

ПРОЯВЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ЗРЕЛОСТИ ГОНАД В ЕЕ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ВЗАИМОСВЯЗИ С ЭКСТЕРЬЕРНЫМИ ПРИЗНАКАМИ У САМОК РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИХ ОТБОРА

Аглеев Ильдар Наилевич, аспирант кафедры «Кормление и разведение животных»

Бушов Александр Владимирович, доктор биологических наук, профессор кафедры «Кормление и разведение животных»

Исаев Юрий Михайлович, доктор технических наук, профессор кафедры «Математика и физика»

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1; тел.: 8(8422) 443062;

e-mail: belgorod1245red@mail.ru_

Ключевые слова: радужная форель, морфометрия, индекс, воспроизводство, изменчивость, отбор, детерминация, корреляция, онтогенез.

В работе представлены исследования взаимосвязи второстепенных и главных половых признаков самок радужной форели породы Камлоопс. Выявлена количественная взаимосвязь экстерьерных, интерьерных и морфологических показателей самок форели с массой гонад. В результате научных исследований было установлено, что развитие однолетних особей отличается от развития двухлетних. Это проявляется в неравномерности роста отдельных признаков. Выявлено, что второстепенные признаки у однолетних самок оказывают такое же важное влияние на развитие внутренних органов. Так корреляционная зависимость массы гонад с длиной заглазничного отдела равна 0,703 и с шириной лба - 0,631. Данная статистика указывает на то, что объем жабр, количество жаберных тычинок и дуг непосредственно влияют на развитие внутренних органов, а именно зрелость гонад. Таким образом, при косвенном отборе по данным признакам в однолетнем возрасте самки будут созревать быстрее, будут более выносливы к изменяющимся условиям среды. При наблюдении биометрических показателей двухлетних самок происходят значительные изменения. Корреляционная зависимость рассмотренных ранее признаков с половыми продуктами остается на прежнем уровне, но добавляются признаки: грудные ($r = 0,940$) и брюшные ($r = 0,952$) плавники. Эти признаки также косвенно связаны с массой и соответственно длиной рыбы, как у однолетних, так и у двухлетних самок. Для выращивания радужной форели в III рыболовной зоне необходимо уделять внимание бонитировке основного стада уже в однолетнем и двухлетнем возрасте, чтобы ускорить процесс выведения нового поволжского типа рыбы. По данным аллометрии можно утверждать, что по второстепенным признакам экстерьера, можно отобрать раннезрелых самок с повышенной массой гонад в ремонтное стадо.

Введение

В районах с ограниченными возможностями работы и заработка форелеводство может помочь в обеспечении занятости и надёжных доходов. В производстве мировой рыбной продукции лососевые занимают особое положение в связи с особенностями биологии и сложным жизненным циклом. Среди них в первую очередь привлекают внимание виды (как проходные, так и обитающие в пресных водах), интенсивно осваиваемые в товарном рыболовстве и воспроизводстве с выращиванием жизнестойкой молоди.

Сегодня перспективным является развитие отраслей аквакультуры во внутренних водоемах страны. К этой отрасли относится прудовое форелеводство. Основные объекты форелеводства – радужная форель, форель Камлоопс, стальноголовый лосось, форель Адлер и др. Радужная форель является наиболее популярным и широко распространенным объектом поликультурного культивирования.

Поддержание оптимального уровня генетического разнообразия является одной из важнейших задач, требующих немедленного решения, поскольку снижение генетической гетерогенности приводит к ухудшению многих качественных показателей лососевых, и в частности генофондных популяций пород радужной форели. Форма тела рыбы зависит от комплекса генетических значений и факторов окружающей среды. Понимая генетические основы фенотипической вариации в форме тела, мы достигнем лидирующих позиций в разведении форели и адаптации тела рыбы к окружающим условиям [1].

