

УДК 639.3

ВЫРАЩИВАНИЕ ОСЕТРОВЫХ РЫБ В УСЛОВИЯХ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Г. Г. Матишов, Е. Н. Пономарёва, П. А. Балыкин (Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону)



В статье описывается технология круглогодичного выращивания осетровых рыб в установке замкнутого водоснабжения. Сделан вывод, что данную технологию можно применять в регионах с разными климатическими условиями.

G. G. Matishov, E. N. Ponomariova, P. A. Balykin (RAS Southern Research Center, Rostov on Don). Rearing of sturgeon fishes under the terms of exclusive water supply // Research of water biological resources of Kamchatka and of the northwest part of Pacific Ocean: Selected Papers. Vol. 11. Petropavlovsk-Kamchatski: KamchatNIRO. 2008. P. 47–56.

The technology of all-the-year-round cultivation of sturgeon fishes in installation of the closed water supply is described. It is drawn a conclusion, that this technology can be applied in regions with different climatic conditions.

Знаковой тенденцией мирового рынка продуктов питания становится увеличение потребления рыбы и других гидробионтов. При этом все более возрастает доля выращиваемых объектов по отношению к «диким». Преимущества аквакультуры перед рыболовством демонстрируют такие цифры: годовой улов дальневосточного флота составляет в последние годы около 2 млн т, тогда как только Китай ежегодно производит примерно 40 млн т рыбы и других продуктов водного происхождения в основном путём выращивания. Россия с её богатейшими водными ресурсами, как морскими, так и пресноводными (суммарная площадь водохранилищ, озёр и прудов составляет более 30 млн га), имеет все возможности стать мировым лидером в производстве водных биоресурсов. По решению Правительства РФ, направление «Аквакультура» включено в качестве одного из основных в национальный проект «Развитие агропромышленного комплекса». Для льготного кредитования акваферм выделено 1,5 млрд рублей. Камчатка пока остаётся в стороне от этого процесса как в силу природных условий, так и отсутствия традиций товарного рыбоводства. До настоящего времени в регионе доминируют предприятия по воспроизводству лососёвых рыб, эффективность которых далеко не очевидна (Запорожец, Запорожец, 2004). Мы скептически оцениваем перспективы морской аквакультуры на камчатском побережье, поскольку температурные условия вряд ли позволят таким хозяйствам быть эффективными, хотя имеются и другие мнения (Архипова, 2002; Козолуп и др., 2004, 2005; Коростелёв, 2002). Но, в отличие от других регионов, Камчатка располагает уникальными геотермальными ресурсами, которые могут быть ис-

пользованы для поддержания оптимальной температуры воды в бассейнах при товарном выращивании таких ценных рыб, как осетровые. Существующие технологии позволяют организовать производство не только товарной рыбы, но и икры, причём самки остаются живыми и используются неоднократно. Следует сказать, что такое производство активно развивается в последние годы, и не только в странах, где осетры обитают (или обитали) в природных условиях (США, Канада, страны Европы). Так, по сообщению сайта Интернета fishres.ru, в 2007 г. 20 т чёрной икры получено в Уругвае. Из-за стремительного падения запасов осетровых рыб цены на продукцию ежегодно растут. В странах СНГ рыночная цена на икру осетровых колеблется от 0,5 до 1,5 тыс. долларов за 1 кг, а в США и странах ЕЭС розничные цены варьируют от 4 до 9 тыс. долларов. Цены на мясо осетровых рыб в Европе и Америке составляют от 18,0 до 22,0 долларов США за 1 кг. В перспективе мировой рынок продукции из осетровых рыб может быть оценен величиной порядка 25–30 тыс. т рыбы и около 150–200 т икры в год. Современное производство и вылов удовлетворяют эти потребности не более чем на 25–30%. То есть продукция из осетровых рыб пользуется широким спросом.

Использование геотермальных источников для выращивания осетровых отработывалось в 1970-х гг. в Тюменской области (Пономарёв и др., 2006). Тёплые воды ГРЭС успешно используются для подращивания бестера в Приморском крае. Определённый опыт такого рыбоводства имеется и на ТЭЦ-2 Петропавловска-Камчатского. Таким образом, развитие товарного рыбоводства на полу-

острове представляется небесперспективным. Цель настоящей работы — показать, что современные технологии индустриального рыбоводства могут применяться в регионах с различными природными условиями. К таковым относится разработанная Южным научным центром совместно с Астраханским государственным техническим университетом технология круглогодичного выращивания рыбы в установках с замкнутым циклом водоснабжения (УЗВ).

Краткое описание экспериментального рыбоводного комплекса

Работы выполнены на береговой базе ЮНЦ «Кагальник», расположенной в одноимённом селе. Здание, где размещается установка замкнутого водообеспечения, оборудовано газовой котельной, электро- и водоснабжением, а также канализацией. Электроснабжение рыбоводного комплекса осуществлялось за счет поселковой электросети. В случае отключения электричества используются дизельные генераторы. Автономная система позволяет восстановить электроснабжение рыбоводного комплекса в течение 30 секунд.

Температура воды в бассейнах и воздуха в рыбоводном комплексе круглогодично поддерживается на уровне 20–23°C. Летом для охлаждения используются две сплит-системы. Источником теплоснабжения является собственная котельная, оборудованная газовым котлом. Теплоносителем в системе отопления является вода с температурой 70–115°C. Имеющаяся сеть водопровода обеспечивает рыбоводный комплекс необходимым расходом и напором. Отвод сточных вод с территории рыбоводного комплекса производится в собственные сооружения биологической очистки «Тверь-1,5», с последующим сбросом биологически очищенных вод в р. Гирло Свиное. Принципиальная схема промышленной УЗВ представлена на рис. 1.

