морфо-анатомическим признакам / Е. С. Беляева // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре : тез. докл. Междунар. симпозиума. – Краснодар, 1996. – С. 72–73.

51. Синаптическая пластичность головного мозга сибирского осетра при изменении параметров информационной среды / В. И. Лошенко, А. В. Сахаров, Е. И. Рябчикова [и др.] // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. – 2016. – № 3 (31). – С. 154–166.

52. Н и к и т е н к о, К. Конаковское чудо / К. Никитенко // Наука и жизнь. – 1981. – № 10. – С. 18–19.

53. Сибирский осетр *Acipenser baerii* (Brandt, 1869) (Acipenseridae) реки Енисей. Часть 1. Структура стада (обзор) / В. А. Заделенов, Е. В. Четвертакова, Е. А. Алексеева [и др.] // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2022. – Т. 16, № 12 (203). – С. 799–806.

54. Никольский, Г. В. Частная ихтиология : учеб. для биол. спец. ун-тов / Г. В. Никольский. – М. : Высш. шк., 1971. – 471 с.

55. П о д у ш к а, С. Б. Периодичность размножения осетровых / С. Б. Подушка // Экология и гистофизиология размножения гидробионтов : межвуз. сб. – Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1989. – С. 43–75.

56. Чусовитина, Л. С. Постэмбриональное развитие сибирского осетра (*Acipenser baerii* Brandt) / Л. С. Чусовитина // Искусственное разведение осетровых и сиговых рыб в Обь-Иртышском бассейне. – Тюмень: Тюмен. кн. изд-во, 1963. – С. 103–114.

57. Р у б а н, Г. И. Питание сибирского осетра *Acipenser baerii* рек Индигирка и Колыма / Г. И. Рубан, Л. А. Конопля // Вопросы ихтиологии. – 1994. – Т. 34, № 1. – С. 130–132.

58. М а и л к о в а, А. В. Сравнительная характеристика роста и развития гибридов осетровых рыб (ленский осетр + белуга и ленский осетр + русский осетр) при выращивании в тепловодной аквакультуре / А. В. Маилкова, А. Г. Новосадов, А. И. Никифоров // Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата : материалы и доклады Междунар. симп., г. Астрахань, 16–18 апр. 2007 г. / Астрахан. гос. техн. ун-т ; ред. Е. Н. Пономарева. – Астрахань, 2007. – С. 333–335.

59. Рыжков, Л. П. Выращивание осетровых в Карелии / Л. П. Рыжков, А. Ю. Волкова // Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата : материалы и доклады Междунар. симп., г. Астрахань, 16–18 апр. 2007 г. / Астрахан. гос. техн. ун-т ; ред. Е. Н. Пономарева. – Астрахань, 2007. – С. 362–364.

60. Редкие виды рыб Иркутской области / А. Н. Матвеев, В. П. Самусенок, А. Л. Юрьев [и др.] // Байкальский зоологический журнал. – 2011. – № 3 (8). – С. 28–41.

61. К о п о с о в, А. Е. Сибирский осетр *Acipenser baerii* в среднем течении реки Колымы / А. Е. Копосов, Ю. Н. Чекалдин // Вопросы рыболовства. – 2009. – Т. 10, № 1 (37). – С. 22–26.

62. Ч и п и н о в а, Г. М. Технологические особенности кормления молоди осетровых рыб при индустриальном выращивании : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.10 / Г. М. Чипинова ; Астрахан. гос. техн. ун-т. – Астрахань, 2006. – 24 с.

63. Сугралиева, А. С. Особенности производственных процессов кормления осетровых на ранних этапах онтогенеза в условиях ТОО «Caspian Royal Fish» (Атырау, Казахстан) / А. С. Сугралиева, А. С. Дулина, О. В. Удалова // Успехи современной науки. – 2017. – Т. 1, № 8. – С. 167–173.

64. Кормление рыб : краткий курс лекций / И. В. Поддубная // ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2016. – 91 с.

65. Ивойлов, А. А. Кормление годовиков сибирского осетра *Acipenser baerii* (Brandt, 1869) при пониженных температурах / А. А. Ивойлов, Н. Б. Рыбалова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 43. – С. 149–153.

66. Новосадов, А. Г. Морфофизиологическая и продукционная характеристики гибрида сибирского осетра *Acipenser baerii* и белуги *Huso huso* : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.02.06 / А. Г. Новосадов ; Всерос. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва и океанографии. – М., 2011. – 24 с.

67. Ефимов, А. Б. Рыбоводно-биологическая характеристика гибрида осетров русского и сибирского : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.10 / А. Б. Ефимов ; Всерос. науч.-исслед. ин-т пресновод. рыб. хоз-ва. – М., 2004. – 24 с.

68. Свирицкий, В. Г. Морфологическая характеристика амурского осетра (*Acipenser schrenckii* Brandt), сибирского осетра (*Acipenser baerii* Brandt) и гибрида между ними / В. Г. Свирицкий, В. И. Скирин // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. – Владивосток : Тип. ФГУП «Изд-во Даль-наука» ДВО РАН, 2005. – Вып. 3. – С. 466–478.

69. Паренский, В. А. Анализ стабильности морфологического облика и наследуемости признаков при гибридизации осетровых рыб / В. А. Паренский, В. И. Скирин, Н. С. Романов // Известия Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра. – 2008. – Т. 155. – С. 230–249.

70. Карпенко, Н. И. Селекционная работа в осетроводстве с начала становления до современного времени / Н. И. Карпенко // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны : материалы III Нац. науч.-практ. конф., г. Казань, 3–5 окт. 2018 г. / Казан. гос. энергет. ун-т ; под ред. А. А. Васильева. – Казань, 2018. – С. 118–125.

71. Катасонов, В. Я. Селекция рыб с основами генетики / В. Я. Катасонов, Б. И. Гомельский. – М. : Агропромиздат, 1991. – 208 с.

72. Валова, В. Н. Оценка физиологического состояния двухлеток осетровых при садковом выращивании в условиях тепловодного хозяйства / В. Н. Валова, В. М. Воропаева // Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата : материалы и доклады Междунар. симп., г. Астрахань, 16–18 апр. 2007 г. / Астрахан. гос. техн. ун-т ; ред. Е. Н. Пономарева. – Астрахань, 2007. – С. 442–445.

73. Магомаев, Ф. М. Опыт выращивания осетровых рыб в бассейнах Чиркейской ГЭС / Ф. М. Магомаев, Б. Н. Магомедов, В. Г. Чипинов // Инновационные технологии аквакультуры : тез. докл. Междунар. науч. конф., г. Ростов-на-Дону, 21–22 сент. 2009 г. / Юж. науч. центр Рос. акад. наук. ; отв. ред.: Г. Г. Матишов. – Ростов н/Д, 2009. – С. 88–89.

74. Рыбоводно-биохимическая оценка гибрида русский + ленский осетр в условиях Чиркейского водохранилища / Ф. М. Магомаев, И. К. Газимагомедова, Д. Н. Магомедгаджиева [и др.] // Вестник Дагестанского государственного университета. Серия 1, Естественные науки. – 2013. – № 6. – С. 162–167.

75. Лукьянов, С. В. Раннее развитие сибирского осетра *Acipenser baerii* (Acipenseridae) в условиях разной солености / С. В. Лукьянов, В. А. Кузнецов, Е. А. Лобачев // Вопросы ихтиологии. – 2018. – Т. 58, № 4. – С. 471–476.

76. Ручин, А. Б. Влияние фотопериода на рост, физиологические и гематологические показатели молоди сибирского осетра *Acipenser baerii* / А. Б. Ручин // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. – 2007. – № 6. – С. 698–704.

77. Оценка физиологического состояния ленского осетра при выращивании в условиях промышленных хозяйств / А. А. Иванов, П. П. Головина, Н. Н. Романова [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2008. – № 4. – С. 81–85.

78. С и м о н, М. Ю. Основные гематологические показатели осетровых видов рыб (*Acipenseridae*) (обзор) / М. Ю. Симон // Рибогосподарська наука України. – 2017. – № 1 (39). – С. 92–117.

79. Биохимические и морфофизиологические показатели русского осетра в современных экологических условиях Волго-Каспия / Г. Ф. Металлов, П. П. Гераскин, В. П. Аксёнов [и др.] // Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата : материалы и доклады Междунар. симп., г. Астрахань, 16–18 апр. 2007 г. / Астрахан. гос. техн. ун-т ; ред. Е. Н. Пономарева. – Астрахань, 2007. – С. 484–486.

