

УДК 639.37

**РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА
РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ В ОТКРЫТЫХ И ЗАКРЫТЫХ РЫБОВОДНЫХ СИСТЕМАХ**

К.А. Молчанова¹, Е.И. Хрусталева², Е.М. Комова³

¹ ФГБОУ ВО «КГТУ», Калининград, ksenia.elfimova@gmail.com

² ФГБОУ ВО «КГТУ», Калининград, chrustagua@rambler.ru

³ ФГБОУ ВО «КГТУ», Калининград, akari-tajn@mail.ru

Климатические изменения и связанное с этим увеличение температуры воды в летний период за пределы допустимых значений для радужной форели делают форелеводство в умеренных широтах крайне рискованным. В Калининградской области это дополняется почти полным отсутствием в материковой зоне водоемов, пригодных для создания садковых хозяйств. Имеющийся водный баланс рек с грунтовым питанием позволяет использовать их как водоисточник для водоснабжения бассейновых (прудовых) хозяйств. Но проблемным остается вопрос обеспечения благоприятного температурного режима для молоди форели на этапе выращивания посадочного материала, менее устойчивой к воздействию этого основного по степени влияния на рыб абиотического фактора (Хоар и др., 1983).

Неблагоприятные условия в период нагула производителей, несомненно, негативно отражаются на качестве половых продуктов (Персов, 1972). Поэтому целесообразной для региона является ориентация на использование артезианской воды для водоснабжения установок замкнутого водообеспечения (УЗВ), в которых при благоприятном температурном режиме и контроле других абиотических факторов реально содержать маточные стада форели и выращивать посадочный материал до весовых кондиций, позволяющих при переводе его в открытые рыбоводные системы получать товарную продукцию (порционная форель средней массой 400–500 г, лососевая форель средней массой 2000–3000 г) за один вегетационный сезон продолжительностью не менее 180 сут. С тепловым балансом 3200–3500 градусо-дней. При этом целесообразным, и это установлено в наших исследованиях, становится перевод производителей на разные сроки созревания в течение года. В основе этого - специфический режим температуры, выделение разных групп форели на этапе формирования ремонтного стада по срокам выведения на режим полового созревания. В этом случае целесообразным с экономической точки зрения становится товарное выращивание форели в УЗВ в режиме трех циклов (порционная форель), двух циклов (форель массой 800–1000 г), что предполагает двух- и трехкратное использование в течение года бассейнов питомного и товарного цехов. Перспектива этого видится и в том, что в последнее десятилетие из-за глобального потепления проявилась тенденция к истощению водного баланса поверхностных водоисточников. Резерв же подземных (артезианских) вод, очевидно, при сохранении климатических тенденций еще длительное время будет сохраняться на стабильном уровне. Тем более потребность в такой воде для выращивания рыбы в УЗВ, с учетом 5–10% суточной подпитки, на несколько порядков ниже, чем в прямоточных бассейновых и прудовых хозяйствах (Киселев, 1999).

Целью настоящего исследования являлось установление особенностей раскрытия ростовой потенции у молоди радужной форели при выращивании в УЗВ и по комбинированной схеме (бассейны–пруды). Исследования проводились в рамках разрабатываемых полициклических технологий разведения и выращивания форели в УЗВ.

Материал и методика

Исследования осуществлялись на базе УЗВ ООО «ТПК Балтптицепром», мобильной рыбоводной лаборатории (МРЛ) КГТУ, бассейново-садковой базе ООО «Калининградский центр Аквакультура». Маточное стадо в УЗВ было сформировано из материала, завезенного в мальковом возрасте из рыбоводного хозяйства ООО «Калининградский центр Аквакультура». Поэтому сравниваемые группы форели в разнотипных рыбоводных системах имели одно происхождение от гибридной формы, полученной в результате скрещивания в середине–конце 80-х гг. прошлого столетия трех популяций форели, завезенных из рыбхоза «Волма» (Беларусь), рыболовецкого колхоза «Банга» (Латвия), рыболовецкого колхоза «Прогресс» (Ленинградская область).