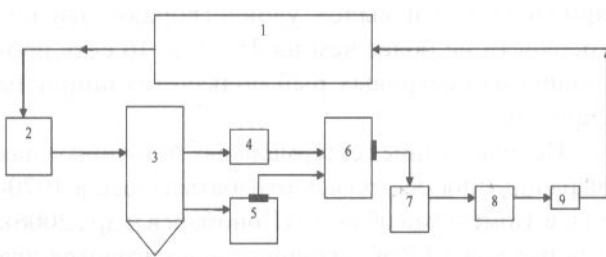


Рис. 1. Общая схема установки: 1 — рыбоводные емкости; 2 — фильтр грубой очистки; 3 — блок биологической очистки; 4 — блок регулировки pH; 5 — фильтр тонкой механической очистки; 6 — блок терморегуляции; 7 — бактерицидная установка; 8 — аэратор; 9 — озонатор

Необходимый набор оборудования для промышленных установок с замкнутым циклом водообеспечения должен включать:

- рыбоводные бассейны;
- блок механической очистки воды;
- биологический фильтр;
- блок водоподготовки (обеззараживание, регулирования температуры, насыщение воды кислородом).

Установка полужамкнутого типа, смонтированная на научно-экспериментальной базе «Кагальник», состоит из бассейнов для выращивания рыбы, механического фильтра, биофильтра объемом 1,5 м³, бассейна-отстойника с запасом воды 3 м³, резервного водяного погружного насоса, сбросного канала. После использования вода из бассейнов через переливные трубы попадает в сбросной канал, откуда насосом подается в биофильтр. Биофильтр представляет собой пластиковый лоток размером 3 × 0,75 × 0,5 м, в котором имеются поперечные перегородки с отверстиями, обеспечивающими рециркуляцию. При прохождении воды через биофильтр происходит не только осаждение взвешенных частиц, но и биологическая очистка воды. В качестве рабочего компонента биофильтра используется керамзит. Для удобства очистки при загрязнении керамзит помещен в сетчатые мешки, которые можно вынимать из отсеков фильтра и промывать в проточной воде. Последний отсек биофильтра служит для отстаивания. Очищенная вода самотеком поступает в бассейны. В системе предусмотрена замена до 5% воды в сутки из бассейна-отстойника объемом 3 м³. Это необходимо для увеличения эффективности работы установки и уменьшения нагрузки на биологический фильтр. Механический фильтр обладает собственной системой очистки и представляет собой собственно фильтр с загрузкой из кварцевого песка, распределительный клапан и водяной насос. Фильтры укомплектованы манометрами, показывающими степень их засоренности. Промывка фильтра осуществляется автоматически. Процедура промывки занимает несколько минут и проводится один или несколько раз в сутки, в зависимости от скорости загрязнения.

Чистка бассейнов от остатков корма и фекалий необходима для эффективной работы системы очистки воды. Поэтому три раза в сутки проводится уборка дна с помощью илоудалителя.

Бассейны, используемые в рыбоводном комплексе, представляют собой емкости из армированного стекловолокном полиэстера с круговым током воды, который создается за счет центрального водослива. Для выращивания рыбы использовались

разные ёмкости: для крупной товарной рыбы — бассейны размером $2 \times 2 \times 0,7$ м, подсоединенные к главному биофильтру, и для молоди — бассейны размером $1 \times 1 \times 0,5$ м с автономными биофильтрами. Водообмен в них проходил в течение 30 минут. Глубина в больших бассейнах составляла 30–35 см, в малых — 20 см. Насыщение кислородом обеспечивается за счет воды подачи через специальные насадки («флейты»). Для поддержания оптимального гидрохимического режима использовали фильтры Hydor Prime 30 и ENEIM 2217. В целях оптимизации работы фильтра установили дополнительную пластиковую емкость с загрузкой из керамзита и мелкопористого фильтрующего материала объемом 50 л. С помощью этого устройства удалось продлить срок службы фильтров более чем в 10 раз. Стоимость фирменных фильтров, обладающих такими же характеристиками, превышает стоимость изготовленной нами установки в десятки раз.

Для предотвращения аварийных ситуаций при выходе из строя насосов, осуществляющих циркуляцию воды, предусмотрено наличие резервного устройства.

В целях поддержания оптимальных условий необходимо постоянный контроль за следующими параметрами: температурой, активной реакцией среды и насыщением кислородом, а также содержанием нитратов, нитритов и аммонийного азота. Гидрохимический анализ воды в бассейнах и в биофильтре необходимо проводить еженедельно. Температуру, содержание кислорода и pH следует измерять три раза в сутки. Систему измерения и контроля температуры воды удалось автоматизировать: в каждый рыбоводный бассейн поместили специальный термодатчик, который передавал сигнал на блок преобразования данных. От последнего сигнал поступал по RS-432 интерфейсу на персональный компьютер, а температура воды в бассейнах и воздуха отражалась на дисплее в виде графика. Данные записывались и сохранялись.