В настоящее время селекция рыб базируется в основном на анализе тех или иных морфометрических признаков. Реже используют биохимические и остеологические показатели. При этом отбор лучших производителей рекомендуется проводить на основе анализа 5 морфометрических признаков: массы (M), длины (l), наибольшей высоты (H), наибольшей толщины (Br) и обхвата тела (O). Необходимо также отметить,

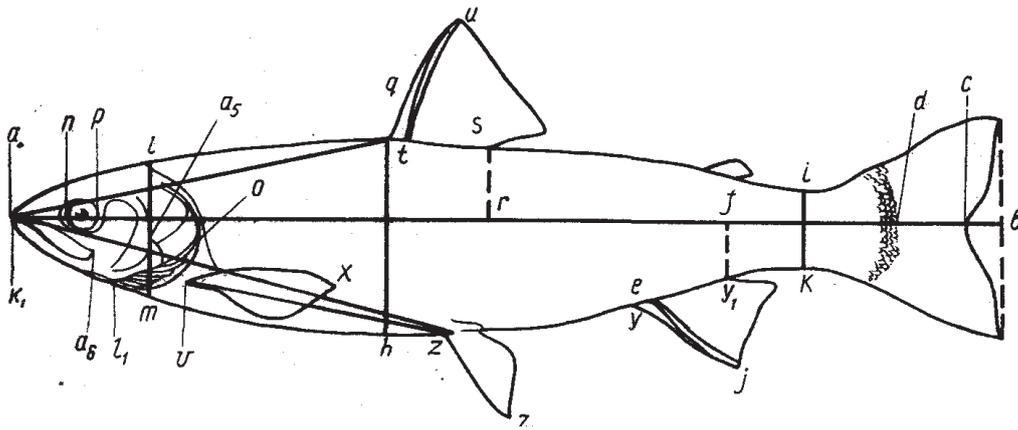


Рис. 1 - Схема измерений рыб лососевых, по Смитту, с изменениями:

Ab — длина всей рыбы; ac — длина по Смитту; ad — длина без C ; od — длина туловища; an — длина рыла; pr — диаметр глаза (горизонтальный); aa_5 — длина средней части головы; ao — длина головы; po — заглазничный отдел головы; lm — высота головы у затылка; ширина лба (как у карповых); ad_6 — длина верхнечелюстной кости; k_1l_1 — длина нижней челюсти; qh — наибольшая высота тела; ik — наименьшая высота тела; aq — антедорсальное расстояние; rd — постдорсальное расстояние; az — антевентральное расстояние; ay — антеанальное расстояние; fd — длина хвостового стебля; qs — длина основания B ; fu — наибольшая высота D ; yy_1 — длина основания A ; ej — наибольшая высота A ; ox — длина P ; zz_1 — длина V ; vz — расстояние между P и V ; zy — расстояние между V и L

что до сих пор не было уделено достаточного внимания взаимосвязи анализируемых параметров с функциями воспроизводства [1, 2].

Очевидно, что необходимо найти признаки, «сигнальные» по отношению к селекционным и мало подверженные влиянию среды. Osteологические признаки полностью удовлетворяют этим требованиям. Будучи тесно скоррелированными с некоторыми селекционно-важными признаками (эта связь будет показана ниже), они рано закладываются в онтогенезе и, исключая самые ранние его стадии, т. е. в течение всего периода выращивания, не подвержены модификационной изменчивости.

Научную основу селекционной и племенной работы, необходимость которой в этой ситуации ясна, может составить строгое количественное изучение структуры изменчивости признаков - компонентов продуктивности в исходном материале.

Данные о наследственной детерминации сроков полового созревания у форели и возможности их изменения в результате отбора пока единичны, но свидетельствуют о перспективности исследований в этом направлении.

Цель работы заключалась в поиске признаков, «сигнальных» по отношению к половым продуктам производителей радужной форели и мало подверженных влиянию среды, тесно коррелирующих с некоторыми селекционно-важ-

ными признаками, которые рано закладываются в онтогенезе и не подвержены модификационной изменчивости.

О попытках разработать методы прижизненной индивидуальной характеристики степени зрелости производителей в известной нам литературе не сообщалось и является вопросом актуальным.

