

УДК 597.554.3–115.13

И. А. Столбунов

*Институт биологии внутренних вод РАН*

## **МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РАЗЛИЧИЯ ПЛОТВЫ (*RUTILUS RUTILUS*) оз. ПЛЕЩЕЕВО**

Проведено порівняльний морфобіологічний аналіз плітки *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758), що мешкає у прибережній та відкритій глибоководній зонах оз. Плещеево. Виявлено, що прибережна та пелагічна форми відрізняються рядом пластичних характеристик, морфофункціональних показників (величиною ротового отвору, формою тіла) і темпом росту. Вважається, що морфофункціональна диференціація плітки викликана вселенням до озера дрейсени.

I. A. Stolbunov

*Institute for Biology of Inland Waters RAS*

## **MORPHOFUNCTIONAL DIFFERENCES OF ROACH (*RUTILUS RUTILUS*) IN PLESCHEEVO LAKE**

Comparative morphobiological analysis of the roach *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758), living in littoral and open deep-water zones of the lake Plescheevo, was carried out. Different ecological forms of fish were found: littoral and pelagic. They vary in a number of plastic characteristics, morphofunctional parameters (gape size and body form) and in growth rate. We assume that intrapopulation differentiation of the roach was induced by invasion of the zebra mussel into the lake.

### **Введение**

В озере Плещеево плотва является одним из наиболее массовых видов рыб. Ранее было отмечено, что в литорали озера плотва питается преимущественно зарослевой фауной, частично бентосными организмами и растительностью, в пелагиали – зоопланктоном [4]. После вселения в озеро в 1985 году *Dreissena polymorpha* плотва, обладая большой пищевой пластичностью и имея мощные глоточные зубы, частично перешла на питание моллюсками, что привело к образованию прибрежной быстрорастущей формы рыб и пелагической формы с замедленным темпом роста [3].

Подобная внутривидовая дифференциация плотвы на разные экологические формы отмечена и в Рыбинском водохранилище. Однако, в отличие от хорологиической структуры популяции плотвы оз. Плещеево, в литоральной зоне Рыбинского водохранилища обитает мелкая прибрежная форма плотвы со смешанным спектром питания, а в открытой зоне на глубине 4–8 м – быстрорастущая пойменно-придонная моллюскоядная форма. Выделенные внутривидовые группы рыб различаются по ряду морфологических признаков [2; 7]. Установлено, что основными маркерными показателями разных внутривидовых групп плотвы являются величина ротового отверстия и показатель формы корпуса [7]. Использование данных показателей позволяет выделять внутривидовые экологические группы рыб и определять их возможные экологические предпочтения и особенности поведения [17]. В этой связи было

проведено исследование, направленное на выяснение возможности использования ранее выявленных маркерных морфологических показателей для определения хорологической и полиморфной структуры популяции плотвы оз. Плещеево. Целью настоящего исследования являлось изучение морфофункциональных особенностей: величины ротового отверстия, показателя формы корпуса плотвы в прибрежной и глубоководной зонах оз. Плещеево. В задачи работы входило изучение линейно-веса роста плотвы в различных местах обитания.

### **Материал и методы исследований**

Материалом для работы послужили сборы плотвы, проведенные в ходе комплексного ихтиологического исследования озера, в летне-осенний период 2004 года. Озеро Плещеево расположено в южной части Ярославской области. Его площадь – 51,5 км<sup>2</sup>, наибольшая глубина – 24,3 м, средняя – 11,2 м. Площадь водосборного бассейна, включая водоем – 408 км<sup>2</sup>. Литоральная площадь озера с глубиной до 3 м составляет 21,2 %, сублиторальная (до 15 м) – 38,0 %, профундальная (глубже 15-метровой изобаты) – 40,7 %. Основной приток озера – р. Трубеж. Другие притоки представляют собой мелкие речки и ручьи. Вытекает из озера р. Векса [9].

Сбор и обработку ихтиологического материала производили по общепринятым методам. Отлов рыбы проводили с помощью жаберных сетей с размером ячеи 35–45 мм. Один порядок сетей выставлялся в литоральной зоне озера, другой – в пелагиали. Возраст и прирост рыб определяли по чешуе, руководствуясь методиками Н. И. Чугуновой [8] и И. Ф. Правдина [6].

