

С. А. Лендьел, Ю. М. Баканёва

## ТЕМПЕРАТУРНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ РОСТА КАК ИНСТРУМЕНТ ПЛАНИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДИ ЕВРОПЕЙСКОГО ОКУНЯ (*PERCA FLUVIATILIS*) В УСТАНОВКАХ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Цель исследований – создание кривой температурного коэффициента роста для молоди европейского окуня (*Perca fluviatilis*) в интенсивных условиях установки замкнутого водоснабжения. Температурный коэффициент роста – это современный и эффективный метод оценки предположительных результатов выращивания для рыб любых возрастных групп. Он показывает зависимость относительного ежесуточного прироста от температуры выращивания и способствует более точному расчёту итоговой биомассы разводимого вида. Эксперимент проводился в условиях установки замкнутого водоснабжения на молоди европейского окуня трёх различных размерно-весовых групп при кормлении промышленным кормом от фирмы Scretting для окунёвых рыб. Длительность эксперимента составила 160 суток. Определение основных рыбоводных показателей проводилось каждые две недели. На основе результатов эксперимента была создана кривая температурного коэффициента роста, которая позволяет достаточно точно предположить рост молоди окуня в первый год выращивания, включая зимовку, а также наиболее благоприятный температурный диапазон. Согласно данной кривой, оптимальной для интенсивного выращивания окуня любой размерной группы можно считать температуру воды 18,2 °С.

**Ключевые слова:** температурный коэффициент роста, европейский окунь, *Perca fluviatilis*.

### Введение

Европейский окунь (*Perca fluviatilis*) является одним из наиболее перспективных и востребованных пресноводных видов в европейской аквакультуре. За последние годы спрос на окуня постоянно возрастает и далеко превышает имеющееся в настоящее время предложение со стороны рынка [1–2]. Окунь славится своим диетическим мясом, равным по качеству и вкусовым ощущениям мясу морских рыб. Особенным спросом данный вид пользуется во Франции, Италии, Швейцарии, а также в странах Бенилюкса и Скандинавии [3].

Несмотря на то, что европейский окунь считается традиционным добавочным объектом выращивания в прудовой аквакультуре, интенсивное разведение данного вида, способное удовлетворить постоянно растущий спрос на высококачественное филе пресноводных рыб, по-прежнему находится на начальной стадии. В качестве объекта аквакультуры окунь представляет особенный интерес для стран, не имеющих доступа к морю или имеющих такой доступ, но недостаточный по протяжённости.

В течение последнего десятилетия исследовались преимущественно контроль над воспроизводством и товарное выращивание окуня [4–5]. Были полностью разработаны методики искусственного и частично искусственного воспроизводства с отцеживанием производителей или их контролируемым нерестом на гнёздах соответственно. Кроме того, были созданы схемы кормления маточного стада окуня с учётом влияния ненасыщенных жирных кислот на гонадогенез, а также даны рекомендации по экологической стимуляции нереста путём холодноводного периода и манипуляций с освещением [6–8].

Для коммерческих хозяйств были созданы кривые роста и модели энергетических потребностей данного вида для старших возрастных групп, которые позволяют достаточно точно планировать рыбоводные процессы и необходимые для них ресурсы [9].

Вместе с тем выдерживание и подращивание личинок до стадии малька всё ещё осуществляются ценой значительных потерь в численности и высокой степени размерно-весовой гетерогенности. Это обусловлено как биологическими особенностями вида, так и чрезвычайной чувствительностью личинок к внешним факторам среды (температура и химический состав воды, насыщение воды кислородом, уровень освещённости, водообмен), а также манипуляциями со стороны человека (сортировка, чистка бассейнов, вибрация) [4, 10].

Температурный коэффициент роста (TGC) и его модели – это современный и эффективный метод оценки предположительных результатов выращивания для рыб любых возрастных

групп. Он показывает зависимость относительного ежесуточного прироста (SGR) от температуры выращивания и способствует более точному расчёту итоговой биомассы разводимого вида. В силу своей универсальности TGC широко используется в расчетах для многих видов рыб, в том числе таких высокоценных, как лососёвые [11–13].