Таким образом, оценивая экспериментальный аквакомплекс «Кагальник» в качестве прототипа для постройки коммерческих ферм по товарному выращиванию осетровых, следует сообщить, что при его постройке и эксплуатации использовалось только стандартное, доступное для всех заинтересованных лиц, оборудование, дополненное некоторыми простейшими и недорогими приспособлениями. Естественно, без некоторых приборов, используемых для научных целей, на коммерческом предприятии можно будет обойтись, что позволит сократить расходы.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В задачу наших исследований входило создание и поддержание оптимальных условий водной среды, изучение влияния гидрохимических показателей на рыбоводный процесс, отработка технологии выращивания осетровых рыб в системе с оборотным водообеспечением.

Прежде всего, для культивирования рыб в индустриальных хозяйствах необходимо подобрать виды, отвечающие конкретным целям. В случае ориентации на производство товарной рыбы, целесообразно выбрать виды и гибридные формы, имеющие высокую скорость роста, хорошо потребляющие комбикорма, обладающие лучшим выходом продукции по отношению к массе. Предприятия, производящие пищевую икру осетровых рыб, должны ориентироваться на выращивание видов, отличающихся скороспелостью и короткими межнерестовыми интервалами.

Безусловно, продукция, полученная от всех осетровых рыб, обладает высокой рыночной стоимостью. Однако сроки выращивания разных видов в УЗВ сильно отличаются. Чем быстрее будет расти рыба, тем ниже окажется ее себестоимость. Рыбоводное предприятие вместо двух-трехлетнего оборота сможет перейти на годовой, тем самым значительно сократив срок окупаемости средств, вложенных в строительство хозяйства. Кроме этого, очень важными являются такие критерии, как выживаемость объекта на всех этапах выращивания, его нетребовательность к условиям содержания.

В наших исследованиях была использована молодь гибрида стерлядь \times белуга, годовики волжской стерляди (*Acipenser ruthenus*; Linnaeus, 1758), завезенные с НПЦ по осетроводству «БИОС» (Астраханская область), молодь донской стерляди и сеголетки шипа, завезенные с Донского рыбоводного завода (Ростовская область), производители волжской стерляди, доставленные с Волжского рыбоводного завода (Волгоград), сеголетки, двухлетки и трехлетки русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii*; Brandt et Ratzeburg, 1833) и сеголетки белуги (*Huso huso*; Linnaeus, 1758) из Таганрогского залива (рис. 2).

Важным этапом рыбоводного производственного процесса является транспортировка посадочного материала. Для перевозки отбирают здоровую, подвижную рыбу, лишенную повреждений и травм. Перед транспортировкой она должна обязательно пройти кратковременную профилактическую обработку в солевой ванне (5% раствор в течение 5 мин.). Намеченную к перевозке рыбу пе-



Рис. 2. География доставки молоди осетровых рыб в аквариальный комплекс ЮНЦ РАН

рестают кормить за двое суток и выдерживают 2–4 часа в чистой проточной воде. Температура воды при транспортировке осетровых должна быть 3–6°C осенью и весной, и 1–2°C — зимой. В летнее время рыбу перевозят при температуре воды 10–12°C, но не более 15°C.

Молодь рыб лучше транспортировать на ранних этапах развития, когда она более жизнеспособна. Количество личинок осетровых в литре чистой воды, перевозимых в течение часа, не должно превышать 200 экз. Содержание кислорода в воде должно быть не ниже 2,1–2,6 мг/л. Если транспортировка личинок осетровых происходит в пакетах с нагнетаемым кислородом, то норма загрузки увеличивается в 3–4 раза, а время — до 5 часов.

Личинок обычно перевозят в полиэтиленовых пакетах объемом до 40 литров. Для перевозки ремонтного молодняка и производителей используют пакеты объемом 50–80 л. Пакет заливают водой на 1/3 часть, затем в него помещают рыбу и закачивают воздух. После этого пакеты закрывают, укладывают в изотермические ящики из пенопласта и грузят в транспорт. Соотношение массы молоди осетровых и воды при перевозке в течение 4–6 час. должно быть 1:10, а при 12–20 час. — 1:20. Перевозку рыбы на значительные расстояния рекомендуется проводить в оборудованном транспорте с системой оксигенации.

По прибытии на место измеряют температуру воды в пакетах и в приготовленных для пересадки рыбы бассейнах. Температура должна была оди-

наковой. Рыбу пересаживают и адаптируют к новым условиям в течение 2-х суток. В это время рыбу не кормят, следят за ее поведением, содержанием кислорода и температурой воды в бассейнах. Выживаемость за период транспортировки и адаптации в наших опытах составляла 100%.

Технология выращивания осетровых рыб в промышленных условиях обычно включает два этапа:

- выращивание крупного посадочного материала массой 500 г;
- выращивание товарной рыбы массой до 1500 г (Пономарев и др., 2002).

В наших экспериментах мы выделили три этапа, добавив получение крупной рыбы массой до 3000 г и более.

Исследования роста молоди были проведены на стерляди, белуге и гибридной форме — стерлядь × белуга (табл. 1, рис. 3).

Белуга за 208 суток достигла массы 580 г, гибрид — 484 г, стерлядь — 81,8 г. Абсолютный прирост у белуги и гибрида в 6,1 и 6,6 раза больше, чем у стерляди. Коэффициент накопления массы у белуги составляет 0,72 ед., у гибрида — 0,68 ед., что является достаточно высоким показателем. У стерляди его значение более чем в 2 раза ниже.