На этапе инкубации икры в варианте УЗВ была использована МРЛ с рециркуляционной системой, в составе которой 24 бассейна размером 2×0,5×0,4 м. В один бассейн помещали 3 рамки размером 50×35 см, на которые раскладывали оплодотворенную икру. В этих же бассейнах по завершении инкубации проводили выдерживание предличинок, подращивание и выращивание личинок и мальков, которых по достижении массы 6–7 г переводили на дальнейшее выращивание в бассейны шестиугольной формы с объемом воды в каждом 3 м³ промышленной УЗВ. Инкубацию икры, выдерживание предличинок, выращивание личинок по комбинированной схеме выполняли в бассейнах размером 2×0,5×0,5 м. По достижении мальками массы, близкой к 1 г, их переводили на дальнейшее выращивание в садки размером 5×4×3 м, выстроенные в линию в водоеме-карьере «Прибрежный».

Кормление личинок и мальков форели на базе УЗВ ООО «ТПК Балтптицепром» проводили стартовыми кормами Aller Futura различной крупности («0»; 1; 2; 3; 4; 1,5 мм; 2 мм); по достижении массы 20–30 г их переводили на кормление кормами рецептур А. nova и А. Bronze с размером гранул 3,2 и 4,5 мм.

В хозяйстве ООО «Калининградский центр Аквакультура» личинок и мальков форели кормили стартовыми кормами А. Futura различной крупности и Biomar по достижении массы 20–30 г с размером гранул 3,2 мм.

Плотность посадки личинок в прямоточных бассейнах составила 4-5 тыс. шт/м², на этапе выращивания мальков – 1-2 тыс. В шестиугольных бассейнах плотность посадки молоди, не менявшаяся в течение всего периода исследований, равнялась 200 шт/м³, в садках – 50-100. Температуру воды, содержание растворенного кислорода, рН измеряли ежедневно с помощью переносных приборов.

Расчет скорости роста молоди форели проводили на основании данных контрольных обловов, подставляя их в формулу (Купинский, 2007):

$$K_m = \frac{(\sqrt[3]{M_k} - \sqrt[3]{M_n}) \times 3}{T},$$

где K_m – общепродукционный коэффициент массонакопления, M_n и M_k – масса рыб начальная и конечная, г; T – период между двумя последовательными обловами, сут.

Результаты и обсуждение

Материалы рис. 1 дают представление о различиях в изменении температуры воды в открытых рыбоводных системах (бассейны и садки) и УЗВ. Для УЗВ характерна более ровная динамика на этапах увеличения или снижения температуры воды. Для открытых систем отмечен не только больший диапазон отклонения температуры воды до 2–3 °С от близких к 23°, но и более резкая динамика на этапах увеличения и снижения температуры воды.

Общий баланс температуры воды был закономерно выше в УЗВ (4994 градусо-дней). Но и комбинированная схема показала большой температурный баланс (4274 градусо-дней), в то время как отмечаемый в 70-80-х гг. прошлого века суммарный баланс температуры воды в течение вегетационного сезона, когда температуры воды выше 5 °С, в водоеме-карьере «Прибрежный» составлял в среднем 3200–3500 градусо-дней (Хрусталеv, 1986).

На что следует обратить внимание, это на то, что среднепериодная температура воды в открытых рыбоводных системах оказалась близкой к 13,4 °С при продолжительности около 310 сут. в 2015 г и 13,2 °С при продолжительности около 250 сут. В последнем примере. В УЗВ среднепериодная температура воды закономерно оказалась выше (17,2 °С).