80. М у х р а м о в а, А. А. Биохимические исследования крови сибирского осетра при кормлении кормами с различными добавками / А. А. Мухрамова, Е. К. Манашев, С. К. Койшибаева // Комплексные исследования биологических ресурсов южных морей и рек : материалы III Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, г. Астрахань, 25–27 сент. 2012 г. / Касп. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва. – Астрахань, 2012. – С. 86–88.

81. К о р а б е л ь н и к о в а, О. В. Физиолого-биохимические показатели осетровых рыб при выращивании в промышленных хозяйствах : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.10 / О. В. Корабельникова ; Всерос. науч.-исслед. ин-т пресновод. рыб. хоз-ва. – М. : ВНИИПРХ, 2009. – 25 с.

82. Б а с о н о в, О. А. Морфометрические показатели ремонтно-маточного стада русского и сибирского осетра в условиях УЗВ / О. А. Басонов, А. В. Судакова // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации : материалы V Нац. науч.-практ. конф., г. Калининград, 22–23 окт. 2020 г. / Калининград. гос. техн. ун-т ; под ред. А. А. Васильева. – Калининград : ООО «Амирит», 2020. – С. 34–37.

83. Д е р ж а в и н, А. Н. Воспроизводство запасов осетровых рыб / А. Н. Державин. – Баку, 1947. – 243 с.

84. М а т в е е в, Б. С. О задачах по изучению биологии развития осетровых рыб в условиях искусственного разведения / Б. С. Матвеев // Труды Института морфологии животных имени А. Н. Северцова Академии наук СССР. – 1951. – Вып. 5. – С. 123–128.

85. Д р а г о м и р о в, Н. И. Видовые особенности личинок осетровых рыб на стадии вылупления / Н. И. Драгомиров // Доклады Академии наук СССР. – 1953. – Т. 93, № 3. – С. 551–554.

86. Ч е б а н о в, М. С. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб : технический доклад ФАО по рыбному хозяйству / М. С. Чебанов, Е. В. Галич. – Анкара, 2013. – 370 с.

87. Г о р д и е н к о, О. А. Влияние пищевого рациона на физиологию выращивания молоди осетровых / О. А. Гордиенко, О. И. Тарковская // Рыбное хозяйство. – 1951. – № 2. – С. 41–43.

88. К о ж и н, Н. И. Биотехника разведения осетровых и принципиальная схема осетрового рыбоводного завода / Н. И. Кожин, Н. Л. Гербильский, Б. Н. Казанский // Осетровое хозяйство в водоемах СССР. – М. : Изд-во АН СССР, 1963. – С. 29–34.

89. П о д д у б н а я, И. В. Биохимические показатели крови ленского осетра, получающего йодированные дрожжи / И. В. Поддубная, А. А. Васильев // Ветеринария. – 2016. – № 10. – С. 49–53.

90. М и к р я к о в, В. Р. Влияние солей некоторых тяжелых металлов на картину белой крови молоди ленского осетра *Acipenser baerii* Brandt / В. Р. Микряков, Т. Б. Лапина // Вопросы ихтиологии. – 1997. – Т. 37, № 4. – С. 538–542.

91. Мильштейн, В. В. Выращивание молоди осетровых / В. В. Мильштейн // Рыбное хозяйство. – 1940. – № 6. – С. 31–34.
92. Мильштейн, В. В. Совершенствование биотехники разведения осетровых / В. В. Мильштейн. – М. : Пищ. пром-сть, 1964. – 24 с.
93. Мильштейн, В. В. Осетроводство / В. В. Мильштейн. – М. : Пищ. пром-сть, 1972. – 129 с.
94. Павлов, Д. С. Роль органов чувств при питании молоди осетровых рыб / Д. С. Павлов, Ю. Н. Скибкин, И. К. Попова // Зоологический журнал. – 1970. – Т. 49, № 6. – С. 872–880.
95. Беляева, В. Н. Поведение осетровых на ранних этапах онтогенеза / В. Н. Беляева, Р. П. Ходоревская // Труды Центрального научно-исследовательского института осетрового хозяйства. – 1972. – Т. 4. – С. 40–51.
96. Гербицкий, Н. Л. Развитие структуры и функции различных частей пищеварительной системы личинок осетровых в период перехода от желточного питания к усвоению пищи, поглощенной извне / Н. Л. Гербицкий // Тезисы докладов научной сессии Ленинградского государственного университета имени А. С. Пушкина. – Л. : Изд-во ЛГУ, 1954. – С. 54–55.
97. Богданова, Л. С. Сравнительная характеристика перехода на активное питание у личинок разных видов и экологических форм осетровых / Л. С. Богданова // Труды Центрального научно-исследовательского института осетрового хозяйства : Осетровые СССР и их воспроизводство. – М., 1967. – С. 196–202.
98. О целесообразности специального предзимнего кормления самок осетровых рыб в индустриальных условиях / М. А. Щербина, И. В. Бурлаченко, А. В. Мышкин [и др.] // Труды Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии. – 2019. – Т. 175. – С. 175–190.
99. Заикина, А. И. Применение уплотненных посадок молоди в осетровых прудах / А. И. Заикина // Рыбное хозяйство. – 1972. – № 5. – С. 16–17.
100. Чебанов, М. С. Эколого-генетические и технологические проблемы устойчивого развития осетроводства в России / М. С. Чебанов, Е. В. Галич // Аквакультура Европы и Азии: реалии и перспективы развития и сотрудничества : материалы Междунар. науч.-практ. конф., г. Улан-Удэ, 1–7 авг. 2011 г. – Улан-Удэ : Гос. науч.-произв. центр рыб. хоз-ва, 2011. – С. 190–192.
101. Янцев, А. В. Морфологические подходы в решении проблем воспроизводства сибирского осетра / А. В. Янцев, П. В. Приходько, В. И. Лошенко // Экология Южной Сибири и сопредельных территорий : материалы Междунар. науч. шк.-конф. студентов и молодых ученых, г. Абакан, 2–4 дек. 2015 г. : в 2 т. / Хакас. гос. ун-т им. Н. Ф. Катанова ; отв. ред. В. В. Аношин. – Абакан, 2015. – Т. 1, Вып. 19. – С. 127–128.
102. Аскеров, М. К. Применение комплексных удобрений для создания кормовой базы в прудах ОРЗ Азербайджана / М. К. Аскеров // Формирование запасов осетровых в условиях комплексного использования водных ресурсов : тез. докл. к предстоящ. Всесоюз. совещ. в окт. 1986 г. / Центр. науч.-исслед. ин-т осетр. хоз-ва ; отв. ред. В. С. Гарицкий. – Астрахань, 1986. – С. 24–26.
103. Аскеров, М. К. Нормативы минеральных удобрений (азотистых и фосфорных) для создания стабильной кормовой базы в прудах осетровых рыбободных заводов Азербайджана / М. К. Аскеров // Формирование запасов осетровых в условиях комплексного использования водных ресурсов : тез. докл. к предстоящ. Всесоюз. совещ. в окт. 1986 г. / Центр. науч.-исслед. ин-т осетр. хоз-ва ; отв. ред. В. С. Гарицкий. – Астрахань, 1986. – С. 26–28.

