

ЗООТЕХНИЯ

УДК 639.3.0.34

РЫБОВОДНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ВЫРАЩИВАНИЯ СИГОВЫХ РЫБ В УСТАНОВКАХ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

С. В. РОГОВЦОВ, Н. В. БАРУЛИН*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Беларусь, 213407***В. Г. КОСТОУСОВ***РУП «Институт рыбного хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь, 220024**(Поступила в редакцию 05.03.2018)*

Холодноводная аквакультура на основе лососевидных рыб является приоритетным направлением развития аквакультуры. Развитие индустриальной аквакультуры сиговых рыб на базе рециркуляционных установок предполагает возможность выращивания полноценных производителей для снижения зависимости от импорта икры и посадочного материала. Цель работы заключалась в изучении и установлении наиболее оптимальных рыбоводно-технологических параметров выращивания сиговых рыб в установках замкнутого водоснабжения. Экспериментальное выращивание молоди сига проводили на базе рыбоводного индустриального комплекса по выращиванию лососевых рыб УО БГСХА. Исходный материал (икра на стадии глазка) был получен с рыбозаводного завода Калининградской обл. (РФ) и доинкубирован в инкубационном цехе хозяйства. В результате проведенных исследований было установлено, что подращивание ранней молоди сиговых рыб (личинки) возможно при использовании естественных и искусственных кормов, при условии соответствия последних физиологическим требованиям сигов и показателям санитарной безопасности; кормление маточного стада можно осуществлять продукционными кормами для сиговых рыб и радужной форели; в условиях Беларуси и с учетом потребностей молоди наиболее эффективным способом подращивания является бассейновый; физиологическое состояние молоди сига при выращивании в бассейнах в УЗВ на монодиете зависит от качества применяемых кормов, при его соответствии физиологическим потребностям показатели развития рыб выше, чем при прочих методах выращивания; при совместном выращивании сигов и форели (в одном технологическом цикле установок замкнутого водообеспечения), следует ориентироваться на гидрохимические параметры для сига как более строгие.

Ключевые слова: аквакультура, обыкновенный сиг, установка замкнутого водоснабжения.

Coldwater aquaculture based on salmonids is a priority area for the development of aquaculture. The development of industrial aquaculture of whitefish on the basis of recirculating aquaculture systems implies the possibility of growing full-fledged producers to reduce dependence on imports of caviar and planting stock. The aim of research was to study and establish the most optimal fish breeding and technological parameters for the cultivation of whitefish in RAS. Experimental cultivation of young whitefish was carried out on the basis of a fish breeding industrial complex for growing salmon fishes of Belarusian State Agricultural Academy. The initial material (caviar at the stage of eye) was obtained from the fish farm of the Kaliningrad region (Russian Federation) and pre-incubated in the incubation shop of the farm. As a result of the conducted studies, it was established that the early juveniles of whitefish (larvae) can be cultivated by using natural and artificial feeds, provided that the latter meet the physiological requirements of whitefish and the indicators of sanitary safety. The feeding of broodstock can be done with production fodder for whitefish and rainbow trout. In the conditions of Belarus and taking into account the needs of the young, the most effective way of growing is the pool one. The physiological state of young whitefish grown in RAS pools on a mono-diet depends on the quality of the feed used, and if it conforms to physiological needs, the development indices of fish are higher than those with other methods of cultivation. When co-growing whitefish and trout (in one technological cycle of RAS), it is necessary to focus on hydrochemical parameters of whitefish as more stringent.

Key words: aquaculture, common whitefish, recirculating aquaculture system.

Введение

Холодноводная аквакультура на основе лососевидных рыб является приоритетным направлением развития аквакультуры в ряде стран, обеспечивая в сумме около 7 % объема выращиваемой в искусственных условиях рыбы. Большую часть этой продукции дает марикультура за счет культивирования атлантического лосося, тогда как в пресных водах основу объема выращивания составляет радужная форель (*Onchorinchus mikiz* Walb.) [7].

Государственной программой развития аграрного бизнеса на 2016–2020 годы предусмотрено значительно увеличение объемов выращивания товарной рыбы, в том числе и за счет увеличения доли ценных видов рыб в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) на базе рыбоводных индустриальных комплексов [3]. В связи с этим необходимо уделять внимание научным исследованиям, направленным на повышении эффективности выращивания рыбопосадочного материала ценных видов рыб в искусственных условиях [1, 2, 8, 9, 11].