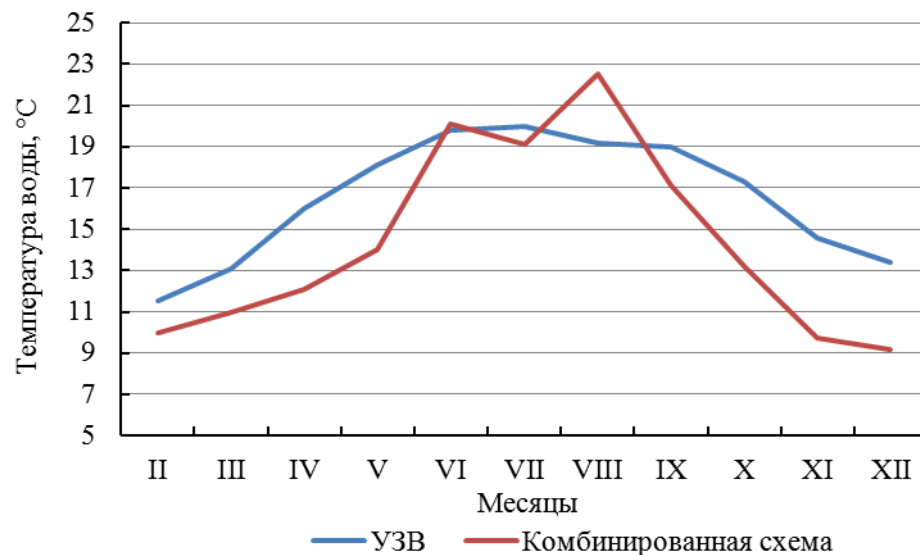


Рисунок 1. Динамика температуры воды в период подращивания, выращивания личинок и посадочного материала форели в УЗВ и по комбинированной схеме (бассейны-садки)

Более стабильной была динамика содержания растворенного в воде кислорода в УЗВ (рис. 2), но отклонения в значениях не превышали, как правило, 0,5 мг/л от средней величины (около 8 мг/л). Насыщение воды кислородом было близким к 100%.

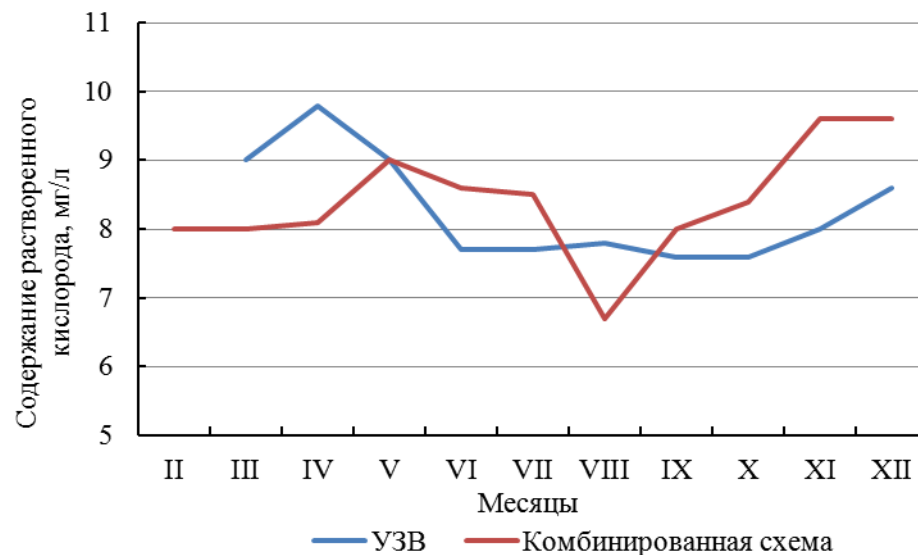


Рисунок 2. Динамика кислородного режима в период подращивания, выращивания личинок и посадочного материала форели в УЗВ и по комбинированной схеме (бассейны-садки)

В открытых рыбоводных системах, прежде всего, в водоеме, где установлены садки, отмечены более значимые отклонения в концентрации кислорода: до 10 мг/л по максимуму, до 6,6 - по минимуму. Снижение насыщения воды кислородом ниже 80% к концу августа закономерно связано с аномальным прогревом воды и развитием фитопланктона. Но среднепериодная концентрация кислорода оказалась близкой в УЗВ и открытых рыбоводных системах - 8,2 и 8,5 мг/л соответственно.

