

УДК 639.3:597.556.33(06)

## РОСТ СУДАКА РАЗЛИЧНЫХ ПОКОЛЕНИЙ В УСТАНОВКАХ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

А.Б. Дельмухаметов, Д.С. Пьянов

ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет»,  
Россия, 236022, г. Калининград, Советский проспект, 1  
E-mail: dmpjanov@gmail.com

Изучены особенности роста судака первого и третьего поколений, выращенных в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ). Проанализирован весовой рост двух поколений, отражена динамика коэффициента массонакопления и относительного среднесуточного прироста третьего поколения.

*судак, УЗВ, весовой рост, коэффициент массонакопления, относительный среднесуточный прирост*

### ВВЕДЕНИЕ

Изучение особенностей роста - важный элемент в разработке биотехники выращивания рыб. Особенности роста, в первую очередь скорость, определяют в конечном итоге временные затраты на получение товарной рыбы. Рост, как биологический процесс, несмотря на свою внешнюю очевидность и простоту, на самом деле весьма сложен и многогранен [1].

Условия бассейнового выращивания существенно образом отличаются от естественных, прежде всего, температурой воды (как фактор, обуславливающий интенсивность протекания метаболических процессов), плотностью посадки, характером и режимом кормления [2].

Таким образом, неудивительно, что особенности роста рыб при бассейновом (индустриальном) выращивании и в естественных водоемах существенно различаются.

Разведение и выращивание обыкновенного судака (*Sander lucioperca* L.) в установках замкнутого водоснабжения являются перспективной технологией в отечественной аквакультуре. Так, в период 2007-2013 гг. на базе опытной установки замкнутого водоснабжения (УЗВ) ООО «КМП Аква» (Калининградская область, г. Светлый) и промышленной УЗВ ООО «ТПК «Балтптицепром» (Калининградская область, г. Калининград) нами был проведен ряд исследований в области разработки полноциклической биотехники разведения и выращивания обыкновенного судака в индустриальных условиях, в частности, в УЗВ [3, 4]. К настоящему времени нами получена уже третья генерация судака, выращенная в условиях УЗВ.

В ходе анализа литературных источников на раннем этапе работ установлено, что если рост судака в естественных водоемах изучен хорошо, то знания о росте его в искусственных условиях нельзя признать достаточно полными. Даже несмотря на определенный накопленный опыт, биотехника

выращивания судака не считается разработанной. До конца еще не выяснены оптимальные параметры абиотических и биотических факторов, определяющих уровень раскрытия ростовой потенции судака в условиях УЗВ на всех этапах производственного процесса, вплоть до получения товарной продукции.

Таким образом, в рамках проводимых исследований нами была поставлена задача изучения особенностей роста судака на различных этапах его выращивания.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследовательская работа проводилась на базе опытной УЗВ ООО «КМП-Аква», мобильной рыбоводной лаборатории (МРЛ) «КГТУ» и в промышленной УЗВ ООО «ТПК «Балтптицепром» в период с 2007 по 2013 гг. В состав опытной и промышленной УЗВ входили биофильтры конструктивного типа биореактор, с загрузкой гранулированного полиэтилена; сетчатые механические фильтры; ультрафиолетовые лампы.

Выростными емкостями на УЗВ ООО «КМП Аква» служили пластиковые бассейны объемом  $0,7 \text{ м}^3$ . Уровень воды в бассейнах составил  $0,4 \text{ м}$ . Водообмен – 1 раз в час. Помимо выростных емкостей, УЗВ включала в себя механический фильтр-отстойник, биофильтр конструктивного типа биореактор, блоки ультрафиолетовой обработки и аэрации воды.

Для содержания судаков на ранних этапах их развития на МРЛ использовали бассейны объемом  $1,0 \text{ м}^3$  с уровнем воды  $0,5 \text{ м}$ . Водообмен – 1 раз в час. На более поздних этапах – объемом  $0,2 \text{ м}^3$  с уровнем воды  $0,3 \text{ м}$ .

В состав промышленной УЗВ входили биофильтры с загрузкой гранулированного полиэтилена; сетчатые механические фильтры; ультрафиолетовые лампы. Для производства кислорода использовался кислородный генератор Atlas Copco GX11FF, который подавал кислород в бассейны через конусообразный оксигенатор из нержавеющей стали. Объем рыбоводных емкостей составлял  $7 \text{ м}^3$ , уровень воды в бассейнах -  $1 \text{ м}$ .

Поддержание необходимой для выращивания рыбы температуры воды осуществлялось за счет обогрева помещения цеха, что является достаточно распространенным и экономичным способом. Изменение температуры воды в УЗВ соответствовало возможностям кондиционирования воздушной среды рыбоводных цехов.

При выращивании на опытной УЗВ кормление рыбы осуществлялось стартовыми и продукционными кормами датской фирмы Aller Aqua. Для посадочного материала использовали рецептуру Aller Futura, на более поздних этапах – Aller Bronze 45/15, Aller Trident и Aller Sturgeon.