Целью наших исследований явилось создание кривой температурного коэффициента роста для молоди европейского окуня в интенсивных условиях установки замкнутого водоснабжения (УЗВ). С учетом дискуссий, которые ведутся в последние годы по поводу эффективности применения моделей TGC для окунёвых рыб, в силу некоторой зависимости этого параметра от показателей благосостояния рыб [14], модель TGC была рассчитана для трёх размерно-весовых групп рыб с максимально разнообразным личным благосостоянием в пределах группы.

#### Материал и методы исследования

Для экспериментов в качестве объекта исследования использовали молодь европейского окуня (*Perca fluviatilis*) в возрасте 90 суток после вылупления. Производители, давшие эту молодь, были частично domestцированным стадом прудового происхождения. Молодь была получена в стандартные сезонные сроки и после двухнедельного периода адаптации к смешанному питанию (коловратки + сухой промышленный корм) содержалась исключительно на питании сухими кормами без каких-либо дополнительных подкормок.

Экспериментальные работы проводили на базе УЗВ Научно-исследовательского института рыболовства, аквакультуры и ирригации, г. Сарваш, Венгрия (Research Institute for Fisheries, Aquaculture and Irrigation (NAKI), Szarvas, Hungary) в 2008 г. с последующим подтверждением результатов в 2010 г.

Молодь содержалась в круглых бассейнах светлого цвета объёмом 1 м<sup>3</sup> с центральным водосливом. Температура воды в бассейнах колебалась в диапазоне 17,1–21,0 °С, оставаясь в пределах биологической нормы для данного вида. Содержание кислорода в воде поддерживалось на уровне не менее 80 % насыщения, в среднем 85 ± 2 %.

Перед началом эксперимента молодь была вручную рассортирована на 3 размерно-весовые группы: крупные рыбы со стартовой массой более 15 г, средние – 10–15 г и мелкие – менее 10 г. Следует отметить, что все рыбы, участвовавшие в эксперименте, на всём протяжении предварительного выращивания не были каннибалами и набрали свой вес исключительно за счёт кормов.

Количество молоди в каждой из групп было различным в силу значительной естественной дифференциации стада по размеру и весу, однако при сортировке учитывалось общее состояние молоди и тенденции ее роста. В каждую из групп попали как быстрорастущие, так и медленнорастущие окуни, а также мальки с разной величиной показателя упитанности по Фультону, что является одним из свидетельств благосостояния рыбы. Подобная сортировка позволила включить максимально возможное разнообразие тенденций индивидуального роста для большей универсальности итоговой модели. Следует также отметить, что при коммерческом выращивании сортировка осуществляется сходным образом, поэтому созданные экспериментальные условия достаточно близко имитируют условия интенсивного выращивания окуня на рыбоводных фермах.

Кормление молоди осуществлялось в светлое время суток кормом для окунёвых рыб Perla Plus 3.0 от Scretting (содержание белка 62 %). Корм подавался при помощи автоматических кормушек в течение 12 часов, при этом зона кормления была единственным освещённым местом, в то время как остальная часть бассейнов искусственно затемнялась на протяжении всего времени эксперимента.

Среднесуточный рацион корректировался еженедельно на основании кормового коэффициента и данных по поедаемости. Поедаемость определялась ежедневно во время плановой чистки бассейнов. Для уборки использовались стандартные сифоны и поваренная соль.

Каждые 2 недели молодь взвешивали поштучно на электронных весах, при этом за полдня до взвешивания и полдня после рыб не кормили. Таким образом, все показатели рассчитывались не для 14 суток, а для 13 суток выращивания.

Кроме базовых показателей роста (относительный суточный прирост, кормовой коэффициент, индивидуальная масса, общая биомасса продукции), регулярно рассчитывались такие показатели, как выживаемость и коэффициент эффективности усвоения белка (PER).

Осенью все рыбы были переведены на корм с более низким содержанием белка (47 %). Зимовка проводилась в этих же бассейнах при температуре воды 17,0–18,8 °С.

Температурный коэффициент роста рассчитывался следующим образом:

$$TGC = (w_1^{1/3} - w_0^{1/3}) / t \cdot n \cdot 1000,$$

где  $w_1$  – средняя итоговая индивидуальная масса, г;  $w_0$  – средняя начальная масса, г;  $t$  – температура воды за данный промежуток времени;  $n$  – продолжительность выращивания при данной температуре воды.

Относительный суточный прирост определялся логарифмическим методом по следующей формуле:

$$SGR = \ln (w_1 - w_0) / n \cdot 100,$$

где  $w_1$  – средняя итоговая индивидуальная масса, г;  $w_0$  – средняя начальная масса, г;  $n$  – продолжительность выращивания.