В первый месяц выращивания белуги и гибрида темп их роста близок, затем привес белуги снижается, и до конца сентября она отстает от гибридной формы, после чего происходит резкое ускорение роста, и в ноябре белуга опережает гибрид по массе. Такой рост белуги связан с ее био-

Таблица 1. Сравнительные показатели роста гибрида (стерлядь × белуга) и родительских видов

Показатели	Белуга	Гибрид (стерлядь × белуга)	Стерлядь
Масса начальная, г	3±0,11	3±0,11	3±0,11
Масса конечная, г	584±1,06	487±1,02	81,8±0,64
Общий прирост, г	581	484	78,8
Среднесуточный прирост, г	2,78	2,32	0,38
Коэффициент накопления массы, ед.	0,72	0,68	0,31
Время выращивания, сут.	208	208	208

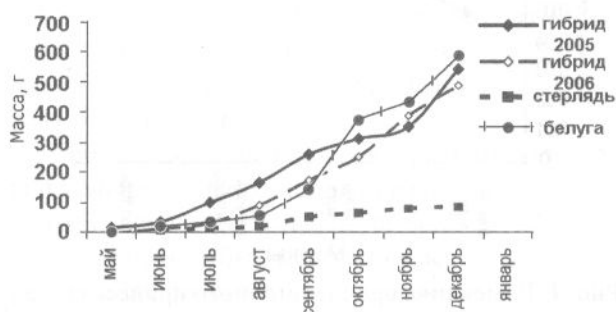


Рис. 3. Динамика роста молоди осетровых рыб

логическими особенностями: этот вид осетровых в июле–августе скатывается в море, у неё происходит соответствующая перестройка обмена веществ на морской образ жизни, вызывающая замедление роста. В условиях регулирования параметров водной среды гибридная форма осетровых рыб показала в эти месяцы более высокий темп роста, поскольку от стерляди унаследовала приспособленность к пресной воде.

Таким образом, сравнительная оценка результатов выращивания молоди различных осетровых рыб показала, что для культивирования в установках замкнутого водообеспечения можно рекомендовать гибридную форму, которая обладает высокими показателями роста.

При содержании различных видов рыб в условиях естественного хода температуры воды, одним из наиболее сложных биотехнических процессов является зимовка (Канаев, 1976). В период с октября по ноябрь проводится пересадка рыбы в зимовальные пруды, что является стрессовым фактором и причиной механических повреждений. В предлагаемой технологии этот процесс исключён, поскольку в период с октября по апрель рыба содержалась в бассейнах, в регулируемых условиях водной среды.

Точка зрения, что молодь осетровых при температуре воды ниже 6°C перестает питаться (Ми-

хеев, 1982), очевидно, не вполне справедлива. Многолетние исследования показали, что осетровые достаточно активно питаются зимой, но количество естественных кормов в прудах весьма ограничено и не может обеспечить их пищевые потребности. Кроме того, в зимовальных водоемах отсутствует постоянная циркуляция воды, поэтому гидрохимический и газовый режимы не соответствуют оптимальным. Вынужденное голодание в неблагоприятных абиотических условиях приводит к потере массы тела, которая достигает 30%, и повышенной — более 20% — смертности. К весне, как правило, перезимовавшая рыба ослаблена, подвержена заболеваниям (Лобзакова и др., 2000). На экспериментальной базе «Кагальник» при зимовке гибрида в регулируемых условиях кормление не прекращалось, что позволило избежать негативных последствий. Рыба отличалась хорошими физиологическими показателями, наблюдалось увеличение массы за время зимнего содержания при среднесуточной скорости роста 1,2% и коэффициенте накопления массы 0,082 ед. (рис. 4).

Таким образом, регулируя параметры среды, можно добиться увеличения размерно-весовых показателей в зимнее время, что является экономически выгодным и не сказывается отрицательно на здоровье рыбы. Этот вывод подтверждён и результатами выращивания донской стерляди. Стерлядь, как известно, один из самых тугорослых видов среди осетровых рыб. Однако в результате поддержания оптимальных параметров водной среды и интенсивного кормления зимой можно добиться значительного привеса. Стабилизация температуры в бассейнах в пределах от 20 до 21,5°C, при содержании кислорода от 65 до 88% насыщения, позволила создать оптимальные условия для стерляди. Показатели роста этой рыбы в зимний период представлены на рис. 5. Общий привес за период зимнего выращивания у донской стерляди составил 5,7 г, среднесуточная скорость роста — 0,6%, коэффициент накопления массы — 0,002 ед.

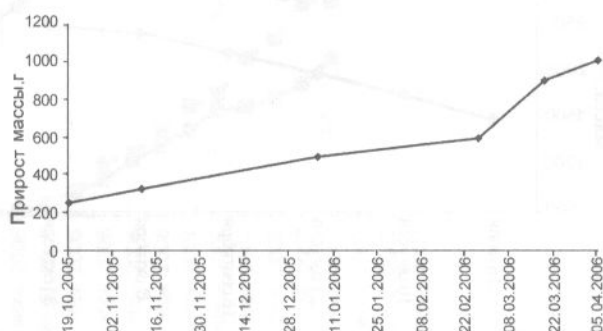


Рис. 4. Динамика роста гибрида в период зимовки

При зимнем содержании производителей в теплой воде переход стерляди в нерестовое состояние наступает примерно на 1,5–2 месяца раньше.

В период с мая по июль годовики бестера выращивались в бассейнах площадью 2 м². 25 июля они были пересажены для дальнейшего содержания в бассейн общей площадью 9 м². Динамика роста бестера представлена на рис. 6. Для оценки скорости роста гибрида стерляди с белугой нами были определены среднесуточный прирост и коэффициент накопления массы в разные периоды выращивания (рис. 7).

