

УДК 639.3:[597.556.33+597.552.51](06)

ОСОБЕННОСТИ ДОМСТИКАЦИИ СУДАКА (*SANDER LUCIOPERCA*)  
И РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ (*ONCORHYNCHUS MYKISS*) НА ЭТАПАХ РОСТА  
И СОЗРЕВАНИЯ В УСЛОВИЯХ УСТАНОВОК ЗАМКНУТОГО  
ВОДООБЕСПЕЧЕНИЯ

Д. С. Пьянов, К. А. Молчанова, А. Б. Дельмухаметов, Е. И. Хрусталеv

DOMESTICATION OF PIKEPERCH (*SANDER LUCIOPERCA*) AND RAINBOW  
TROUT (*ONCORHYNCHUS MYKISS*) AT THE GROWTH AND MATURATION  
STAGES UNDER RAS CONDITIONS

D. S. Pryanov, K. A. Molchanova, A. B. Delmukhametov, E. I. Khrustalyov

В данной работе представлены результаты формирования продукционных стад судака (*Sander lucioperca*) и радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*). Дана оценка репродуктивных качеств искусственно выращенных в условиях установок замкнутого водообеспечения (УЗВ) производителей: родительской генерации судака и ее потомства; первой и второй генераций радужной форели. Все исследования проводились в Калининградской области.

Репродуктивные показатели производителей судака родительской генерации были следующими: рабочая плодовитость составила  $92,1 \pm 5,5$  тыс. шт., относительная рабочая плодовитость –  $77,8 \pm 2,3$  тыс. шт./кг, диаметр икринок –  $1,10 \pm 0,03$  мм, время подвижности сперматозоидов у самцов –  $187,00 \pm 0,10$  с, объем эякулята –  $1,02 \pm 0,05$  мл. У самок судака первой генерации рабочая плодовитость оказалась  $23,3 \pm 1,1$  тыс. шт., относительная рабочая плодовитость –  $58,2 \pm 1,9$  тыс. шт./кг, время подвижности сперматозоидов самцов –  $108,00 \pm 0,01$  с, объем эякулята –  $0,58 \pm 0,02$  мл.

Репродуктивные показатели производителей форели первой генерации составляли: рабочая плодовитость –  $2,0 \pm 0,9$  и  $4,1 \pm 2,0$  тыс. шт., относительная рабочая плодовитость –  $6,8 \pm 1,5$  и  $12,7$  тыс. шт./кг у впервые созревших и повторно созревших самок соответственно, диаметр икринок –  $4,10 \pm 0,55$  и  $5,90 \pm 0,43$  мм, время подвижности сперматозоидов –  $51,30 \pm 5,70$  с, объем эякулята –  $9,17 \pm 3,33$  мл. Рабочая плодовитость самок второй генерации оказалась  $2,1 \pm 0,6$  и  $2,3 \pm 1,1$  тыс. шт., относительная рабочая плодовитость –  $4,0 \pm 1,2$  и  $4,4 \pm 2,0$  тыс. шт./кг у впервые созревших и повторно созревших соответственно, диаметр икринок –  $3,80 \pm 0,16$  и  $4,80 \pm 0,10$  мм, время подвижности сперматозоидов –  $46,00 \pm 2,60$  с, объем эякулята –  $9,30 \pm 2,52$  мл.

Полученные результаты говорят о положительных репродуктивных показателях искусственно выращенных производителей. Эти данные могут быть использованы при разработке технологии формирования продукционных стад (доместикации) и необходимы для обоснования полноциклического процесса разведения рыб.

*судак, радужная форель, маточное стадо, репродуктивные показатели, рабочая плодовитость, относительная рабочая плодовитость, время подвижности сперматозоидов*

This article presents the results related to the formation of broodstock of pikeperch (*Sander lucioperca*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Estimation of breeding parameters of artificially cultivated in the recirculating aquaculture systems broodstock is given for: parental generation of pikeperch and its first filial generation; the first and second generations of the rainbow trout. The research was carried out in the Kaliningrad region, Russia.

Breeding performance of parental generation of pikeperch was the following: the absolute fecundity  $92,1 \pm 5,5$  thou. eggs, the relative fecundity  $77,8 \pm 2,3$  thou. eggs/kg, the medium diameter of one egg  $1,10 \pm 0,03$  mm, sperm motility  $187,00 \pm 0,10$  sec, semen volume  $1,02 \pm 0,05$  ml. The absolute fecundity of the first generation of pikeperch has been  $23,3 \pm 1,1$  thou. eggs, the relative fecundity has been  $58,2 \pm 1,9$  thou. eggs/kg, sperm motility has been  $108,00 \pm 0,01$ , semen volume  $0,58 \pm 0,02$  ml.