104. Забабурина, О. А. Сравнительная характеристика воспроизводства сибирского осетра Обского и Енисейских типов в производственных условиях ООО «Малтат» Красноярского края / О. А. Забабурина, О. А. Кинсфатор // Научные основы развития АПК : сб. науч. тр. по материалам XX Всерос. (нац.) науч.-практ. конф. с междунар. участием, г. Томск, 31 мая – 9 июня 2018 г. – Томск: ИЦ «Золотой колос», 2018. – С. 50–53.
105. Пономарев, С. В. Осетроводство на интенсивной основе / С. В. Пономарев, Д. И. Иванов. – М. : Колос, 2009. – 312 с.
106. Крохалевская, Н. Г. О формировании кормовой базы в осетровых прудах Тобольского рыбоводного завода (Тюменская обл.) в первые годы их эксплуатации / Н. Г. Крохалевская // Осетровое хозяйство внутренних водоемов СССР. – Астрахань, 1979. – С. 118–119.
107. Мещеряков, А. И. О повышении эффективности использования выростных прудов на заводах дельты Волги / А. И. Мещеряков // Осетровое хозяйство внутренних водоемов СССР. – Астрахань, 1979. – С. 159–160.
108. Кормовая база, питание и рост молоди севрюги в прудах Терского осетрового завода / Р. В. Афонич, А. П. Иванов, В. М. Стыгар [и др.] // Формирование запасов осетровых в условиях комплексного использования водных ресурсов : тез. докл. к предстоящ. Всесоюз. совещ. в окт. 1986 г. / Центр. науч.-исслед. ин-т осетр. хоз-ва ; отв. ред. В. С. Гарицкий. – Астрахань, 1986. – С. 32–35.
109. Афонич, Р. В. К вопросу о выращивании молоди осетровых в прудах при различных плотностях посадки / Р. В. Афонич, А. В. Соколова // Рациональные основы ведения осетрового хозяйства : тез. докл. науч.-практ. конф. / Центр. науч.-исслед. ин-т осетр. хоз-ва ; отв. ред. Г. А. Ширин. – Волгоград : ЦНИОРХ, 1981. – С. 19–20.
110. Сибирский осетр р. Лены как ценнейший объект товарного рыбоводства и акклиматизации во внутренних водоемах СССР / Л. С. Бердичевский, Л. И. Соколов, В. С. Малютин [и др.] // Биологические основы развития осетрового хозяйства в водоемах СССР. – М. : Наука, 1979. – С. 74–81.
111. Смольянов, И. И. Сибирский осетр в бассейнах Конаковского завода / И. И. Смольянов // Осетровое хозяйство внутренних водоемов СССР : тез. II Всесоюз. совещ., г. Астрахань, 26 февр. – 2 марта 1979 г. / отв. ред. В. И. Лукьяненко. – Астрахань, 1979. – С. 238–239.
112. Махмудбеков, А. А. О стандартном весе молоди осетровых, выпускаемой Куринскими заводами / А. А. Махмудбеков, Р. А. Маилян // За технический прогресс. – 1967. – № 3. – С. 15.
113. Лапшин, А. А. Жизнестойкость заводской молоди стерляди / А. А. Лапшин // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития : тез. докл. II Междунар. науч.-практ. конф., г. Астрахань, 21–22 нояб. 2001 г. – Астрахань, 2001. – С. 56–59.
114. Григорьева, Т. Н. Выращивание молоди осетровых массой выше общепринятого стандарта / Т. Н. Григорьева // Первый конгресс ихтиологов России : сб. тез. конф., г. Астрахань, 1–30 сент. 1997 г. / Департамент по рыболовству Минсельхозпрод России, Межвед. ихтиол. комис., Науч. совет по проблемам гидробиологии и ихтиологии Рос. акад. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва и океанографии. – Астрахань : Изд-во ВНИРО, 1997. – С. 415.
115. Григорьева, Т. Н. Выращивание молоди севрюги в прудах до массы, превышающей принятый стандарт / Т. Н. Григорьева, Д. Е. Кириллов // Сб. науч. тр. Касп. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва. – Астрахань, 2001. – С. 337–341.
116. Коккоза, А. А. О стандарте заводской молоди и путях повышения эффективности искусственного воспроизводства осетровых рыб / А. А. Коккоза, В. Е. Дубов // Вопросы рыболовства. – 2011. – Т. 12, № 1 (45). – С. 121–126.

117. Макаров, Э. В. Оценка выживаемости осетровой молодежи, выращиваемой донскими рыбодонными заводами / Э. В. Макаров // Тр. Всесоюз. науч.-исслед. ин-та мор. рыб. хоз-ва и океанографии. – 1964. – Т. 56. – С. 97–100.

118. Буруцев, И. А. К определению оптимальных размерно-весовых стандартов заводской молодежи осетровых для воспроизводства / И. А. Бурцев // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2009. – № 4. – С. 12–18.

119. Кокоза, А. А. О стандарте и некоторых других вопросах в осетроводстве / А. А. Кокоза // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2010. – № 1. – С. 103–106.

120. Беляева, В. Н. Выживаемость осетровых на разных стадиях развития в условиях различной солености / В. Н. Беляева, И. И. Болдырев // Разработка биологических основ и биотехники развития осетрового хозяйства в водоемах СССР : сб. ст. / Центр. науч.-исслед. ин-т осетр. хоз-ва. – Астрахань, 1968. – С. 114–116.

121. Кокоза, А. А. Возрастная динамика содержания гемоглобина в крови и сывороточного белка у неполовозрелых особей осетра и севрюги / А. А. Кокоза // Тез. отчет. сес. Центр. науч.-исслед. ин-та осетр. хоз-ва. – Астрахань, 1974. – С. 67–76.

122. Результаты выращивания и физиологическая оценка разноразмерной молодежи осетровых на ОРЗ дельты Волги / В. А. Крупный, Т. Н. Григорьева, А. П. Сливка [и др.] // Сб. науч. тр. Касп. науч.-исслед. ин-та рыб. хоз-ва. – Астрахань, 2001. – С. 437–443.

123. Оптимизация биотехники выращивания молодежи осетровых рыб комбинированным методом / С. В. Пономарев, Е. Н. Пономарева, Л. Ю. Лагуткина [и др.] // Проблемы современного товарного осетроводства : сб. докл. Первой науч.-практ. конф., г. Астрахань, 24–25 марта 1999 г. / Науч.-произв. центр по осетроводству «Биос»; отв. ред. Л. М. Васильева. – Астрахань, 2000. – С. 102–104.

124. Панкова, Д. Д. Перспективы выращивания сибирского осетра в условиях садкового хозяйства / Д. Д. Панкова, В. В. Кияшко, О. А. Гуркина // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации : материалы VII Нац. науч.-практ. конф., г. Петропавловск-Камчатский, 5–8 окт. 2022 г / под ред. И. В. Поддубной. – Саратов : ООО «Амирит», 2022. – С. 136–140.

125. Михеев, П. В. К вопросу выращивания сибирского и русского осетров в плавучих садках / П. В. Михеев, В. П. Михеев // Индустриальные методы рыбоводства : сб. науч. тр. Всерос. науч.-исслед. ин-та пресновод. рыб. хоз-ва. – М. : ВНИИПРХ, 1974. – Вып. 3. – С. 3–10.

126. Колодкова, Л. Г. Результаты опытно-производственных работ по выращиванию молодежи осетровых (шипа и стерляди) в сетчатых садках плавучего типа на ГТРВЗ-01Э в Саратовском водохранилище / Л. Г. Колодкова, А. А. Кокоза // Формирование запасов осетровых в условиях комплексного использования водных ресурсов : тез. докл. к предстоящ. Всесоюз. совещ. в окт. 1986 г. / Центр. науч.-исслед. ин-т осетр. хоз-ва ; отв. ред. В. С. Гарицкий. – Астрахань, 1986. – С. 147–149.

127. Абросимова, Н. А. Результаты выращивания молодежи осетра на искусственных гранулированных кормах / Н. А. Абросимова, Е. Г. Тарасьян // Рациональные основы ведения осетрового хозяйства : тез. докл. науч.-практ. конф. / Центр. науч.-исслед. ин-т осетр. хоз-ва ; редкол.: Г. А. Ширин (отв. ред.) [и др.]. – Волгоград, 1981. – С. 6–7.

128. Хаирова, А. Р. Эффективность использования кормов ленским осетром при выращивании в садках / А. Р. Хаирова, Е. В. Алексеев // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны : материалы II Нац. науч.-практ. конф., г. Санкт-Петербург, 13–15 сент. 2017 г. / М-во сел. хоз-ва Рос. Федерации [и др.] ; редкол.: А. А. Васильев [и др.]. – СПб., 2017. – С. 176–179.

