

УДК 639.3:597.556.33(06)

РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ СУДАКА (*SANDER LUCIOPERCA*, L.)
В РЕЖИМЕ ПОЛНОГО ЦИКЛА В УСТАНОВКАХ ЗАМКНУТОГО
ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Д. С. Пьянов, А. Б. Дельмухаметов, Е. И. Хрусталева

THE RESULTS OF PIKEPERCH (*SANDER LUCIOPERCA*, L.) CULTIVATION
IN THE RAS COMPLETE CYCLE CONDITIONS

D. S. Pryanov, A. B. Delmukhametov, E. I. Khrustal'eva

В данной работе представлены результаты исследований по выращиванию двух генераций судака (*Sander lucioperca*, L) в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ). Одна из них – генерация родителей, выращенная от оплодотворенной икры дикого судака в условиях с «искусственной зимовкой», другая – первая генерация, выращенная от икры собственных производителей в условиях стабильного температурного режима. Все исследования проводились в Калининградской области.

Анализ полученных данных по температурному балансу показывает, что сумма градусо-дней за 24 мес. исследований составила 12004 и 14693 для родительской и первой генераций соответственно. Отмечено, что на протяжении всего периода у рыб родительской генерации наблюдалось постепенное снижение скорости роста. Среднее значение общепродукционного коэффициента массонакопления в условиях «искусственной зимовки» было ниже ($0,031 \pm 0,003$) такового у рыб первой генерации ($0,049 \pm 0,004$). При этом средняя масса рыб в возрасте двух лет составила, соответственно, $435 \pm 3,9$ и $723 \pm 31,4$ г. Более того, в первой генерации группа с опережающим ростом имела среднюю массу 836,3, при этом отдельные особи превышали массу 1000 г.

Средняя величина кормового коэффициента за весь исследуемый период в генерации судака, выращиваемого при «стабильном» температурном режиме, не превысила 1,5, что следует признать удовлетворительным результатом на этапах выращивания товарной рыбы.

С учетом результатов исследований была рассчитана потенциальная масса судака (1363 г), которая может быть достигнута в возрасте 24 мес. при выращивании в оптимальных условиях, что показывает высокий потенциал роста судака на этапах товарного выращивания.

судак, две генерации, УЗВ, градусо-дни, кормовой коэффициент, модель роста рыбы

The article presents research results related to the cultivation of two generations of pikeperch (*Sander lucioperca*, L) in the RAS. The parental generation was cultivated from fertilized eggs of wild pikeperch and grown in conditions of artificial overwintering, while the first generation (F1) was cultivated from fertilized eggs of broodstock and

grown in stable temperature conditions. The research was carried out in the Kaliningrad region, Russia.

The amount of degree-days for 24 months for parental and F1 generations were 12004 and 14693 respectively. It was noted that during the research period the fish of parental generation had a gradual decrease in the growth rate. The mean value of growth rate coefficient (by Kupinsky) for parental generation (0.031 ± 0.003) was lower than that for F1 generation (0.049 ± 0.004). At the same time, the average weight of 2-year-old fish was 435 ± 3.9 g and 723 ± 31.4 g respectively. Moreover, in F1 generation one of the fish groups had an average weight of 836.3 g with some individuals weighing more than 1000 g.

For fish cultivated in stable temperature conditions, the overall mean values of food coefficient did not exceed 1.5. While noting the progress that has been achieved in this study, we calculated the potential body mass of pikeperch (1363 g) after 24 months of cultivation under optimal conditions. This result shows a high growth potential of pikeperch which means that cultivation of this species is reasonable.

pikeperch, two generations, RAS, degree-days, food coefficient, fish growth model

ВВЕДЕНИЕ

Выращивание судака в УЗВ является новым направлением в отечественной индустриальной аквакультуре. Ранее в КГТУ на опытно-промышленных УЗВ ООО «КМП Аква» разработали технологию разведения маточного стада судака [1]. Поэтому логичным явилось проведение работ по освоению технологии его товарного выращивания в УЗВ. Полигоном для исследований явились экспериментальная УЗВ на базе ООО «КМП «Аква» и промышленные установки ООО «ТПК Балтптицепром». Полученные в ходе исследований данные позволяют провести их полноценный анализ и определить пути оптимизации технологии товарного выращивания судака в УЗВ.