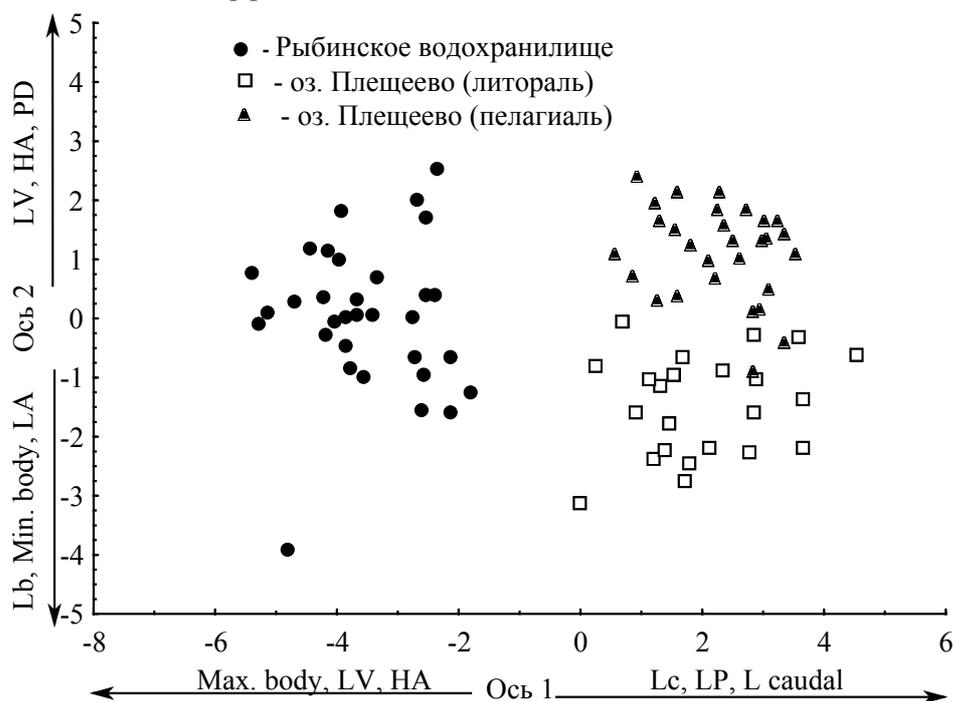
Морфологический анализ проводили по 20 пластическим признакам рыб, отловленных в различных прибрежных и открытых глубоководных биотопах. Измерения производили по схеме И. Ф. Правдина [6] с помощью штангенциркуля с точностью до 0,1 мм. Анализировали следующие пластические признаки: туловищные (общая длина, стандартная длина, длина туловища, наибольшая и наименьшая высота тела, анте- и постдорсальное расстояние), плавниковые (длина основания и наибольшая высота  $D$  и  $A$ , длина  $P$  и  $V$ , расстояние между  $P$  и  $V$ , а также между  $V$  и  $A$ ), головного отдела (длина головы, диаметр глаза, посторбитальное расстояние), ротового аппарата (длина дуги верхней и нижней челюстных костей).

Для оценки морфологических различий между особями плотвы в различных местообитаниях применен дискриминантный анализ. Значимость каждого признака определена посредством стандартизованных дискриминантных коэффициентов. При проведении статистического анализа морфологических показателей использовали относительные величины признаков, рассчитанные по отношению к общей длине и длине головы рыбы. Проводили сравнительный анализ по ряду морфофункциональных показателей у рыб в различных местах обитания: величине ротового отверстия [16] и отношению наибольшей высоты тела к стандартной длине тела рыб, а также показателю формы корпуса рыб [1]. Показатель формы корпуса в определенной степени характеризует морфогидродинамические свойства рыб. Высокие значения данного показателя свидетельствуют о более прогонистой форме тела, а относительно низкие значения показателя свойственны высокотельным особям с большой кривизной верхнего профиля.