129. Васильева, Л. М. Проблемы и перспективы развития аквакультуры осетровых рыб в современных условиях / Л. М. Васильева // Аквакультура осетровых рыб: проблемы и перспективы : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф., г. Астрахань, 10–12 окт. 2017 г. / Астрахан. гос. ун-т ; отв. ред. Л. М. Васильева. – Астрахань : АГУ, 2017. – С. 7–10.
130. Виноградов, В. К. Биотехника товарного осетроводства / В. К. Виноградов, Е. А. Мельченков // Аквакультура начала XXI века: истоки, состояние, стратегия развития : материалы Междунар. науч.-практ. конф., п. Рыбное, 3–6 сент. 2002 г. / ФГУП «Всерос. науч.-исслед. ин-т пресновод. рыб. хоз-ва» ; ред. А. М. Багров. – М., 2002. – С. 81–84.
131. Афанасьева, В. Г. Об искусственном воспроизводстве байкальского осетра / В. Г. Афанасьева // Осетровые на рубеже XXI века : тез. докл. Междунар. конф., г. Астрахань, 11–15 сент. 2000 г. / Касп. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва ; ред. Т. В. Васильева. – Астрахань, 2000. – С. 217–219.
132. Методические указания по формированию и эксплуатации маточных стад сибирского осетра / И. А. Бурцев, И. И. Смольянов, А. Д. Гершанович [и др.]. – М. : Ротапринт ВНИРО, 1984. – 23 с.
133. Методы выращивания производителей осетровых рыб с целью создания маточных стад для производства пищевой икры / В. И. Филатов, А. В. Ширяев, А. Ю. Киселев [и др.] // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2008. – № 2. – С. 27–30.
134. Подушка, С. Б. Получение икры у осетровых с сохранением жизни производителей / С. Б. Подушка // Науч.-техн. бюл. лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. – СПб., 1999. – Вып. 2. – С. 4–19.
135. Подушка, С. Б. Прижизненное получение икры у осетровых рыб / С. Б. Подушка // Биологические ресурсы и проблемы развития аквакультуры на водоемах Урала и Западной Сибири : тез. докл. Всерос. конф., г. Тюмень, 17–18 сент. 1996 г. / СибирьНИИпроект ; гл. ред. А. И. Литвиненко. – Тюмень, 1996. – С. 115–116.
136. Пельцам, Э. Д. Наставления к искусственному разведению стерляди / Э. Д. Пельцам. – Казань, 1886. – 24 с.
137. Михеев, В. П. Разведение стерляди в плавучих садках в условиях водохранилища / В. П. Михеев // Тез. отчет. сес. ЦНИОРХ, г. Астрахань, 6–10 марта 1972 г. – Астрахань, 1972. – С. 110–111.
138. Персов, Г. М. Методика работы с производителями стерляди / Г. М. Персов // Ученые записки Ленинградского университета. Серия биологических наук. – 1957. – Вып. 44, № 228. – С. 72–86.
139. Ariati, G. Principali aspetti tecnici suir allevamento degli storioni in Italia / G. Ariati, P. Bronzi // Convegno Intern. Parlimo di Acquacoltura Fossano. – Cuneo, 1994. – P. 45–47.
140. Авторское свидетельство SU 244793, МПК A01K. Способ получения икры от самок рыб : заявлено 11.12.1967 : опубл. 28.05.1969 / Бурцев И. А. – 3 с.
141. Бурцев, И. А. Рекомендации по повышению эффективности искусственного воспроизводства осетровых видов рыб / И. А. Бурцев. – Труды Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии : Аквакультура. – 2015. – Т. 153. – С. 165–174.
142. Астафьева, С. С. Оценка влияния препарата «Гвоздичное масло» на физиологическое состояние осетровых рыб / С. С. Астафьева, А. З. Анохина // Аквакультура осетровых рыб: проблемы и перспективы : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф., г. Астрахань, 10–12 окт. 2017 г. / Астрахан. гос. ун-т ; отв. ред. Л. М. Васильева. – Астрахань : АГУ, 2017. – С. 34–36.

143. Баюнова, Л. В. Влияние четырех C21-стероидов на созревание ооцитов у сибирского осетра (*Acipenser baerii* Brandt) / Л. В. Баюнова // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. – 2016. – Т. 52, № 6. – С. 385–392.
144. Влияние инъекций сурфагона на биохимический состав крови и структурные преобразования яичников самок гибрида русский осетр × ленский осетр (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833 × *Acipenser baerii* Brandt, 1869) в условиях замкнутого цикла выращивания / Г. Ф. Металлов, Е. Н. Пономарев, В. А. Григорьев [и др.] // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2018. – № 4. – С. 117–131.
145. Unusual conditions for Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt) spawning / D. Vizzano, F. Barrios, I. Astigarraga [et al.] // Journal of Applied Ichthyology. – 2006. – Vol. 22. – P. 325–330.
146. Bemis, W. E. Sturgeons rivers: an introduction to acipenseriform biogeography and life history / W. E. Bemis // Sturgeon biodiversity and conservation. – London : Kluwer Academic Publishers, 1997. – P. 167–183.
147. Birstein, V. J. Threatened fishes of the world (Acipenseridae) / V. J. Birstein // Sturgeon biodiversity and conservation. – London : Kluwer Academic Publishers, 1997. – P. 381–383.
148. Lamarque, P. *Acipenser baeri* en élevage a Donzacq (Landes) / P. Lamarque // Bull. Cent. d'etud et rech. sei. – Biarritz, 1979. – V. 12, № 3. – S. 545.
149. Sturgeon farming in Western Europe: Recent developments and perspectives / P. Williot, L. Sabeau, J. Gessner [et al.]. – 2001. – Vol. 14, № 6. – P. 367–374.
150. Reconnecting Fragmented Sturgeon Populations in North American Rivers / H. I. Jager, M. J. Parsley, J. J. Cech Jr. [et al.] // Fisheries. – 2016. – Vol. 41, № 3. – P. 140–148.
151. Ferguson, M. M. The status and distribution of lake sturgeon in Canadian provinces of Manitoba, Ontario and Quebec / M. M. Ferguson, G. A. Duckworth // Sturgeon biodiversity and conservation. – London : Kluwer Academic Publishers, 1997. – P. 299–309.
152. Матишов, Г. Г. Выращивание осетра в условиях замкнутого водоснабжения / Г. Г. Матишов, Е. Н. Пономарева, П. А. Балыкин // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2008. – Вып. 11. – С. 47–56.
153. Кожухова, Ю. А. Анализ скорости роста молоди ленского осетра *Acipenser baerii* в условиях ООО «Рыбоводный завод «Ярославский» / Ю. А. Кожухова // НИРС – первая ступень в науку : сб. науч. тр. по материалам XL Международной науч.-практ. студ. конф. / Ярослав. гос. с.-х. акад. ; гл. ред. В. Ю. Лобков. – Ярославль, 2017. – С. 133–137.
154. Смольянов, И. И. Технология формирования и эксплуатации маточного стада сибирского осетра в тепловодных хозяйствах / И. И. Смольянов. – М. : ВНИИПРХ, 1987. – 33 с.
155. Семенкова, Т. Б. Влияние пролактина на содержание липидов в тканях молоди сибирского осетра при различных температурах / Т. Б. Семенкова // Осетровое хозяйство водоемов СССР : тез. докл. к предстоящ. Всесоюз. совещ. 11–14 дек. 1984 г. / Центр. науч.-исслед. ин-т осетр. хоз-ва ; отв. ред.: Н. Е. Песериди [и др.]. – Астрахань, 1984. – С. 312–313.
156. Скворцова, Е. Г. Влияние электростатического поля на выживаемость икры и мальков ленского осетра *Acipenser baerii* / Е. Г. Скворцова, В. В. Шмигель, А. Д. Кутина // Повышение уровня и качества биогенного потенциала в животноводстве : сб. науч. тр. по материалам II Междунар. науч.-практ. конф., г. Ярославль, 21–22 сент. 2016 г. / Ярослав. гос. с.-х. акад. ; редкол.: Л. В. Воронова (гл. ред.) [и др.]. – Ярославль, 2016. – С. 87–91.

157. Скворцова, Е. Г. Использование электрополей для оптимизации процесса инкубации икры и получения жизнестойких личинок в рыбоводных хозяйствах / Е. Г. Скворцова, В. В. Шмигель, А. Д. Кутина // Повышение уровня и качества биогенного потенциала в животноводстве : сб. науч. тр. по материалам III Междунар. науч.-практ. конф., г. Ярославль, 25–26 окт. 2017 г. / Ярослав. гос. с.-х. акад.; редкол.: С. А. Гусар (гл. ред.) [и др.]. – С. 174–178.

158. Скворцова, Е. Г. Изучение воздействия электростатического поля на инкубацию икры и ранние стадии развития ленского осетра *Acipenser baerii* Brandt, 1869 / Е. Г. Скворцова, О. В. Филинская, А. И. Суконина // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны : материалы III Нац. науч.-практ. конф., г. Казань, 3–5 окт. 2018 г. / Казан. гос. энергет. ун-т; под ред. А. А. Васильева. – Казань, 2018. – С. 244–249.

