

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
ПРАВИТЕЛЬСТВО КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ
КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

БАЛТИЙСКИЙ МОРСКОЙ ФОРУМ

**Материалы VII Международного Балтийского морского форума
7-12 октября 2019 года**

Том 3

ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ, АКВАКУЛЬТУРА И ЭКОЛОГИЯ ВОДОЕМОВ

VII Международная научная конференция

Электронное издание

**Калининград
Издательство БГАРФ
2019**

УДК 001.89:57

Сост.: Кострикова Н.А.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Волкогон В.А., ректор Калининградского государственного технического университета; Кострикова Н.А., проректор по научной работе КГТУ; Грунтов А.В., начальник БГАРФ; Бокарев М.Ю., директор Института профессиональной педагогики БГАРФ; Яфасов А.Я., начальник Управления инновационной деятельности КГТУ; Бондарев В.А., декан судоводительского факультета БГАРФ; Соболин В.Н., декан транспортного факультета БГАРФ; Лещинский М.Б., заведующий кафедрой автоматизированного машиностроения КГТУ; Мезенова О.Я., зав. кафедрой пищевой биотехнологии КГТУ; Титова И.М., заведующая кафедрой технологии продуктов питания КГТУ; Тылик К.В., декан факультета биоресурсов и природопользования КГТУ

БАЛТИЙСКИЙ МОРСКОЙ ФОРУМ: *материалы VII Международного Балтийского морского форума 7-12 октября 2019 года* [Электронный ресурс]: в 6 томах. Т. 3. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов», VII Международная научная конференция. - Электрон. дан. - Калининград: Изд-во БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ», 2019. - 1 электрон. опт. диск.

Балтийский морской форум является ежегодным масштабным международным научно-практическим мероприятием, объединяющим под своей эгидой ряд научных конференций, круглых столов и мастер-классов, посвященных тематике развития науки и образования в морской отрасли, промышленности, сельском хозяйстве Балтийского региона и РФ в целом. Целью форума является обмен научно-техническими достижениями, расширение научно-технического сотрудничества и выработка эффективных алгоритмов реализации новаторских идей в области судостроения, информационных технологий, аквакультуры, экологии, сельского хозяйства, пищевой биотехнологии, водных биоресурсов и технологий продуктов здорового питания. Международный Балтийский морской форум предоставляет уникальную возможность расширить научные и деловые связи, представить экспертному сообществу результаты научного поиска.

В рамках VII Международного Балтийского морского форума состоятся конференции:

- **«Инновации в науке, образовании и предпринимательстве – 2019»**, XVII Международная научная конференция;
- **«Морская техника и технологии. Безопасность морской индустрии»**, VII Международная научная конференция;
- **«Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов»**, VII Международная научная конференция;
- **«Пищевая и морская биотехнология»**, VIII Международная научно-практическая конференция;
- **«Инновации в технологии продуктов здорового питания»**, VI Национальная научная конференция;
- **«Прогрессивные технологии, машины и механизмы в машиностроении и строительстве»**, V Международная научная конференция;
- **«Инновации в профессиональном, общем и дополнительном образовании»**, V Международная научная конференция;
- **«Прогрессивные технологии на транспорте»**, Круглый стол;
- **«Инновационное предпринимательство – 2019»**, V Международная конференция.

ОБОСНОВАНИЕ АЛГОРИТМА ВЫРАЩИВАНИЯ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ ПО КОМБИНИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Молчанова Ксения Андреевна, канд. биол. наук, вед. инженер кафедры аквакультуры;
Гончаренок Ольга Евгеньевна, канд. биол. наук, доцент кафедры аквакультуры

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: kseniya.elfimova@klgtu.ru, olga111@yandex.ru

Целью работы является обоснование алгоритма выращивания радужной форели по комбинированной технологии. Приводимое в данной статье обоснование основано на анализе данных, полученных в ходе разработки первой в России технологии формирования маточного стада радужной форели в УЗВ, материалов исследований по формированию и эксплуатации маточных стад, выращиванию посадочного материала и товарной форели в садковом хозяйстве, информации о термическом режиме рек с грунтовым питанием, протекающих по территории Калининградской области. Проведенный анализ позволил выделить вероятное влияние теплового баланса в годы с прохладным и жарким летом на скорость роста форели

Придание товарному рыбоводству статуса искусственных индустриальных экосистем согласуется с реализацией биологической потенции разводимых и выращиваемых рыб на более высоком уровне [1]. Так, по некоторым позициям, например, величине рыбопродукции можно получить с единицы площади или объема бассейнов УЗВ в 2-10 раз больше рыбы, чем в проточных бассейновых и садковых хозяйствах. Это подтверждено для карпа, радужной форели, осетровых и других рыб [2].