### **Результаты и их обсуждение**

На основании проведенного дискриминантного анализа выявлены две различные биотопические группировки плотвы озера: литоральная и пелагическая, различающиеся по ряду морфологических параметров и в значительной мере отличающиеся

по комплексу морфологических показателей от плотвы в Рыбинском водохранилище (рис. 1). В ходе многомерного статистического анализа установлены ведущие морфологические показатели, вносящие основной вклад в разделение разных выборок плотвы по особенностям морфотипа.

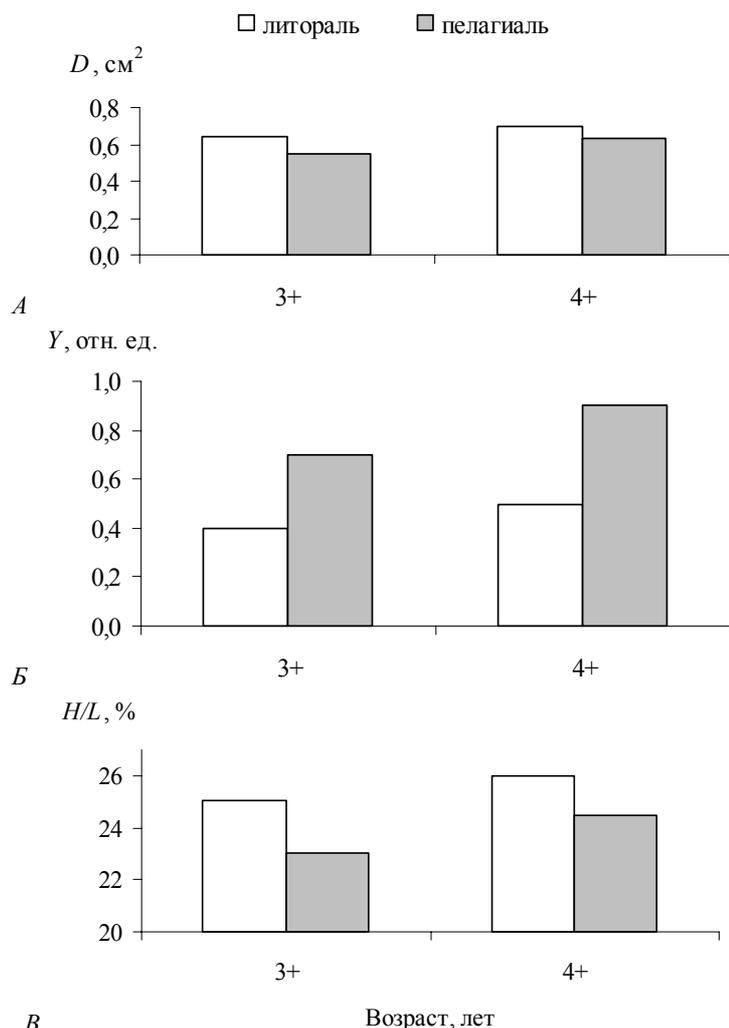


**Рис. 1. Дифференциация плотвы (4+) из литорали (3 м) и пелагиали (8–12 м) оз. Пleshчево по комплексу морфологических показателей:** *Max. body* – наибольшая высота тела, *LV* – длина брюшного плавника, *HA* – высота анального плавника, *Lc* – длина без хвостового плавника, *LP* – длина грудного плавника, *L caudal* – длина хвостового стебля, *Lb* – длина туловища, *Min. body* – наименьшая высота тела, *LA* – длина анального плавника, *PD* – постдорсальное расстояние.

Пелагическая плотва характеризуется большей длиной постдорсального расстояния, более длинными брюшными плавниками и высоким анальным плавником. Плотва в прибрежье озера отличается относительно большей длиной туловища, анального плавника, а также более высокими значениями наименьшей высоты тела. В отличие от плотвы Рыбинского водохранилища для плотвы оз. Пleshчево характерны более высокие значения длины тела, хвостового стебля и грудных плавников. В целом, по всему комплексу сравниваемых морфологических признаков плотвы из разных биотопов озера обнаружены достоверные отличия ( $p < 0,05$ ) по 12 из 20 пластических признаков. Основные морфологические отличия разных экологических групп плотвы наблюдаются по следующим параметрам: наибольшая высота тела, длина брюшного плавника, высота анального плавника, длина без хвостового плавника, длина грудного плавника, длина хвостового стебля, длина туловища, наименьшая высота тела, длина анального плавника, постдорсальное расстояние.