Breeding performance of the first generation of rainbow trout was the following: the absolute fecundity  $2,0 \pm 0,9$  and  $4,1 \pm 2,0$  thou. eggs, the relative fecundity  $6,8 \pm 1,5$  and  $12,7 \pm 1,7$  thou. eggs/kg, the diameter of one egg  $4,10 \pm 0,55$  and  $5,90 \pm 0,43$  mm for the first and second time matured females respectively, sperm motility  $51,30 \pm 5,70$  sec, semen volume  $9,17 \pm 3,32$  ml. The absolute fecundity of the second generation of rainbow trout has been  $2,1 \pm 0,6$  and  $2,3 \pm 1,1$  thou. eggs, the relative fecundity has been  $4,0 \pm 1,2$  and  $4,4 \pm 2,0$  thou. eggs/kg, the diameter of one egg has been  $3,80 \pm 0,16$  and  $4,80 \pm 0,10$  mm for the first and second time matured females respectively, sperm motility has been  $46,00 \pm 2,60$ , semen volume  $9,30 \pm 2,52$  ml.

The obtained results of the breeding parameters of the artificial cultivated broodstock were positive. These data can be used in the development of broodstock formation technology (domestication) and are necessary for provision of a rationale for a complete cycle of fish cultivation.

*pikeperch, rainbow trout, broodstock, breeding parameters, absolute fecundity, relative fecundity, sperm motility*

## ВВЕДЕНИЕ

Установки замкнутого водообеспечения – высшая форма индустриального рыбоводства, позволяющая человеку добиться наибольшего контроля условий выращивания. При свойственных УЗВ недостатках (относительная дороговизна и техническая сложность) они в достаточной степени популярны и широко распространены. Растет и список видов рыб, выращиваемых в УЗВ.

Объекты нашего исследования – судак и форель – не являются типичными видами рыб для выращивания в УЗВ. Возможность выращивания судака в условиях замкнутого цикла обусловлена его высокими вкусовыми качествами, хорошим темпом роста, а также растущей ценой. Что же касается форели, традиционного объекта прудового и садкового рыбоводства, то ее выращивание в УЗВ может быть перспективно при сложностях с поддержанием необходимого температурного режима «под открытым небом» либо на отдельных этапах производственного процесса.

Вынесенный в заголовок термин «доместикация» по отношению к форели можно применить условно, поскольку для нее показан длительный период разведения и выращивания в индустриальных хозяйствах. Однако в нашем случае гибридная форма форели, около 30 лет разводимая и выращиваемая в садковом

хозяйстве «Прибрежное» Калининградской области, впервые была апробирована как объект полноциклического производства в условиях замкнутого цикла водообеспечения [1, 2].

Это представляет интерес, поскольку в условиях происходящего в последние 30 лет потепления климата в средней полосе России, и даже в более северных районах, разведение форели стало иметь много рисков, особенно при выращивании посадочного материала в летний период в открытых рыбоводных системах (бассейновые, садковые, прудовые), когда температура воды на длительный (40-60-суточный и более) период повышается до 22-24 °С. Отсюда неизбежные потери поголовья, нарушение в гаметогенезе производителей, планировании производственного процесса получения товарной рыбы.

В 70-80-е годы в Советском Союзе были проведены работы по изучению рыбоводно-биологических особенностей выращивания форели в УЗВ, но дальше создания первичной нормативной базы получения посадочного материала исследования не продвинулись [3]. Вместе с тем работы по доместикации и формированию маточных стад судака до недавнего времени совсем не осуществлялись.

В отношении судака речь идет о непосредственной доместикации, поскольку для введения в рыбохозяйственный оборот индустриального рыбоводного хозяйства, каковым является установка замкнутого цикла водообеспечения, используется оплодотворенная икра «дикого» судака Куршского залива, полученная на искусственных нерестовых гнездах и помещенная на 5-й стадии эмбрионального развития в инкубационную систему [4].

Вот почему очевидна необходимость научно-технического обоснования полноциклического процесса разведения и выращивания форели в установках замкнутого водообеспечения, имеющего целью оценку особенностей роста и созревания рыб в условиях УЗВ, репродуктивных качеств производителей. На основании этого можно будет говорить о смещении сроков созревания производителей и построении полициклических схем производства посадочного материала и товарной рыбы. Аналогичную цель преследует научно-техническое обоснование процесса разведения и выращивания судака в УЗВ.

Целью нашего исследования был анализ сроков созревания и оценка репродуктивных качеств производителей судака и форели, выращенных в искусственных условиях.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Исследовали две генерации судака и форели, выращенные в условиях УЗВ. Одна генерация судака является родительской, исходным материалом для неё послужила молодь, полученная из икры дикого судака и завезенная из инкубационного цеха СХК «Рыболовецкий колхоз «Имени Матросова»» (пос. Головкино, Калининградская область). В 2007-2010 гг. из этой молоди было сформировано ремонтно-маточное стадо, от которого в апреле 2011 г. получили первое потомство (первую генерацию), впоследствии с ним вели работы по выращиванию как производителей, так и товарной рыбы [5].

Молодь первой генерации форели была завезена из садкового нерестово-выростного хозяйства ООО «Аквакультура» (пос. Прибрежное, Калининградская

область) в 2012 г. Первое потомство от этой генерации получили в конце зимы 2013 г.

