

УДК 639.3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАДУЖНОЙ
ФОРЕЛИ, ВЫРАЩИВАЕМОЙ В РАЗНОТИПНЫХ РЫБОВОДНЫХ
ХОЗЯЙСТВАХ

К. А. Молчанова, Е. И. Хрусталева

DETERMINATION OF MORPHOMETRIC PARAMETERS OF RAINBOW TROUT
GROWN IN DIFFERENT TYPES OF FISH FARMS

K. A. Molchanova, E. I. Khrustalyov

При разведении и выращивании радужной форели необходимо учитывать её фенотипические характеристики, поскольку они отражают уровень селекционной стабильности популяций рыб и определяют привлекательность продукции на потребительском рынке. Целью работы являлось установление морфометрических показателей форели из разнотипных рыбоводных хозяйств. Объектом исследования служили сеголетки и производители радужной форели, выращиваемые в садковом хозяйстве ООО «Аквакультура» и в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) (ООО «ТПК Балтптицепром»). Маточное стадо в УЗВ было сформировано из посадочного материала, завезенного в мальковом возрасте из рыбоводного хозяйства ООО «Аквакультура», расположенного на водоеме-карьере «Прибрежный». Морфометрические показатели определяли путем измерений различных структур тела рыб. У самок достоверными были различия по девяти, а у самцов – по пяти пластическим признакам, проанализированным в системе индексов. Отмечена невысокая изменчивость этих признаков. Диапазон колебаний коэффициентов вариации всех морфометрических признаков свидетельствует об определенной изменчивости последних. По каждому признаку отдельно и в целом по выборке в наших исследованиях коэффициент вариации не превышал 20 %. Условия выращивания форели в УЗВ привели к определенным модификационным изменениям в фенотипе, причем как у производителей, так и у их потомства в возрасте сеголетков. У форели, выращенной в УЗВ, отмечали увеличение высоты тела и, соответственно, пластических признаков, связанных с этим показателем (высота головы у затылка, максимальный обхват тела), а также укорачивание длины хвостового стебля.

радужная форель, производители, сеголетки, УЗВ, садковое хозяйство, морфометрические показатели

When breeding and rearing fish we should take into account the phenotypic characteristics of the trout, because they reflect the level of stability of breeding fish populations and determine the attractiveness of the product in the consumer market. The purpose of the work was to establish morphometric parameters of trout when grown in

different types of fish farms. The object of the study was fingerlings and spawners of rainbow trout reared in cage farms LLC "Akvakultura" and RAS (LLC "ТПК Балтптицепром"). A broodstock in RAS was formed from the planting material imported into the age of fingerling from fish farm "Akvakultura", located on the career "Pribrezhnyy". Morphometric parameters were determined by measuring various structures of fish bodies [7]. Plastic features were analyzed in the system of indexes. Females had significant differences in nine plastic features, and males- in five. Variability of symptoms was not high. Fluctuation of variation coefficients of all morphometric parameters is indicative of a particular variation of parameters. On the basis of every feature separately and in the selection at large, the coefficient of variation in our study does not exceed 20%. Trout growing conditions in RAS appeared in certain modification changes in the phenotype, among both spawners and their offspring at the age of fingerlings. We noted that the trout grown in RAS increased in body height and plastic features associated with this parameter (height of head, maximum body girth), as well as had shorter length of the tail-stem.

rainbow trout, broodstock, fingerlings, RAS, cage farm, morphometric parameters

ВВЕДЕНИЕ

Аквакультура относится к быстро прогрессирующему направлению рыбного хозяйства. В пресных водах доминирующим объектом её в Западной Европе является форель. Возросший интерес к разведению и выращиванию этого вида рыб не случаен. Выращивание форели экономически выгодно, поскольку её мясо и икра относятся к деликатесной рыбной продукции [1]. В нашей стране форелеводство составляет незначительную часть в общем объеме производства рыбы (около 14,0 тыс. т).