Объекты и методы исследований

Материалом для исследования послужили разновозрастные производители, выращенные на базе полносистемного форелевого хозяйства «ИП Гасанов» Ульяновской области, и исследования в испытательной лаборатории качества биологических объектов, кормления сельскохозяйственных животных и птицы Ульяновского ГАУ. Проведены исследования морфометрических, биометрических индексов и интерьерных признаков по общепринятым методикам [3]. С помощью измерительных инструментов производили измерения (рис. 1) [4]. Для изучения зависимости признаков использовали уравнение следующего вида: $W = aL^b$, где W — масса рыбы (г, мг), L — длина рыбы (см, мм), «а» и «в» — коэффициенты. В общем виде это уравнение степенного типа известно как аллометрический уровень. Используя это уравнение, рассчитали параметры зависимости и для других изучаемых показателей. W - часть организма (масса органа); L - общие размеры; b - параме-

Таблица 1

Изменчивость телосложения производителей радужной форели

Показатель	Однолетки	Двухлетки	Cv, %
Масса тела, г	310,54±10,93	409,36±63,3	37,11
Индексы:			
прогонистости	3,91±0,03	4,22±0,01	0,02
толщины	8,42±0,02	10,28±0,02	0,02
Коэффициент упитан.	1,22±0,01	1,22±0,02	0,01

Таблица 2

Возрастные изменения экстерьерных признаков радужной форели

Признак	M±m	σ	Cv,%
однолетки			
Гонады, г	0,591±0,22	0,59	101,35
Длина рыла, мм	10,72±0,60	1,605	14,96
Заглазничный отдел, мм	34,47±0,39	1,046	3,03
Ширина лба, мм	23,4±0,60	1,61	6,89
Нижняя челюсть, мм	38,37±0,85	2,25	5,86
Основание D, мм	36,19±0,65	1,73	4,8
Высота D, мм	29,11±2,20	5,83	20,03
Длина P, мм	33,13±0,71	1,89	5,72
Длина V, мм	29,44±1,18	3,12	10,61
Длина рыбы, мм	294,81±4,98	13,19	4,47
Масса, г	310,54±10,93	28,92	9,31
двухлетки			
Гонады, г	1,42±0,95	1,91	134,46
Разница с однолетками	+0,829		
Длина рыла, мм	13,56±0,55	1,10	8,18
Разница с однолетками	+2,84**		
Заглазничный отдел, мм	37,78±2,58	5,17	13,68
Разница с однолетками	+3,31		
Ширина лба, мм	31,25±1,80	3,61	11,55
Разница с однолетками	+7,85**		
Нижняя челюсть, мм	45,07±2,40	4,81	10,68
Разница с однолетками	+6,7*		
Основание D, мм	40,3±2,27	4,55	11,26
Разница с однолетками	+4,11		
Высота D, мм	31,14±2,38	4,76	15,31
Разница с однолетками	+2,03		
Длина P, мм	38,77±1,38	2,76	7,12
Разница с однолетками	+5,64**		
Длина V, мм	33,18±2,43	4,87	14,7
Разница с однолетками	+3,74		
Длина рыбы, мм	322,2±17,23	34,47	10,69
Разница с однолетками	+27,39		
Масса, г	409,36±63,30	126,61	30,92
Разница с однолетками	+98,82		

Достоверно * P<0,05; **P<0,01

Таблица 3

Корреляционная зависимость косвенных признаков с массой гонад у однолетних самок радужной форели

Индекс	Гонады	Длина рыла	Заглазничный отдел	Ширина лба	Нижняя челюсть	Основание D	Высота D	Длина P	Длина V	Длина рыбы	Масса
1	1	-0,41	0,703	0,631	0,115	0,143	-0,824	-0,623	0,166	0,459	0,815
2		1	0,197	-0,07	-0,014	-0,341	-0,034	0,807	0,614	0,137	-0,547
3			1	0,229	-0,149	0,288	-0,725	-0,219	0,535	0,874	0,230
4				1	0,34	-0,571	-0,0778	-0,08	0,158	-0,157	0,757
5					1	-0,122	-0,0144	0,316	0,229	-0,552	0,462
6						1	0,282	-0,36	0,091	0,468	-0,185
7							1	0,175	-0,241	-0,394	-0,661
8								1	0,306	-0,345	-0,536
9									1	0,341	-0,039
10										1	-0,098
11											1

тры уравнения, которые находятся путем решения уравнения в логарифмической формуле: $\log W = \log n + a \log L$ [5].