УЗВ позволяют осуществлять круглогодичное выращивание любых видов аквакультуры вне зависимости от климатических условий при одновременном достижении максимальных показателей роста и продуктивности на фоне сбережения ресурсов и обеспечения экологической чистоты производственного процесса [3].

В Республике Беларусь выращиванию форели в последнее время уделяется повышенное внимание. Особенностью технологического цикла выращивания форели является наличие неравномерности загрузки инкубационных и выростных площадей, что связано с сезонностью получения исходного посадочного материала (икра, личинки, мальки). Последнее может служить основанием для расширения спектра выращиваемых видов за счет другой группы холодолюбивых рыб – сиговых [6].

Развитие индустриальной аквакультуры сиговых рыб на базе рециркуляционных установок предполагает возможность выращивания полноценных производителей для снижения зависимости от импорта икры и посадочного материала. Однако, выращивание сигов на монодиете в отсутствии сезонного фактора может сказываться на физиологическом состоянии рыбы и темпе полового созревания, а следовательно и репродукционных показателях. В тоже время известно, что производители сигов, выращенные на искусственных кормах, превосходят одновозрастных особей из естественных водоемов по размерам тела, показателям плодовитости и размеру икринок [5].

Цель работы заключалась в изучении и установлении наиболее оптимальных рыбоводно-технологических параметров выращивания сиговых рыб в установках замкнутого водоснабжения.

Основная часть

Экспериментальное выращивание молоди сига проводили на базе рыбоводного индустриального комплекса по выращиванию лососевых рыб УО БГСХА. Исходный материал (икра на стадии глазка) был получен с рыбозаводного завода Калининградской обл. (РФ) и доинкубирован в инкубационном цехе хозяйства. Молодь (личинки и мальки) вначале содержали в инкубационных проточных лотках, полезным объемом около 0,3 м³ при высоте столба воды 0,1–0,15 м, в дальнейшем перевели в круглые выростные бассейны (объем до 10 м³, высота столба воды – 0,5–0,8 м).

Лотки для подращивания и выращивания мальков размещались в освещенном помещении, исключая попадание прямых солнечных лучей. В ночное время освещение выключалось. Для предотвращения ухода рыбы с водой на вытоке лотков устанавливали рыбозаградитель в виде поперечной шторки или фонаря, с максимальным прижиманием к стенкам лотка. Для усиления эффекта изоляции боковые грани в месте контакта со стенками лотка использовались полоски поролона. Фильтрующим элементом служило мельничное сито (газ), с соответствующим размером ячеек. По мере роста молоди производили смену мельничного сита на более крупные номера. Для личинок массой 3–8 мг использовали мельничный газ №11, по достижении средней массы 30 мг газ №7. Для смены (очистки) рыбозаградителя использовали дополнительную шторку или фонарь. При этом временно перекрывали ток воды, рыбозаградитель открепляли и на его место устанавливали новый. Молодь, попавшую внутрь отгороженного пространства, осторожно отлавливали сачком. По достижении молодью массы 0,3 г газовые фонари заменяли на решетки из металлической сетки с ячейей 1,5–2 мм, а затем 4–8 мм.

Водоснабжение лотков (бассейнов) было принудительным. Непосредственно в лоток вода попадала через кран водоподающей системы, индивидуально для каждого лотка. Максимальный расход воды на один лоток составлял 0,6 л/сек. В ходе выращивания осуществляли систематический контроль над расходом воды в бассейне с учетом роста рыбы и температуры воды. Благоприятная температура воды для роста молоди сигов массой до 1 г верхний предел температуры составлял 20 °С, для молоди массой свыше 1 г (3–5 г и более) – 17–19 °С, т. е. с ростом верхний порог температур для сигов снижался.