Выявлены различия по ряду морфофункциональных показателей у особей плотвы разных экологических групп. Особи плотвы, отловленные в литорали и пелагиали озера, различались по величине ротового отверстия, показателю формы корпуса, а также по соотношению наибольшей высоты тела к длине тела рыб (рис. 2). Для особей, обитаю-

щих в прибрежье озера, характерна большая величина ротового отверстия и высокотелость, в глубоководной зоне плотва отличалась относительно меньшим размером рта и прогонистым телом.



**Рис. 2. Морфофункциональные характеристики разных экологических групп плотвы оз. Пleshчево:** *A* – величина ротового отверстия ( $D, \text{cm}^2$ ), *Б* – показатель формы корпуса ( $Y, \text{относительные единицы}$ ), *В* – отношение наибольшей высоты тела к длине тела рыб ( $H/L, \%$ ).

Плотва в прибрежной зоне оз. Пleshчево превосходит по линейно-весовым показателям плотву в открытой части водоема (табл.). В настоящее время наблюдается увеличение линейно-весовых показателей рыб. За 25-летний период произошло увеличение длины плотвы пяти- и шестилетнего возраста в среднем в 1,5 раза, а массы – в среднем в 1,6 раза. Темп роста плотвы в озере сравним с ростом плотвы Рыбинского водохранилища и выше, чем у плотвы в Горьковском водохранилище.

### Заклучение

В процессе филогенеза у отдельных особей в пределах вида под воздействием абиотических и биотических факторов вырабатывается способность существовать в определенных местообитаниях. В результате образуются внутривидовые группы ор-

ганизмов – экологические группы или экологические формы. Наличие в популяциях внутривидовых групп организмов, различающихся уровнями адаптации к тем или иным условиям среды, позволяет популяции более эффективно использовать среду обитания, наиболее полно осваивать существующий в пределах ареала набор пространственных и временных субниш с альтернативными ресурсами [7; 10–15; 17].

Таблица 1

**Рост плотвы\* в различных верхневолжских водоемах**

| Водоем (год исследований)        | Возраст, лет |            |            | Литературный источник           |
|----------------------------------|--------------|------------|------------|---------------------------------|
|                                  | 3+           | 4+         | 5+         |                                 |
| оз. Плещеево (1979), литораль    | –            | <u>133</u> | <u>149</u> | Экосистема озера Плещеево, 1989 |
|                                  | –            | 40         | 48         |                                 |
| оз. Плещеево (1979), пелагиаль   | <u>98</u>    | <u>113</u> | <u>125</u> | наши данные                     |
|                                  | 14           | 23         | 31         |                                 |
| оз. Плещеево (2004), литораль    | <u>183</u>   | <u>197</u> | <u>213</u> | наши данные                     |
|                                  | 54           | 64         | 80         |                                 |
| оз. Плещеево (2004), пелагиаль   | <u>170</u>   | <u>185</u> | <u>200</u> | –?–                             |
|                                  | 44           | 50         | 63         |                                 |
| Рыбинское водохранилище (2004)   | <u>187</u>   | <u>192</u> | <u>200</u> | –?–                             |
|                                  | 69           | 71         | 82         |                                 |
| Горьковское водохранилище (2004) | <u>154</u>   | <u>180</u> | <u>193</u> | –?–                             |
|                                  | 28           | 44         | 59         |                                 |

**Примечание:** «–» – отсутствие данных; над чертой – длина (мм), под чертой – масса (г).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что структуру популяции плотвы оз. Плещеево составляют разные экологические группы рыб, различающиеся по ряду параметров: пластическим признакам, морфофункциональным показателям и темпу роста. Различная величина ротового аппарата плотвы, обитающей в прибрежной и открытой глубоководной зонах озера, свидетельствует об адаптации рыб к условиям занимаемой трофической ниши.