Управляемые температурный, газовый, гидрохимический режимы способствуют ускорению роста рыб, сокращению возраста первого созревания, повышению выживаемости рыб на всех этапах онтогенеза. На эмбриональных и личиночных этапах развития это согласуется с обеспечением оптимальных абиотических и биотических условий в тот период, когда на развитие организма доминирующее влияние оказывает наследственный фактор [3]. Большой в 2-3 раза тепловой баланс УЗВ, чем в хозяйствах с естественной термикой воды или использующих сбросную теплую воду ТЭЦ АЭС [4] реализуется также в сокращении межнерестовых циклов. Так, подтверждено практикой ежегодное созревание в УЗВ стерляди, радужной форели, судака. Для карпа показана возможность созревания до 4-х раз, тиляпии до 12 раз, клариевого сома до 4-5 раз в год. В опытных условиях установлена возможность повторного созревания в УЗВ стерляди и форели [5]. В настоящее время в племенном хозяйстве «Адлерское» создается порода радужной форели с двукратным созреванием производителей в течение года [6].

Преимущества, которые дает разведение и выращивание рыбы в УЗВ в России, имеет ограниченную практику по причине существенно больших как капитальных, так и большинства эксплуатационных затрат, по сравнению с традиционными формами рыбоводных хозяйств. Поэтому логичным представляется совмещение в едином технологическом процессе преимуществ, которые дает получение потомства рыб с заданными размерно-весовыми показателями в УЗВ и выращивание товарной рыбы в хозяйствах с естественной термикой воды.

Приоритет же в развитии УЗВ в странах Евросоюза связан с проводимой политикой минимизации воздействия рыбоводных хозяйств на экологию поверхностных водоемов и приданием только рыбе, выращенной в УЗВ, статуса экологически чистой продукции [7].

Приводимое в данной статье обоснование основано на анализе данных, полученных в ходе разработки первой в России технологии формирования маточного стада радужной форели в УЗВ, материалов исследований по формированию и эксплуатации маточных стад, выращиванию поса-

дочного материала и товарной форели в садковом хозяйстве, информации о термическом режиме рек с грунтовым питанием, протекающих по территории Калининградской области [8].

Создание в УЗВ оптимальных температурного и газового режимов (рисунок 1) способствует раскрытию ростовой потенции молоди форели, которая в возрасте 8 месяцев достигает средней массы около 300 г (рисунок 2). В форелевом хозяйстве на карьере «Прибрежный» средняя масса сеголетков форели близка к 55 г. При этом разница в сроках вылупления предличинок составляет около 2 мес. Со сдвигом на более ранние в садковом хозяйстве. При этом средней массы 1 г в обоих примерах мальки достигают в конце апреля-начале мая. Средняя величина общепродукционного коэффициента массонакопления (K_m) в УЗВ близка к 0,085, в садковом хозяйстве 0,045-0,05. Если придерживаться откорректированной для радужной форели величины генетического коэффициента роста до 0,1, то в первом случае экологические условия, совмещающие действие абиотических и биотических факторов, реализуются на 85% (величина экологического коэффициента роста $K_э$ составляет 0,85). Во втором только на 45-50%, что, тем не менее, достаточно высоко и согласуется с установленной градацией по степени влияния экологических условий на рост рыб [9].

Через 12 мес. от посадки на выращивание 1 г мальков с учетом 2-х месячного периода «искусственной зимовки» форель в УЗВ достигает массы около 1000 г.

В садковом хозяйстве средняя масса годовиков к началу мая близка к 110 г. Такую массу может иметь посадочный материал, используемый для выращивания товарных двухлетков форели. При этом величина K_m за период выращивания декабрь-апрель в первом случае приближается к 0,066, во втором к 0,022.