Кормление ранней молоди осуществляли специальными стартовыми кормами. Однако из-за дефицита пищеварительных ферментов, личинки сразу неохотно брали искусственный корм. По этой причине первые 3–5 суток использовали его в малом количестве вместе с живыми науплиями артемии. Переход от смешанного на экзогенное питание заканчивался полным переходом на искусственные корма. Кормление было многократным небольшими дозами. Корм вносился исходя из суточного рациона (10–20 % от массы тела личинок) 24 раза в светлое время суток с интервалом в 30 минут. Кормление науплиусами артемии проводилось в течение первых десяти дней после выклева в следующем режиме: первые три дня рацион состоял из науплиусов артемии в объеме 20–25 % из расчета массы тела личинок 3 мг; последующие четыре дня рацион составлял на 50% из живого корма и на 50 % из сухих стартовых кормов из расчета массы тела личинок 4 мг;

следующие три дня доля науплиусов артемии постепенно снижалась до нуля, искусственный корм в конце периода составлял 100 % суточного рациона из расчета массы тела личинок 5 мг.

В качестве сухих кормов использовали гранулированные стартовые и производственные корма производства BioMar, Дания и Aller-Aqua Polska, Польша. При переходе от более мелкой к крупной грануле, последнюю в первое время дробили для лучшего привыкания. Кормление осуществляли вручную. При ручной раздаче корма с интервалом 1 час в светлое время суток коэффициент оплаты корма достигал 1,5–2,0. Повышение эффективности кормления достиглось за счет увеличения частоты (через 20–30 мин) и снижения разовых порций корма. Суточные дозы корма на протяжении периода выращивания подвергались корректировке в зависимости от массы тела рыб и температуры воды.

На протяжении всего периода выращивания производили постоянный контроль за ростом, выживаемостью личинок и молоди, вели учет кормового коэффициента. Определение величины отхода производили ежедневно во время чистки бассейнов. Корректировку суточных норм кормления производили с учетом отхода ежедневно. Нормы кормления уточняли по данным контрольных обловов, которые проводили каждые 5 суток – при массе рыб до 1 г. После каждого контрольного облова определяли среднюю массу рыбы в каждом бассейне, прирост рыбы за период, подсчитывали количество выданного корма, рассчитывали кормовой коэффициент.

Первую сортировку проводили при достижении молодью навески 0,4 г. По мере роста молоди и увеличения различий между особями по массе тела производили повторные сортировки.

Завоз икры балтийского сига на стадии «глазка» осуществлен в марте, в количестве 100 тыс. шт. По доставке икра была размещена в два инкубационных аппарата Вейса (объем 8 л) до полного выклева личинок. Перевозка икры производилась фактически на стадии выклева, что сказалось на выходе живых личинок. Из общего количества икры было получено 27,8 тыс. личинок, которые были размещены на дальнейшее подращивание в лотках инкубационного модуля комплекса в течение 30 суток. Полученные личинки разделили на группы, с плотностью посадки в контрольной 30 тыс. экз./м³, опытной – 50 тыс. шт./м³, в двух повторностях. В первые 3–5 суток для выработки кормового рефлекса и нормального функционирования ферментативной системы личинкам давали науплиев и яйца артемии. Норма дачи составила 50–70 % от массы личинки. При переходе к искусственным кормам вначале использовали стартовый форелевый Aller Future 00 (Aller Aqua), а в последующем – ИНИЦИО Плюс Джи (BioMar) с размером крупки 0,4 мм. Частота кормления 8–10 раз в светлое время суток, норма кормления – по поедаемости, по мере роста сократили частоту дачи корма до 4 раз в сутки. Наибольшие приросты у молоди на первых этапах развития отмечаются в весовом росте, по нему же отмечена и максимальная скорость роста. За первые 30 суток подращивания молодь увеличила массу на 217–384 %, за последующие 30 суток достигла навески 26,9–211 мг. Среднемесячный отход за первый месяц по вариантам составил: в опытной группе – 82,4 %, в контрольной – 68,8 %.

Анализ питания молоди в первые пять дней перехода к экзогенной пище показал, что комбикорм присутствовал у 30 % обследованных личинок, артемия отмечена у 86 %. Основная причина отхода личинок на первых этапах подращивания, на наш взгляд, несоответствие качества применяемых стартовых кормов (Aller future) физиологическим потребностям молоди. Как только молодь перевели на кормление кормами ИНИЦИО, отход личинок резко сократился.

