

## О ПРОЯВЛЕНИИ КОМПЕНСАЦИОННОГО РОСТА У МОЛОДИ ЩУКИ *ESOX LUCIUS*

М.Н. Иванова, А.Н. Свирская

Учреждение Российской академии наук Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д.Папанина РАН, п.Борок, Ярославская обл., Россия  
e-mail: svirs@ibiw.yaroslavl.ru

Вопросы проявления компенсационного роста у рыб рассматривались многими исследователями (Замахаев, 1967; Мина, Клевезаль, 1976). «Компенсационным называют такой рост, при котором у крупных особей темп роста относительно замедляется, а у более мелких ускоряется» (Замахаев, 1967; стр. 301). Автор отмечал проявление компенсационного роста в поколениях беломорской сельди, леща, чехони, судака и других видов рыб. Наши эксперименты по выращиванию мелких и крупных сеголеток щук в течение 10 лет в прудах показали, что «сближение по размерам» рыб наблюдалось к 5-летнему возрасту, после достижения длины 50 см и массы 1 кг (Иванова, Свирская, 2005). В меньшей степени исследованы особенности проявления компенсационного роста у молоди щуки, для которой характерна значительная вариабельность длины и массы тела как в одном водоеме в разные годы, так и в потомстве одной пары производителей (Фортунатова, Попова, 1973; Иванова, Свирская, 1995).

В задачу работы входило изучение особенностей питания и роста мелкой и крупной молоди щуки в течение первых трех месяцев жизни.

### Материалы и методы

Эксперименты проводили с молодью щуки, полученной от одной пары производителей. Выклюнувшихся предличинок содержали в кристаллизаторах (по 100 экз.). К концу периода эндогенного питания, когда двигательная активность предличинок увеличилась, их рассадил по 50 экз. в 4 аквариума (объем 50 л). В начале смешанного питания (IV этап развития) щукам впервые были даны зоопланктонные рачки, а еще через трое суток в корм стали добавлять личинок карповых рыб. В первые дни перехода на потребление зоопланктона одни особи для захвата рачка делали по 8–15 бросков в час. Другие личинки охотились менее успешно: совершая в час до 35–71 бросков. Первые росли быстро, вторые медленно. Появились различия в размерах, которые еще больше усилились с переходом молоди щуки на рыбное питание. В аквариумах стали отмечать случаи каннибализма, несмотря на то, что личинки карповых рыб всегда находились в избытке. Крупные личинки щуки длиной 19–21 мм, проявляя агрессивность, пытались нападать на своих однопометников, которые еще только начинали переходить на внешнее питание и имели меньшие размеры. К 11 июня, когда молодь щуки во всех аквариумах перешла на рыбное питание, однопометники различались по длине в 2 раза (26–58 мм), по массе – в 12 раз (0.1–1.2 г). В этот день были начаты наблюдения за индивидуальными особенностями питания и роста 20 разновозрастных щук: 10 крупных (группа 1) и 10 мелких (группа 2). Каждую из них предварительно измерили и взвесили, а затем посадили поодиночке в отдельные аквариумы (объемом 50 л), где они и находились до 30 августа. Щук кормили 2–3 раза в сутки молодью карповых рыб, следя за тем, чтобы в аквариумах всегда был избыток корма. Абсолютный суточный рацион оценивали путём ежедневного определения числа и общей массы съеденных каждой особью за сутки рыб. Через каждые 2 суток измеряли длину до конца чешуйного покрова ( $l$ ) и индивидуальную массу щук (в сосудах с водой). Данные индивидуальных измерений суммировали и определяли среднее значение длины и массы тела для крупных и мелких щук в конкретный момент времени. Достоверность различий показателей их линейного и весового роста оценивали с помощью критерия Стьюдента (Лакин, 1980). Удельную скорость роста (Шмальгаузен, 1928) щук 1-й и 2-й группы рассчитывали по средним оценкам ( $n = 10$ ) длины и массы тела. Этапы развития щуки даны по Шамардиной (1957).