Корреляционную зависимость, погрешность, генеральную среднюю считали по программе 7Stat.

Определение показателей, позволяющих сравнивать телосложение форели разного возраста, проводилось с помощью вычисления индексов телосложения:

прогонистости – I/H

толщины – $Br/I \times 100$

и коэффициента упитанности – $M \times 100/L^3$

Все учитываемые показатели обработаны статистически по Н.А. Плохинскому [5, 6, 7].

Результаты исследований

В работе представлены исследования взаимосвязи второстепенных и главных репродуктивных признаков самок радужной форели породы Камлоопс. Полученные данные телосложения и возрастных изменений массы племенной молоди форели свидетельствуют, что темп роста производителей достаточно высок, разница в средней массе тела по возрастным группам статистически достоверна по первому порогу вероятности безошибочных прогнозов ($P < 0,05$). Прирост массы тела в возрастном интервале «однолетки – двухлетки» составил $310,54 \pm 10,93 - 409,36 \pm 63,30$ г, что соответствует видовой особенностям роста форели (табл. 1).

Также выяснено, что с возрастом племенная молодь форели становится более прогонистой и широкотелой. Упитанность производителей не подвержена возрастным изменениям, и ее значения не превышают нормативные показатели для вида. Тем не менее, изменчивость показателей телосложения радужной форели достаточно велика для того, чтобы дифференцировать производителей по основным признакам экстерьера (табл. 2).

Данные зарыбления зимовальных прудов показывают, что однолетних самок радужной форели можно бонитировать повторостепенным признакам, таким как: ширина лба ($r = 0,631$) со средним показателем $23,4 \pm 0,60$ мм и длина заглазничного отдела ($r = 0,703$) со средним показателем $34,47 \pm 0,39$ мм (табл. 3). Благодаря развитому жаберному аппарату, гонады прогрессируют в росте, поэтому созревание самок происходит более форсированными темпами. Прямая корреляционная зависимость массы гонад закономерно прослеживается и с массой рыбы – $r = 0,815$.

Изучение аллометрической зависимости дает возможность выявить роль внешних факторов и генетической разнородности в проявлении внутривидовой изменчивости. Известно, что действия внешних факторов не меняют аллометрического показателя «а», меняют лишь параметр «b», следовательно, внутривидовые

Таблица 4

Количественная зависимость массы гонад от второстепенных экстерьерных признаков у однолеток радужной форели

Индекс	Коэффициент	
	«α»	«b»
Ширина лба	$3,34 \times 10^{-9}$	5,89
Длина грудного плавника (P)	$1,05 \times 10^{-4}$	2,33
Длина брюшного плавника (V)	$7,7 \times 10^{-6}$	3,21

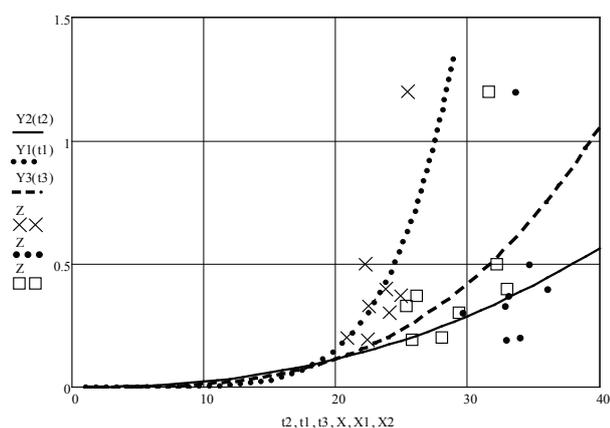


Рис. 2 - Количественная зависимость массы гонад от второстепенных экстерьерных признаков у однолеток радужной форели:

X - средний индекс длины грудного плавника; X_1 - средняя ширина лба; X_2 - средняя длина брюшного плавника; Y_1 - отношение массы гонад к ширине лба; Y_2 - отношение массы гонад к длине грудного плавника; Y_3 - отношение массы гонад к длине брюшного плавника

различия в «α» можно рассматривать как генетические. Аллометрический показатель «α» является величиной более чувкой, чем абсолютные и относительные размеры, т. к. он реагирует на незначительные колебания генетического состава популяций и, следовательно, с помощью него можно улавливать незначительные морфофизиологические различия между популяциями в тех случаях, когда они не обнаруживаются иными методами.