Эффективность стадии подращивания личинок во многом зависела от качества питания молоди, определяющем выживаемость и темп роста. Рост являлся косвенным показателем развития и органогенеза на стадии перехода от эндогенного к экзогенному питанию. В питании ранней молоди сигов в естественных условиях основное место занимает зоопланктон. Использование типовых (форелевых) комбикормов на ранних стадиях развития в виде монодиеты привело к задержке роста и гибели части личинок сигов, поскольку последние были еще не в состоянии усваивать высокомолекулярные белковые соединения, свойственные большинству кормовых компонентов фабричных комбикормов. В этой связи, на первых этапах подращивания ранней молоди в рацион сиговых входили и живые корма. После завершения формирования дефинитивных органов пищеварения и продуцирования эндопротеаз в необходимом количестве, роль живых кормов была снижена в пользу искусственных. После 30 суток выращивания средняя масса молоди составила 0,07 г при средней длине тела 2,3 см. В последующие 30 суток выращивание вели в тех же лотках и повторностях, при остаточной численности, средняя масса особей составила 0,33 г, средняя длина 3,6 см, к середине июня достигла соответственно 1,75 г и 6,3 см.

Данные по динамике весового роста молоди сига в первые три месяца представлены на рис. 1. По достижении молодью сига средней длины 5–6 см был произведен облов и учет, с последующей пересадкой для дальнейшего выращивания.

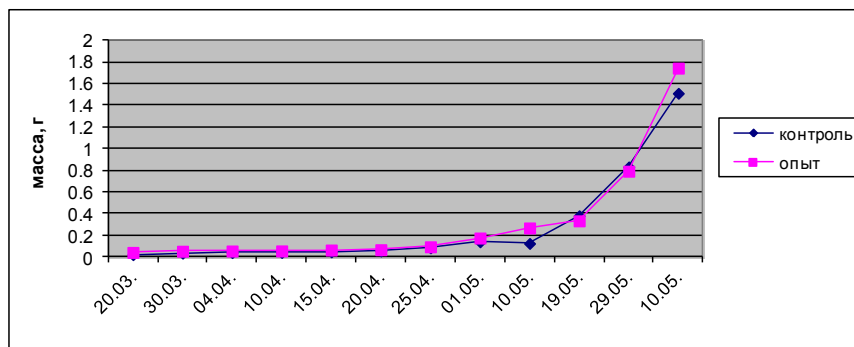


Рис. 1. Динамика весового роста молоди сига в лотках УЗВ

Дальнейшее выращивание молоди контрольной и экспериментальной групп проводили совместно (интегрированная группа) в круглом бассейне выростного модуля комплекса. Последнее объясняется отсутствием наличия свободных площадей. Первую половину периода выращивания молодь кормили кормом ИНИЦИО Плюс 901 (производитель BioMar, Дания) с размером крупки 0,5 мм, вторую – с размером крупки 1,1 мм, в последующем перешли на корма ЭФИКО альфа (того же производителя), с размером крупки 1,5 мм. Частота кормления 4 раза в светлое время суток, норма кормления – 2,8–3,0 % в зависимости от температуры. Во избежание непродуктивного перерасхода корма и загрязнения среды разовую норму кормления сокращали по снижению кормовой активности рыб, приводя в соответствие норму дачи со средней массой рыб.

После пересадки и привыкания к новому рациону темп роста молоди выравнился и к концу августа масса сига достигла 20–25 г, при длине тела 12–14 см, а к началу ноября – 80 г.

Динамика общего роста молоди за этот период отражена на рис. 2.

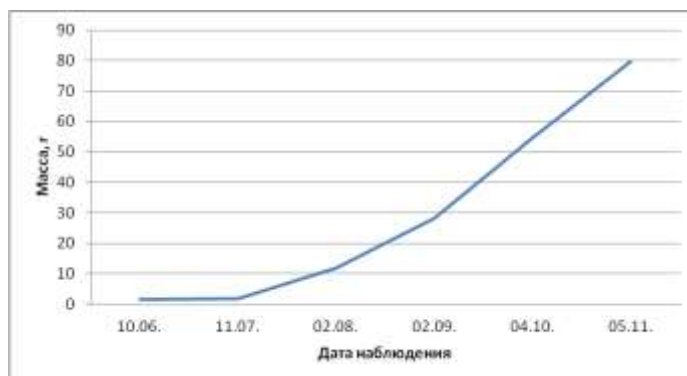


Рис. 2. Динамика весового роста молоди сига в интегрированной группе

В процессе выращивания проводили учет выжившей молоди. Установлено, что максимальные величины отхода зафиксированы на этапах смешанного питания и при переводе на кормление сухими кормами. В опытной и контрольной группах с переходом на полноценные искусственные корма нормы отхода снизились и не имели существенных колебаний, составляя от 0,4 до 8,6 % в декаду. По интегрированной группе нормы отхода колебались от 0,1 до 3,7 % в декаду. Кривые выживаемости молоди для двух этапов выращивания представлены на рис. 3–4.