Анализ разработанности проблемы показал, что доступные в открытой печати зарубежные материалы по данной тематике дают противоречивые данные. Так, по мнению немецких ученых и практиков, выращивание товарного судака включает два этапа: выращивание за 3 мес. посадочного материала средней массой 10-15 г и выращивание за 12 мес. товарного судака средней массой 600-800 г [2]. Польские ученые утверждают, что этап выращивания товарного судака до указанной массы должен быть более продолжительным, не менее 16-18 мес. [3]. Также неоднозначны имеющиеся в литературе данные по величине снимаемой с 1 м³ воды в бассейнах рыбопродукции, значения которой указываются в диапазоне от 40-60 до 200 кг/м³.

В настоящей статье нами была поставлена цель проанализировать результаты собственной работы, приведшей к реализации первой в России промышленной партии выращенного в УЗВ судака средней массой 800-1000 г, и попытаться разработать теоретическую модель его роста, на основе которой можно было бы прогнозировать временные сроки, охватывающие этапы выращивания, товарные весовые кондиции рыб, затраты кормов, а также величину продукции, получаемой с единицы площади (объема) бассейнов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В исследованиях использовались две генерации судака:

- генерация родителей, выращиваемая от оплодотворенной икры «дикого» судака Куршского залива, завезенной на инкубацию в мае 2007 г.;
- первая генерация, выращиваемая от оплодотворенной икры, полученной в апреле 2011 г. от собственных производителей.

Исследования проводились в мобильной рыбоводной лаборатории (МРЛ КГТУ, Калининград), на базе экспериментальной УЗВ ООО «КМП “Аква”» (г. Светлый) и промышленной УЗВ ООО «ТПК “Балтптицепром”» (г. Калининград).

Для содержания судаков на самых ранних стадиях их развития на МРЛ использовали бассейны объемом 1,0 м³ с уровнем воды 0,5 м. На стадии «малька» – объемом 0,2 м³ с уровнем воды 0,3 м. Выростными емкостями на УЗВ ООО «КМП “Аква”» служили пластиковые бассейны объемом 0,7 м³ с уровнем воды 0,4 м. Помимо них, УЗВ включала в себя механический фильтр-отстойник, биофильтр конструктивного типа биореактор, блоки ультрафиолетовой обработки и аэрации воды.

В состав промышленной УЗВ ООО «ТПК “Балтптицепром”» входили бассейны с площадью 7 м² и уровнем воды до 1 м. Система водоподготовки включала механические фильтры со стабильным наклонным сетным полотном с ячейей 0,3 мм, дегазаторы, биофильтры «кипящего слоя», оксигенаторы и ультрафиолетовые устройства.

Водообмен во всех установках – 1 раз в час. Поддержание температуры воды осуществлялось за счет обогрева помещения цеха.

Для оценки скорости роста рыб использовали формулу общепродукционного коэффициента массонакопления (1) [4]:

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

где M_H и M_K – масса рыб начальная и конечная, г; ΔT – период выращивания, сут.

Эффективность усвоения питательных веществ оценивали по величине кормового коэффициента – соотношения количества корма, съеденного рыбами, к приросту единицы массы тела [5].

Температуру воды и содержание растворенного в воде кислорода измеряли ежедневно перед каждым кормлением с помощью оксиметра «Hanna Instruments - 9145» (PLC, Woonsocket, Rhode Island, USA). Величину водородного показателя (не допускали снижения ниже 6,5 и повышения более 7,5), производных азота (не допускали повышения более рекомендуемых значений) определяли раз в трое суток с помощью отечественного ионометра «Аквилон И-500» (ООО «НПО Аквилон», Подольск, Россия).