Для математических расчетов были отобраны признаки с высокой корреляционной зависимостью, рассчитаны аллометрические коэффициенты и составлены графики. По данным аллометрии можно утверждать, что по второстепенным признакам экстерьера можно отобрать раннесозревающих самок с повышенной массой гонад в ремонтное стадо (табл. 4) [8, 9, 10].

Полученные морфометрические данные у двухлетних самок радужной форели показывают, что высокая положительная корреляционная зависимость массы гонад проявляется как с ранее указанными, так и с некоторыми другими признаками: длиной грудных плавников ($r = 0,940$) со средней длиной $38,77 \pm 1,38$ мм и длиной брюшных плавников ($r = 0,952$) со средней длиной $33,18 \pm 2,43$ мм, а также длиной нижней челюсти ($r = 0,934$) со средней длиной $45,07 \pm 2,40$ мм (табл. 5).

Наблюдается прямая зависимость длины грудных плавников от массы рыбы (0,970), что

Таблица 5

Корреляционная зависимость косвенных признаков с массой гонад у двухлетних самок радужной форели

Индекс	Гонады	Длина рыла	Заглазничный отдел	Ширина лба	Нижняя челюсть	Основание D	Высота D	Длина P	Длина V	Длина рыбы	Масса
1	1	0,305	0,700	0,646	0,934	0,227	-0,724	0,940	0,952	0,805	0,881
2		1	-0,436	-0,510	0,033	-0,794	-0,844	0,049	0,168	-0,0306	-0,165
3			1	0,925	0,884	0,706	-0,104	0,782	0,699	0,936	0,906
4				1	0,758	0,882	0,055	0,832	0,758	0,972	0,929
5					1	0,366	-0,555	0,889	0,858	0,877	0,916
6						1	0,504	0,521	0,431	0,751	0,656
7							1	-0,469	-0,547	-0,178	-0,315
8								1	0,991	0,930	0,970
9									1	0,875	0,930
10										1	0,989
11											1

дает возможность отбора рыб не только по репродуктивным качествам, но и по мясным.

В ходе исследований были отобраны аналогичные второстепенные экстерьерные признаки, чтобы показать различия в онтогенезе и стабильность развития в онтогенезе у самок двухлеток радужной форели.

При изучении морфометрии группы двухлетних самок радужной форели породы Камлопс были отмечены изменения корреляционной зависимости по этим признакам. Так, в однолетнем возрасте у самок радужной форели главную роль в развитии половых продуктов играет дыхательная система, а у двухлетних самок аллометрическая зависимость ярко выражена по грудным плавникам. В связи с этим можно утверждать, что при отборе самок по данному экстерьерному признаку можно предположительно выделить новый тип форели на основе породы Камлопс, который будет характеризоваться высокой плодовитостью с более ранним половым созреванием.

Вместе с тем необходимо сослаться на теорию о стабильности развития асимметрии и учитывать фактор билатеральных параметров. Поэтому следует регулярно обновлять генофонд ремонтного стада самок радужной форели породы Камлопс, чтобы избежать чрезмерного увеличения гомозиготных особей в популяции. Способ гораздо упрощает отбор в рыбоводстве, для этого не обязательно проводить молекулярно-генетические исследования митохондриальной ДНК или микросателлитов.

Выводы

Изучение второстепенных морфометрических индексов радужной форели породы Камлопс дает возможность создания новых ранне-спелых типов производителей репродуктивной направленности. Косвенный отбор является неотъемлемой частью современной бонитировки производителей однолеток и двухлеток. По данным аллометрии можно утверждать, что по второстепенным признакам экстерьера можно отобрать раннесозревающих самок с повышенной массой гонад в ремонтное стадо.