Объем производства и ассортимент деликатесной продукции можно значительно увеличить за счет индустриального выращивания рыб в садковых, бассейновых хозяйствах, а также создания сети хозяйств на теплых водах [2, 3]. Между тем высокая температура воды в течение всего периода выращивания независимо от сезона года оказывает существенное влияние на физиологическое состояние рыб, приводит к изменению направленности обменных процессов, качественных и количественных показателей полученной продукции [4]. Важно при этом учитывать фенотипические характеристики выращиваемой форели, поскольку они отражают уровень селекционной стабильности популяций рыб и привлекательность продукции на потребительском рынке [5].

Целью работы являлось установление морфометрических показателей форели из разнотипных рыбоводных хозяйств.

Объектом исследования служили сеголетки и производители радужной форели, выращиваемые в садковом хозяйстве ООО «Аквакультура» и в УЗВ (ООО «ТПК Балтптицепром»). Маточное стадо в УЗВ было сформировано из посадочного материала, завезенного в мальковом возрасте из рыбоводного хозяйства ООО «Аквакультура», расположенного на водоеме-карьере «Прибрежный». Поэтому сравниваемые в исследованиях группы форели в разнотипных рыбоводных хозяйствах имели происхождение от одной и той же гибридной формы (рис. 1).



Рис. 1. Происхождение форели, выращиваемой в разнотипных хозяйствах
 Fig. 1. Origin of trout grown in different types of fish farms

Морфометрические показатели определяли путем измерения различных структур тела рыб (рис. 2) [6]. Пластические признаки анализировали в системе индексов. Статистическая обработка проведена с расчетом среднего значения (\bar{X}), стандартного отклонения (σ), ошибки средней ($m\bar{X}$), коэффициента вариации (CV), достоверность различий средних значений оценивали по критерию Стьюдента [7]. Коэффициент упитанности, который характеризует качество выращенной рыбы, определяли по формуле Т. Фультона:

$$K_{y(\phi)} = P \cdot 100 / L^3, \quad (1)$$

где P — масса рыбы, г; L — длина тела, см.

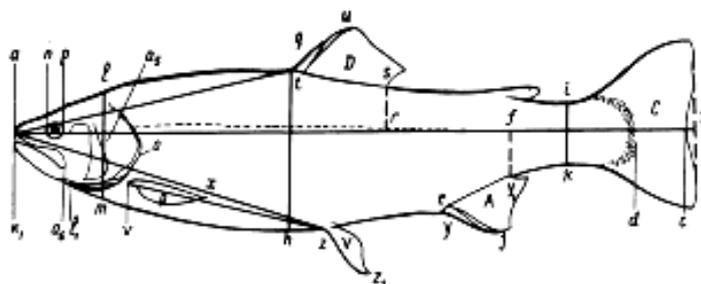


Рис. 2. Схема измерений радужной форели (по И.Ф. Правдину, 1966): ab — длина всей рыбы; ad — длина без C ; od — длина туловища; an — длина рыла; np — диаметр глаза (горизонтальный); ao — длина головы; po — заглазничный отдел головы; lm — высота головы у затылка; qh — наибольшая высота тела; ik — наименьшая высота тела

Fig. 2. Measurement diagram of rainbow trout: ab — total fish length; ad — length without C ; od — body length; an — snout length; np — eye diameter (horizontal); ao — head length; po — postorbital section of the head; lm — head height near the nape; qh — maximum body height; ik — minimum body height

Изучение тринадцати пластических признаков у самок форели, выращиваемых в садках и УЗВ, показало, что по девяти показателям найдены достоверные различия ($p < 0,05$ - $p \leq 0,01$) (табл. 1). Среди них такие важные признаки, как длина хвостового стебля (в садковом хозяйстве 16,33 % по отношению к длине тела по Смитсу, в УЗВ 12,09%), наименьшая высота тела (в садковом хозяйстве 15,84, в УЗВ 13,07 %), наибольший и наименьший обхват тела (в садковом хозяйстве 78,4 и 32,3 %, в УЗВ 79,4 и 35,14 % соответственно), высота головы у затылка (в садковом хозяйстве 30,86, в УЗВ 24,43 %).

Самки из различных рыбоводных систем достоверно отличались по общей длине тела ($p < 0,05$). У рыб, выращенных в садках, этот показатель был больше, чем у выращенных в бассейнах УЗВ (в среднем, соответственно, 56,0 и 46,1 см).