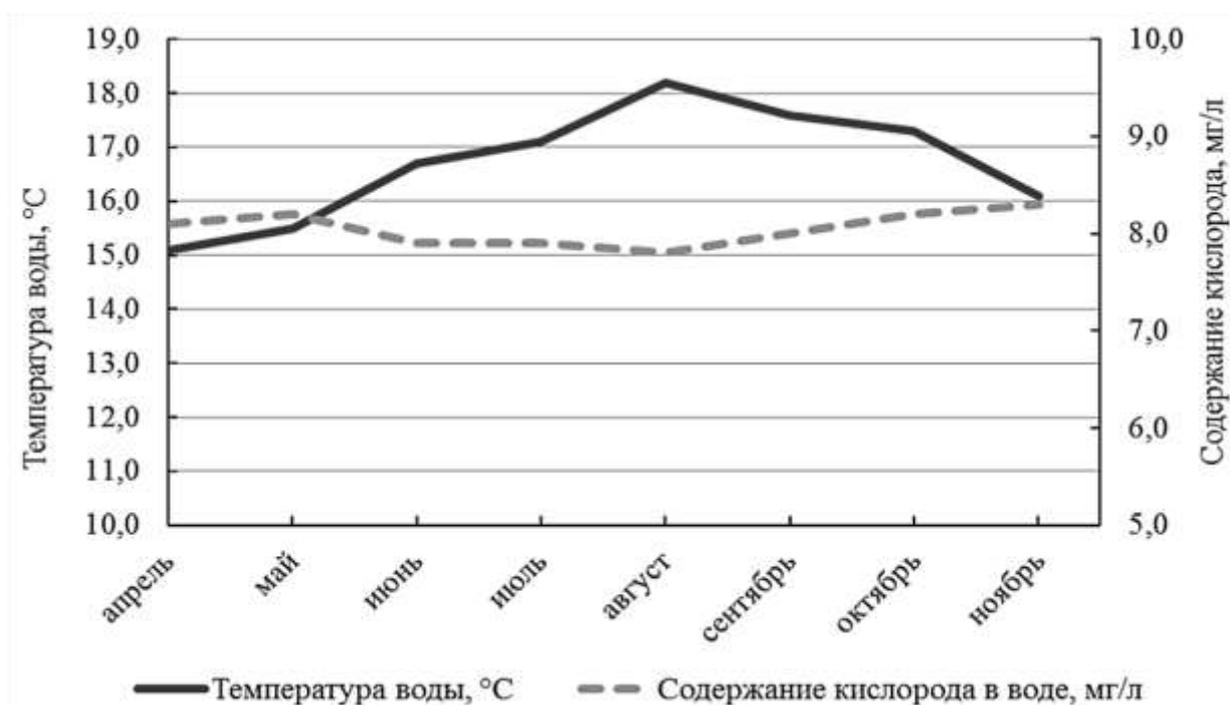


Рис. 1. Температура воды и содержание в ней растворенного кислорода

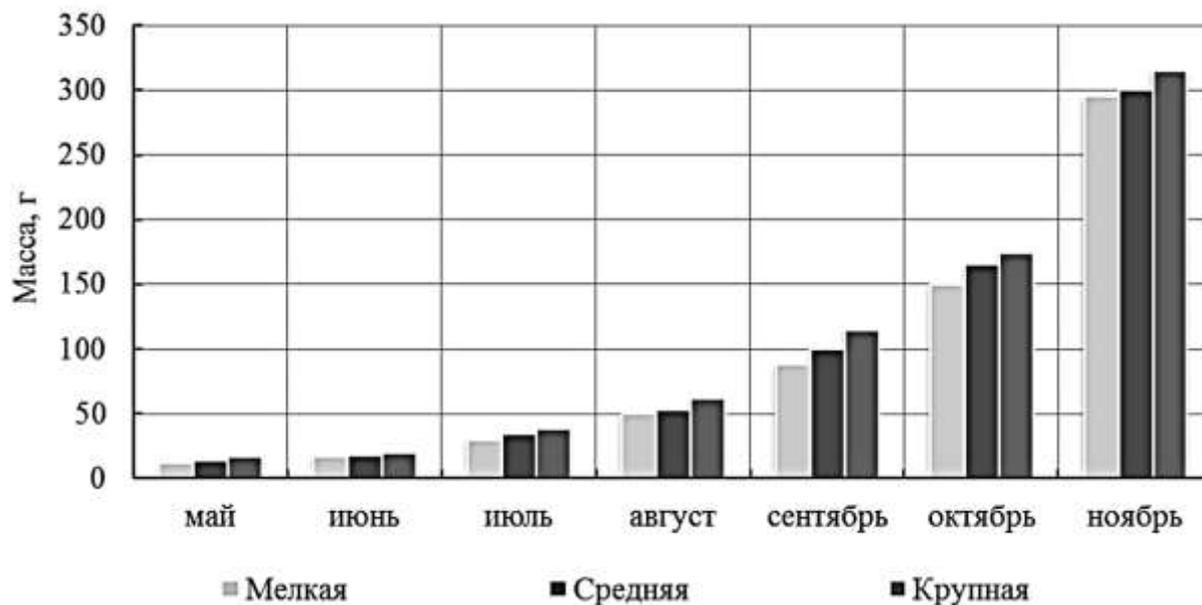


Рис. 2. Изменение массы тела молоди форели

Если сеголетков форели, выращенных в УЗВ, перевести на зимнее содержание в садки, то средняя масса годовиков к маю может достигнуть при установленной величине $K_m = 0,022$ около 475 г.

Таким образом, в качестве посадочного материала, используемого для выращивания товарных двухлетков при комбинированной или прямолинейной схеме в садках могут быть рыбы с массой 1000 г (первый вариант), 475 г (второй вариант) и 110 г (третий вариант).

Если выращивание товарных двухлетков планируется в бассейновых (прудовых) хозяйствах, водоснабжение которых ведется из рек с грунтовым питанием, то в качестве посадочного материала могут рассматриваться рыбы с теми же размерными характеристиками, поскольку на территории региона нет опыта выращивания форели в таких рыбоводных системах.

При расчете ожидаемой средней массы товарных двухлетков следует ориентироваться на данные о возможной температуре воды в садковых и бассейновых (прудовых) хозяйствах, снабжаемых водой из рек с грунтовым питанием (таблица 1).

Таблица 1

Возможный температурный режим форелевых хозяйств

Способ выращивания	Тепловой режим	Месяцы						Сумма градусо-дней, общая/благоприятная для роста
		V	VI	VII	VIII	IX	X	
Садковый	х	14,5	17,0	19,5	17,5	14,0	12,5	2850/2265
	ж	16,0	19,5	22,0	20,5	17,0	15,0	3300/1400