На промышленной УЗВ, помимо кормовых рецептур Aller Aqua, на поздних этапах использовали также корма голландской фирмы Coppens, а именно, рецептуру Coppens Marico Focus - с пониженным содержанием жиров и высоким содержанием белка рыбной муки. Дополнительно в состав корма добавляли витамины и минералы.

Размер крупки и гранул изменяли по мере роста рыб. Коррективы в суточные дозы кормления вносили с учетом поедаемости корма.

Для характеристики эффективности выращивания рыбы нами был выбран весовой рост как наиболее удобный и часто используемый в рыбоводстве показатель [1, 5].

Оценку скорости роста судака осуществляли на основе ежемесячно проводимых контрольных обловов с последующим расчетом величин общего продукционного коэффициента массонакопления по формуле [1]:

$$K_M = K_G \times K_E = \frac{(M_{i+1}^{\frac{1}{3}} - M_i^{\frac{1}{3}}) \times 3}{\Delta T}, \quad (1)$$

где  $K_G$  – генетический коэффициент роста;  $K_E$  – экологический коэффициент роста;  $M_{i+1}$  и  $M_i$  – конечная и начальная масса рыб, г;  $\Delta T$  – временной период, сут.

Для определения относительного среднесуточного прироста ( $C$ , %) пользовались стандартной методикой: величину среднесуточного абсолютного прироста (как разницу между средней массой рыбы на день контрольного облова и средней массой рыбы в период предшествующего контрольного облова) относили к средней массе рыбы за период между двумя контрольными обловами [6, 7]:

$$C = \frac{\left(\frac{M_k - M_o}{\Delta T}\right) \times 2 \times 100}{(M_k + M_o)}, \quad (2)$$

где  $M_k$  - средняя масса рыбы на день контрольного облова, г;  $M_o$  - средняя масса рыбы в период предшествующего контрольного облова, г;  $\Delta T$  – продолжительность периода между двумя последовательными контрольными обловами, сут.

Объем выборки при проведении контрольных обловов составлял 1% от общего количества рыб в рыбоводной ёмкости.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Рис. 1 иллюстрирует особенности весового роста судака третьего поколения в условиях УЗВ. Для сравнения на том же рисунке приведены графики весового роста судака первого поколения в условиях УЗВ [4] и судака Куршского залива [8].

К концу второго года выращивания судак третьего поколения достиг массы 600 г, в то время как судак первого поколения - 460 г. Нетрудно заметить, что выраженные различия в скорости роста судака начинают прослеживаться с возраста 12-18 мес., что, вероятно, следует связывать с полной раскрытия ростовой потенции в данном возрасте.

В целом, за период выращивания судака третьего поколения на промышленной УЗВ было отмечено экономное расходование питательных веществ продукционного корма на прирост массы. А сравнивая полученные данные с таковыми из Куршского залива, следует подчеркнуть, что скорость роста выращенного судака оказалась в 2,5 раза выше, чем у естественного, обитающего в Куршском заливе.