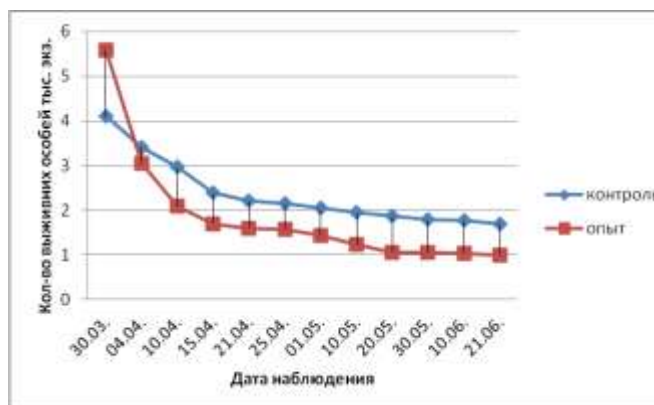


Рис. 3. Кривые выживания опытной и контрольной групп сига

Рис. 4. Кривая выживания интегрированной группы сига

Оценка физиологического состояния сеголетков проведена по результатам морфо-анатомического и биохимического анализа (табл. 1–2).

Таблица 1. Некоторые морфофизиологические показатели сеголетков сига

Масса, г	Длина тела, см,		Коэффициент упитанности по Фультону	Индексы, % массы тела			
	по Смитту	до конца чешуйного покрова		сердца	печени	желчного пузыря	жирности
89–97	19,5–19,7	18,5–18,9	1,41–1,44	0,13–0,14	0,63–0,96	0,18–0,23	1,12–1,17

По основным биохимическим показателям сиг из опытной партии не выходил за пределы видовых параметров. Вскрытие сеголетков не выявило каких-либо отличий и в физиологическом состоянии, связанных с условиями индустриального выращивания.

Состояние печени и желчного пузыря, которые могут служить показателем полноценности питания внешне не вызывали особых сомнений. Цвет печени соответствовал физиологической норме, желчный пузырь нормальной наполняемости, хотя и несколько увеличен. Иначе говоря, при содержании в бассейнах УЗВ молодь находится в более благоприятных условиях, чем при прудовом или садковом выращивании.

Таблица 2. Биохимический состав мышц сига

Источник	Сухое в-во, %	Влага, %	Сырой протеин, %		Сырой жир, %		Зола, %	
			в сухом в-ве	в сыром в-ве	в сухом в-ве	в сыром в-ве	в сухом в-ве	в сыром в-ве
Наши данные	23,67 ± 0,06	76,33 ± 0,06	76,12 ± 0,03	18,02 ± 0,02	24,12 ± 0,20	5,71 ± 0,05	5,46 ± 0,06	1,30 ± 0,02
Л. Л. Яржомбек [10]		71,4–77,6		17,6–20,4		1,9–6,8		1,1–1,8
И. Я. Клейменов [4]		73,3–81,9		15,1–19,0		1,7–6,2		1,0–1,3

Химический состав воды, подаваемой на бассейны с молодью сегов, представлен в табл. 3.

Таблица 3. Показатели качества воды при выращивании молоди сига в установке замкнутого водоснабжения УО БГСХА

Показатели, единицы измерения	Нормативные показатели		Фактические величины	
	Для летних форелевых прудов (СТБ 1943- 2009)	Отраслевой технологический регламент по выращиванию ремонтно-маточных стад сеговых рыб в индустриальных условиях	июнь	октябрь
Прозрачность, м	1,5	–	до дна	до дна
Кислород растворенный, мг./л	9,0	норма – 7–9; допустимое – 6–6,5; критическое – 5	7,71–12,76	7,12–11,86
pH	7,0-8,0	норма – 6,8–8,0; нижний предел – 6,0–6,5; верхний предел – 8,5	6,6–8,4	6,8–8,3
Температура, °С	не более 20	допустимая 14–20; оптимум -16–18	9,4–18,2	9,9–15,6
Ионов аммония, мгN/л	0,5	норма 0,10–0,39; повышенные значения – 0,40–0,50; недопустимые значения – выше 0,50	0,25	0,84
Нитрит-ионы, мгN/л	0,02	норма – 0-0,005; нежелательные значения – 0,01–0,02; недопустимые значения – выше 0,02	0,008	0,024