159. Аскеров, М. К. Опыт выращивания молоди осетра до граммовой навески в бассейнах ВНИРО / М. К. Аскеров, А. Ш. Дадашов // Осетровые на рубеже XXI века : тез. докл. Междунар. конф., г. Астрахань, 11–15 сент. 2000 г. / Касп. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва; ред. Т. В. Васильева. – Астрахань, 2000. – С. 216–217.

160. Kolman, R. Jesiotry / R. Kolman. – Olsztyn : Wyd. IRS, 1999. – 136 s.

161. Kolman, R. Chów ryb jesiotrowatych / R. Kolman // Broszura IRS. – 1998. – № 177. – S. 1–16.

162. Пономарева, Е. Н. Технология выращивания и кормления ранней молоди осетровых рыб для последующего зарыбления выростных прудов заводов юга России / Е. Н. Пономарева, С. В. Пономарев, Л. Ю. Лагуткина. – Астрахань : Новая линия, 2002. – 8 с.

163. Ияздани Садати, М. А. Выращивание сибирского осетра (*Acipenser baerii* Brand) в бассейнах при астатичном температурном режиме : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.02.04 / М. А. Ияздани Садати; Рос. гос. аграр. ун-т. – М., 2006. – 23 с.

164. Тумакова, Е. В. Осетроводство: современное состояние и перспективы развития / Е. В. Тумакова, Е. А. Гордейченко // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых биотехнологий : сб. ст. / Саратов. гос. аграр. ун-т им. Н. И. Вавилова; под ред. А. В. Молчанова [и др.]. – Саратов : ИЦ «Наука», 2016. – С. 538–541.

165. Чертова, Е. Н. Товарное осетроводство на предприятиях ассоциации «Астраханьрыбхоз» / Е. Н. Чертова, С. М. Зуборев // Аквакультура осетровых рыб: проблемы и перспективы : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф., г. Астрахань, 10–12 окт. 2017 г. / Астрахан. гос. ун-т; отв. ред. Л. М. Васильева. – Астрахань : АГУ, 2017. – С. 10–13.

166. Семькина, А. С. Качество водной среды при выращивании ленского осетра в установке замкнутого водоснабжения / А. С. Семькина, М. Немцова, Т. В. Ельцов // Современные проблемы животноводства в условиях инновационного развития отрасли : материалы Всерос. науч.-практ. конф., с. Лесниково, 23 марта 2017 г. / Курган. гос. с.-х. акад. им. Т. С. Мальцева; редкол.: С. Ф. Суханова [и др.]. – Лесниково, 2017. – С. 189–192.

167. Опыт выращивания гибрида «русский осетр × ленский осетр» (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt et Ratzeburg, 1833 × *Acipenser baerii* Brandt, 1869) в установке замкнутого водоснабжения / О. А. Левина, И. П. Степанова, Г. Ф. Металлов [и др.] // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2015. – № 3 (7). – С. 17–25.

168. Скворцова, Е. Г. Особенности выращивания молоди ленского осетра в индустриальном рыбоводном хозяйстве ОАО «Волгореченскрыбхоз» / Е. Г. Скворцова, А. С. Демидова, А. А. Николенко // Состояние и пути развития аквакультуры в Россий-

ской Федерации в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны : материалы III Нац. науч.-практ. конф., г. Казань, 3–5 окт. 2018 г. / Казан. гос. энергет. ун-т ; под ред. А. А. Васильева. – Казань, 2018. – С. 250–253.

169. Г у р к и н а, О. А. Перспективы выращивания гибрида ленского осетра со стерлядьё в установке с замкнутым циклом водообеспечения / О. А. Гуркина, М. В. Симонова // Современные способы повышения продуктивных качеств сельскохозяйственных животных, птиц и рыб : материалы Нац. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 90-летию зоотех. фак., г. Саратов, 13–15 мая 2020 г. / Сарат. гос. аграр. ун-т им. Н. И. Вавилова ; под ред. О. М. Поповой [и др.]. – Саратов, 2020. – С. 180–184.

170. Сравнительные результаты выращивания чистых видов и гибридных форм сибирского и русского осетров / Е. А. Мельченков, В. А. Илясова, Т. А. Канидьева [и др.] // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2021. – № 2 (181). – С. 20–33.

171. Ш и б у к, С. А. Выращивание молоди ленского осетра в УЗВ ООО «Аква-ресурс» / С. А. Шибук // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых биотехнологий : сб. ст. / Сарат. гос. аграр. ун-т им. Н. И. Вавилова ; под ред. А. В. Молчанова [и др.]. – Саратов : ИЦ «Наука», 2016. – С. 564–568.

172. И с б е к о в, К. Б. Экономическая эффективность выращивания товарной продукции осетровых рыб в прудах и рыбоводных модулях с замкнутым циклом водоснабжения в рыбоводных хозяйствах Казахстана в сравнительном аспекте / К. Б. Исебеков, Е. В. Федоров, С. Ж. Асылбекова // Аквакультура осетровых рыб: проблемы и перспективы : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф., г. Астрахань, 10–12 окт. 2017 г. / Астрахан. гос. ун-т ; отв. ред. Л. М. Васильева. – Астрахань : АГУ, 2017. – С. 95–97.

173. Л а з о р е н к о, Д. С. Особенности выращивания сибирского осетра в ООО «Уральская форель» / Д. С. Лазоренко // Мир Инноваций. – 2017. – № 1. – С. 133–137.

174. В о л к о в а, А. Ю. Сравнительная характеристика рыбохозяйственных показателей различных видов осетровых при выращивании в естественных температурных режимах водоемов Республики Карелия / А. Ю. Волкова // Генетика и разведение животных. – 2020. – № 3. – С. 53–60.

175. К а р п у х и н, А. И. Перспективы использования гибридов осетровых рыб для выращивания в системах с замкнутым циклом водоснабжения / А. И. Карпухин, С. А. Ветров, И. А. Китаев // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны : материалы III Нац. науч.-практ. конф., г. Казань, 3–5 окт. 2018 г. / Казан. гос. энергет. ун-т ; под ред. А. А. Васильева. – Казань, 2018. – С. 141–146.

176. Прогноз продолжительности межнерестового интервала у осетровых рыб при содержании в бассейновом прямоточном хозяйстве / В. А. Илясова, Е. А. Мельченков, Т. А. Канидьева [и др.] // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2020. – № 6 (173). – С. 65–72.

177. К у п и н с к и й, С. Б. Границы возможного роста сибирского осетра / С. Б. Купинский, Е. А. Мельченков, Т. Г. Петрова // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – 2018. – № 34. – С. 140–155.

178. М и х е е в, В. П. К вопросу о значении высокой концентрации корма для личинок рыб в период перехода на активное питание / В. П. Михеев, Е. В. Мейснер // Труды Всероссийского научно-исследовательского института прудового рыбного хозяйства. – 1975. – Т. 24. – С. 83–85.

179. П е г а с о в, В. А. Опыт по переводу молоди бестера и белуги на искусственные корма / В. А. Пегасов // Рыбное хозяйство. – 1980. – № 6. – С. 39–41.

180. В и н о г р а д о в, В. К. Биотехника товарного осетроводства / В. К. Виноградов, Е. А. Мельченков // Аквакультура начала XXI века: истоки, состояние, стратегия разви-

тия : материалы Междунар. науч.-практ. конф., п. Рыбное, 3–6 сент. 2002 г. / Всерос. науч.-исслед. ин-т пресновод. рыб. хоз-ва ; ред. А. М. Багров. – М., 2002. – С. 81–84.

181. Л е п и л и н а, И. Н. Нарушения у предличинок осетровых при искусственном воспроизводстве / И. Н. Лепилина // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2004. – № 12 (37). – С. 121–123.

182. А ф о н и ч, Р. В. Значение корма на этапе смешанного питания у севрюги / Р. В. Афонич // Рыбное хозяйство. – 1966. – № 4. – С. 20–21.

183. У с о в, М. М. Применение раннего внесения кормов в емкости с предличинкой хищных видов рыб / М. М. Усов // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. / Белорус. гос. с.-х. акад. ; редкол.: А. П. Курдеко (гл. ред.) [и др.]. – Горки, 2012. – Вып. 15, Ч. 1. – С. 250–257.

184. К р а с н о д е м б с к а я, К. Д. Основные принципы биотехники перевода на экзогенное питание личинок сибирского осетра при бассейновом выращивании / К. Д. Краснодембская, Т. Б. Семенкова // Осетровое хозяйство водоемов СССР : тез. докл. к предстоящ. Всесоюз. совещ. 11–14 дек. 1984 г. / Центр. науч.-исслед. ин-т осетр. хоз-ва ; редкол.: Н. Е. Песериди (отв. ред.) [и др.]. – Астрахань : ЦНИОРХ, 1984. – С. 159–161.