Все исследования проводили на базе УЗВ ООО «КМП Аква» (г. Светлый) и ООО «ТПК Балтптицепром» (г. Калининград). В состав технических узлов УЗВ входили: бассейны размером 1×0,5×0,4; 2×2×1; 3,5×2,2×1,2 м с уровнем воды от 0,25 до 1 м и водообменом один раз в час; механические фильтры с наклонным сетным полотном с ячейей 0,3 мм; биологические фильтры «кипящего слоя» с загрузкой из гранулированного полиэтилена; дегазаторы; ультрафиолетовые устройства в виде «батарей» с параллельным размещением ультрафиолетовых ламп, помещенных в каркас из полипропиленовых труб; оксигенаторы конусного типа; компрессоры для барботажа слоя гранул в биофильтрах; насосы для обеспечения циркуляции воды. Ежесуточная подпитка свежей воды на разных этапах составляла 3-10%.

В процессе исследований изучали особенности роста и созревания судака и форели. Скорость роста оценивали по величине общепродукционного коэффициента массонакопления (1) [6]:

$$K_M = \frac{(\sqrt[3]{M_K} - \sqrt[3]{M_H}) \times 3}{\Delta T}, \quad (1)$$

где  $M_H$  и  $M_K$  – масса рыб начальная и конечная, г;  $\Delta T$  – период выращивания, сут.

Готовность производителей к нересту оценивали по вторичным половым признакам, характеру поведения, легкости отдачи половых продуктов. У судака и форели рабочую плодовитость самок устанавливали объёмным методом учёта икры. Диаметр икринок определяли в десяти различных пробах путем промера десяти положенных в ряд икринок с последующим делением на десять. Подвижность сперматозоидов оценивали при помощи микроскопа Микмед-1 (ОАО «ЛОМО», Санкт-Петербург). На предметное стекло наносили каплю спермы, прибавляли каплю воды и устанавливали время от начала до конца поступательных движений. Объем эякулята определяли в счетной камере. Исследовали пятнадцать самок и двадцать самцов судака, шесть самок и пятнадцать самцов форели.

Весь собранный материал обрабатывали статистически с помощью программного пакета R 3.2.3. Для определения достоверности различий использовали метод однофакторного дисперсионного анализа.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Первое, на что следует обратить внимание и что может быть признано как очевидный эффект доместикации, – созревание производителей судака первой генерации, выращенной от икры «дикого» судака (впоследствии - генерация родителей) в возрасте 35-36 мес. К этому времени сумма градусодней, набранная за весь период до созревания, составила 18088, средняя температура воды – 19,9±0,5 °С, средняя масса производителей судака в возрасте трехгодовиков – 1124,1±6,3 г. В свою очередь, созревание производителей первой генерации произошло в возрасте 22-24 мес. Сумма градусодней на этот период достигла 11423, средняя температура – 15,2±0,6 °С, конечная масса рыбы – 409,0±3,5 г.

Сумма градусодней при выращивании производителей радужной форели первой генерации (без учета периода выращивания 2-граммовой молоди)

составила 5720. Первые текущие самцы были обнаружены в конце декабря 2012 г., первые текущие самки – в конце января 2013 г.

Первые текущие самцы второй генерации производителей были обнаружены в конце января 2014 г. Основная группа самок созрела в феврале-марте 2014 г. (возраст впервые созревших производителей 22-24 мес.). Однако среди рыб второй генерации в конце мая оказалось 30% самцов и 10% самок с текущими половыми продуктами, впервые созревших в возрасте 14 мес. Тепловой баланс для этой группы производителей составил 3400 градусодней. Созревание было отмечено при температуре воды 17-18 °С. Средняя масса самцов достигла  $870,0 \pm 95,3$ , самок –  $1231,1 \pm 119,6$  г.

Таким образом, производители радужной форели первой и второй генераций (потомство от первой генерации), за исключением созревших в возрасте 14 мес., впервые созревали в возрасте 22-24 мес. Причем средняя масса самок в первой генерации производителей была в диапазоне 1300-1500, самцов 1000-1300 г. Во второй генерации –  $1964,5 \pm 218,1$  и  $1824,3 \pm 420,3$  г соответственно.

Скорость роста судака и радужной форели отражена на рис. 1.