Оценку сравниваемых генераций судака проводили на протяжении 24 мес. исследований. Весь собранный в ходе работ материал обрабатывался статистически с помощью программного пакета R 3.2.3.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На рис. 1 отражены данные по тепловому балансу в УЗВ, учитывающие сумму градусо-дней в каждый месяц исследований.

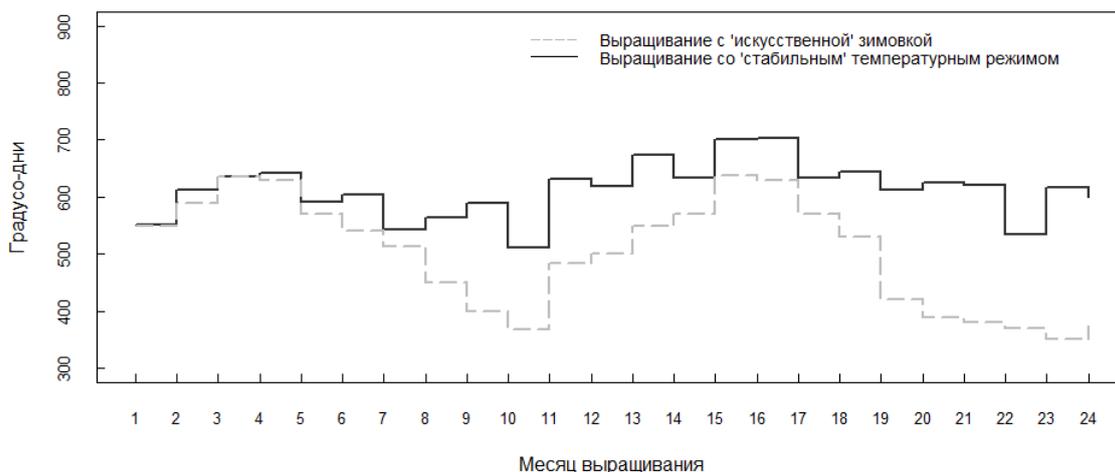


Рис. 1. Сумма градусо-дней при выращивании судака в искусственных условиях
 Fig. 1. Amount of degree-days during artificial cultivation of pikeperch

Для родительской генерации судака на рис. 1 показаны два пика снижения температуры воды (имитация зимовки), когда сумма градусо-дней составила 368 и 350 соответственно. Максимальная величина этого показателя 638.

Для первой генерации судака снижение месячного теплового баланса доходило максимум до 560 градусо-дней, повышение – до 710 градусо-дней.

Если учитывать, что оптимальная для роста температура воды в естественных водоемах, когда содержание кислорода не опускается ниже 80-100 % насыщения, составляет 18 – 23 °С [6, 7], то следует признать, что для первой генерации судака температура воды в УЗВ на протяжении всего периода соответствовала уровню этих значений. При этом насыщение воды кислородом было близким к 100 %.

За 24 мес. исследований для родительской генерации минимальная среднемесячная температура воды составляла 11,7, максимальная – 22,5 °С, для первой генерации – 17,9±1,0 и 20,2±0,1 °С соответственно. Сумма градусо-дней за означенный период – 12004 для родительской и 14693 для первой генерации. Средняя масса рыб в возрасте 24 мес. составила, соответственно, 435±3,9 и 723±31,4 г.

Оценка скорости роста за исследуемый период показала, что практически во все месяцы при «стабильном» температурном режиме значения K_m были выше (рис. 2), за исключением февраля 2011 г. – апреля 2012 г. (10-12 мес.). Вероятно, это вызвано переориентацией обменной энергии на сохраняющемся у проходящей первый этап доместикации генерации судака циркадным циклом развития. Это проявилось, но в меньшей степени, и в конце второго года в декабре 2012 г. – январе 2013 г. (20, 21 мес.).