Следует отметить, что за весь период содержания (1 год и 7 месяцев) средняя масса гибрида стерлядь × белуга составила 2470 г, максимальная — 2650 г. Наибольший среднесуточный привес отме-

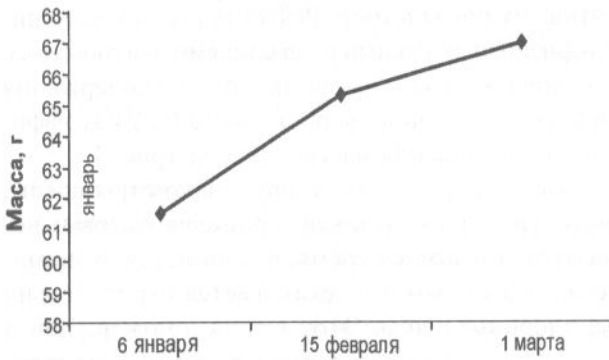


Рис. 5. Динамика роста донской стерляди в период зимовки

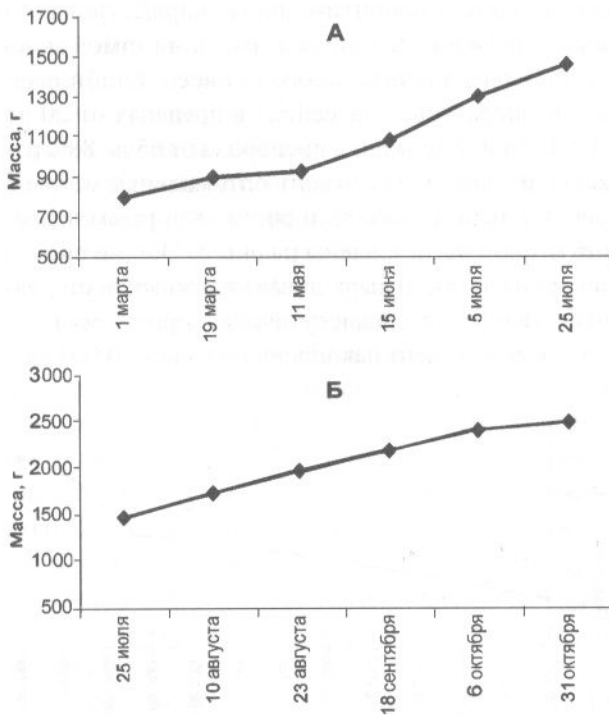


Рис. 6. Динамика роста массы бестера в период с марта по июль (А) и с июля по октябрь (Б)

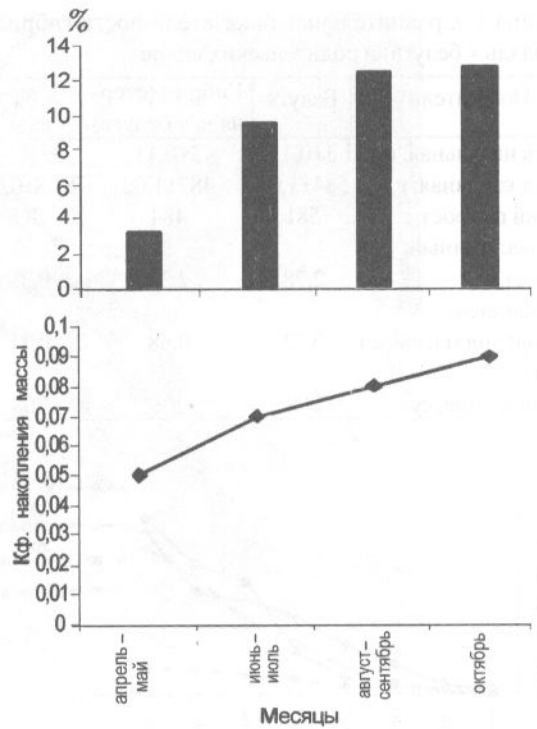


Рис. 7. Изменение среднесуточного привеса (вверху) и коэффициента накопления массы гибрида стерлядь × белуга

чен в конце лета и осенью. Если в мае он был равен 3,2%, то в конце лета – осенью — 12,8%, так как перед зимовкой рыбы интенсивно питаются и растут, создавая резерв на холодный сезон. В период интенсивного роста необходимо менять и норму кормления. Изучением вопросов, связанных с ритмом питания осетровых в естественной среде обитания, занимались многие исследователи (Загора и др., 1971; Загора., 1978; и др.).

Установлено, что в течение суток наблюдаются два пика потребления, которые обычно приходятся на утренние и вечерние часы. По нашим наблюдениям, активнее всего бестер питается в 7 часов утра и 19 часов вечера, что соответствует литературным данным.

В ходе эксперимента рыбы были поделены на две группы. Первая получала корм по традиционной схеме (равномерное распределение суточной нормы). Вторая — в утренние (7) и вечерние (21) часы по 30%, в дневные (11 и 15) — по 20% дневной нормы. Результаты выращивания представлены в таблице 2. Во втором варианте общий прирост был значительно выше и составил 164 г, при среднесуточном приросте 5,4 г и коэффициенте накопления массы 0,104. Следовательно, норма корма должна распределяться с учётом ритма питания, то есть утренняя и вечерняя дозы должны быть больше. При перераспределении суточной нормы

не только отмечен лучший рост рыбы, но и корм расходовался более экономно.