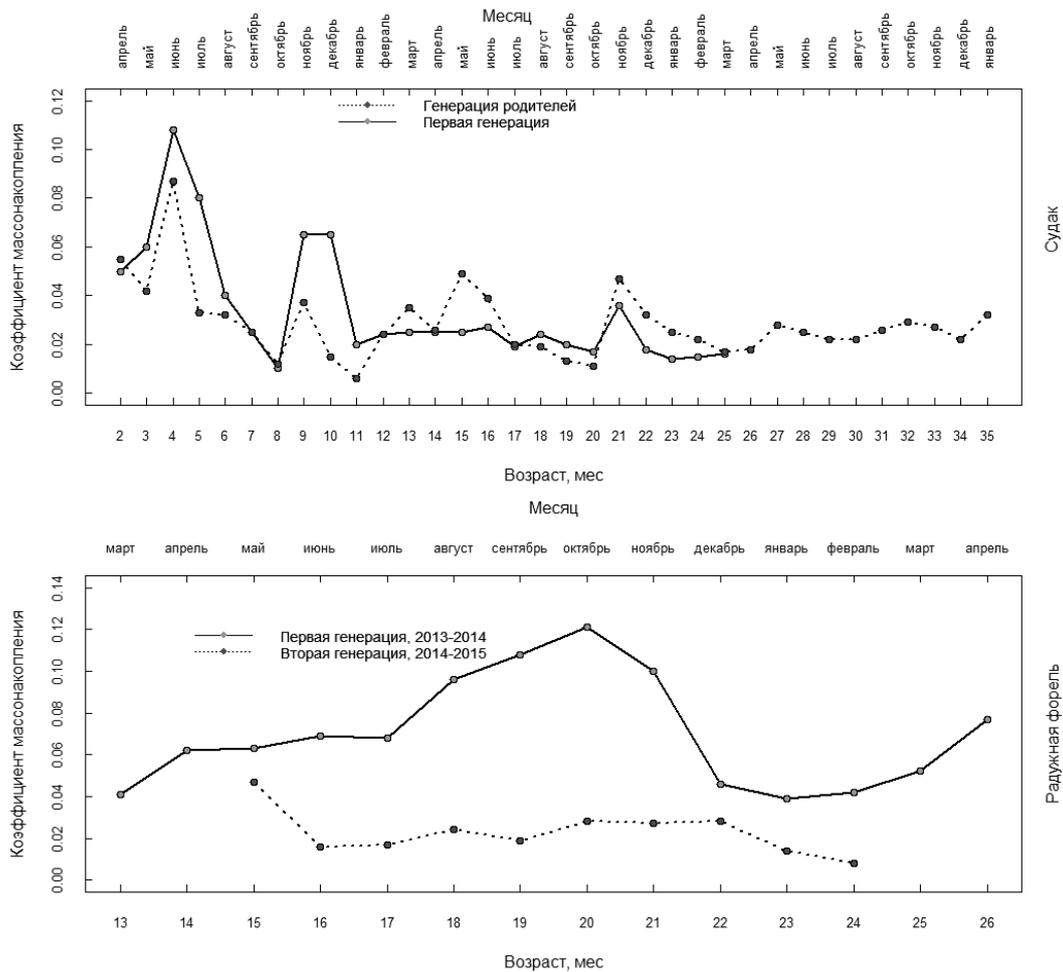


Рис. 1. Значения общепродукционного коэффициента массонакопления у двух генераций судака, выращенных в УЗВ

Fig. 1. Values of growth rate coefficient of two pikeperch generations cultivated in RAS

Среднее значение  $K_m$  для первой генерации составило  $0,035 \pm 0,005$ , для родительской генерации –  $0,027 \pm 0,002$ . Причем если оценивать влияние скорости роста на возраст созревания производителей судака, следует отметить, что достоверной связи выявлено не было. В родительской генерации в возрасте 24 мес. средняя масса рыб была  $435,0 \pm 3,9$ , в первой –  $409,0 \pm 3,5$  г.

При оценке скорости роста производителей форели второй генерации по величине коэффициента массонакопления обнаружено, что, несмотря на высокую температуру воды, в июне-августе он был достаточно большим. Максимальное значение показателя зафиксировано в мае 2014 г. при средней температуре  $19,9 \pm 0,3$  °С, оно составило  $0,047$ , закономерно снижаясь к началу нерестовой кампании. При этом средняя температура выращивания была  $15,6 \pm 1,2$  и  $16,8 \pm 1,4$  °С для первой и второй генераций соответственно (рис. 2).