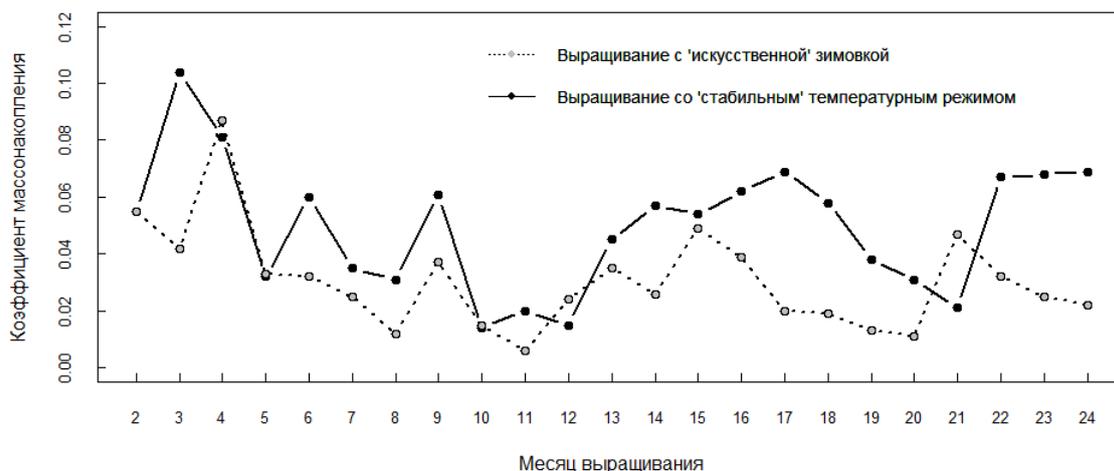


Рис. 2. Значения общепродукционного коэффициента массонакопления у двух генераций судака, выращенных в искусственных условиях
 Fig. 2. Values of growth rate coefficient of two pikeperch generations cultivated in artificial conditions

Для родительской генерации показано сходство с первой генерацией в увеличении значений K_m до самых высоких на четвертом месяце (соответственно, 0,087 и 0,081), когда молодь судака достигла $13,2 \pm 0,2$ и $21,2 \pm 1,6$ г, соответственно.

В дальнейшем, на протяжении всего периода выращивания, у рыб родительской генерации отмечено постепенное снижение скорости роста. В генерации рыб, выращиваемых при «стабильном» температурном режиме, средние значения K_m изменялись в диапазоне 0,014-0,104. За 24 мес. они составили, соответственно, $0,031 \pm 0,003$ и $0,049 \pm 0,004$. Следует признать, что эти значения выше, чем среднегодовые значения K_m для судака Куршского залива (0,018) [8]. Однако они сравнимы со скоростью роста в варианте со «стабильным режимом» в УЗВ, если учитывать скорость роста судака в Куршском заливе только за период с благоприятной для этого температурой воды (выше $12-14^{\circ}\text{C}$). В то же время для многих рыб, выращиваемых в УЗВ (радужная форель, осетровые и др.), показаны средние значения K_m 0,05-0,08 [9; 10, 11]. Для угря, на основании статических и собственных данных [8, 12], нами определена величина K_m 0,04.

Учитывая меняющийся вектор скорости роста судака при стабильном температурном режиме, следует признать, что имеется резерв для ее увеличения. Подтверждением этому служат данные по изменению величины кормового коэффициента в течение исследуемого периода (рис. 3).

Следует отметить определенную капризность судака в питании, когда высокая активность сменяется периодами слабого реагирования на корм. Поэтому на рисунке также отображены данные по нормированию кормления, в большей степени учитывающие периодичность активности в питании судака. Представляется закономерным, что при выращивании судака при «стабильном» температурном режиме суточная доза кормления была преимущественно ниже, что свидетельствует о лучшей усвояемости питательных веществ, согласующейся с более интенсивным их обменом. В целом это находит отражение в изменении величины