Известно, что интенсивность питания изменяется не только в течение суток, но и в связи с сезоном. Сезонные изменения роста осетровых рыб изучались 2 года. Замедление темпа роста отмечали с середины сентября до ноября и с конца мая по конец июня (рис. 8). Первый период был связан с зимним похолоданием воды. В природе у осетровых снижается интенсивность питания именно в это время года. В весенне-летний период замедление роста связано с выходом из зимовки и слабой обеспеченностью кормом. Знание биологических ритмов позволило правильно нормировать кормление рыб в это время и получить хорошие результаты при выращивании в регулируемых условиях водной среды.

Гибридная форма осетровых рыб имела высокий темп роста и хорошо набирала массу даже в зимний период при температуре воды 21–22°C. За 9–12 месяцев рыбы достигали массы 1,2–1,5 кг. Белуга и стерлядь отличались более низкими показателями.

Таблица 2. Показатели роста гибрида (стерлядь × белуга) при разном режиме кормления

Показатели	1 вариант	2 вариант
Масса начальная, г	300	300
Масса конечная, г	401	464
Общий прирост, г	101	164
Среднесуточный прирост, г	3,3	5,4
Коэффициент накопления массы, ед.	0,067	0,104
Время выращивания, сут.	30	30

При выращивании осетровых рыб в условиях замкнутого водообеспечения особое внимание уделяется оптимизации состава кормов, что дает возможность получить максимальные показатели скорости роста и выживаемости при минимальных затратах. Кормление бестера и стерляди осуществляли сухим гранулированным продукционным комбикормом ОТ-7. Рецептура его разработана сотрудниками кафедры «Аквакультура и водные биоресурсы» Астраханского ГТУ (табл. 3). В состав входят следующие компоненты: мука рыбная, витаминизированный (продукт переработки пшеничных зародышевых хлопьев), глютен кукурузный (продукт крахмальной переработки кукурузы), шрот соевый, мука пшеничная, дрожжи кормовые, жир рыбий, подсолнечное масло и витаминно-минеральный премикс ВМП ПО-5. Премикс представляет собой специальную смесь витаминов и микроэлементов и вводится в продукционные корма для улучшения физиологического состояния, повышения темпа роста рыбы, выживаемости, сопротивляемости инфекционным и ин-

Таблица 3. Основные компоненты комбикорма ОТ-7

Компоненты	Содержание, %
Сырой протеин, не менее	40,3
Сырой жир, не менее	11,8
Сырые углеводы, не более	21,3
Сырая клетчатка, не более	2,0
ПНЖК ω 3	1,3–1,8
ПНЖК ω 6	0,8–1,0
Влага, не более	11,0
Минеральные вещества, не более	10,0
Общая энергия, МДж/кг, не менее	17,8

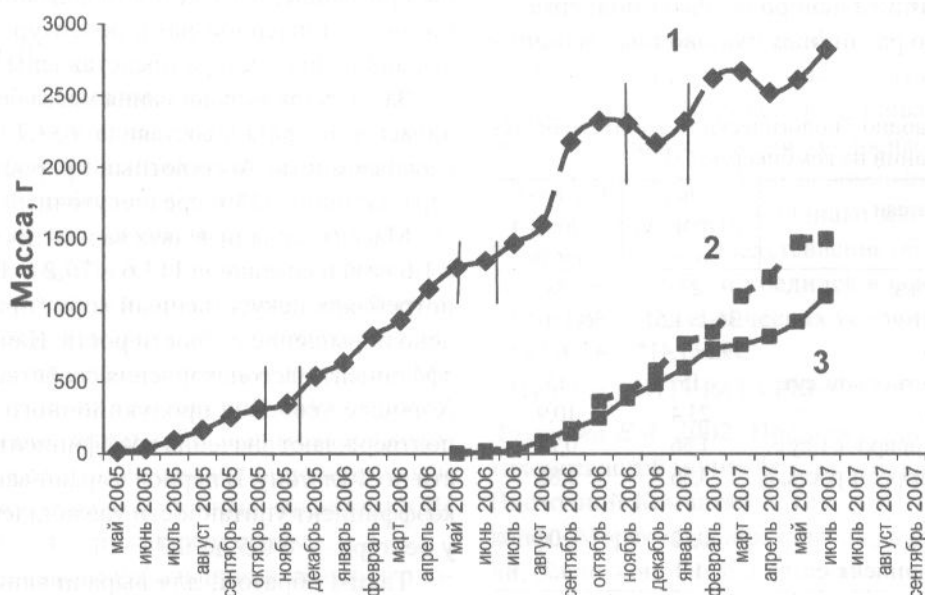


Рис. 8. Сезонные изменения массы осетровых рыб: 1 — гибрид, 2 — белуга, 3 — стерлядь

вазионным заболеваниям, нормальной деятельности организма рыб.

До достижения массы 50 г молодь кормили 5 раз в сутки (в 5, 9³⁰, 14, 18³⁰, 23 ч), затем — 4 раза (в 6, 11, 16, 21 ч). Однократную дозу рассчитывали с учетом возраста выращиваемых особей, их потребностей и ритмов питания (Пономарев и др., 2002). Размер крупки комбикормов выбирали в зависимости от массы тела выращиваемой рыбы по специальным таблицам.