185. Экономические и биотехнические аспекты искусственного воспроизводства ценных видов рыб в Российской Федерации / Т. П. Михелес, Н. А. Ермакова, Л. А. Петренко [и др.]. – М. : ВНИЭРХ, 2002. – 67 с.

186. Щ е р б и н а, М. А. Физиолого-биохимические аспекты кормления рыб / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин // Аквакультура начала XXI века: истоки, состояние, стратегия развития : материалы Междунар. науч.-практ. конф., п. Рыбное, 3–6 сент. 2002 г. / Всерос. науч.-исслед. ин-т пресновод. рыб. хоз-ва ; ред. А. М. Багров. – М., 2002. – С. 270–278.

187. С т е п а н о в а, Р. Н. Некоторые данные по выращиванию молоди осетра в морских садках / Р. Н. Степанова, И. В. Тренклер, Л. Л. Мочарук // Осетровое хозяйство водоемов СССР : тез. докл. к предстоящ. Всесоюз. совещ. 11–14 дек. 1984 г. / Центр. науч.-исслед. ин-т осетр. хоз-ва ; редкол.: Н. Е. Песериди (отв. ред.) [и др.]. – Астрахань : ЦНИОРХ, 1984. – С. 339–340.

188. Р е з а н о в а, Г. Н. Испытание экструдированного форелевого корма при выращивании осетровых / Г. Н. Резанова // Осетровое хозяйство водоемов СССР : тез. науч. докл. к предстоящ. Всесоюз. совещ. в нояб. 1989 г. / Касп. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва ; редкол.: В. П. Иванов (отв. ред.) [и др.]. – Астрахань, 1989. – С. 279–281.

189. Ш е в ч е н к о, В. Н. Выращивание сеголеток бестера в различных экологических условиях / В. Н. Шевченко, З. С. Зуева // Рациональные основы ведения осетрового хозяйства : тез. докл. науч.-практ. конф. / Центр. науч.-исслед. ин-т осетр. хоз-ва ; редкол.: Г. А. Ширин (отв. ред.) [и др.]. – Волгоград : ЦНИОРХ, 1981. – С. 272–274.

190. Об онтогенезе осетровых / О. А. Воробьева, Л. Т. Горбачёва, С. Э. Зубова [и др.] // Осетровое хозяйство водоемов СССР : тез. докл. к предстоящ. Всесоюз. совещ. 11–14 дек. 1984 г. / Центр. науч.-исслед. ин-т осетр. хоз-ва ; редкол.: Н. Е. Песериди (отв. ред.) [и др.]. – Астрахань : ЦНИОРХ, 1984. – С. 72–73.

191. Особенности кормления молоди осетровых. – URL: https://studexpo.net/451630/biologiya/osobennosti_kormleniya_molodi_osetrovyh_raznyh_etapah_ontogeneza (дата обращения: 10.02.2021).

192. С у х о в а, З. А. Новый комбикорм для сеголеток белуги / З. А. Сухова, Л. В. Пискунова, А. А. Попова // Повышение рыбопродуктивности внутренних водоемов Астраханской области. – Астрахань, 1992. – С. 54–56.

193. Афанасьева, В. Г. О выращивании молоди байкальского осетра в бассейнах / В. Г. Афанасьева // Формирование запасов осетровых в условиях комплексного использования водных ресурсов : тез. докл. к предстоящ. Всесоюз. совещ. в окт. 1986 г. / Центр. науч.-исслед. ин-т осетр. хоз-ва ; отв. ред. В. С. Гарицкий. – Астрахань, 1986. – С. 30–32.

194. Шевченко, В. Н. Стартовая кормосмесь для бестера / В. Н. Шевченко, Т. А. Ноякшева // Рациональные основы ведения осетрового хозяйства : тез. докл. науч.-практ. конф. / Центр. науч.-исслед. ин-т осетр. хоз-ва ; отв. ред. Г. А. Ширин. – Волгоград : ЦНИОРХ, 1981. – С. 255–256.

195. Пужалин, С. А. Подращивание молоди ленского осетра в садках / С. А. Пужалин, А. С. Семькина // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых биотехнологий : сб. ст. / Саратов. гос. аграр. ун-т им. Н. И. Вавилова ; под ред. А. В. Молчанова [и др.]. – Саратов : ИЦ «Наука», 2016. – С. 449–452.

196. Минчева, М. О. Исследование качества и кормовой ценности комбикорма SteCo Supreme-15 для осетровых рыб / М. О. Минчева, М. К. Гайнуллина // Наука молодых – будущее России : сб. науч. ст. 4-й Междунар. науч. конф. перспект. разраб. молодых ученых, г. Курск, 10–11 дек. 2019 г. : в 8 т. / Юго-Зап. гос. ун-т ; отв. ред. А. А. Горохов. – Курск, 2019. – С. 298–300.

197. Остроумова, И. Н. Биологические основы кормления рыб / И. Н. Остроумова. – СПб. : ООО «ИП-Комплекс», 2001. – 372 с.

198. Щербина, М. А. Практика кормления карповых и осетровых рыб в хозяйствах различных типов / М. А. Щербина, И. Н. Остроумова, Н. В. Судакова. – М. : Изд-во ВНИРО, 2008. – 161 с.

199. Васильева, Л. М. Особенности кормления молоди русского осетра, выращиваемой в садках от активной личинки / Л. М. Васильева, А. З. Юсупова // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2014. – № 2. – С. 19–20.

200. Козлова, Т. В. Использование в комбикормах суспензии хлореллы и жмыхов масличных культур при выращивании молоди ленского осетра (*Acipenser baerii* Brandt) / Т. В. Козлова // Animal agriculture and veterinary medicine. – 2021. – № 3 (42). – С. 12–15.

201. Гусева, Ю. А. Инновационное выращивание ленского осетра в садках / Ю. А. Гусева, А. А. Васильев. – Saarbrücken : Lambert Academic Publishing GmbH & Co, 2013. – 128 с.

202. Головин, П. П. Сравнительная оценка применения некоторых биологически активных препаратов при выращивании молоди ленского осетра (*Acipenser baerii* Brandt) / П. П. Головин, О. В. Корабельникова // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития : материалы докл. III Междунар. науч.-практ. конф., г. Астрахань, 22–25 марта 2004 г. / Всерос. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва и океанографии ; отв. ред. Л. М. Васильева. – Астрахань, 2004. – С. 243–244.

203. Испытание в аквакультуре биологически активных препаратов, повышающих иммунофизиологический статус рыб / П. П. Головин, Н. А. Головина, Н. Н. Романова [и др.] // Рыбное хозяйство. – 2008. – № 4. – С. 63–66.

204. Гуркина, О. А. Влияние кормов с биологически активными добавками на рост ленского осетра при технологии выращивания в УЗВ / О. А. Гуркина, М. А. Немцова // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны : материалы III Нац. науч.-практ. конф., г. Казань, 3–5 окт. 2018 г. / Казан. гос. энергет. ун-т ; под ред. А. А. Васильева. – Казань, 2018. – С. 66–73.

205. Тренклер, И. В. Стимуляция роста молоди белуги и гибрида белуга × шип гормональными препаратами / И. В. Тренклер, Т. Б. Семенова // Осетровое хозяйство

водоемов СССР : тез. науч. докл. к предстоящ. Всесоюз. совещ. в ноябре 1989 г. / Касп. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва ; редкол.: В. П. Иванов (отв. ред.) [и др.]. – Астрахань, 1989. – С. 324–325.

206. У д и н ц е в, С. Н. Применение порошка сухого чеснока и гуминовой кормовой добавки «Умитон» для повышения эффективности выращивания рыбопосадочного материала осетровых в аквакультуре / С. Н. Удинцев, Т. П. Жиликова, Г. В. Кинев // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2022. – Т. 16, № 9 (200). – С. 625–635.

207. В а л о в а, В. Н. Влияние биологически активных добавок на физиологический статус трехлеток гибридной формы (русский осетр × сибирский осетр) × амурский осетр / В. Н. Валова, Ю. А. Картукова // Высшая школа: научные исследования : материалы Межвуз. междунар. конгресса, г. Москва, 18 авг. 2022 г. – М.: Инфинити, 2022. – С. 148–156.