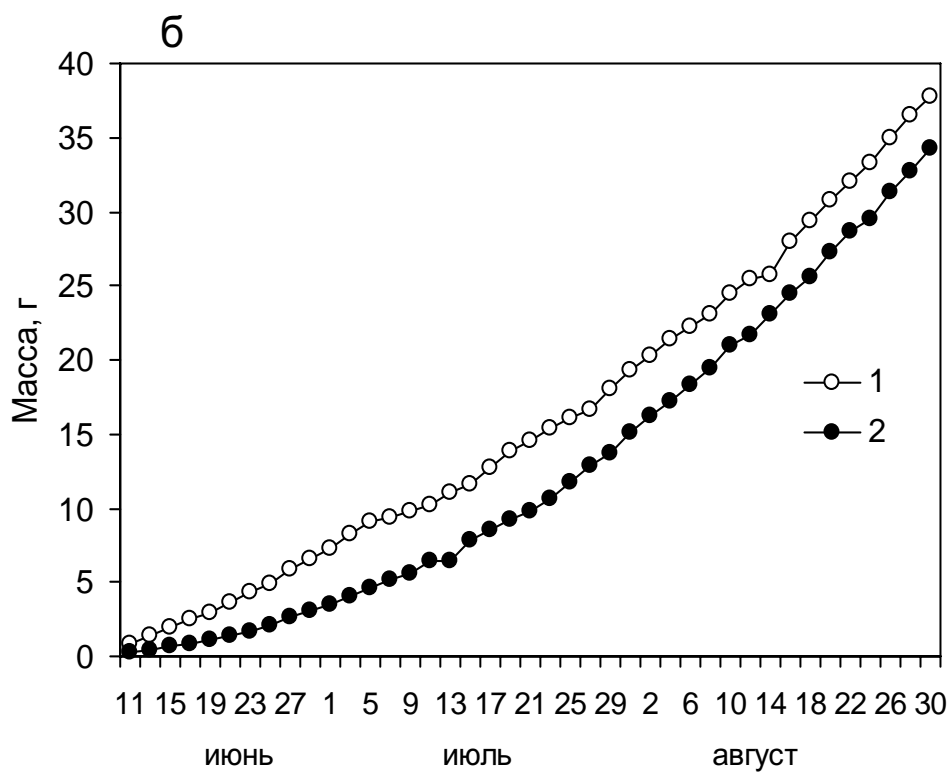
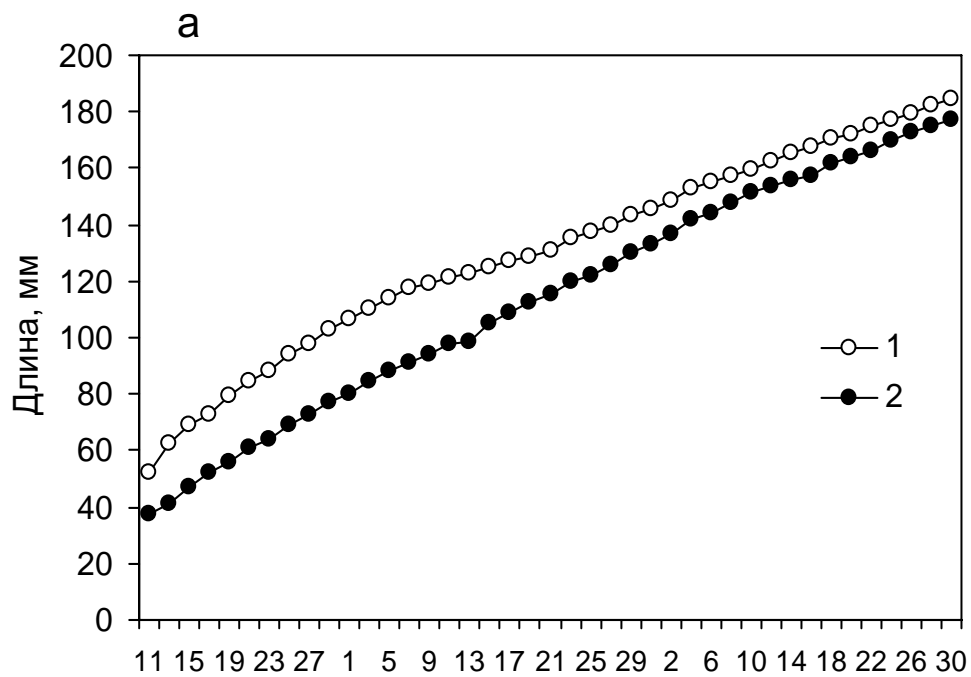


Рис.1. Линейный (а) и весовой (б) рост крупных (1) и мелких (2) сеголеток щуки *Esox lucius* в аквариумах  
 а – линейный рост. По оси абсцисс – дата; по оси ординат – длина, мм;  
 б – весовой рост. По оси абсцисс – дата; по оси ординат – масса, г.  
 1 – крупные сеголетки щуки; 2 – мелкие сеголетки щуки.