Для ослабления стрессовых ситуаций, связанных с пересадкой, сортировкой рыбы, необходимо вводить в корма аскорбиновую кислоту, расход которой увеличивается при стрессе. Комбикорма рецепта ОТ-7 содержат новый поливитаминный премикс ПО-5, отличающийся повышенным содержанием аскорбиновой кислоты и витаминоподобных веществ фитина и рутина. После пересадки и транспортировки рыбы гранулы корма орошают дополнительно аскорбиновой кислотой из расчета 10 г на 1 кг комбикорма. Это служит дополнительным фактором снятия стресса у осетровых рыб.

Для увеличения привлекательности корма для рыб проводили эксперименты с использованием аттрактанта. В качестве такового использована рыбная добавка. Рыбоводно-биологические показатели выращивания бестера на кормах с аттрактивными веществами представлены в таблице 4.

Как можно видеть, использование аттрактантов даёт ощутимый эффект увеличения массы рыб.

Выращивание осетровых рыб в промышленных условиях неизбежно связано с ограничением движения, применением не свойственных рыбе кормов, органическим загрязнением воды, перепадом концентрации кислорода. Рыба подвергается воздействию различных рыбоводных манипу-

ляций в виде сортировок, взвешиваний, лечебной обработки. Постоянное влияние стресс-факторов приводит к ослаблению общей резистентности организма, что на практике выражается в высокой подверженности рыб заболеваниям, а также снижению темпа роста. С целью увеличения устойчивости рыб к факторам, связанным с содержанием в неволе, в корма рекомендуется добавлять пробиотики — бактериальные препараты из живых микробных культур, повышающие противоионную устойчивость организма, регулирующие и стимулирующие пищеварение. Одна из важных особенностей препаратов данной группы, в отличие от антибиотиков, состоит в том, что они не оказывают отрицательного воздействия на нормальную микрофлору организма (Панасенко, 2006).

Одним из пробиотиков является отечественный препарат «Субтилис», разработанный на основе штаммов почвенных бактерий — аэробных *Bacillus subtilis* и анаэробных *Bacillus licheniformis*. Оказалось, что некоторые штаммы этих бактерий обладают четко выраженной антагонистической активностью к широкому спектру патогенных микроорганизмов. Помимо этого, *B. subtilis* и *B. licheniformis* выделяют биологически активные вещества, продуцируют различные пищеварительные ферменты. В результате улучшается пищеварение, повышается усвоение кормов, увеличивается среднесуточный прирост рыб, уменьшается их заболеваемость.

После введения в эксплуатацию установки замкнутого водообеспечения осуществили выращивание бестера и стерляди на производственных кормах с введением пробиотика. Корма были изготовлены промышленным методом фирмой «Провими» по предоставленной нами рецептуре. Результаты выращивания бестера представлены в таблице 5.

За 75 суток выращивания масса бестера увеличилась в два раза и составила 633,2 г при 100%-й выживаемости. Абсолютный прирост массы бестера составил 323 г, среднесуточный — 4,3 г.

Масса стерляди в двух вариантах увеличилась в 1,6 раза и составила 113,6 и 70,2 г. Рыба хорошо потребляла искусственный корм, при этом отмечено повышение скорости роста. Наибольший коэффициент массонакопления свойственен бестеру. Хорошее усвоение производственного комбикорма подтверждают значения коэффициента упитанности по Фульгону. В период выращивания стерляди коэффициент упитанности увеличился с 0,4 до 0,8, у бестера — с 0,5 до 0,7.

Таким образом, для выращивания бестера и стерляди в промышленных условиях можно ре-

Таблица 4. Рыбоводно-биологические показатели бестера при выращивании на комбикорме ОТ-7

Показатели	Опыт с аттрактантом	Контроль без аттрактанта
Количество рыб, экз.	23	23
Начальная масса, г	36,1±1,51	36,1±0,93
Конечная масса, г	59,5±1,41*	47,0±1,8*
Продолжительность опыта, сут.	15	15
Общий прирост, г	23,4	10,9
Среднесуточный прирост, г/сут.	1,56	0,73
Среднесуточная скорость роста, %	3,56	1,86
Коэффициент массонакопления, ед.	0,12	0,06
Кормовой коэффициент, ед.	1,2	1,2

Примечание: * различия достоверны при $P < 0,01$

Таблица 5. Показатели роста бестера и стерляди на продукционных кормах

Показатели	Виды рыб		
	бестер	стерлядь	
		№ 3	№ 4
Количество рыб, экз.	41	28	28
Начальная масса, г	310,2±65,18	68,95±8,2	42,06±9,01
Конечная масса, г	633,2±87,80	113,6±22,5	70,20±18,11
Продолжительность опыта, дни	75	75	75
Абсолютный прирост, г	323	44,65	28,14
Среднесуточный прирост, г/сут.	4,3	0,59	0,37
Среднесуточная скорость роста, %	1,02	0,72	0,66
Коэффициент массонакопления, ед.	0,07	0,028	0,025
Кормовой коэффициент, ед.	1,1	1,2	1,2

комендовать продукционные комбикорма рецептуры ОТ-7 с введением аттрактивных веществ и пробиотиков.