Бассейновый (прудовый)	х	12,0	15,0	17,5	15,5	13,0	11,0	2520/2190
	ж	13,5	16,5	20,0	18,5	16,0	13,5	2940/2311

Примечание: х – прохладное лето; ж – жаркое лето.

Признавая, что благоприятная для роста форели температура воды 12-18°C, то в варианте садкового хозяйства в случае жаркого лета интенсивный рост форели следует ожидать 1 из 6-ти месяцев вегетационного сезона. В случае прохладного лета - 3 из 6-ти месяцев.

В бассейновых (прудовых) хозяйствах в жаркое лето только 1 месяц может отмечаться превышение верхней границы диапазона оптимальной температуры. В прохладное лето температура воды ниже указанного диапазона отмечается 1 месяц из 6-ти.

В бассейнах УЗВ при выращивании двухлетков от годовиков средней массой 1000 г величина K_m с учетом того, что в сентябре-ноябре возрастает доля генеративного обмена в общем, составляет 0,05.

Сумма градусо-дней за 6 месяцев выращивания (май-октябрь) составляет около 2900. Диапазон температуры воды 12,5-18,0°C. Такой тепловой баланс сопоставим с условиями прохладного лета в садковом хозяйстве. При исключении из него суммы градусо-дней июля, когда средняя температура воды на 1,5°C выше верхней границы оптимума, то благоприятный для роста форели тепловой баланс составляет 2265. Если применить метод соответствия суммы градусо-дней и K_m , то пропорция:

$$\frac{2900 \text{ градусо-дней} - 0,05 (K_m)}{2265 \text{ градусо-дней} - x (K_m)} \quad (1)$$

покажет величину $K_m=0,039$.