## Результаты

*Линейный рост.* Из особей, содержащихся в группах, щуки-лидеры к 11 июня имели длину от 39 до 58 мм ( $52.2 \pm 3.3$ ); щуки-аутсайдеры – от 26 до 48 мм ( $37.8 \pm 3.0$ ). Быстрорастущие рыбы находились на IX этапе развития, медленнорастущие – на VIII. Средние оценки длины различались при  $p > 0.01$ . Из приведенных на рис. 1 а данных видно, что кривые линейного роста щук двух групп от начала к концу периода наблюдений (с 11 июня по 30 августа) постепенно сближались. В июне длина быстрорастущих щук достоверно ( $p > 0.001$ ) превышала таковую с замедленным ростом. В июле различия между ними начали постепенно сокращаться: от  $p > 0.01$  (1–7 июля) до  $p > 0.05$  (9–17 июля). К 19 июля, когда рыбы первой группы достигли длины  $129.1 \pm 4.7$  мм, а второй –  $112.4 \pm 7.2$  мм, различия в размерах между ними стали недостоверными. К концу опыта (30 августа) сеголетки имели длину соответственно –  $158–202$  ( $184.8 \pm 4.7$ ) и  $149–205$  ( $177.5 \pm 5.9$ ) мм, то есть отличия по размерам между группами еще больше сократились. Рост разноразмерных особей можно сравнивать только по удельной скорости роста. Нами установлено, что у всей подопытной молодежи от июня к августу удельная скорость линейного роста снижалась, но в большинстве случаев (31 из 40) её значение было выше у мелких щук, что и позволило им догнать по длине тела крупных собратьев.

*Весовой рост.* К моменту начала эксперимента (11 июня) масса тела мальков-лидеров была почти в 3 раза больше, чем мальков-аутсайдеров:  $0.38–1.16$  ( $0.87 \pm 0.20$ ) против  $0.10–0.62$  ( $0.30 \pm 0.07$ ) г ( $p > 0.05$ ). Кривые, демонстрирующие весовой рост молодежи щуки двух групп, изображены на рис. 1 б. Превосходство по массе в 2–3 раза (при  $p > 0.001$  и  $p > 0.01$ ) сохранялось за крупными щуками с 1 до 7 июля. В период с 9 по 25 июля щуки этой группы имели массу тела только в 1.4–1.7 раз большую, чем щуки второй группы ( $p > 0.05$ ). С 27 июля, когда крупные мальки достигли массы  $16.7 \pm 1.16$  г, а мелкие –  $12.83 \pm 1.93$  г, различия между группами стали статистически недостоверными. К 30 августа отличия по массе тела между сеголетками этих двух групп ещё больше сократились [ $28.1–46.7$  ( $37.71 \pm 2.25$ ) и  $19.0–52.1$  ( $34.25 \pm 3.66$ ) г]. В весовом росте, также как и в линейном, удельная скорость от июня к августу снижалась, но в большинстве случаев (31 из 40) её значение было выше у мальков-аутсайдеров, что и позволило им сравняться по массе тела с мальками-лидерами.

*Абсолютный суточный рацион.* Крупные мальки (группа 1) в течение первых 8 сут. после пересадки в отдельные аквариумы ежедневно съедали в среднем по 0.3 г пищи. С 21 июня количество потребляемой ими пищи ежедневно увеличивалось и достигло максимального значения (2 г) к 17 июля. Спустя два дня начался спад интенсивности их питания: к 27 июля рацион уменьшился до 1.5 г. В августе количество ежедневно съедаемой щуками пищи резко колебалось: максимумы (1.8–2.2 г) сменялись минимумами (1.2–1.4 г). В это время у отдельных лидеров были отмечены пропуски в приёмах пищи: в первой половине августа – 2 случая (у двух рыб по одному дню), во второй половине – 7 (у трёх рыб по одному дню, а у двух – дважды по одному дню).

Суточные рационы мелких щук (группа 2) в первые дни эксперимента (до 19 июня) тоже были относительно постоянными, но в 3 раза ниже, чем в группе 1. С 21 июня началось их увеличение, которое до 15 июля проходило почти синхронно с крупными щуками, но на более низком уровне. К 27 июля рационы рыб группы 2 сравнялись с таковыми рыб группы 1 (к этому дню по длине и массе группы уже не различались), но продолжали увеличиваться до 2 г (10 августа). Во II и III декадах августа суточное потребление корма варьировало от 1.4 до 2.2 г. Во время эксперимента мелкие щуки тоже периодически отказывались от пищи. В июне наблюдался 1 подобный случай, в июле – 4 (у четырёх рыб по одному дню), в конце августа – 5 (у пяти рыб по одному дню).

В период с 11 июня по 27 июля абсолютные суточные рационы рыб-лидеров были больше, чем у рыб-аутсайдеров. Общее количество съеденной ими пищи достигло 55.2 г против 35.6, потому что быстрорастущие щуки были в это время крупнее, чем медленнорастущие. После 27 июля, когда длина и масса тела рыб сравниваемых групп перестали достоверно различаться, ритмика их питания стала сходной, а количество пищи, съеденной за период с 27 июля по 30 августа, было одинаковым (60.2 и 60.3 г).