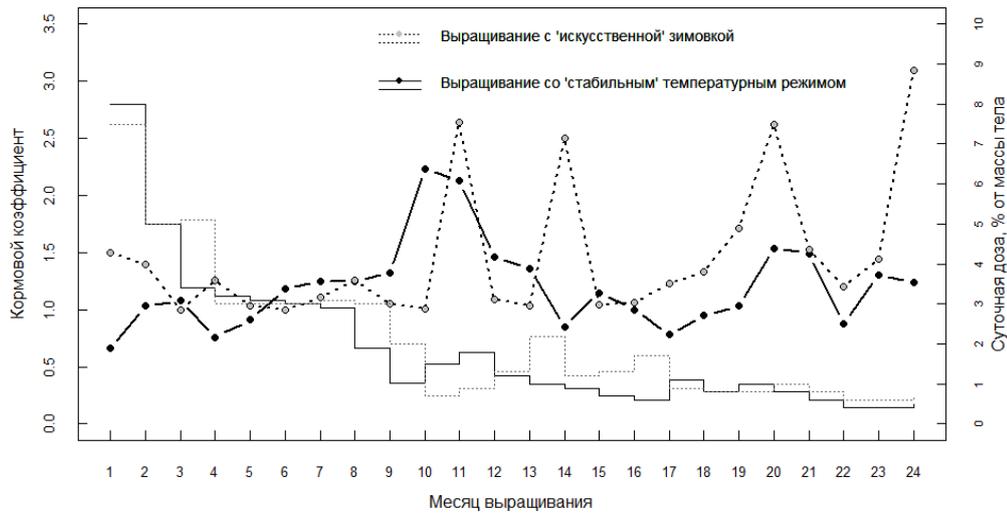


Рис. 3. Значения кормового коэффициента и суточной дозы (% от массы тела) для двух генераций судака, выращенных в искусственных условиях
 Fig. 3. Values of food coefficient and daily feed intake (% of body mass) of two pikeperch generations cultivated in artificial conditions

кормового коэффициента (см. рис. 3). Обращает внимание, что максимальные значения показателя при выращивании рыб при «стабильном» температурном режиме, отмеченные в природе, приходится на зимне-ранне-весенние месяцы, в то время как у родительской генерации эти периоды охватывают также и летние месяцы. Здесь может говорить о большей интенсивности генеративной функции, с одной стороны, и сложных процессах в организме рыб, проходящих первый этап доместикации, с другой стороны. В то же время следует отметить, что средняя величина кормового коэффициента за весь исследуемый период в генерации судака, выращиваемого при «стабильном» температурном режиме, не превысила 1,5. Данный результат следует признать удовлетворительным на этапах выращивания товарной продукции.

Для расчета потенциальной массы судака можно воспользоваться исходной формулой коэффициента массонакопления (2) [4]:

$$K_M = K_T \times K_Э, \quad (2)$$

где K_T – генетический коэффициент массонакопления; $K_Э$ – экологический коэффициент массонакопления.

K_T для судака составляет 0,231. Это значение определено в результате обработки уже опубликованных данных по росту рыбы, расчету на их основе показателей K_M , формированию из них статистического массива и установлению для судака по заранее выбранному критерию предварительного значения K_T [4].

$K_Э$ характеризует всю совокупность экологических факторов от порогового до оптимального значения ($0 < K_Э < 1$) и может быть представлен как произведение частных экологических коэффициентов [4]. Таким образом, структура $K_Э$ выглядит следующим образом (3):

$$K_Э = K_T \times K_{O_2} \times K_K \cdots K_{i+n}, \quad (3)$$

где K_i – это количественное выражение действия отдельного частного экологического коэффициента.