Фосфат-ионы, мгР/л	0,3	норма – до 0,01; повышенные значения -0,01–0,2; верхний предел более 0,2	0,72	1,02
Железо общее, мг/л	0,5	норма – до 0,01; повышенные значения -0,01–0,1; верхний предел – более 1,0	0,01	0,015
Перманганатная окисляемость, мгО/л	10,0	норма – до 10; допустимые значения – до 20; нежелательные значения – 20–40	20,52	8,84

Сравнение фактических показателей проводили с нормативными для воды летних форелевых прудов (СТБ 1943-2009) и воды при выращивании молоди сиговых согласно отраслевого регламента. Основные лимитирующие показатели (температура, реакция среды и растворенный кислород) оборотной воды находились в допустимых пределах. По биогенным компонентам концентрации окисляемых форм азота (нитритов и аммония) находились в пределах нормы либо выше для форели, но существенно выше нормы для выращивания молоди сига. То же наблюдается и по минеральному фосфору (по фосфатам вода весьма грязная).

Выращивание ремонта сига в бассейнах промышленных комплексов проводилось до двухгодичного возраста. Для выращивания сеголетков-годовиков использовались пластиковые бассейны «шведского» типа размерами 2х2 м площадью 4 м², при уровне воды 0,5 м. Для выращивания двухлетков – двухгодовиков использовались пластиковые бассейны «шведского» типа размерами 4х4 м площадью 16 м² при уровне воды 1,0 м.

Практика выращивания в промышленном форелевом комплексе показала, что для этих целей также подошли выростные и нагульные бассейны кругового тока при высоте столба воды около 1 м, Площадь используемых бассейнов с круговым током – 18,5 м², глубина слоя воды – 0,4–1,0 м (в зависимости от размера рыб), интенсивность водоподачи – от 0,02 до 0,1 л/сек на 1 кг рыбы. Температура выращивания была в пределах 10–20 °С, Требования по содержанию растворенного кислорода – не менее 6 мг/л.

Выращивание племенного ремонта сигов проводили в следующие сроки: сеголетков – со стадии малька до сентября–октября; годовиков – с октября–ноября до апреля–мая; двухлетков – с апреля по октябрь; двухгодовиков – с ноября.

Плотность посадки ремонта уменьшалась по мере роста рыбы и ориентировочно составила: сеголетков со стадии малька – до 1000 экз./м³, годовиков – до 200 экз./м³, двухлетков – 100 экз./м³, двухгодовиков – 40 экз./м³. Выживаемость ремонтных групп сига составила от 60 до 90 %.

Уход включал в себя контроль за температурным, газовым и гидрохимическим режимами, кормление и периодическую рассадку рыбы по мере роста, изъятие погибших особей. Раз в декаду осуществляли контрольное взвешивание молоди. Взвешивание проводили в емкости с водой, установленной на платформенных весах.

Кормление осуществляли с помощью автоматических кормораздатчиков, частота дачи корма – до 10–15 раз в сутки. Суточные нормы кормления рассчитывали исходя из массы рыб и температуры воды. При кормлении сигов обязательным условием было соответствие размеров гранул (крупки) массе рыбы.

Кормление рыбы искусственными кормами проводили в светлое время суток вручную или с помощью кормораздатчиков. Частота кормления варьировала от возраста (массы) рыб, температуры воды и продолжительности дня. На ранних стадиях подращивания и выращивания ранней молоди (личинки и мальков) частота кормления – через 10–20 мин, на более поздних для старшего ремонта и маточного стада – до 4–6 раз в сутки.

Выращивание сеголетков и годовиков сиговых рыб для формирования ремонта маточного стада и использования в зарыблении водоемов проводили в бассейнах выростного цеха с июня по май следующего года. Количество сеголетков, отобранных для пополнения маточных стад, вдвое превышало потребность в годовиках для ремонта. В целях сохранения генетического разнообразия заводских маточных стад сига потомство для их пополнения отбиралось без признаков нарушения развития. Относительно годовиков для зарыбления естественных водоёмов с целью пастбищного выращивания, молодь обрела жизнестойкость уже при достижении средней индивидуальной массой 30 г.