Под изменчивостью организмов, в том числе рыб, обычно понимают два взаимосвязанных явления: с одной стороны, - это разнообразие или разнокачественность особей, слагающих ту или иную совокупность организмов, с другой – изменение особей в этой совокупности. В понятие «изменчивость» входят возрастные изменения, половые различия, а также групповые изменения различного типа [8].

Любое морфометрическое изменение, если оно не является патологией, носит приспособительный характер, обеспечивая существование рыбы в различных условиях. Вид, взаимодействуя со средой, остается самим собой, но в то же время непрерывно изменяется в определенных пределах, отвечая на изменения условий жизни [9]. Диапазон колебаний коэффициентов вариации всех морфометрических признаков у радужной форели, выращенной в садках и бассейнах УЗВ, свидетельствует об определенной изменчивости этих признаков. По каждому признаку отдельно и в целом по выборке в наших исследованиях коэффициент вариации не превышал 20 %.

Если рассматривать коэффициент вариации по длине тела у самок, то видно, что у рыб, выращенных в садках, изменчивость была ниже, чем у выращенных в бассейнах (составив, соответственно, 7,98 и 11,0 %).

Таблица 1. Морфометрические показатели производителей радужной форели, выращиваемой в разнотипных рыбоводных хозяйствах

Table 1. Morphometric parameters of rainbow trout spawners, grown in different types of fish farms

Показатели	Садковое хозяйство		УЗВ		Достоверность различий	
	самцы	самки	самцы	самки	самцы	самки
1	2	3	4	5	6	7
<i>Пластические признаки</i>						
Масса, г	1528,5	2241,5	1824,3	1964,5	Недост.	Недост.
Длина, см:	46,0	56,0	43,4	46,1	$p < 0,05$	$p < 0,05$
- длина без С	41,3	49,5	39,8	41,5	Недост.	$P < 0,05$
- длина туловища	28,5	37,0	28,2	32,1	Недост.	Недост.
- длина рыла	5,5	4,0	5,0	4,2	$p < 0,05$	Недост.
- длина головы	13,2	12,5	12,5	11,2	Недост.	Недост.
Высота головы у затылка, см	12,3	15,3	10,7	10,1	$p \leq 0,01$	$p \leq 0,01$
Наибольшая высота тела, см	16,3	18,0	17,0	16,8	Недост.	Недост.
Наименьшая высота тела, см	6,5	7,9	5,1	5,4	Недост.	$P < 0,05$

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
Длина хвостового стебля, см	7,7	8,1	5,7	5,0	Недост.	p<0,05
Наибольший обхват тела, см	31,7	38,8	34,2	32,8	Недост.	p≤0,01
Наименьший обхват тела, см	14,8	17,2	10,8	12,0	p≤0,01	p≤0,01
<i>Индексы тела</i>						
Коэффициент упитанности	2,16	1,9	2,9	2,8	p≤0,001	p<0,05
Индекс прогонистости	2,5	2,8	2,4	2,5	Недост.	Недост.
Индекс головы, %	31,9	25,3	31,3	27,0	Недост.	Недост.
Индекс обхвата, %	76,6	78,4	85,1	79,4	p≤0,01	Недост.

Примечание. Возраст самок и самцов в садках – 3, в УЗВ – 2 года.

Достоверные различия были отмечены и по длине тела без хвостового плавника (p<0,05). Этот показатель был также выше у рыб, выращенных в садках, чем у рыб, выращенных в бассейнах. Вариабельность была близкой у рыб, выращенных в садках и бассейнах, и изменялась от 5,05 до 5,81 %.

Еще одним показателем, имеющим достоверные различия у самок, выращенных в различных условиях, была высота головы у затылка, у рыб в садках этот показатель составлял 15,3, а в УЗВ – 10,1 см. Изменчивость у рыб, выращенных в садках, была минимальной во всей выборке и составляла 2,32 %, а для рыб из бассейнов УЗВ коэффициент вариации был выше – 13,75 %. Также достоверные различия у самок отмечены по наименьшей высоте тела, длине хвостового стебля и наибольшему и наименьшему обхватам тела. Самым вариабельным показателем у самок, выращенных в УЗВ, была длина хвостового стебля – 17,78 % (при длине 5,0 см).