208. Повышение резистентности осетровых рыб на ранних этапах онтогенеза при использовании витаминных препаратов / Е. Н. Пономарева, С. В. Пономарев, М. И. Сорокина [и др.] // Вестник Южного научного центра РАН. – 2005. – Т. 1, № 1. – С. 41–44.

209. Результаты применения комплексного препарата «Гамавит» для повышения жизнестойкости осетровых рыб / Е. Н. Пономарёва, А. В. Ковалёва, А. Н. Степанова [и др.] // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2013. – № 2. – С. 178–186.

210. Влияние иммуномодуляторов Фоспренил и Гамавит на продуктивность осетровых рыб / Г. Г. Мехдиханов, Н. А. Козовкова, Д. П. Кузьмин [и др.] // Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные. – 2009. – № 4. – С. 49.

211. С е м ы к и н а, А. С. Анализ биохимических показателей крови ленского осетра при использовании в кормлении препарата «Виусид-Вет» / А. С. Семькина, А. А. Васильев, В. С. Григорьев // Аграрный научный журнал. – 2018. – № 8. – С. 43–46.

212. Влияние препарата «Абиопептид» на продуктивность ленского осетра (*Acipenser baerii*) при выращивании в садках / Ю. А. Гусева, А. П. Коробов, А. А. Васильев [и др.] // Рыбное хозяйство. – 2011. – № 2. – С. 94–98.

213. С е м е н о в, В. Г. К проблеме реализации биопотенциала осетровых рыб / В. Г. Семенов, Р. М. Мударисов, Д. А. Никитин // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4 (40). – С. 68–74.

214. Д е н и с е н к о, О. С. К вопросу о возможности комплексного использования в аквакультуре каротинсодержащих препаратов в составе искусственных комбикормов для осетровых видов рыб / О. С. Денисенко // Научное обозрение. Биологические науки. – 2019. – № 1. – С. 12–17.

215. Г у р к и н а, О. А. Анализ биохимических показателей крови ленского осетра при использовании в кормлении биологически активной добавки на основе глицирризиновой кислоты / О. А. Гуркина, А. С. Семькина, А. В. Аксенова // Теория и практика современной аграрной науки : сб. IV Нац. (Всерос.) науч. конф. с междунар. участием, г. Новосибирск, 26 февр. 2021 г. / Новосиб. гос. аграр. ун-т ; отв. ред. Н. В. Гаврилец. – Новосибирск, 2021. – С. 975–978.

216. Физиологическое состояние ленского осетра при использовании в кормлении экзополисахарида *Streptococcus thermophilus* / И. В. Поддубная, Л. В. Карпунина, А. А. Васильев [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, биотехнологии и морфологии : сб. науч. тр. Нац. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 70-летию заслуж. деятеля науки Рос. Федерации, д-ра биол. наук, проф. Х. Б. Баймишева, г. Кинель, 11–13 июня 2021 г. / Самар. гос. аграр. ун-т. – Кинель, 2021. – С. 35–38.

217. Г у р к и н а, О. А. Изучение влияния миллиметровой микроволновой терапии на рост и развитие ленского осетра при выращивании в УЗВ / О. А. Гуркина, О. Н. Руднева,

А. В. Крюков // Инновации в отрасли животноводства и ветеринарии : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию со дня рожд. и 55-летию труд. деят. заслуж. деятеля науки Рос. Федерации, заслуж. учен. Брян. обл., почет. проф. Брян. гос. аграр. ун-та, д-ра с.-х. наук Л. Н. Гамко, г. Брянск, 15–16 апр. 2021 г. / Брян. гос. аграр. ун-т ; ред. И. В. Малявко. – Брянск, 2021. – С. 41–45.

218. Влияние ультрадисперсных частиц сплава Cu-Zn и пробиотического препарата Ветом 1.1 на рост, развитие и гематологические показатели молоди ленского осетра / А. Е. Аринжанов, Е. П. Мирошникова, Ю. В. Килякова [и др.] // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации : материалы V Нац. науч.-практ. конф., г. Калининград, 22–23 окт. 2020 г. / Калинингр. гос. техн. ун-т, Сарат. гос. аграр. ун-т им. Н. И. Вавилова ; под ред. А. А. Васильева. – Саратов : ООО «Амирит», 2020. – С. 22–26.

219. Эффективность использования комбикормов ленским осетром при различных уровнях йода / О. Е. Вилутис, И. В. Поддубная, А. А. Васильев [и др.] // Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы : материалы VIII Всерос. науч.-практ. конф., г. Саратов, 1–31 марта 2014 г. / Сарат. гос. аграр. ун-т им. Н. И. Вавилова ; под ред. И. Л. Воротникова. – Саратов, 2014. – С. 163–166.

220. В и л у т и с, О. Е. Экономическая эффективность выращивания ленского осетра в садках при использовании биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» / О. Е. Вилутис, А. В. Вилутис // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны : материалы III Нац. науч.-практ. конф., г. Казань, 3–5 окт. 2018 г. / Казан. гос. энергет. ун-т ; под ред. А. А. Васильева. – Казань, 2018. – С. 39–42.

221. К о н ч и ц, В. В. Первоочередные задачи развития осетроводства в Республике Беларусь / В. В. Кончиц // Рибогосподарська наука України. – 2008. – № 3 (5). – С. 68–72.

222. М а м е д о в, Р. А. Современное состояние и перспективы развития товарного осетроводства в Беларуси/ Р. А. Мамедов // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва ; гл. ред. В. В. Кончиц. – Минск, 2006. – Вып. 22. – С. 134–137.

223. М а м е д о в, Р. А. Направления осетроводства в Республике Беларусь / Р. А. Мамедов // Актуальные проблемы аквакультуры и рационального использования водных биоресурсов. – Киев, 2005. – С. 152–154.

224. Р о г о в ц о в, С. В. Оценка жизнестойкости молоди осетровых рыб, выращенных в установках замкнутого водоснабжения Беларуси / С. В. Роговцов, Н. В. Барулин // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва ; под общ. ред. В. Ю. Агееца. – Минск, 2012. – Вып. 28. – С. 142–152.

225. Ш у м с к и й, К. Л. Влияние борной кислоты на качественные и количественные показатели сперматозоидов сибирского осетра в течение краткосрочного хранения / К. Л. Шумский, Н. В. Барулин, М. М. Усов // Животноводство и ветеринарная медицина – 2019. – № 1. – С. 3–10.

226. Д м и т р о в и ч, Н. П. Биохимические показатели крови молоди ленского осетра (*Acipenser baerii* (Brandt)) при применении суспензии водорослей в качестве биодобавки в комбикорма / Н. П. Дмитриевич // Вестник Полесского государственного университета. Серия природоведческих наук – 2018. – № 2. – С. 50–55.

227. А г е е ц, В. Ю. Влияние биологически активных веществ на морфофизиологические характеристики молоди ленского осетра при подращивании / В. Ю. Агеец, С. И. Докучаева, В. Д. Сенникова // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва ; под общ. ред. В. Ю. Агееца. – Минск, 2014. – Т. 30. – С. 111–120.

228. С е н н и к о в а, В. Д. Сравнительная характеристика гематологических показателей разноразмерных годовиков ленского осетра / В. Д. Сенникова, С. И. Докучаева // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва ; под общ. ред. В. Ю. Агееца. – Минск, 2016. – Вып. 32. – С. 162–168.