Операции по выращиванию сеголетков-годовиков сиговых были аналогичны таковым при выращивании более ранней молоди: кормление, чистка бассейнов, учёт отхода, контроль за параметрами среды и пр. Кормление сеголетков /годовиков осуществляли кормами Иницио 901, Иницио917, Иницио 918 с размером гранулы 0,5–2 мм в соответствии с нормами.

Основные операции по выращиванию двухлетков- двухгодовиков (трехлетков) сиговых аналогичны таковым при выращивании более ранней молоди (сеголетков/годовиков): кормление, чистка бассейнов, учёт отхода, контроль за параметрами среды и прочее, с учетом физиологических особенностей данной возрастной группы. Последнее сводилось к снижению содержания жира в используемых кормах и регулировке температурного режима для синхронизации гаметогенеза. При выращивании ремонтных групп наблюдалось распределение молоди по темпу роста, наличию отклонений от стандартного экстерьера, врожденных уродств. На всех этапах выращивания велся отбор особей, не представляющих дальнейшей воспроизводительной перспективы. Ведущая роль в этом была отведена массовому отбору, а основным хозяйственно значимым признаком при оценке была масса тела рыб. При отборе сеголетков и более старших групп были учтены и их экстерьерные показатели: длина, высота и толщина тела, а также отдельные относительные размеры тела. Отбор ремонта маточных стад производили, прежде всего, ориентируясь на такие показатели, как размеры тела и экстерьер. Отбор производился с сеголетков при пересадке на зимнее выращивание. Для ремонта отбирали крупных особей с типичным для вида экстерьером без видимых повреждений кожных покровов и плавников. На этом этапе отбирали такое количество рыб, чтобы при дальнейших показателях выживания и напряжённости отбора получить необходимое для пополнения стада их количество. Весной производился второй отбор молоди при пересадке годовиков в бассейны выростного цеха. В этом случае напряжённость отбора составляла 50 %. На этом этапе имела место выбраковка не только самых мелких, но и самых крупных особей. В дальнейшем при отборе в ремонтную группу двухлеток и двухгодовиков отбраковывали особей с какими-либо дефектами или не характерным для вида экстерьером. Напряжённость отбора при этом в обоих случаях была на уровне 85 %.

Первый массовый отбор проводился при посадке мальков для получения сеголетков. В связи со значительной вариабельностью по массе на этой стадии напряжённость отбора составила 40 %. Отбирали наиболее крупных рыб с выраженным видовым экстерьером.

Второй отбор был проведен осенью при достижении сеголетками массы 25–30 г. На данном этапе выбраковали всех мелких, а также наиболее крупных особей (до 15 % от общего числа рыб), т. к. в последствии последние могли отставать в половом развитии и отличаться низкой плодовитостью.

Далее при отборе в ремонтную группу годовиков, двухлеток и двухгодовиков проводили мягкую выбраковку на основе удаления рыб с физическими дефектами (до 5 % от общей численности).

Потребное количество посадочного материала, необходимого для выращивания 100 экз. двухгодовиков сига вычислялось по показателям выживаемости на определенных этапах онтогенеза.

Для содержания производителей сига использовали пластиковые бассейны «шведского» типа размерами 4х4 м площадью 16 м² при уровне воды 1,0 м, либо выростные форелевые бассейны кругового тока площадью не менее 18 м² при уровне воды 1 м. Выращивание производителей сига осуществлялось в период с января по сентябрь следующего, после достижения возраста полового созревания года при температуре воды около 12–14 °С. При выращивании в заводских условиях в течение сентября – декабря температуру воды постепенно снижали и поддерживали в дальнейшем на уровне температуры воды в естественных водоемах (2–6 °С), имитируя условия преднерестового и нерестового периода и в целях стимулирования развития половых продуктов.

Кормление маточных стад осуществляли продукционными кормами для сиговых рыб и форели с соответствующим размером гранул. В целях профилактики заболеваний внутренних органов и нормального развития воспроизводительной системы корма содержали пониженное содержание жира (не более 16 %). Нормы дачи корма в зависимости от температуры воды и массы тела рыб. В период нагула (до сентября) производителей кормили 4–6 раз в сутки. В преднерестовый период (сентябрь-декабрь) кормление сначала сокращали до 2 раз в сутки при суточной норме 0,6–0,8 % от массы тела, а в последствии и вовсе исключили. В период нереста производителей не кормили.