В этом случае ожидаемая конечная масса двухлетков форели в садках в прохладное лето составит:

$$M_k = \left(\frac{K_m \times T + 3 \sqrt[3]{M_n}}{3} \right)^3 \quad (2)$$

где M_n и M_k – начальная и конечная массы рыб, г; T – период времени выращивания рыбы, сут; K_m – общепродукционный коэффициент массонакопления.

$$M_k = \left(\frac{0,039 \times 180 + 3 \sqrt[3]{1000}}{3} \right)^3 = 1860 \text{ г}$$

Однако, полное исключение июля из общего теплового баланса вряд ли целесообразно, поскольку температура воды на границе оптимума (18-20°C) при достаточном насыщении воды кислородом (80-100% и более), может способствовать сохранению высокой скорости роста форели [10].

Если сохранить тепловой баланс июля в составе общего и учесть в формуле (2) K_m , равный 0,05, то ожидаемая масса двухлетков составит:

$$M_k = \left(\frac{0,05 \times 180 + 3 \sqrt[3]{1000}}{3} \right)^3 = 2197 \text{ г}$$

Если рассмотреть ситуацию с жарким летом и исключить из периода интенсивного роста три месяца (июнь-август) и учесть тепловой баланс, равный 1400 градусо-дней, то величина K_m составит 0,021 (1). Тогда конечная масса двухлетков будет:

$$M_k = \left(\frac{0,021 \times 180 + 3 \sqrt[3]{1000}}{3} \right)^3 = 1428 \text{ г}$$

Однако, если исключить из общего теплового баланса только июль, когда температура воды (22°C) явно выходит за границу допустимых значений, то величина K_m на оставшуюся часть теплового баланса (2640 градусо-дней) составит (1) 0,04. Тогда ожидаемая масса двухлетков (2) составит:

$$M_k = \left(\frac{0,04 \times 180 + 3 \sqrt[3]{1000}}{3} \right)^3 = 1907 \text{ г}$$

В варианте выращивания двухлетков от годовиков средней массой 475 г применима величина K_m , которая по многолетним данным для прохладного лета составляет 0,055.

Тогда, с учетом вычета из общего теплового баланса июля, величина K_m составит (1) 0,044, а конечная масса (2):

$$M_k = \left(\frac{0,044 \times 180 + 3\sqrt[3]{475}}{3} \right)^3 = 1138 \text{ г}$$

При включении теплового баланса июля в общий:

$$M_k = \left(\frac{0,055 \times 180 + 3\sqrt[3]{475}}{3} \right)^3 = 1368 \text{ г}$$

Для жаркого лета при исключении трех месяцев (июль-август) K_m откорректирован до 0,023, тогда:

$$M_k = \left(\frac{0,023 \times 180 + 3\sqrt[3]{475}}{3} \right)^3 = 774 \text{ г}$$

Если из теплового баланса исключить только июль, то K_m откорректирован до 0,044, тогда:

$$M_k = \left(\frac{0,044 \times 180 + 3\sqrt[3]{475}}{3} \right)^3 = 1138 \text{ г}$$

В варианте выращивания двухлетков от годовиков средней массой 110 г при корректировке K_m до 0,044 получим:

$$M_k = \left(\frac{0,044 \times 180 + 3\sqrt[3]{110}}{3} \right)^3 = 412 \text{ г}$$

Без корректировки K_m :

$$M_k = \left(\frac{0,055 \times 180 + 3\sqrt[3]{110}}{3} \right)^3 = 442 \text{ г}$$

В жаркое лето при исключении из общего баланса трех месяцев K_m откорректирован до 0,023, тогда:

$$M_k = \left(\frac{0,023 \times 180 + 3\sqrt[3]{110}}{3} \right)^3 = 236 \text{ г}$$

Если из теплового баланса исключить только июль, то K_m откорректирован до 0,044, тогда:

$$M_k = \left(\frac{0,044 \times 180 + 3\sqrt[3]{110}}{3} \right)^3 = 412 \text{ г}$$

Применительно к условиям бассейновых (прудовых) хозяйств по первому варианту в условиях прохладного лета с корректировкой теплового баланса для прохладного лета (2190 градусо-дней) K_m составит 0,043, тогда:

$$M_{\text{к}} = \left(\frac{0,043 \times 180 + 3\sqrt[3]{1000}}{3} \right)^3 = 1991 \text{ г}$$