Более стабильной в УЗВ была динамика рН (рис. 3). Некоторый сдвиг реакции среды в кислую сторону следует рассматривать как результат эффективной работы биофильтра (Проскуренко, 2003). Однако и в открытых рыбоводных системах рН была близкой к оптимальным значениям, диапазон которых определен в 6,5–8 (Хрусталева, Хайновский, 2006).

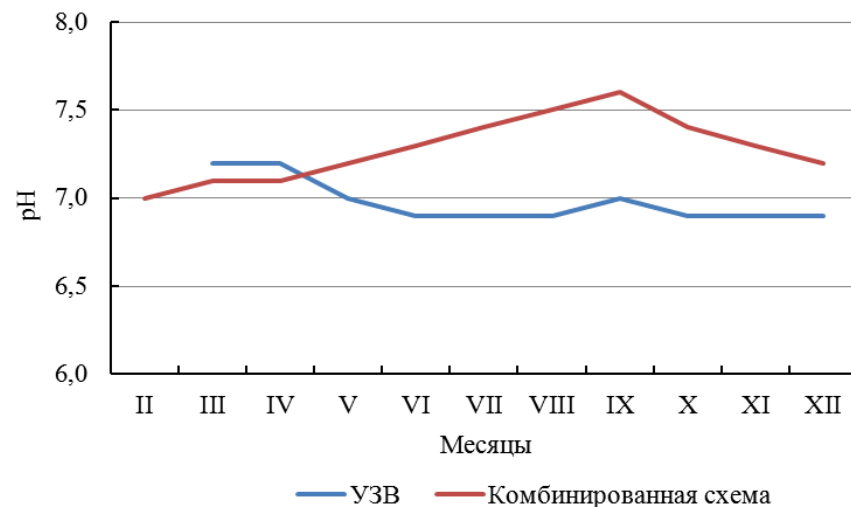


Рисунок 3. Динамика величины водородного показателя (рН) в период подращивания, выращивания личинок и посадочного материала форели в УЗВ и по комбинированной схеме (бассейны-садки)

Совокупное влияние выделенных факторов, а также других относящихся к группе «сопутствующих» (Хоар, 1983) и не учитываемых в настоящей статье отображены на рис. 4.

При разной степени проявления показателя роста (K_m) очевидным выглядит наличие как в группах рыб, выращиваемых в УЗВ, так и в открытых рыбоводных системах трех пиков, связанных с ускорением роста и столько же со снижением. Можно предположить, что таким образом проявляются особенности, связанные с качественными изменениями в организме рыб на определенных этапах (стадиях) развития. Как отмечал в своих работах Л.П. Рыжков (1984), развитие организма рыб, особенно на ранних этапах, предполагает наличие переходных между этапами стадий, имеющих иные временные параметры, но приводящие к качественным изменениям в организме рыб. Качество, как известно, перерастает в количество. Примерно так можно показать связь вероятной качественной перестройки в организме форели, достигшей массы около 1 г, с последующим ускорением роста: в УЗВ увеличение K_m от 0,027 до 0,132, в открытых системах - от 0,042 до 0,106. Очевидно, качественные изменения в организме форели проходят на фоне существенного снижения скорости роста с последующим ускорением, что можно увидеть на рис. 4.