Заключение

Таким образом, по результатам проведённых нами исследований можно сделать следующие выводы:

1. Подращивание ранней молоди сиговых рыб (личинок) возможно при использовании естественных и искусственных кормов, при условии соответствия последних физиологическим требованиям сигов и показателям санитарной безопасности.

2. Кормление маточного стада можно осуществлять продукционными кормами для сиговых рыб и радужной форели.

3. В условиях Беларуси и с учетом потребностей молоди наиболее эффективным способом подращивания является бассейновый. Условия УЗВ предназначенных для выращивания форели при наличии полноценного кормления позволяют проводить подращивание и дальнейшее выращивание молоди сигов и ремонтно-маточных стад последних с показателями эффективности (по средней массе, рыбопродуктивности и выживаемости), превышающими другие способы при естественном температурном фоне (в садках или прудах).

4. Физиологическое состояние молоди сига при выращивании в бассейнах в УЗВ на монодиете зависит от качества применяемых кормов, при его соответствии физиологическим потребностям показатели развития рыб выше, чем при прочих методах выращивания.

5. При совместном выращивании сигов и форели (в одном технологическом цикле установок замкнутого водообеспечения) следует ориентироваться на гидрохимические параметры для сига как более строгие.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барулин, Н. В. Жаброногий рачок *Artemia salina* L. как объект для исследования биологической активности оптического излучения низкой интенсивности / Н. В. Барулин, В. Ю. Плавский, В. А. Орлович // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – 2012. – № 28. – С. 42–49.

2. Барулин, Н. В. Лазерное излучение как важный элемент технологии аквакультуры / Н. В. Барулин, М.В. Шалак, В.Ю. Плавский // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2008. – № 3. – С. 82–85.

3. Барулин, Н. В. Системный подход к технологии регулирования воспроизводства объектов аквакультуры в рыбоводных промышленных комплексах / Н. В. Барулин // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. (Серія аграрных навук). – Мінск, 2015. – 3. – С.107–111.

4. Клейменов, И. Я. Химический и весовой состав рыб в водоемах СССР и зарубежных стран / И.Я. Клейменов – М., 1962. – 143 с.

5. Костоусов, В. Г. Физиологическое состояние и рост сига в условиях УЗВ / В. Г. Костоусов, М. В. Плюта, С. В. Роговцов // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – 2015. – № 31. – С. 92–102.

6. Костоусов, В. Г. Опыт выращивания сига *Coregonus lavaretus lavaretus* (Linnaeus, 1758) в условиях промышленного форелевого комплекса / В. Г. Костоусов, Н. В. Барулин, С. В. Роговцов, Е. Г. Новикова // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – 2013. – № 29. – С. 176–191.

7. Костоусов, В. Г. Отраслевой технологический регламент по выращиванию ремонтно-маточных стад сиговых рыб в промышленных условиях / В. Г. Костоусов, Г. П. Прищепов, Т. И. Попиначенко, Т. Л. Баран, С. В. Роговцов // РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – Минск, 2015. – 28 с.

8. Плавский, В. Ю. Влияние лазерного излучения инфракрасной области спектра на устойчивость молоди осетровых рыб к дефициту кислорода / Н. В. Барулин, В. Ю. Плавский // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2008. – № 8–9. – С. 65–74.

9. Плавский, В. Ю. Влияние модуляции низкоинтенсивного лазерного излучения на его биологическую активность / Н. В. Барулин, В. Ю. Плавский // Лазерная медицина. – 2009. – Т. 13. – №. 1. – С. 4–10.

10. Справочник по физиологии рыб / А. А. Яржомбек. – М., Агропромиздат. – 1986. – 190 с.

11. Barulin, N. V. Serum enzyme response of captive sturgeon brookstock *Acipenser baerii* Brandt 1869 females and two hybrids (bester= female *Huso huso* Linnaeus, 1758× male *Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758, and RsSs= *A. gueldenstaedtii* Brandt 1833× *A. baerii* Brandt 1869) to hormonal stimulation for spawning induction / N. V. Barulin // Journal of Applied Ichthyology. – 2015. – Vol. 2 (31). – P. 2–6.