Если принять значения коэффициентов: температурного $K_T = 0,9$, кислородного $K_{O_2} = 1$, гидрохимического $K_{\text{гидрохим}} = 1$, влияния кормления $K_K = 0,7$ (с учетом нестабильности в питании), влияния уровня биотехники $K_{\text{биот}} = 0,5$ (с учетом первого опыта разработки отечественной технологии), влияния неучтенных факторов $K_{\text{нф}} = 0,6$, то значение K_3 составит (4):

$$K_3 = 0.9 \times 1 \times 1 \times 0.7 \times 0.5 \times 0.6 = 0.189 . \quad (4)$$

Тогда значение K_M равно:

$$K_M = 0.231 \times 0.189 = 0.044 . \quad (5)$$

Потенциальную массу рыб, которая могла быть ими достигнута в возрасте 24 мес., можно рассчитать, исходя из формулы определения K_M (6):

$$M_K = \left(\frac{K_M \times \Delta T + 3 \sqrt[3]{M_H}}{3} \right)^3 . \quad (6)$$

Таким образом, с учетом достигнутого уровня исследований потенциальная масса рыб составит (7):

$$M_K = \left(\frac{0.044 \times 730 + 3 \sqrt[3]{0.1}}{3} \right)^3 = 1363 \text{ г} . \quad (7)$$

Следует отметить, что при достигнутой средней массе $723 \pm 31,40$ г в варианте со «стабильным» температурным режимом группа с опережающим ростом имела среднюю массу 836,3 г, при этом отдельные особи превышали массу 1000 г.

Именно в группе судака с опережающим ростом была достигнута величина рыбопродукции, близкая к 100 кг/м^3 .

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные в ходе исследований результаты отражают единственный в стране опыт доместикации судака в условиях индустриальных рыбоводных хозяйств, в частности, в установках замкнутого водообеспечения. Очевидным представляется, что первый этап доместикации на этапах товарного выращивания сопровождался определенной нестабильностью в раскрытии ростовой потенции. В большей степени это проявилось после четвертого месяца выращивания, когда масса посадочного материала достигла 20 г.

Сходной нестабильностью отличалось изменение величины коэффициента массонакопления. В соответствии с апробированными формулами, основываясь на фактических данных, удалось установить потенциал роста судака на этапах товарного выращивания. К расчетному значению удалось приблизиться только группе с опережающим ростом, что можно рассматривать, с одной стороны, как закономерное разделение рыб в генерации на несколько модальных групп, с другой – как основание для повышения степени раскрытия ростовой потенции у судака в УЗВ при дальнейшей его доместикации. Примером этого могут служить многочисленные данные по доместикации в индустриальных хозяйствах лососевых и осетровых рыб, когда за последние 40-50 лет нормативная база, отражающая показатели средней массы посадочного материала и товарной рыбы, изменилась в сторону их увеличения [13-15].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дельмухаметов, А. Б. Биотехника формирования и эксплуатации ремонтно-маточного стада судака в установках замкнутого цикла водообеспечения: дис. ... канд. биол. наук: 03.02.06 / Дельмухаметов Артем Борисович. – Калининград, 2012. – 157 с.
2. Schmidt G. Experiences with the production cycle of pikeperch in a RAS. - European Percid Fish Culture (EPFC) workshop 2015: “Big is beautiful – isn’t it? Upscaling of percid fish culture in Europe”. – Rotterdam, 2015. Доступно на: http://www.epfc.net/files/workshops/2015/EPFC2015_02_Schmidt.pdf (Обращение 16.02.2016).
3. Zakeś Z., Szczepkowski M. Introduction of Out-Of-Season Spawning of Pikeperch, Sander Lucio-perca (L.) // Aquaculture International. – 2004. – Vol. 12. – №1. – P. 11-18.
4. Купинский, С. Б. Продукционные возможности объектов аквакультуры / С. Б. Купинский. – Астрахань: ДФ АГТУ, 2007. – 133 с.
5. Щербина, М. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин. – Москва: Изд-во ВНИРО, 2006. – 360 с.
6. Zakeś Z. The effect of body size and water temperature on the results of intensive rearing of pike-perch, Stizostedion lucio-perca (L.) fry under controlled conditions // Archives of Polish Fisheries. – 1999. – № 7. – P. 187-199.
7. Frisk M., Skov P.V., Steffensen J.F. Thermal optimum for pikeperch (Sander lucio-perca) and the use of ventilation frequency as a predictor of metabolic rate // Aquaculture. – 2012. – Vol. 324-325. – P. 151-157
8. Хрусталёв, Е. И. Биологические и технологические основы угреводства: моногр. / Е. И. Хрусталёв. – Ольштын: Солярис Друк, 2013. – 305 с.
9. Молчанова, К. А. Особенности выращивания ремонтного поголовья радужной форели второй генерации в установке замкнутого водоснабжения / К. А. Молчанова, Е. И. Хрусталев // Известия КГТУ. – 2015. – № 36. – С. 23-31.
10. Сорокина, Н. А. Разработка норм кормления стерляди продукционным комбикормом с использованием стандартной модели массонакопления / Н. А. Сорокина, А. Р. Лозовский // Естественный науки. – 2013. – № 1 (42). – С. 75-80.
11. Пономарев, С. В. Результаты научной оценки эффективности и продуктивного действия новых продукционных кормов зарубежного производства в условиях хозяйств с естественным и регулируемым термическим режимом выращивания / С. В. Пономарев [и др.] // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер. Рыбное хозяйство. – 2009. – №2. – С. 102-108.
12. Хрусталев, Е. И. Мониторинг рыбоводного процесса выращивания угря в УЗВ / Е. И. Хрусталев, О. В. Казимирченко, В. В. Пекарскайте // III Балтийский морской форум // Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов: Междунар. науч. конф.: труды – Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ». – 2015. – С. 72-75.
13. Величко, М. С. Адаптационные возможности молоди стерляди (Acipenser Ruthenus Linnaeus, 1758) при выращивании в различных рыбоводных системах: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.10 / Величко Марк Сергеевич. – Калининград, 2009. – 209 с.