Рисунок 4. Изменение величины общепродукционного коэффициента массонакопления (Км) в период подрашивания, выращивания личинок и посадочного материала форели в УЗВ и по комбинированной схеме (бассейны-садки)

Несомненным представляется решающее влияние на скорость роста форели в разных рыбоводных системах температуры воды. Как видно из данных рис. 1 и 4, в УЗВ она в основном была более благоприятной (14–20°C), что связано со 100%-ным насыщением воды кислородом и близкими к нейтральным значениями рН. Именно в УЗВ практически на протяжении всего периода скорость роста рыб была значительно выше, чем в открытых рыбоводных системах, причем существенно. Среднепериодная величина Км в УЗВ составила 0,084, для открытых систем за сравнимый промежуток времени - 0,037, за период с температурой воды выше 13 °С - 0,046. Как результат, конечная масса сеголетков в конце периода исследований равнялась 450 г, в садках - 63 г. По достигнутой массе тела форель в УЗВ может быть отнесена к разряду порционной товарной рыбы.

Выводы

1. Определяющее влияние на рост форели в открытых рыбоводных системах на фоне оптимальных параметров кислородного режима и рН оказывала температура воды.
2. Оптимальный температурный режим УЗВ способствовал большей скорости роста форели: Км в УЗВ – 0,084, в открытых рыбоводных системах в период с температурой выше 13 °С – 0,046, масса сеголетков в УЗВ - 450, в открытых системах - 63 г.
3. Рост форели в УЗВ и открытых рыбоводных системах характеризуется наличием трех пиков роста и снижения значений показателя Км, что можно связать с качественной перестройкой в организме рыб на определенных этапах (стадиях) развития.
4. Достигнутый уровень раскрытия ростовой потенции у форели в УЗВ подтверждает возможность реализации полициклической технологии выращивания форели в УЗВ.

Литература

- Киселев А.Ю.* Биологические основы и технологические принципы разведения и выращивания объектов аквакультуры в УЗВ. Докт. дис. - М.: ВНИЭРХ, 1999. - 62 с.
- Купинский С.Б.* Продукционные возможности объектов аквакультуры. - Астрахань: ДФ АГТУ, 2007. - 133 с.
- Персов Г.М.* Надежность функционирования воспроизводительной способности рыб // Вопр. ихтиологии. - 1972. - Т. 12. - Вып. 2. - 147 с.
- Проскуренко И.В.* Замкнутые рыбоводные установки. - М: ВНИРО, 2003. - 152 с.
- Рыжков Л.П.* Основные морфофизиологические закономерности раннего онтогенеза пресноводных рыб // Актуальные проблемы экологической физиологии и биохимии рыб. - М.: Наука, 1984. – С. 6-27.
- Хоар У., Рендолл Д., Бретт Дж.* Биоэнергетика и рост рыб. - М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1983. - 408 с.
- Хрусталёв Е.И.* Биологические особенности выращивания радужной форели в условиях солоноватых вод. Канд. дис. - Калининград: КГТУ, 1986. - 189 с.
- Хрусталеv Е.И., Хайновский К.Б.* Индустриальное рыбоводство. - Калининград: Изд-во КГТУ, 2006. - 340 с.

RESULTS OF REARING OF RAINBOW TROUT PLANTING MATERIAL IN OPEN AND CLOSED FISH FARMING SYSTEMS

K.A. Molchanova¹, E.I. Khrustalyov², E.M. Komova³

¹*Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, ksenia.elfimova@gmail.com*

²*Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, chrustaquaa@rambler.ru*

³*Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, akari-tajn@mail.ru*

Reservoirs are suitable for the creation of cage farms are almost completely absent in the Kaliningrad region. Therefore, appropriate for the region is the use of artesian water for recirculation aquaculture systems (RAS), which due to the control of abiotic factors actually contain broodstock trout and grow planting materials to marketable products (portion trout - 400-500 g; salmon trout - 2000-3000 g). In our opinion, from an economic point of view it is advisable to commercial cultivation of trout in RAS mode in three cycles (portion trout), two cycles (trout weighing 800 - 1000 g), which involves the use of two- and three-fold during of pools of fingerlings and commercial shops the year. The aim of this study was to establish the characteristics of the disclosure of the growth potency of juvenile rainbow trout, which grown in RAS and combined scheme (swimming pools - ponds).