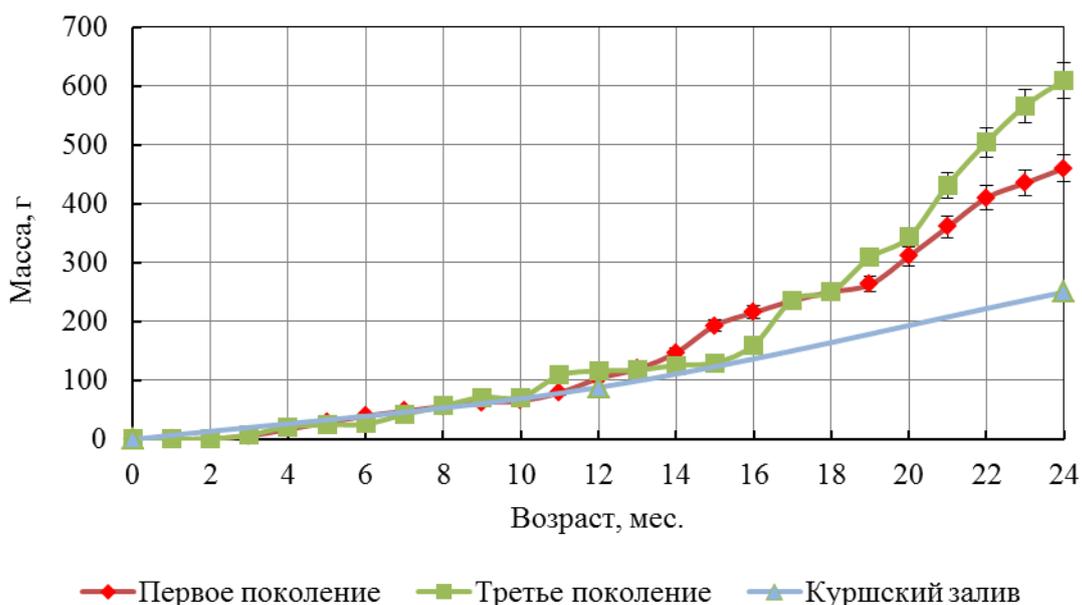


Рис. 1. Весовой рост первого [4] и третьего поколений судака в условиях УЗВ, а также рост судака в Куршском заливе [8] в первые два года жизни  
 Fig. 1. Weight growth of first [4] and third generations of pike-perch reared in RAS, and growth of pike-perch in Curonian lagoon [8] during the first two years of life

Рассчитанный средний общий продукционный коэффициент массонакопления судака третьего поколения составил  $0,040 \pm 0,005$ , средний относительный среднесуточный прирост  $1,29 \pm 0,36$  % (рис. 2).



Рис. 2. Динамика коэффициента массонакопления и относительного среднесуточного прироста судака третьего поколения в условиях УЗВ  
 Fig. 2. Dynamics of mass accumulation rate and average daily gain of third generation of pike-perch reared in RAS

Графики, отражающие динамику коэффициента массонакопления и относительного среднесуточного прироста, имеют выраженный скачкообразный характер. На скорость роста в данном случае воздействует сложный комплекс факторов, прежде всего - динамика температурного режима, концентрации кислорода, особенности режима кормления.

## ВЫВОДЫ

Скорость весового роста судака третьего поколения по исследованным показателям оказалась ожидаемо выше таковой для первого поколения (так, для периода выращивания с 4-го по 24-й мес. для первого поколения коэффициент массонакопления - 0,029, для третьего - 0,030; относительный среднесуточный прирост 0,48 и 0,67 для первого и третьего поколений соответственно).

Причиной более высокой скорости роста третьего поколения судака можно назвать оптимизацию биотехнических приемов, в первую очередь режима кормления, в ходе выращивания первого и второго поколений, а также постоянное, тщательное уточнение норм кормления в соответствии с конкретными условиями (температура, концентрация O<sub>2</sub>, конфигурация и особенности эксплуатации выростных емкостей и т.д.).

Отметим, что кормление судака третьей генерации в описываемый период было достаточно эффективным (кормовой коэффициент ниже или близок к единице). Это можно связать с применением высококачественного продукционного корма Sorpens MariCo Focus на последних этапах выращивания. Значительное соотношение белка и энергии в корме отражается на более высокой скорости роста рыб, чему соответствуют более низкие значения кормового коэффициента.

Таким образом, в третьем поколении судака нам удалось добиться лучшего раскрытия ростовой потенции по сравнению с первым поколением, что позволяет надеяться на получение еще более высоких результатов в дальнейшем.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Купинский, С.Б. Продукционные возможности объектов аквакультуры / С.Б. Купинский. - Астрахань: ДФ АГТУ, 2007. - 142 с.
2. Романенко, В.Д. Эколого-физиологические основы тепловодного рыбоводства / В.Д. Романенко. - Киев: Наукова думка, 1983. - 140 с.
3. Хрусталева, Е.И. Рыбоводно-биологические показатели судака при выращивании в искусственных условиях / Е.И. Хрусталева, А.Б. Дельмухаметов // Известия КГТУ. - 2010. - № 17. - С. 15-20.
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 А.Б. - Калининград, 2012. - 157 с.
5. Анисимова, И.М. Ихтиология: учеб. пособие / И.М. Анисимова, В.В. Лавровский. – М.: Агропромиздат, 1991. - 288 с.
6. Первый этап разработки уравнений роста рыб на вегетативных стадиях развития / В.Ф. Резников [и др.] // Труды Всероссийского научно-

исследовательского института прудового рыбного хозяйства: сб. ст. – М., 1978. - С. 220-236.

7. Ворошилина, З.П. Товарное рыбоводство: учеб. пособие / З.П. Ворошилина, В.Г. Саковская, Е.И. Хрусталеv. – М.: Колос, 2009. - 266 с.

8. Голубкова, Т.А. Эколого-биологическая характеристика запасов судака Куршского залива Балтийского моря: дис... канд. биол. наук: 03.00.10 - Ихтиология / Голубкова Т.А. - Калининград, 2003. - 146 с.

## GROWTH OF VARIOUS PIKE-PERCH GENERATIONS REARED IN RECIRCULATING AQUACULTURE SYSTEMS (RAS)

A.B. Delmuchametov, D.S. Pianov

Investigating of fish growth is the important part of the development of fish farming biotechnology. We researched the growth features of third pike-perch generation reared in recirculating aquaculture systems and compared it with growth features of first pike-perch generation.

*pike-perch, RAS, weight growth, mass accumulation rate, average daily gain*