Длительность эксперимента составила 160 суток. За это время общая выживаемость сегиеток была выше 90 %, при этом было отмечено некоторое увеличение смертности в группе рыб с наименьшими размерами, однако достоверных различий между размерно-весовыми группами найдено не было.

### Результаты исследований

В ходе эксперимента коэффициент эффективности усвоения белка PER составил  $1,14 \pm 0,04$  единицы. Кормовой коэффициент при нагуле и кормлении высокобелковым кормом Scretting составил  $1,47 \pm 0,22$  г/г, однако во время зимовки колебался в значительных пределах и никак не коррелировал с размерно-весовыми группами или иными факторами.

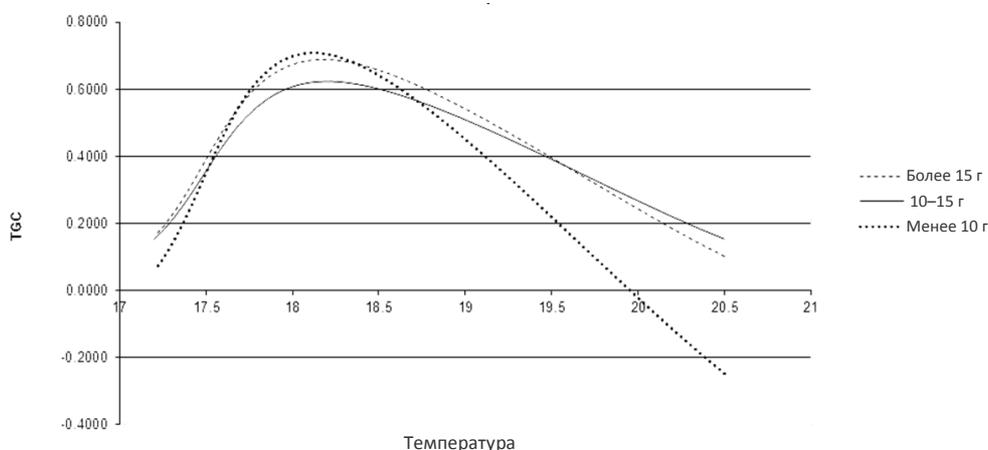
Все коэффициенты и показатели были проверены на достоверность и наличие внутренних связей при помощи одновариантного анализа (ANOVA).

Краткие результаты эксперимента приведены в таблице.

**Основные рыбоводные показатели  
выращивания молоди европейского окуня в УЗВ**

Показатель	Размерно-весовая группа		
	> 15 г	10–15 г	< 10 г
Количество рыб	179	267	355
Начальная масса, г	24,4 + 5,74	12,12 + 0,33	7,00 + 0,15
Конечная масса, г	80,70 + 9,07	50,00 + 4,91	35,18 + 5,68
Выживаемость, %	98	93	91
Продолжительность эксперимента, сут	160	160	160

На основе результатов эксперимента была создана кривая температурного коэффициента роста (рис.), которая позволяет достаточно точно предположить рост молоди окуня в первый год выращивания, включая зимовку, а также наиболее благоприятный температурный диапазон.



Кривая температурного коэффициента роста для молоди европейского окуня

Кривая TGC хорошо коррелирует с показателями относительного суточного прироста для данного же промежутка времени, т. е. в данном эксперименте максимальный прирост наблюдался при температуре 18,2 °С.

Данная модель позволяет с достаточной степенью достоверности спланировать процесс выращивания окуня в первый год его жизни независимо от исходной массы молоди и температуры воды во время выращивания.