У самцов достоверными (p<0,05-p≤0,001) различия оказались по пяти исследованным признакам. Среди них: индекс длины рыла (в садковом хозяйстве 13,3, в УЗВ 11,21 %), индекс наименьшего обхвата тела (в садковом хозяйстве 34,46, в УЗВ 24,2 %), высоты головы у затылка (в садковом хозяйстве 29,85, в УЗВ 23,93 %).

Если рассматривать коэффициент вариации признаков, имеющих достоверные различия, то следует отметить, что наибольшее его значение было выявлено по индексу наименьшего обхвата тела у самцов в садках – 19,79, а в УЗВ – 15,43 %. Наименьшие значения коэффициента вариации отмечены по индексу высоты головы у затылка и длины тела самцов – 2,34 и 2,17 % соответственно. У форели, выращенной в бассейнах УЗВ, вариабельность этих признаков была выше и составляла 11,53 % (высота головы у затылка) и 7,14 % (длина тела).

Коэффициент упитанности по Фультону у самцов и самок радужной форели составил в садковом хозяйстве - 2,16 и 1,95, в УЗВ - 2,85 и 2,8 соответственно.

Таким образом, рыба, выращенная в разных рыбоводных системах, имела различия по пластическим признакам, самки различались по девяти признакам, а самцы – по пяти. Изменчивость признаков была невысокая. У форели, выращенной в УЗВ, отмечали увеличение высоты тела и, соответственно, пластических признаков, связанных с этим показателем (высота головы у затылка, максимальный обхват тела), а также укорачивание длины хвостового стебля (рис. 3 и 4).



Рис. 3. Форель, выращенная в садковом хозяйстве
Fig. 3. Trout reared in a cage farm



Рис. 4. Форель, выращенная в УЗВ
Fig. 4. Trout grown in RAS

Изучение пластических признаков у сеголетков форели, выращиваемых в садках и УЗВ, показало, что по всем показателям найдены достоверные различия ($p \leq 0,01$ - $p \leq 0,001$), кроме длины рыла (табл. 2).

Таблица 2. Морфометрические показатели сеголетков радужной форели, выращиваемых в разнотипных хозяйствах

Table 2. Morphometric indicators of juvenile rainbow trout grown in different types of farms

Показатели	Садковое хозяйство	УЗВ	Достоверность различий
<i>Пластические признаки</i>			
Масса, г	108,05	347,1	$p \leq 0,001$
Длина, см	21,97	25,7	$p \leq 0,001$
- длина без С	20,03	24,0	$p \leq 0,001$
- длина туловища	15,25	18,4	$p \leq 0,001$
- длина рыла	1,48	1,5	Недост.
- длина головы	4,79	5,5	$p \leq 0,01$
Высота головы у затылка, см	4,21	7,1	$p \leq 0,001$
Наибольшая высота тела, см	5,68	10,0	$p \leq 0,001$
Наименьшая высота тела, см	2,12	2,8	$p \leq 0,001$
Наибольший обхват тела, см	12,46	18,8	$p \leq 0,001$
Наименьший обхват тела, см	5,13	6,6	$p \leq 0,001$
<i>Индексы тела</i>			
Коэффициент упитанности	1,03	2,0	$p \leq 0,001$
Индекс прогонистости	3,5	2,4	$p \leq 0,001$
Индекс головы, %	23,9	23,3	Недост.
Индекс обхвата, %	62,3	79,0	$p \leq 0,001$

Достоверные различия у радужной форели, выращенной в различных условиях, были отмечены по следующим пластическим признакам: длина головы, наибольшая и наименьшая высота тела, наибольший и наименьший обхват тела, высота головы у затылка.