Обнаруженные морфофункциональные различия (в строении ротового аппарата и форме тела), вероятно, вызваны вселением и последующей активной экспансией в озеро в 1980-х годах двустворчатого моллюска рода *Dreissena* – «привлекательно-го» кормового объекта рыб, и переходом части популяции плотвы на моллюскоядность. Известно, что при переходе на практически облигатное питание моллюсками у плотвы наблюдаются изменения биологических показателей: упитанности, плодовитости и др. [5]. С увеличением упитанности изменяются пропорции тела рыб, что подтверждают полученные результаты исследования: прибрежная моллюскоядная форма плотвы в озере отличается высокотелостью и большей кривизной верхнего профиля.

**Библиографические ссылки**

1. **Алеев Ю. Г.** Функциональные основы внешнего строения рыбы. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 247 с.
2. **Изюмов Ю. Г.** Популяционная морфология плотвы (*Rutilus rutilus*) водоемов Верхней Волги / Ю. Г. Изюмов, А. Н. Касьянов, В. Н. Яковлев // Фенетика популяций. – М.: Наука, 1982. – С. 222–233.
3. **Касьянов А. Н.** К изучению роста и морфологии плотвы *Rutilus rutilus* оз. Плещеево в связи с вселением дрейссены / А. Н. Касьянов, Ю. Г. Изюмов // Вопр. ихтиологии. – 1995. – Т. 35, № 4. – С. 546–548.

4. **Кияшко В. И.** Питание и пищевые взаимоотношения рыб оз. Плещеево / В. И. Кияшко, С. Н. Половкова // Функционирование озерных экосистем. – Рыбинск, 1983. – С. 112–124.
5. **Поддубный А. Г.** Об адаптивном ответе популяции плотвы на изменение условий обитания // Биология рыб волжских водохранилищ. – М.–Л.: Наука, 1966. – С. 131–138.
6. **Правдин И. Ф.** Руководство по изучению рыб. – М.: Пищ. пром-сть, 1966. – 367 с.
7. **Столбунов И. А.** Внутрипопуляционный полиморфизм плотвы *Rutilus rutilus* // Вестник Днепропетр. ун-та. Биология. Экология. – 2005. – Вып. 14, т. 2. – С. 183–188.
8. **Чугунова Н. И.** Методика изучения возраста и роста рыб. – М.: Сов. наука, 1952. – 144 с.
9. **Экосистема озера Плещеево.** – Л.: Наука, 1989. – 264 с.
10. **Воск W. J.** Microevolutionary sequences as a fundamental concept in macroevolutionary models // Evolution. – 1970. – Vol. 24. – P. 704–722.
11. **Magurran A. E.** Individual differences and alternative strategies // Behaviour of teleost fishes. – 1993. – P. 441–475.
12. **Mina M. V.** Lake Tana large barbs: phenetics, growth and diversification / M. V. Mina, A. N. Mironovsky, Y. Y. Dgebuadze // J. Fish Biol. – 1996. – Vol. 48. – P. 383–404.
13. **Schluter D.** Adaptive radiation in sticklebacks: size, shape and habitat use efficiency // Ecology. – 1993. – Vol. 74. – P. 699–709.
14. **Schluter D.** Adaptive radiation in sticklebacks: trade-off in feeding performance and growth // Ecology. – 1995. – Vol. 76, N 1. – P. 82–90.
15. **Schluter D.** Determinants of morphological patterns in communities of Darwin's finches / D. Schluter, P. R. Grant // Amer. Nat. – 1984. – Vol. 123. – P. 175–196.
16. **Shirota A.** Studies on the mouth size of fish larvae // Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries. – 1970. – Vol. 36, N 4. – P. 353–367.
17. **Stolbunov I. A.** Behavioral differences of various ecological groups of roach *Rutilus rutilus* and perch *Perca fluviatilis* / I. A. Stolbunov, D. D. Pavlov // Journal of Ichthyology. – 2006. – Vol. 46, Suppl. 2. – P. S213–S219.

Надійшла до редколегії 10.04.2007