Библиографический список

1. The Genetic Basis of Morphometric and Meristic Traits in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Annals of Agriculture and Research / Domitilla, Pulchni; Christensen, Christopher; Wheeler, Paul A.; Russo, Tommaso; Thorgaard Gary H.* - JSciMed, Nevada 89052, США, 2016.
2. Woynarowich, A., Hoitsy G. Moth-poulsen

Таблица 6

Количественная зависимость массы гонад от второстепенных экстерьерных признаков у двухлеток радужной форели

Индекс	Коэффициент	«а»	«b»
Ширина лба		$1,06 \times 10^{-7}$	4,51
Длина грудного плавника (P)		$5,32 \times 10^{-14}$	8,21
Длина брюшного плавника (V)		$8,25 \times 10^{-7}$	3,85

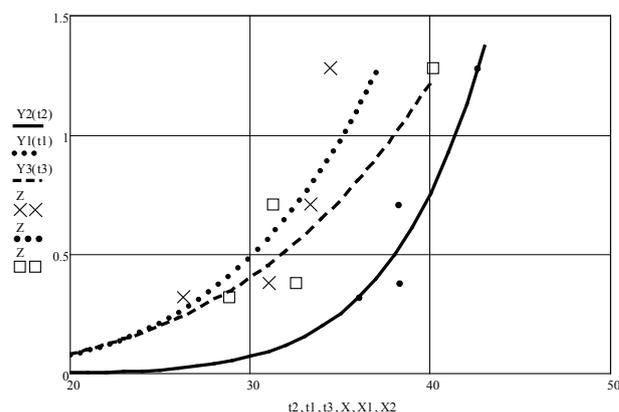


Рис. 3 - Количественная зависимость массы гонад от второстепенных экстерьерных признаков у двухлеток радужной форели:

X - средний индекс длины грудного плавника; X_1 - средняя ширина лба; X_2 - средняя длина брюшного плавника; Y_1 - отношение массы гонад к ширине лба; Y_2 - отношение массы гонад к длине грудного плавника; Y_3 - отношение массы гонад к длине брюшного плавника

Th. Small-scale rainbow trout farming, FAO Subregional Office for Central and Eastern Europe Budapest, Hungary, Rome, 2011 - 92 p.

3. Правдин, И.Ф. Руководство по изучению рыб / И.Ф. Правдин. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 96 с.

4. Привезенцев, Ю.А. Практикум по прудовому рыбоводству / Ю.А. Привезенцев.– М.: Высшая школа, 1992. – 208 с.

5. Донник, И.М. Количественная зависимость биологических признаков самок радужной форели от массы рыбы / И.М. Донник, Ю.И. Есавкин, В.В. Маслойщикова // *Аграрный вестник Урала.* – 2014. - № 12. – С. 26 - 32.

6. Аглеев, И.Н. Оценка вариабельности массы и размера икринок радужной форели разных подвидов на процесс эмбриогенеза / И.Н. Аглеев // *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медици-*

ны им. Н.Э. Баумана. - Казань: КГАУ, 2017. – С. 4 - 6.

7. Бушов, А.В. Частная биометрия и селекция радужной форели / А.В. Бушов, И.Н. Аглеев. – Saarbrücken: изд. Lambert Academic Publishing, 2017. – 81 с.

8. Genetic diversity between Rainbow trout and snow trout by rapd markers / V. Satesh, A. Saxena, S.K. Srivastava, A. Barat . - Science Signpost Publishing, 2014 – P. 40-51.

Publishing, 2014 – P. 40-51.

9. Аглеев, И. Н. Биотехнологические приемы воспроизводства форели в современных условиях выращивания / И.Н. Аглеев. – Ульяновск: УГСХА, 2016. – 107 с.

10. Титарев, Е.Ф. Холодноводное форелевое хозяйство / Е.Ф. Титарев. - М.: МСХРФ, 2008. – 280 с.