Быстрорастущие рыбы, к которым относится форель, характеризуются хорошим потреблением корма и стремительным наращиванием массы. Такими свойствами чаще всего обладают рыбы коренастых (плотных) форм. Причем условия выращивания в бассейнах УЗВ непосредственно отразились на величине коэффициента упитанности, которая была в два раза выше у рыб, выращенных в бассейнах, чем у форели, выращенной в садках (2,0 в первом случае и 1,0 во втором). Анализ полученных результатов указывает на то, что условия выращивания форели в УЗВ приводят к определенным модификационным изменениям в фенотипе, причем как у производителей, так и у их потомства в возрасте сеголетков, в частности к увеличению таких важных рыбохозяйственных признаков, как индексы высокоспинности и наибольшей высоты, наибольшего и наименьшего обхвата тела, величины коэффициента упитанности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Привольнев, Т. И. Увеличение навески товарной радужной форели / Т. И. Привольнев // Известия ГосНИОРХ, 1976. – Т. 117. – С. 14–18.
2. Привезенцев, Ю. А. Использование теплых вод для разведения рыбы / Ю. А. Привезенцев. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 176 с.
3. Титарев, Е. Ф. Холодноводное форелеводство / Е. Ф. Титарев. – Москва: Пищевая промышленность, 2007. – 280 с.
4. Лав, М. Р. Химическая биология рыб / М. Р. Лав. – Москва: Пищевая промышленность, 1976. – 349 с.
5. Титарев, Е. Ф. Форелеводство / Е. Ф. Титарев. – Москва: Пищевая промышленность, 1980. – 168 с.
6. Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб / И. Ф. Правдин. – Москва: Пищевая промышленность, 1966. – 96 с.
7. Лакин, Г. Ф. Биометрия: учеб. пособие / Г.Ф. Лакин. – Москва: Высшая школа, 1990. – 352 с.
8. Кирпичников, В. С. Генетические основы селекции рыб / В. С. Кирпичников. – Ленинград: Наука, 1979. – 391 с.
9. Никольский, Г. В. Структура вида и закономерности изменчивости рыб / Г. В. Никольский. – Москва: Пищевая промышленность, 1980. – 184 с.

REFERENCES

1. Privol'nev T. I. Uvelichenie naveski tovarnoy raduzhnoy foreli [Increased weighing of commodity rainbow trout]. *Izvestiya GosNIORKh*, 1976, vol. 117, pp. 14-18.
2. Privezentsev Yu. A. *Ispol'zovanie teplykh vod dlya razvedeniya ryby* [Using warm water for fish farming]. Moscow, Agropromizdat, 1985, 176 p.

3. Titarev E. F. *Kholodnovodnoe forelevodstvo* [Coldwater trout farming]. Moscow, Pishchevaya promyshlennost', 2007, 280 p.
4. Lav M. R. *Khimicheskaya biologiya ryb* [Chemical biology of fish]. Moscow, Pishchevaya promyshlennost', 1976, 349 p.
5. Titarev E. F. *Forelevodstvo* [Trout breeding]. Moscow, Pishchevaya promyshlennost', 1980, 168 p.
6. Pravdin I. F. *Rukovodstvo po izucheniyu ryb* [Guidance on the study of fish]. Moscow, Pishchevaya promyshlennost', 1966, 96 p.
7. Lakin G. F. *Biometriya: uchebnoe posobie* [Biometrics: study book]. Moscow, Vysshaya shkola, 1990, 352 p.
8. Kirpichnikov V. S. *Geneticheskie osnovy selektsii ryb* [Genetical basics of fish breeding]. Leningrad, Nauka, 1979, 391 p.
9. Nikol'skiy G. V. *Struktura vida i zakonomernosti izmenchivosti ryb* [Structure of species and variability patterns of fish]. Moscow, Pishchevaya promyshlennost', 1980, 184 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Молчанова Ксения Андреевна – Калининградский государственный технический университет; ведущий инженер, аспирант кафедры аквакультуры;
E-mail: ksenia.elfimova@gmail.com

Molchanova Kseniya Andreevna – Kaliningrad State Technical University;
leading engineer, postgraduate students of the department of aquaculture;
E-mail: ksenia.elfimova@gmail.com

Хрусталеv Евгений Иванович – Калининградский государственный технический университет; доцент, кандидат биологических наук, профессор кафедры аквакультуры; E-mail: chrustaqua@rambler.ru

Khrustalyov Evgeniy Ivanovich – Kaliningrad State Technical University;
PhD in Biology, professor of the department of aquaculture;
E-mail: chrustaqua@rambler.ru