14. Пономарев, С. В. Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России / С. В. Пономарев [и др.]. – Астрахань: Нова плюс, 2002. – 263 с.

15. Породы радужной форели (*ONCORHYNCHUS MYKISS W.*) / под ред. А. К. Богерук. – Москва: Росинформротех, 2006. – 316 с.

REFERENCES

1. Del'muhametov A. B. *Biotehnika formirovanija i jekspluatacii remontno-matochnogo stada sudaka v ustanovkah zamknutogo cikla vodoobepedenija*. Diss. kand. biol. nauk [Biotechnology for formation and exploitation of replacement and brood stock of pikeperch in recirculating aquaculture systems. Dis. Ph.D. Biol. Sci.]. Kaliningrad, 2012, 157 p.

2. Schmidt G. Experiences with the production cycle of pikeperch in a RAS. European Percid Fish Culture (EPFC) workshop 2015: “Big is beautiful – isn't it? Upscaling of percid fish culture in Europe”. Rotterdam, 2015. Available at: http://www.epfc.net/files/workshops/2015/EPFC2015_02_Schmidt.pdf (Accessed 16 February 2016).

3. Zakęs Z., Szczepkowski M. Introduction of Out-Of-Season Spawning of Pikeperch, Sander *Lucioperca (L.)*. *Aquaculture International*, 2004, vol. 12, no. 1, pp. 11-18.

4. Kupinskij S. B. *Produkcijonnye vozmozhnosti ob#ektov akvakul'tury* [Production potentials of the objects of aquaculture]. Astrahan', DF AGTU, 2007, 133 p.

5. Shherbina M. A., Gamygin E. A. *Kormlenie ryb v presnovodnoj akvakul'ture* [Fish feeding in fresh water aquaculture]. Moscow, Izd-vo VNIRO, 2006, 360 p.

6. Zakęs Z. The effect of body size and water temperature on the results of intensive rearing of pike-perch, *Stizostedion lucioperca (L.)* fry under controlled conditions. *Archives of Polish Fisheries*, 1999, no. 7, pp. 187-199.