В условиях жаркого лета исключение из общего теплового баланса июля (600 градусо-дней) $M_{\text{к}}$ будет откорректирован до 0,04, тогда:

$$M_{\text{к}} = \left(\frac{0,04 \times 180 + 3\sqrt[3]{1000}}{3} \right)^3 = 1907 \text{ г}$$

Без исключения из теплового баланса июля и октября:

$$M_{\text{к}} = \left(\frac{0,05 \times 180 + 3\sqrt[3]{1000}}{3} \right)^3 = 2197 \text{ г}$$

Для второго варианта в условиях прохладного лета при исключении из теплового баланса октября (2190 градусо-дней) $M_{\text{к}}$ составит 0,048, тогда:

$$M_{\text{к}} = \left(\frac{0,048 \times 180 + 3\sqrt[3]{475}}{3} \right)^3 = 1218 \text{ г}$$

Для жаркого лета при исключении из теплового баланса июля, $M_{\text{к}}$ откорректирован до 0,044, тогда:

$$M_{\text{к}} = \left(\frac{0,044 \times 180 + 3\sqrt[3]{475}}{3} \right)^3 = 1138 \text{ г}$$

Без исключения из теплового баланса июля $M_{\text{к}}$ составляет 0,055, тогда:

$$M_{\text{к}} = \left(\frac{0,055 \times 180 + 3\sqrt[3]{475}}{3} \right)^3 = 1377 \text{ г}$$

По третьему варианту в условиях прохладного лета при исключении из теплового баланса октября (2190 градусо-дней) $M_{\text{к}}$ откорректирован до 0,048, тогда:

$$M_{\text{к}} = \left(\frac{0,048 \times 180 + 3\sqrt[3]{110}}{3} \right)^3 = 453 \text{ г}$$

Для жаркого лета при исключении из теплового баланса июля, $M_{\text{к}}$ откорректирован до 0,044, тогда:

$$M_{\text{к}} = \left(\frac{0,044 \times 180 + 3\sqrt[3]{110}}{3} \right)^3 = 412 \text{ г}$$

Без исключения из теплового баланса июля и октября $M_{\text{к}}$ составляет 0,055, тогда:

$$M_{\text{к}} = \left(\frac{0,055 \times 180 + 3\sqrt[3]{110}}{3} \right)^3 = 531 \text{ г}$$

Проведенный анализ позволил выделить вероятное влияние теплового баланса в годы с прохладным и жарким летом на скорость роста форели (таблица 2). Очевидно, что большее влияние данного фактора показано для комбинированных технологий, где вторым этапом рыбоводного процесса является выращивание двухлетков в садках.

Таблица 2

Ожидаемые результаты выращивания товарных двухлетков по линейной и комбинированным технологиям

Технологии	Тепловой режим	Средняя масса сеголетков, г	Средняя масса годовиков, г	Средняя масса двухлетков, г
Садки-садки	х	55	110	412-442
	ж	55	110	236-412
УЗВ-садки	х	300	475	1860-2197
	ж	-	-	1428-1907
УЗВ-садки	х	300	475	1138-1368
	ж	-	-	774-1138
Садки-бассейны	х	55	110	453
	ж	-	-	412-531
УЗВ-бассейны	х	300	1000	1991-2197
	ж	-	-	1907
УЗВ-бассейны	х	300	475	1218-1377
	ж	-	-	1138