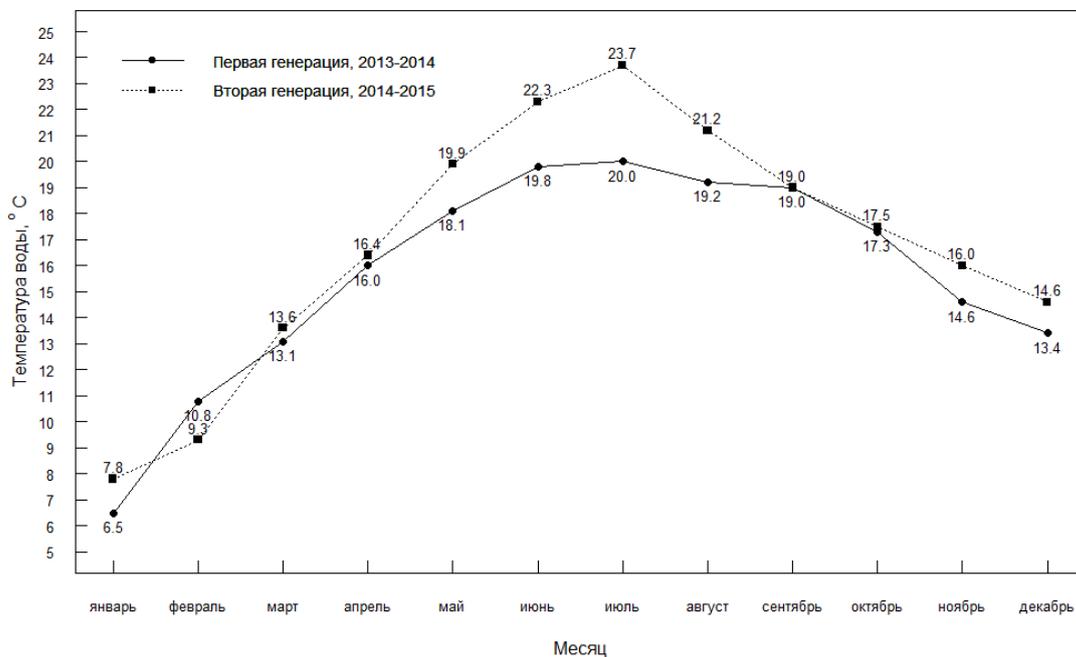


Рис. 2. Значения температуры воды при выращивании производителей форели первой и второй генерации

Fig. 2. Values of water temperature during cultivation of trout broodstock of the first and second generation

У судака рабочая плодовитость самок родительской генерации составила  $92,1 \pm 5,5$  тыс. шт., относительная рабочая плодовитость –  $77,8 \pm 2,3$  тыс. шт./кг, размер икринок –  $1,10 \pm 0,03$  мм, время подвижности сперматозоидов –  $187,00 \pm 0,10$  с, объем эякулята у самцов –  $1,02 \pm 0,05$  мл.

У самок судака первой генерации рабочая плодовитость оказалась  $23,3 \pm 1,1$  тыс. шт., относительная рабочая плодовитость –  $58,2 \pm 1,9$  тыс. шт./кг, время подвижности сперматозоидов –  $108,00 \pm 0,01$  с, объем эякулята самцов –  $0,58 \pm 0,02$  мл.

У производителей форели средний диаметр овулировавших икринок у созревших самок варьировал от 2,0 до 4,1 мм. Диаметр икринок после набухания

составил 4,8-5,9 мм. Рабочая плодовитость самок первой генерации оказалась в среднем у впервые созревших  $2,0 \pm 0,9$  и повторно созревших  $4,1 \pm 2,0$ , у второй генерации –  $2,1 \pm 0,6$  и  $2,3 \pm 1,1$  тыс. шт. икринок соответственно. У самцов объём единовременно отцеживаемой порции эякулята составлял 9,2-9,3 мл, время подвижности сперматозоидов у самцов двух генераций – в среднем  $48,65 \pm 2,65$  с. Процент оплодотворения икры у повторно нерестящихся самок был выше по сравнению с первично нерестящимися 93-95%.

Репродуктивные особенности искусственно выращенных производителей судака и форели представлены в таблице.

Таблица. Репродуктивные показатели производителей судака и форели

Table. Breeding parameters of pikeperch and trout

Показатель	Вид			
	Судак		Радужная форель	
	Генерация родителей	Первая генерация	Первая генерация	Вторая генерация
Рабочая плодовитость, тыс. шт.	$92,1 \pm 5,5$	$23,3 \pm 1,1$	$2,0 \pm 0,9$ $4,1 \pm 2,0^2$	$2,1 \pm 0,6$ $2,3 \pm 1,1^2$
Относительная рабочая плодовитость, тыс. шт./кг	$77,8 \pm 2,3^1$	$58,2 \pm 1,9^1$	$6,8 \pm 1,5^1$ $12,7 \pm 1,7$	$4,0 \pm 1,2^1$ $4,4 \pm 2,0$
Диаметр икринок, мм	$1,10 \pm 0,03$	$1,07 \pm 0,02$	$4,10 \pm 0,55$ $5,90 \pm 0,43^3$	$3,80 \pm 0,16$ $4,80 \pm 0,10^3$
Время подвижности сперматозоидов, с	$187,00 \pm 0,10$	$108,00 \pm 0,01$	$51,30 \pm 5,70$	$46,00 \pm 2,60$
Объём эякулята, мл	$1,02 \pm 0,05$	$0,58 \pm 0,02$	$9,17 \pm 3,33$	$9,30 \pm 2,52$
<sup>1,2,3</sup> – различия достоверны при $p < 0,001; 0,01; 0,05$				

Средние значения относительной рабочей плодовитости самок судака родительской и первой генераций имеют достоверные различия ( $p < 0,001$ ). У производителей форели средние значения рабочей плодовитости у повторно созревших самок также имеют достоверные различия ( $p < 0,01$ ), значения относительной рабочей плодовитости у впервые созревших самок достоверны при  $p < 0,001$ , диаметр икринок – при  $p < 0,05$ .