### Заключение

По результатам исследований можно рекомендовать полученный график температурного коэффициента роста для оценки тенденций роста молоди окуня в первый год выращивания. Оптимальной для интенсивного выращивания окуня любой размерной группы можно считать температуру воды 18,2 °С.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Fontaine P. L'élevage de la perche commune, une voie de diversification pour l'aquaculture continentale / P. Fontaine // INRA Prod. Anim. 2004. 17. P. 189–193.
2. Mélard C. Genetic growth improvement of *Perca fluviatilis*: a review / C. Mélard, C. Rougeot, R. Mandiki, P. Fontaine, P. Kestemont // Barry Terence P., Malison Jeffrey (Eds.). Proceedings of PERCIS III, the Third International Percid Fish Symposium. University of Wisconsin, Madison, USA, 20–24 July 2003. Madison, USA, 2004, pp. 49–50.
3. Watson L. The European marker for perch (*Perca fluviatilis*) / L. Watson, P. Fontaine, P. Kestemont, F. Telechea, N. Wang (eds.). Percid Fish culture, from research to production. 23–24 January, Namur, Belgium, 2008, pp. 10–14.
4. Mélard C. Intensive culture of juvenile and adult Eurasian perch (*Perca fluviatilis*): effect of major biotic and abiotic factors on growth / C. Mélard, P. Kestemont, J. C. Grignard. *Journal of Applied Ichthyology*. 1996. 12. P. 175–180.
5. Kouril J. Artificial propagation of European perch (*Perca fluviatilis*) by means of a GnRH analogue / J. Kouril, J. Hamackova. *Czech J. Anim. Science*. 1999. 44. P. 309–316.
6. Henrotte E. Egg and larval quality, and egg fatty acid composition of Eurasian perch breeders (*Perca fluviatilis*) fed different dietary DHA/EPA/AA ratios / E. Henrotte, S. N. M. Mandiki, A. T. Prudencio, M. Vandecan, Ch. Mélard, P. Kestemont. *Aquaculture Research*. 2010. 41. P. 53–61.
7. Kestemont P. Larval and Juvenile Production / P. Kestemont, C. Rougeot, J. Musil, D. Toner // C. Rougeot and D. Toner (Eds.). Farming of Eurasian Perch, Special Publication BIM no. 24, Dublin, Ireland, 2008. P. 30–41.
8. Henrotte E. Effect of dietary n-3 and n-6 fatty acids levels on egg and larval quality of Eurasian perch / E. Henrotte, J. L. Overton, P. Kestemont // *Cybiu*, 2008. 32. P. 271–272.
9. Strand A. The growth and energetics of perch (*Perca fluviatilis*) in intensive culture. Doctoral thesis / A. Strand. Swedish University of Agricultural Sciences, Umea, 2009. 52 p.
10. Strand A. Effects of repeated disturbances on feed intake, growth rates and energy expenditures of juvenile perch *Perca fluviatilis* / A. Strand, C. Maghagen, A. Alanara. *Aquaculture*. 2007. 265. P. 163–168.
11. Iwana G. K. A simple growth model for Salmonids in hatcheries / G. K. Iwana, A. F. Tautz. *Canadian J. Fish Aquat. Sci.* 1981. 38. P. 649–656.
12. Kaushik S. J. Nutrient requirements, supply and utilization in the context of carp culture / S. J. Kaushik. *Aquaculture*. 1995. 129. P. 225–241.
13. Malcolm J. The thermal growth coefficient (TGC) model of fish growth: a cautionary note / J. Malcolm. *Aquaculture research*. 2003. 34 (7). P. 581–584.
14. Strand A. Growth and energy expenditures of Eurasian perch *Perca fluviatilis* in different temperatures and of different body sizes / A. Strand, C. Maghagen, A. Alanara. *J. Aquac. Res. Development*. 2011. 2 : 3. Open access.

Статья поступила в редакцию 10.07.2014

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Ленгель Светлана Анатольевна** – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; аспирант кафедры «Аквакультура и водные биоресурсы»; lengyel.svetlana@naik.hu.

Баканёва Юлия Михайловна – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; канд. с.-х. наук; старший преподаватель кафедры «Аквакультура и водные биоресурсы»; uliabakaneva@yandex.ru.



S. A. Lendiel, Yu. M. Bakaneva

**THERMAL GROWTH COEFFICIENT  
AS A TOOL FOR PLANNING OF THE REARING RESULTS  
FOR EUROPEAN PERCH (*PERCA FLUVIATILIS*)  
FINGERLINGS IN CLOSED WATER SUPPLY INSTALLATIONS**

**Abstract.** The purpose of the research is to create the curve of the temperature coefficient of the growth for the young European perch (*Perca fluviatilis*) in intense conditions of the installation of the closed water supply. The temperature coefficient of the growth is a modern and effective method of assessing the hypothetic results of growing fish of any age group. It shows the dependence of the relative daily increase in the temperature of breeding and contributes to the more accurate calculation of total biomass of the breeding species. The experiment was conducted in a closed water supply installation by European perch fry of three different size and weight when fed with commercial feed from the company Scretting for perch fish. The experiment lasted 160 days. Determination of the main fish parameters was held every two weeks. Based on the results of the experiment, the curve of the temperature coefficient of growth was designed, it allows us to accurately assume the growth of juvenile perch in the first year of incubation, including the winter period, as well as the most favorable temperature range. According to this curve, the optimum for the intensive rearing of perch of any size group can be regarded as the water temperature 18.2 °C.