7. Frisk M., Skov P. V., Steffensen J. F. Thermal optimum for pikeperch (*Sander lucioperca*) and the use of ventilation frequency as a predictor of metabolic rate. *Aquaculture*, 2012, vol. 324-325, pp. 151-157

8. Hrustalev E. I. *Biologicheskie i tehnologicheskie osnovy ugrevodstva* [Biological and technological basis of eel cultivation]. Solaris Druk, Stawiguda k./Olsztyna, 2013, 306 p.

9. Molchanova K. A., Hrustalev E. I. Osobennosti vyrashhivaniya remontnogo pogolov'ja raduzhnoj foreli vtoroj generacii v ustanovke zamknutogo vodosnabzhenija [Features of breeding of the second generation trout broodstock in recirculating aquaculture systems]. *Izvestija KGTU*, 2015, no. 36, pp. 23-31.

10. Sorokina N. A., Lozovskij A. R. Razrabotka norm kormlenija sterljadi produkcijonnym kombikormom s ispol'zovaniem standartnoj modeli massonakoplenija [Development of norms for feeding starlet with productional combined feed using a standard growth rate model]. *Estestvennyj nauki*, 2013, no. 1 (42), pp. 75-80.

11. Ponomarev S. V., Grozesku Ju. N., Ponomareva E. N., Chalov V. V., Bakaneva Ju. M., Bolonina N. V., Chipinov V. G., Absaljamov R. B., Kovalenko M. V. Rezul'taty nauchnoj ocenki jeffektivnosti i produktivnogo dejstvija novyh produkcijonnyh kormov zarubezhnogo proizvodstva v uslovijah hozjajstv s estestvennym i reguliruемым termicheskim rezhimom vyrashhivaniya [Results of

scientific assessment of efficiency and productive effect of new foreign feeds in conditions of natural and regulated thermal regimes of cultivation]. *Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta*. Serija: Rybnoe hozjajstvo. 2009, no. 2, pp. 102-108.

12. Hrustalev E. I., Kazimirchenko O. V., Pekarskajte V. V. Monitoring rybovodnogo processa vyrashhivaniya ugrja v UZV [Process monitoring of eel cultivation in the RAS]. 3-j Baltijskij morskij forum. *Trudy Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii "Vodnye bioresursy, akvakul'tura i jekologija vodoemov"* [3th Baltic Marine Forum. Proceedings of the International scientific conference "Water bioresources, aquaculture and ecology of water reservoirs"]. Kaliningrad, FGBOU VPO "KGTU", 2015, pp. 72-75.

13. Velichko M. S. *Adaptacionnyye vozmozhnosti molodi sterljadi (Acipenser Ruthenus Linnaeus, 1758) pri vyrashhivanii v razlichnyh rybovodnyh sistemah*. Diss. kand. biol. nauk [Adaptive capabilities of sterlet fingerlings (Acipenser Ruthenus Linnaeus, 1758) in different fish-breeding systems. Dis. Ph.D. Biol. Sci.]. Kaliningrad, 2009, 209 p.

14. Ponomarev S. V., Gamygin E. A., Nikonorov S. I., Ponomareva E. N., Grozesku Ju. N. *Tehnologii vyrashhivaniya i kormleniya ob#ektov akvakul'tury juga Rossii* [Technology for growing and feeding objects of aquaculture in the south of Russia]. Astrahan', Nova pljus, 2002, 263 p.

15. *Porody raduzhnoj foreli (Oncorhynchus mykiss W.)* [Rainbow trout (Oncorhynchus mykiss W.) breeds]. Moscow, Rosinformagroteh, 2006, 316 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

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

Ryanov Dmitry Sergeevich – Kaliningrad State Technical University; PhD-student; E-mail: dmitry.pyanov@klgtu.ru

Дельмухаметов Артем Борисович – Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (Калининградский филиал); кандидат биологических наук; E-mail: delmuchametov@list.ru

Delmukhametov Artyom Borisovich – Saint-Petersburg State Agrarian University (Kaliningrad department); PhD; E-mail: delmuchametov@list.ru

Хрусталеv 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