#### ОБСУЖДЕНИЕ

Решающее влияние на созревание судака, вероятно, оказало наличие на этапах «искусственной зимовки» периодов с более низкой температурой воды, что показано для рыб первой генерации. Минимальная температура воды в течение двух месяцев в первую «зимовку» была 12-14, во вторую – 5,8-9,5 °С. Для генерации родителей «зимовку» проводили при температуре 12,5-14,0 °С.

Стоит отметить, что при управляемом режиме выращивания товарного судака (части рыб первой генерации, отправленной на товарное выращивание), когда средняя температура за период 24 мес. составила  $20,2 \pm 0,1$  °С, скорость роста рыб, определяемая величиной  $K_m$ , оказалась  $0,049 \pm 0,004$ , а достигнутая масса –  $723 \pm 31,4$  г [5].

Низкую рабочую плодовитость самок судака первой генерации можно связать с ранним созреванием. Например, у самок судака Куршского залива среднего возраста более шести лет рабочая плодовитость составляет  $271,1 \pm 14,2$  тыс. шт. икринок [4]. Более того, стоит отметить, что существует прямая зависимость между массой самки и ее плодовитостью. Так, невысокую плодовитость можно наблюдать у молодых особей, имеющих низкую массу и малую длину тела [7]. Это согласуется с нашими результатами, так как на момент созревания первой генерации средняя масса рыб оказалась  $409,0 \pm 3,5$  г. Вместе с тем при выведении на созревание рыб из товарной группы рабочая плодовитость составила  $77,9 \pm 4,7$  тыс. шт. икринок при средней массе самок  $723 \pm 31,4$  г [5].

Полученные значения относительной рабочей плодовитости искусственно выращенного судака двух генераций в целом соотносятся со значениями, характерными для судака из естественной среды обитания, которые колеблются в диапазоне от 48 до 467 тыс. шт./кг [7]. Например, относительная рабочая плодовитость самок судака Куршского залива составляет  $96,3 \pm 4,7$  тыс. шт./кг массы [4].

По сравнению с другими видами окуневых икра судака имеет сравнительно малый размер. Диаметр икринок в среднем варьирует от 0,5 до 1,4 мм [7]. В нашем случае он находился в отмеченном диапазоне, каких-либо отклонений не наблюдалось.

Продолжительность подвижности сперматозоидов зависит от вида рыбы и является важным параметром, влияющим на оплодотворяемость икры. В. Korbuly с соавторами [8], отбирая молоки у судака массой 0,7-1,4 кг, установили время подвижности сперматозоидов – от 78 до 120 с. Так, у первой генерации судака значение этого показателя находилось в пределах описанного диапазона. Сперматозоиды производителей судака нерестовой части популяции Куршского залива были подвижны в течение 75 с [4].

Таким образом, первая генерация судака, полученная от родительской, вполне пригодна для рыбоводных целей. Достижение высоких темпов роста и, как следствие, более раннего созревания позволило добиться хороших рыбоводных показателей производителей судака.

У форели снижение значения коэффициента массонакопления связано с изменением физиологического состояния производителей, достигших стадии половой зрелости, при котором значительная часть энергии шла не на соматический рост, а на генеративный обмен.

Основная группа самок созрела в феврале-начале марта при температуре воды около  $7^{\circ}\text{C}$ , что на  $1,5-2^{\circ}\text{C}$  ниже минимальной зафиксированной во второй половине января-первой половине февраля 2013 г. Таким образом, возраст созревания производителей форели составил в УЗВ 22-24 мес. с момента вылупления предличинок.

Высокая рабочая плодовитость, установленная для самок форели садкового хозяйства (первая генерация), в большей мере связана с возрастом и массой. Для самцов двух сравниваемых хозяйств не удалось обнаружить достоверных различий ни по показателю среднего объема эякулята, ни по среднему времени подвижности сперматозоидов.

Литературные данные дают противоречивые результаты. Так, в свое время сотрудниками ГосНИОРХ по селективно-племенной работе на эксперименталь-

ной станции «Ропша» было сформировано маточное стадо радужной форели. Однако, ввиду того, что этот опыт не был отработан и проводился впервые в нашей стране еще в 70-х годах прошлого столетия, показатели рабочей и относительной рабочей плодовитости были сравнительно низкими, составляя у 2-годовалых самок 1,6 тыс. шт. и 3,6 тыс. шт./кг; в возрасте пяти лет – 5,6 тыс. шт. и 2,1 тыс. шт./кг соответственно [3].

R. Serezli с соавторами [9] оценивали репродуктивные показатели производителей форели, выращенной в прудах. Созревание самок наступило в возрасте трех лет, а величина рабочей плодовитости и относительной рабочей плодовитости составила  $2,8 \pm 0,8$  тыс. шт. и  $2,1 \pm 0,7$  тыс. шт./кг соответственно [9]. М.Е. Özgür и İ. Bayir исследовали маточное стадо форели, полученное в условиях УЗВ, где рабочая плодовитость 4-годовалых самок оказалась  $6,0 \pm 0,4$  тыс. шт., а относительная рабочая плодовитость –  $1,6 \pm 0,1$  тыс. шт./кг [10].