Кроме искусственных, использовали также в качестве корма мелкую пресноводную рыбу: уклею *Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758), серебряного карася *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782), плотву *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758), амурского чебачка *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846), обыкновенного горчача *Rhodeus sericeus amarus* (Bloch, 1782), красноперку *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758). Можно полагать, что в условиях Камчатки для этих целей можно будет использовать отходы многочисленных рыбообрабатывающих предприятий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение, остановимся на основных достоинствах предлагаемой технологии. О высоких и стабильных ценах на конечную продукцию уже говорилось. Водопотребление в УЗВ в сотни раз ниже, чем в бассейновых хозяйствах с прямоточным водоснабжением. Источником водоснабжения могут служить родники, артезианские скважины, ключи, чистые ручьи, река. Это позволяет значительно увеличить количество рыбоводных хозяйств, приблизить их к местам потребления рыбы; снизить удельные затраты. Незначительное водопотребление в сочетании с полной биологической и механической очисткой сточных вод делает УЗВ безопасными для окружающей среды.

Система занимает небольшую земельную площадь, поэтому индустриальным рыбоводством

могут заниматься даже индивидуальные предприниматели или фермеры, в том числе в составе многоотраслевого крестьянского хозяйства. Размещать установки можно даже в городах и промышленных центрах любой климатической зоны.

При выращивании гибридов осетровых рыб до товарной массы путём круглогодичного содержания рыб только в бассейнах в течение 1,5 лет, отсутствует технологический цикл содержания рыб в прудах, и, соответственно, вызванные этим потери. Более высокие начальные затраты на приобретение УЗВ и помещения для нее компенсируются сокращением в 2 раза срока достижения рыбами товарной массы. Использование интенсивной технологии может реально обеспечить получение через 6 месяцев рыб массой 0,5 кг, через 12 месяцев — 1,5–2,5 кг, через 24 месяца — 3,5–4,0 кг. Таким образом, установки замкнутого водообеспечения дают возможность выращивать осетровых рыб в течение всего года и получать высококачественную продукцию в короткие сроки.

Экономические расчёты, выполненные для условий Южного федерального округа, показывают, что рыбоводное хозяйство производительностью 30 тонн бестера в год окупится за 3 года. Понятно, что в случае организации такого предприятия на Камчатке начальные затраты будут больше (строительство, доставка посадочного материала). Однако расходы могут быть частично компенсированы использованием геотермальных вод вместо электроэнергии для обогрева помещений, применением местных ресурсов для кормления рыбы (отходов рыбообработки). Конечно, для развития осетроводства на Камчатке потребуются более глубокое изучение местных условий и научно-исследовательские работы.

В настоящей статье мы попытались осветить технологический процесс выращивания осетровых рыб в условиях замкнутого водоснабжения. Понятно, что в объёме статьи невозможно сделать это достаточно подробно. Однако мы надеемся, что читатель получил представление об основных особенностях метода и убедился в его применимости в разных климатических условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Архинова Е.А. 2002. Предпосылки к разведению тихоокеанской мидии *Mytilus trossulus* в прибрежье Восточной Камчатки // Тез. докл. 1-й междунар. конф. «Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки». М.: ВНИРО, 45 с.

Загора Л.П. и др. 1971. К вопросу о ритмике питания осетровых рыб в Волгоградском водохранилище. Осетровые СССР и их воспроизводство // Тр. Центр. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва: Т. 3. С. 146–153.

Запорожец О.М., Запорожец Г.В. 2004. Анализ эффективности работы камчатских лососевых рыбодоводных заводов // Вопр. рыболовства. Т. 5. № 2 (18). С. 328–361.

Канаев А.И. 1976. Новая технология зимовки рыбы. М.: Колос, 126 с.

Козолуп О.А., Архипова Е.А., Коростелев С.Г. 2005. Примерная ёмкость участка аквакультуры в бухте Турпанка Авачинской губы (Юго-Восточная Камчатка // Матер. 2-й междунар. науч.-практ. конф. «Морские экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки» (Архангельск, 5–7 октября 2005 г.). М.: ВНИРО. С. 153–155.

Козолуп О.А., Коростелев С.Г., Архипова Е.А. 2004. Расчёт количества коллекторов для культивирования тихоокеанской мидии в б. Вилючичская (Восточная Камчатка) // Матер. 2-й Интернет-конф. мол. учёных «Актуальные проблемы изучения и использования водных биоресурсов» (Владивосток, 24 мая–4 июня 2004 г.). Владивосток: ТИИРО-центр. С. 108–111.

Коростелев С.Г. 2002. Перспективы марикультуры в прибрежье юго-востока Камчатки // Тез. докл. 1-й междунар. конф. «Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки» (Москва-Голицино, 26–30 августа 2002 г.). М.: ВНИРО. С. 52.

Лобзанова Т.В., Бибиков В.М., Шабалина В.А. 2000. Некоторые аспекты улучшения условий содержания бестера в зимний период // Матер. 1-й науч. практ. конф. «Проблемы современного товарного осетроводства». Астрахань. С. 47–49.

Михеев В.П. 1982. Садковое выращивание товарной рыбы. М.: Лег. и пищ. пром-сть, 216 с.

Панасенко В.В. 2006. Использование пробиотиков в кормах для рыб компании ПРОВИМИ // Тез. докл. междунар. науч. конф. «Состояние и перспективы развития фермерского рыбодоводства аридной зоны» (Азов, июнь 2006 г.) Ростов-на-Дону: ЮНЦ РАН. С. 70–71.

Пономарёв С.В., Гамыгин Е.А., Никоноров С.И., Пономарева Е.Н., Грозеску Ю.Н., Бахарева А.А. 2002. Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России // Астрахань: Нова-Плюс, 264 с.

Пономарёв С.В., Грозеску Ю.Н., Бахарева А.А. 2006. Индустриальная аквакультура // Астрахань: ИП Грицай, 312 с.