**Key words:** thermal growth coefficient, European perch, *Perca fluviatilis*.

REFERENCES

1. Fontaine P. L'élevage de la perche commune, une voie de diversification pour l'aquaculture continentale. *INRA Prod. Anim.*, 2004, 17, pp. 189–193.
2. Mélard C., Rougeot C., Mandiki R., Fontaine P., Kestemont P. Genetic growth improvement of *Perca fluviatilis*: a review. In: Barry Terence P., Malison Jeffrey (Eds.). *Proceedings of PERCIS III, the Third International Percid Fish Symposium. University of Wisconsin, Madison, USA, 20–24 July 2003*. Madison, USA, 2004, pp. 49–50.
3. Watson L. The European marker for perch (*Perca fluviatilis*). In: Fontaine P., Kestemont P., Telechea F., Wang N. (Eds.). *Percid Fish culture, from research to production, 23–24 January 2008, Namur, Belgium*. Namur, Belgium, 2008, pp. 10–14.
4. Mélard C., Kestemont P., Grignard J. C. Intensive culture of juvenile and adult Eurasian perch (*Perca fluviatilis*): effect of major biotic and abiotic factors on growth. *Journal of Applied Ichthyology*, 1996, 12, pp. 175–180.
5. Kouril J., Hamackova J. Artificial propagation of European perch (*Perca fluviatilis*) by means of a GnRH analogue. *Czech J. Anim. Science*, 1999, 44, pp. 309–316.
6. Henrotte E., Mandiki S. N. M., Prudencio A. T., Vandecan M., Mélard Ch., Kestemont P. Egg and larval quality, and egg fatty acid composition of Eurasian perch breeders (*Perca fluviatilis*) fed different dietary DHA/EPA/AA ratios. *Aquaculture Research*, 2010, 4, pp. 53–61.
7. Kestemont P., Rougeot C., Musil J., Toner D. Larval and Juvenile Production. In: C. Rougeot and D. Torner (Eds.). *Farming of Eurasian Perch*. Special Publication BIM no. 24, Dublin, Ireland, 2008, pp. 30–41.
8. Henrotte E., Overton J. L., Kestemont P. Effect of dietary n-3 and n-6 fatty acids levels on egg and larval quality of Eurasian perch. *Cybio*, 2008, 32, pp. 271–272.
9. Strand A. *The growth and energetics of perch (Perca fluviatilis) in intensive culture*. Doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Umea, 2009. 52 p.
10. Strand A., Maghagen C., Alanara A. Effects of repeated disturbances on feed intake, growth rates and energy expenditures of juvenile perch. *Perca fluviatilis*. *Aquaculture*, 2007, 265, pp. 163–168.
11. Iwana G. K., Tautz A. F. A simple growth model for Salmonids in hatcheries. *Canadian J. Fish Aquat. Sci.*, 1981, 38, pp. 649–656.
12. Kaushik S. J. Nutrient requirements, supply and utilization in the context of carp culture. *Aquaculture*, 1995, 129, pp. 225–241.

13. Malcolm J. The thermal growth coefficient (TGC) model of fish growth: a cautionary note. *Aquaculture research*, 2003, 34 (7), pp. 581–584.

14. Strand A., Maghagen C., Alanara A. Growth and energy expenditures of Eurasian perch *Perca fluviatilis* in different temperatures and of different body sizes. *J. Aquac. Res. Development*, 2001, 2 : 3. Open access.

The article submitted to the editors 10.07.2014

#### **INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

**Lendiel Svetlana Anatolievna** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Postgraduate Student of the Department "Aquaculture and Water Bioresources"; lengyel.szvetlana@naik.hu.

**Bakaneva Yulia Mikhailovna** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Candidate of Agricultural Sciences; Senior Lecturer of the Department "Aquaculture and Water Bioresources"; uliabakaneva@yandex.ru.