Диаметр икринок у радужной форели, по наблюдениям многих авторов, варьирует в диапазоне 4,2-5,6 мм [3, 9-12]. В нашем случае у впервые созревших самок он оказался несколько ниже. Это может говорить о том, что размер икры у самок увеличивается с возрастом. В приведенных выше исследованиях средний возраст созревших самок был от трех лет и выше. Отметим, что поскольку мелкая икра не позволяет получить хороший выход полноценного жизнеспособного потомства, икру от впервые созревших самок следует реализовать как пищевую.

Значения времени подвижности сперматозоидов у двух генераций форели в целом оказались схожими с таковым из литературных источников. По наблюдениям ряда авторов, продолжительность подвижности сперматозоидов у форели находится в пределах 23-55 с [3, 10, 13].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, первые этапы domestikации судака и формирования двух генераций производителей радужной форели в условиях УЗВ показывают влияние управляемого температурного режима на сокращение возраста первого созревания производителей, увеличение темпов роста выращиваемой рыбы. Следует отметить, что скорость роста рыбы в искусственных условиях значительно выше, чем в естественной среде, а использование управляемого температурного режима позволяет получить производителей судака и форели, пригодных для рыбоводных целей.

Результаты нашей работы могут быть использованы при разработке технологии формирования продукционных стад и необходимы для обоснования полноценного процесса разведения рыб.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Научно-техническое обоснование формирования маточного стада форели в установке замкнутого цикла водообеспечения [Текст]: отчет о госбюджетной НИР / ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет»: рук. Хрусталева Е. И.; исполн.: Елфимова К. А. [и др.]. – Калининград, 2013. – 34 с. – № ГР 01201001806

2. Хрусталёв, Е. И. Первый этап разработки технологии формирования маточного стада форели в установке замкнутого цикла водообеспечения (УЗВ) / Е. И. Хрусталёв, К. А. Елфимова // Рыбное хозяйство, 2014. – № 1. – С. 79 – 81.
3. Титарев, Е.Ф. Форелеводство / Е. Ф. Титарев. – Москва: Пищевая промышленность, 1980. – 168 с.
4. Дельмухаметов, А. Б. Биотехника формирования и эксплуатации ремонтно-маточного стада судака в установках замкнутого цикла водообеспечения: дис. ... канд. биол. наук: 03.02.06 - Ихтиология / Дельмухаметов Артем Борисович. – Калининград, 2012. – 157 с.
5. Пьянов, Д. С. Результаты выращивания судака (*Sander lucioperca*, L.) в режиме полного цикла в установках замкнутого водоснабжения / Д. С. Пьянов, А. Б. Дельмухаметов, Е. И. Хрусталев // Известия КГТУ. – 2016. – № 41. – С. 49-59.
6. Купинский, С. Б. Продукционные возможности объектов аквакультуры /С. Б. Купинский. – Астрахань: Изд-во ДФ АГТУ, 2007. – 133 с.
7. Lappalainen J., Dörner H., Wysujak K. Reproduction biology of pikeperch *Sander lucioperca* (L.) – a review // Ecology of Freshwater Fish. – 2003. – Vol. 12 (2). – P. 95–106.
8. Korbuly B., Grozea A., Cean A., Bănațean-Dunea I., Păcala N., Vălean A. Milt dilution effectiveness on pikeperch (*Sander lucioperca*) sperm DNA inactivation // Zootehnie și Biotehnologii. – 2009. – Vol. 42. – P. 65–70.
9. Serezli R., Guzel S., Kocabas M. Fecundity and egg size of three salmonid species (*Oncorhynchus mykiss*, *Salmo labrax*, *Salvelinus fontinalis*) cultured at the same farm condition in North-Eastern, Turkey // Journal of Animal and Veterinary Advances. – 2010. – Vol. 9 (3). – P. 576-580.
10. Ihuț A., Mireșan V., Cocan D-I., Răducu C., Lațiu C., Pop D. Reproductive Indices of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Females from a Trout Farm // Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologie. – 2015. – Vol. 72 (2). – P. 157-161.
11. Özgür M.E., Bayir İ. A research on reproduction performance for broodstocks of Rainbow trout in a fish farm // Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi. – 2013. – Vol. 6 (2). – P. 01-07.
12. Bromage N., Jones J., Randall C., Thrush M., Davies B., Springate J., Duston J., Barker G. Broodstock management, fecundity, egg quality and timing of egg production in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) // Aquaculture. – 1992. – Vol. 100. – P. 141-166.
13. Штайн, Г. Криоконсервация гамет рыб / Г. Штайн // Проблемы криобиологии. – 1991. - № 3. – С. 42-46.

#### REFERENCES

1. Elfimova K. A. [i dr.] *Nauchno-tehnicheskoe obosnovanie formirovaniya matocznego stada foreli v ustanovke zamknutogo cikla vodoobespechenija: otchet o gosbjudzhetnoj NIR* [Scientific and technical basis for formation of trout broodstock in a recirculating aquaculture system: report of state-financed research work]. FGBOU VPO “Kaliningradskij gosudarstvennyj tehničeskij universitet, 2013, 34 p.