## Заключение

Известно, что компенсационный рост наблюдается у животных при снятии воздействия угнетающих рост факторов – недостатка пищи, неблагоприятного температурного режима, пресса хищ-

ников и др. (Мина, Клевезаль, 1976). Кривобок и Пупырникова (1951) отмечали компенсационный рост у молоди щуки после её перевода с зоопланктонного на рыбное питание. В нашем эксперименте молодь щуки из общего аквариума, где она содержалась в группе в течение первых трех недель после вылупления из икры, была пересажена в отдельные аквариумы, где находилась при избытке рыбной пищи в течение 80 дней. Таким образом, было устранено воздействие одних хищников на питание и рост других. Наличие в аквариуме среди 50 однопометников более крупных и агрессивных особей можно считать угнетающим фактором, который ограничивал интенсивность откорма остальных. Об этом свидетельствуют высокие суточные рационы рыб-аутсайдеров после пересадки их из общего аквариума в одиночные. Количество корма, которое съедали мелкие щуки в течение первых 10 дней после пересадки, составляло от 29 до 12 % их собственной массы тела, тогда как крупные — от 24 до 10 %. В последующие дни эксперимента относительный суточный рацион мелких особей был значительно выше, чем крупных (в 33 случаях из 40). Высокая интенсивность откорма усилила темп линейного и весового роста рыб-аутсайдеров, и они смогли догнать щук-лидеров, у которых темп роста в это время замедлился. Таким образом, длина рыб двух групп выровнялась за 38 суток, а масса тела — за 46 суток после помещения сеголеток в отдельные аквариумы.

Следовательно, щуки-аутсайдеры, недождавшие на ранних этапах развития, после снятия угнетающего фактора, начали расти быстрее и в результате компенсационного роста догнали щук-лидеров по длине и массе тела.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке программы «Биологические ресурсы России».*

#### Литература

- Замахаяев Д. Ф., 1967. О компенсационном росте // *Вопр. ихтиологии*. Т. 7, № 2. С. 303—325.
- Иванова М. Н., Свирская А. Н., 1995. О линейном росте молоди щуки *Esox lucius* (Esocidae) // *Вопр. ихтиологии*. Т. 35, № 6. С. 835—839.
- Иванова М. Н., Свирская А. Н., 2005. Рост мелких и крупных сеголеток щуки *Esox lucius* в последующие годы жизни в мелководных прудах // *Вопр. ихтиологии*. Т. 45, № 3. С. 380—388.
- Кривобок М. Н., Пупырникова А. В., 1951. Компенсация роста у молоди щуки // *Тр. Всес. НИИ мор. рыб. хоз-ва и океанографии*. Т. 19. С. 118—126.
- Лакин Г. Ф., 1980. Биометрия / М.: Высш. школа. 293 с.
- Мина М. В., Клевезаль Г. А., 1976. Рост животных / М.: Наука. 291 с.
- Фортунатова К. Р., Попова О. А., 1973. Питание и пищевые взаимоотношения хищных рыб в дельте Волги / М.: Наука. 298 с.
- Шамардина И. П., 1957. Этапы развития щуки // *Тр. Ин-та морфол. животных АН СССР*. Вып. 16. С. 237—298.
- Шмальгаузен И. И., 1928. О закономерностях роста у животных // *Природа*. № 9. С. 815—838.

### ABOUT MANIFESTATION OF THE COMPENSATORY GROWTH OF JUVENILE PIKE *ESOX LUCIUS*

M. N. Ivanova, A. N. Svirskaya

Papanin Institute for the Biology of Inland Waters, Russian Academy of Sciences, Borok, Yaroslavl obl., Russia  
e-mail: svirs@ibiw.yaroslavl.ru

Patterns of growth and nutrition of large (well-grown) and small (bad-grown) juvenile pike taken from the generation of one pair of spawners were investigated. From the hatching moment till the fry period sibs were kept in the same tank. A difference between the time of transfer to external nutrition (at first the food was zooplankton, later fish larvae), the nutrition intensity and the growth rate was revealed as early as the first stages of sibs development. In the second half of the experiment when fish were 3 weeks, 10 large and 10 small juvenile pike were selected and seated separately in aquariums where they were kept during 80 days under abundance of the fish food. The body length and weight of the studied pike were measured in 2 days and the ration size was calculated. It was determined that the small yearlings of pike grew faster than the large ones after seating them separately. The length of the small juvenile pike was as large as the large juvenile pike in 38 days, the body weight — in 46 days. Hence the small juvenile pike that didn't eat enough during early stages of development increased the intensity of feeding and demonstrated the compensatory growth after taking down oppressive factors.