229. Докучаева, С. И. Зимнее содержание сеголетков ленского осетра в бетонных бассейнах отделения «Белоозерское» ОАО «Опытный рыбхоз «Селец» / С. И. Докучаева, В. Д. Сенникова // Континентальная аквакультура: ответ вызовам времени : материалы Всерос. науч.-практ. конф., г. Москва, 21–22 янв. 2016 г. / Всерос. науч.-исслед. ин-т ирригационного рыбоводства ; отв. ред. Г. Е. Серветник. – М., 2016. – С. 145–148.
230. Барулин, Н. В. Качество половых продуктов и посадочного материала в зависимости от рыбоводно-ихтиологических параметров родительских особей сибирского осетра / Н. В. Барулин, А. В. Волинец // Зоотехническая наука Беларуси. – 2019. – Т. 54, № 1. – С. 4–13.
231. Барулин, Н. В. Стратегия развития осетроводства в Беларуси / Н. В. Барулин // Наше сельское хозяйство. – 2020. – № 18 (242). – С. 80–83.
232. Клыков, Р. В. Особенности выращивания молоди сибирского осетра (*Acipenser baerii*) в условиях Енисейского филиала ФГБУ «Главрыбвод» – Белоярского рыбоводного завода / Р. В. Клыков, Д. А. Бычкова, Е. А. Данилова // Инновационные решения для повышения эффективности аквакультуры : материалы Всерос. науч.-практ. конф., г. Москва, 5 февр. 2019 г. / Всерос. науч.-исслед. ин-т ирригационного рыбоводства [и др.]. – М., 2019. – С. 169–175.
233. Пономарев, С. В. Осетроводство на интенсивной основе / С. В. Пономарев, Д. И. Иванов. – М. : Колос, 2009. – 312 с.
234. Описание корма для рыб. – URL: <https://www.aller-aqua.com/ru> (дата обращения: 20.05.2011).
235. Чебанов, М. С. Руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб / М. С. Чебанов, Е. В. Галич, Ю. Н. Чмырь. – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2004. – 148 с.
236. Зилов, Е. А. Гидробиология и водная экология (организация, функционирование и загрязнение водных экосистем): учеб. пособие / Е. А. Зилов. – Иркутск : Иркут. ун-т, 2008. – 138 с.
237. Киселев, И. А. Планктон морей и континентальных водоемов : в 2 т. / И. А. Киселев. – Л. : Наука, 1969. – Т. 1 : Вводные и общие вопросы планктологии. – 658 с.
238. Сборник классических методов гидробиологических исследований для использования в аквакультуре / Г. К. Плотников, Т. Ю. Пескова, А. Шкуте [и др.]. – Даугавпилс, 2017. – 283 с.
239. Гольд, З. Г. Общая гидробиология: учеб.-метод. пособие / З. Г. Гольд, В. М. Гольд. – Красноярск: Сиб. федерал. ун-т, 2013. – 159 с.
240. Долгин, В. Н. Гидробиология : учеб. пособие / В. Н. Долгин, В. И. Романов. – Томск : Изд. дом Томского гос. ун-та, 2014. – 236 с.
241. Чертопруд, М. В. Краткий определитель беспозвоночных пресных вод Центра Европейской России / М. В. Чертопруд, Е. С. Чертопруд. – М., 2005. – 185 с.
242. Брагинский, Л. П. Размерно-весовая характеристика руководящих форм прудового зоопланктона / Л. П. Брагинский // Вопросы ихтиологии. – 1957. – Вып. 9. – С. 188–191.
243. Кублицас, А. К. Методика сбора и обработки материала по питанию рыб / А. К. Кублицас // Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. – Вильнюс : Минтис, 1974. – Ч. 1. – С. 72–79.
244. Галатдинова, И. А. Методы рыбохозяйственных исследований : учеб.-метод. пособие / И. А. Галатдинова // Саратов. гос. агр. ун-т им. Н. И. Вавилова. – Саратов, 2016. – 49 с.
245. Стеффенс, В. Индустриальные методы выращивания рыбы / В. Стеффенс. – М. : Агропромиздат, 1985. – 383 с.
246. Чугунова, Н. И. Руководство по изучению возраста и роста рыб / Н. И. Чугунова. – М. : АН СССР, 1959. – 164 с.

247. Зарубина, Р. Ф. Анализ и улучшение качества природных вод. В 2 ч. Ч. 1. Анализ и оценка качества природных вод : учеб. пособие / Р. Ф. Зарубина, Ю. Г. Копылова. – Томск : Изд-во Томск политех. ун-та, 2007. – 168 с.
248. Зарубина, Р. Ф. Анализ и улучшение качества природных вод. В 2 ч. Ч. 2. Методы оценки качества природных вод : учеб. пособие / Р. Ф. Зарубина, Ю. Г. Копылова, А. Г. Зарубин. – Томск : Изд-во Томск. политех. ун-та, 2011. – 151 с.
249. Оценка экологического состояния малых водоёмов: учеб. пособие / Е. В. Лобуничева, М. Я. Борисов, И. В. Филоненко [и др.]. – Вологда, 2013. – 218 с.
250. Усов, М. М. Морфология и физиология рыб : лаб. практикум / М. М. Усов. – Горки : БГСХА, 2017. – 115 с.
251. Грушко, М. П. Гемопоз осетровых рыб / М. П. Грушко, О. В. Ложниченко, Н. Н. Федорова. – Астрахань : Триада, 2009. – 190 с.
252. Житенева, Л. Д. Основы ихтиогематологии (в сравнительном аспекте) / Л. Д. Житенева, Э. В. Макаров, О. А. Рудницкая. – Ростов н/Д : Эверест, 2004. – 312 с.
253. Иванова, Н. Т. Атлас клеток крови рыб (сравнительная морфология и классификация форменных элементов крови рыб) / Н. Т. Иванова. – М. : Лег. и пищ. пром-сть, 1983. – 64 с.
254. Михайлова, Ю. И. Оценка экономической эффективности научных исследований и разработок в товарном осетроводстве / Ю. И. Михайлова // Проблемы современного товарного осетроводства : сб. докл. Первой науч.-практ. конф., г. Астрахань, 24–25 марта 1999 г. / Науч.-практ. центр по осетроводству «Биос»; редкол.: Л. М. Васильева [и др.]. – Астрахань, 2000. – С. 50–53.
255. Dabrowski, K. Studies on role of exogenous proteolytic enzymes in digestion processes in fish / K. Dabrowski, J. Glogowsky // Hydrobiologia. – 1977. – Vol. 54, № 2. – S. 129–134.
256. Уголев, А. М. Пищеварительные процессы и адаптации у рыб / А. М. Уголев, В. В. Кузьмина ; Рос. акад. наук, Ин-т биологии внутр. вод им. И. Д. Папанина. – СПб. : Гидрометеиздат, 1993. – 239 с.
257. Киреева, И. Ю. Оценка физиологического состояния производителей русского осетра / И. Ю. Киреева, И. С. Кононенко // Научные ведомости Белгородского государственного университета. – 2010. – № 12. – С. 94–97.
258. Влияние условий выращивания на показатели крови осетров / О. А. Гуркина, О. Н. Руднева, Е. М. Рубанова [и др.] // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2022. – № 4 (71). – С. 216–220.
259. Гуцулюк, О. Н. Влияние пробиотических добавок на гематологические и рыбо-водные показатели годовиков русско-ленского осетра / О. Н. Гуцулюк // Самарский научный вестник. – 2015. – № 4 (13). – С. 113–116.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ЛЕНСКОГО ОСЕТРА	6
1.1. Экологические аспекты жизни ленского осетра	6
1.2. Технологические элементы выращивания осетровых.....	16
1.3. Опыт выращивания ленского осетра в аквакультуре	21
1.4. Технологические приемы при кормлении осетровых рыб	28
1.5. Применение веществ, способствующих стимуляции роста и развития ленского осетра	31
1.6. Некоторые исследования, проведенные с ленским осетром учеными Беларуси	34
2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ	39
3. РЫБОВОДНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ЛЕНСКОГО ОСЕТРА В ПРУДОВОЙ И САДКОВОЙ АКВАКУЛЬТУРЕ БЕЛАРУСИ	47
3.1. Инкубация оплодотворенной икры	47
3.2. Выдерживание предличинок до начала периода смешанного питания	48
3.3. Перевод личинок ленского осетра на искусственные корма	55
3.4. Подращивание личинок ленского осетра до массы 500 мг	65
3.5. Технологические режимы выращивания ленского осетра до 3 г	70
3.6. Выращивание сеголетков ленского осетра до 30 г в бетонных бассейнах	73
3.7. Производственные испытания по выращиванию ленского осетра	76
4. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	96
4.1. Морфологическая характеристика сеголетков, выращенных в бетонных бассейнах	96
4.2. Морфологическая характеристика ленского осетра из садковой линии	101
5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ ЛЕНСКОГО ОСЕТРА	105
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	106
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	107

Научное издание

Усова Оксана Владимировна
Усов Михаил Михайлович

РЫБОВОДНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
ПАРАМЕТРЫ ВЫРАЩИВАНИЯ
ЛЕНСКОГО ОСЕТРА
В ПРУДОВОЙ И САДКОВОЙ
АКВАКУЛЬТУРЕ БЕЛАРУСИ

Монография

Редактор *Н. Н. Пьянусова*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*

Подписано в печать 04.12.2025. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 7,44. Уч.-изд. л. 6,78.
Тираж 100 экз. Заказ .

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/52 от 09.10.2013.
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в Белорусской государственной сельскохозяйственной академии.
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.