Примечание: х – прохладное лето; ж – жаркое лето.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Купинский С.Б. Продукционные возможности объектов аквакультуры. – Астрахань: ДФ АГТУ, 2007. – 133 с.
2. Проскуренок И.В. Замкнутые рыбоводные установки. – М.: ВНИРО, 2003. – 152 с.
3. Жукинский В.Н. Влияние абиотических факторов на разнокачественность и жизнеспособность рыб в раннем онтогенезе. – М.: Агропромиздат, 1986. – 243 с.
4. Пономарев С. В., Грозеску Ю. Н., Бахарева А. А. Индустриальное рыбоводство. – СПб: Лань, 2013. – 416 с.
5. Киселев А.Ю. Биологические основы и технологические принципы разведения и выращивания объектов аквакультуры в установках с замкнутым циклом водообеспечения: автореф. дис. ... док. биол. наук. – М.: ВНИИПРХ, 1999. – 62 с.
6. Голод В.М., Терентьева Е.Г. Ропшинская форель / Породы радужной форели (*Oncorhynchus mykiss* W.). Серия: Породы и одомашненные формы рыб. – М.: Росинформагротех, 2006. – С. 3–109.
7. Биотехнический и производственный потенциал пастбищной аквакультуры на трансграничных водоемах России и Литвы / Е.И. Хрусталева и др. – Калининград: Изд-во ИП Мишуткина, 2009. – 198 с.
8. Схема комплексного использования и охраны водных объектов бассейнов реки Неман и рек бассейна Балтийского моря (российская часть в Калининградской обл.) (код 01.01.00). Проект. Сводный том СКИОВО реки Неман и рек бассейна Балтийского моря (российская часть бассейна в Калининградской области) Москва, 2012. 105 с. // Электрон. дан. Режим доступа URL: http://www.klgd.ru/municipal_services/ecology/svodnyi_tom_skiovo.pdf (дата обращения 10.05.2019).
9. Современные проблемы и перспективы развития аквакультуры: Учебник / Е.И. Хрусталева, Т.М. Курапова, О.Е. Гончаренко, К.А. Молчанова. – СПб.: Изд-во Лань, 2017. – 416 с.
10. Константинов А.С. Общая гидробиология. Рубрика: Экологические дисциплины. – 4-е изд. – М.: Высшая школа, 1986. – 472 с.

SUBSTANTIATION OF THE ALGORITHM FOR GROWING RAINBOW TROUT IN COMBINED TECHNOLOGY

Molchanova Kseniia Andreevna, Ph.D. by Biology, Lead engineer of Department of Aquaculture;
Goncharenok Olga Evgenievna, Ph.D. by Biology, Associate Professor of Department
of Aquaculture

Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, Russia, e-mail: kseniya.elfimova@klgtu.ru, olga111@yandex.ru

The aim of the work is to substantiate the algorithm for growing rainbow trout using a combined technology. The rationale given in this article is based on the analysis of data obtained during the development of the first in Russia technology for forming broodstock of rainbow trout in RAS, research materials on the formation and operation of broodstock, growing planting material and commodity trout in cage farming, information on the thermal regime of rivers with groundwater flowing through the territory of the Kalinin-grad region. The analysis made it possible to identify the likely effect of heat balance in years with a cool and hot summer on the growth rate of trout

УДК 639.3.09

ПРОФИЛАКТИКА ИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ФОРЕЛИ ПРИ ИНДУСТРИАЛЬНОМ ВЫРАЩИВАНИИ

Решетникова Ольга Васильевна, канд. биол. наук, доцент кафедры биотехнологии, технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции

ГАОУ ВО ЛО «Ленинградский государственный университет им. А.С. Пушкина»,
Лужский институт (филиал), Луга, Россия, e-mail: olga.res56@yandex.ru

Аквакультура, выращиваемая промышленными методами, подвергается повышенному риску заболеваемости, что может привести к потерям продукции. Цель работы: определить преимущество выращивания форели в установках закрытого водоснабжения. Дана характеристика основных заболеваний лососевых рыб в пресноводной аквакультуре. Преимущество технологии закрытого водоснабжения (УЗВ) заключается в сохранении экологической обстановки, автоматизации технологических процессов, возможности контроля и профилактики заболеваний при выращивании радужной форели

К промышленным методам разведения рыб относится холодноводное рыбоводство, полностью или частично выращиваемых в искусственных условиях при температуре не более +18°C. В холодноводном рыбоводстве разводят несколько видов лососевых рыб: радужную форель, ручьевую форель, гольца. В производстве форели доминирует разведение радужной форели. В пресной воде лососевых рыб выращивают в основном по двум технологиям: прудовое и промышленное разведение. Эти технологии представляют специально подготовленные форелевые пруды-каналы, садки, бассейны, установки с замкнутым водообеспечением (УЗВ) или комбинированные методы выращивания [1-4, 6, 7]. Технология выращивания оказывает определенное влияние на возникновение заболеваний у лососевых рыб. Одним из факторов, сдерживающим развитие культивируемых гидробионтов являются болезни.

Для возникновения заразных заболеваний (инфекционных, инвазионных) на рыбоводном предприятии необходимо сочетание не менее трех факторов: возбудителя болезней (вирусы, бактерии, микроскопические грибы, паразиты), восприимчивого вида рыб, факторов внешней среды.