GONADE MATURITY DEGREE AND ITS GENETIC RELATION TO EXTERIOR PARAMETRES OF RAINBOW TROUT FEMALES FOR SELECTION EFFICIENCY

Agleev I. N., Bushov A. V., Isaev Yu.M.
FSBEI HE Ulyanovsk SAU
432017, Ulyanovsk, Noviy Venets, Bld., 1,
phone: 8 (8422) 443062; e-mail: belgorod1245red@mail.ru
ulbiotech@yandex.ru
isurmi@yandex.ru

Key words: rainbow trout, morphometry, index, reproduction, variability, selection, determination, correlation, ontogeny.

The paper presents studies of the relationship between secondary and main sexual characteristics of female rainbow trout of Kamloops breed. The quantitative interrelation of exterior, interior and morphological parameters of trout females with a mass of gonads is revealed. As a result of scientific research it was established that the development of one year olds differs from the development of two year old ones. This is seen in uneven growth of individual characteristics. It was revealed that secondary characteristics of one-year-old females exert equally important influence on the development of internal organs. So, the correlation dependence of gonad mass with the length of postorbital section is 0.703 and with the forehead width is 0.631. This statistics indicates that the volume of the gills, the number of gill rakers and arches directly affect the development of internal organs, namely the maturity of the gonads. Thus, in case of indirect selection according to these characteristics at one-year-old age, females will mature faster, will be more resistant to changing environmental conditions. Significant changes in biometric parametres of two-year-old females are observed. Correlation dependence of the features examined earlier with sexual products remains at the same level, but the following characteristics are added: thoracic ($r = 0.940$) and abdominal ($r = 0.952$) fins. These characteristics are also indirectly related to weight and, consequently, to length of the fish, both of one-year-old and two-year-old females. To grow rainbow trout in the third fish-breeding zone, it is necessary to pay attention to valuation of the main stock at the age of one and two years to speed up the process of breeding new Volga type fish. According to the allometry, it can be stated that it is possible to select early maturing females with an increased mass of gonads by secondary exterior characteristics.

Bibliography

1. The Genetic Basis of Morphometric and Meristic Traits in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Annals of Agriculture and Research / Domitilla, Pulchni; Christensen, Christopher; Wheeler, Paul A. ; Russo, Tommaso; Thorgaard Gary H. - JSciMed, Nevada 89052, USA, 2016.*
2. Woynarowich, A., Hoitsy G. Moth-poulsen Th. *Small-scale rainbow trout farming, FAO Subregional Office for Central and Eastern Europe Budapest, Hungary, Rome, 2011 - 92 p.*
3. Pravdin, I.F. *Guide to fish study / I.F. Pravdin. - Moscow: Food Industry, 1966. - 96 p.*
4. Privezentsev, Yu.A. *Practical course on pond fish farming / Yu. A. Privezentsev. - M.: Higher School, 1992. - 208 p.*
5. Donnik, I.M. *Quantitative dependence of biological characteristics of females of rainbow trout on fish weight / I.M. Donnik, Yu. I. Esavkin, V.V. Masloboyshchikova // Agrarian vestnik of the Urals. - 2014. - № 12. - P. 26 - 32.*
6. Agleev, I.N. *Evaluation of the variability of the mass and size of eggs of rainbow trout of different subspecies on the process of embryogenesis / I.N. Agleev // Scientific notes of Kazan state academy of veterinary medicine named after N.E. Bauman. - Kazan: KSAU, 2017. -P. 4 - 6.*
7. Bushov, A.V. *Private biometrics and selection of rainbow trout / A.V. Bushov, I.N. Agleev. - Saarbrücken: ed. Lambert Academic Publishing, 2017. - 81 p.*
8. *Genetic diversity between Rainbow trout and snow trout by rapd markers / V. Satesh, A. Saxena, S.K. Srivastava, A. Barat. - Science Signpost Publishing, 2014 - P. 40-51.*
9. Agleev, I.N. *Biotechnological methods of trout reproduction in modern growing conditions / I.N. Agleev. - Ulyanovsk: USAA, 2016. - 107 p.*
10. Titarev, E.F. *Cold-water trout farm / E.F. Titarev. - Moscow: Ministry of Agriculture of the RF, 2008. - 280 p.*