2. Hrustaljov E. I., Elfimova K. A. Pervyj jetap razrabotki tehnologii formirovanija matochnogo stada foreli v ustanovke zamknutogo cikla vodoobespechenija (UZV) [The first stage of process development of trout broodstock formation in a recirculating aquaculture system (RAS)]. *Rybnoe hozjajstvo*, 2014, pp. 79-81.
3. Titarev E. F. *Forelevodstvo* [Trout breeding]. Moscow, Pishhevaja promyshlennost', 1980, 168 p.
4. Del'muhametov A. B. *Biotehnika formirovanija i jekspluatacii remontno-matochnogo stada sudaka v ustanovkah zamknutogo cikla vodoobepechenija*. Diss. kand. biol. nauk [Biotechnology of formation and exploitation of replacement broodstock of pike perch in a recirculating aquaculture systems. Dis. cand. boil. sci]. Kalinin-grad, 2012, 157 p.
5. P'janov D. S., Del'muhametov A. B., Hrustalev E. I. Rezul'taty vyrashhivaniya sudaka (*Sander lucioperca*, L.) v rezhime polnogo cikla v ustanovkah zamknutogo vodosnabzhenija [The results of pikeperch (*Sander lucioperca*, L.) cultivation in the ras complete cycle conditions]. *Izvestija KGTU*, 2016, no. 41, pp. 49-59.
6. Kupinskij S. B. *Produkcionnye vozmozhnosti ob'ektov akvakul'tury* [Production possibilities of aquaculture objects]. Astrahan', DF AGTU, 2007, 133 p.
7. Lappalainen J., Dörner H., Wysujak K. Reproduction biology of pikeperch *Sander lucioperca* (L.) – a review. *Ecology of Freshwater Fish*. 2003, vol. 12 (2), pp. 95-106.
8. Korbuly B., Grozea A., Cean A., Bănațean-Dunea I., Păcala N., Vălean A. Milt dilution effectiveness on pikeperch (*Sander lucioperca*) sperm DNA inactivation. *Zootehnie și Biotehnologii*. 2009, vol. 42, pp. 65-70.
9. Serezli R., Guzel S., Kocabas M. Fecundity and egg size of three salmonid species (*Oncorhynchus mykiss*, *Salmo labrax*, *Salvelinus fontinalis*) cultured at the same farm condition in North-Eastern, Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 2010, vol. 9 (3), pp. 576-580.
10. Ihuț A., Mireșan V., Cocan D-I., Răducu C., Lațiu C., Pop D. Reproductive Indices of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Females from a Trout Farm. *Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologie*. 2015, vol. 72 (2), pp. 157-161.
11. Özgür M. E., Bayir İ. A research on reproduction performance for broodstocks of Rainbow trout in a fish farm. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*. 2013, vol. 6 (2), pp. 1-7.
12. Bromage N., Jones J., Randall C., Thrush M., Davies B., Springate J., Duston J., Barker G. Broodstock management, fecundity, egg quality and timing of egg production in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*. 1992, vol. 100, pp. 141-166.
13. Shtajn G. Kriokonservacija gamet ryb [Cryoconservation of fish reproductive cells]. *Problemy kriobiologii*. 1991, no. 3, pp. 42-46.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Пьянов Дмитрий Сергеевич – Калининградский государственный технический университет; ведущий инженер кафедры аквакультуры, аспирант;  
E-mail: dmitry.pyanov@klgtu.ru

*Pyanov Dmitry Sergeevich* – Kaliningrad State Technical University; Lead engineer of the Department of Aquaculture, PhD-student;  
E-mail: dmitry.pyanov@klgtu.ru

*Молчанова Ксения Андреевна* – Калининградский государственный технический университет; ведущий инженер кафедры аквакультуры, аспирант;  
E-mail: ksenia.elfimova@gmail.com

*Molchanova Ksenia Andreevna* – Kaliningrad State Technical University; Lead engineer of the Department of Aquaculture, PhD-student;  
E-mail: ksenia.elfimova@gmail.com

*Дельмухаметов Артём Борисович* – Калининградский филиал Санкт-Петербургского государственного аграрного университета; кандидат биологических наук, зав. кафедрой животноводства;  
E-mail: delmuchametov@list.ru

*Delmukhametov Artyom Borisovich* – Saint-Petersburg State Agrarian University (Kaliningrad department); PhD, Head of the Department of Animal Husbandry;  
E-mail: delmuchametov@list.ru

*Хрусталёв Евгений Иванович* – Калининградский государственный технический университет; кандидат биологических наук, профессор кафедры аквакультуры;  
E-mail: chrustaqua@rambler.ru

*Khrustalyov Eugeny Ivanovich* – Kaliningrad State Technical University; PhD, Professor of the Department of Aquaculture;  
E-mail: chrustaqua@rambler.ru