

РОСТ БЕЛОГО АМУРА STENOPHARYNGODON IDELLA (VAL)

¹Казанчев С.Ч., ¹Хабжиков А.Б., ¹Белянский А.В., ¹Лабазанов А.В.

¹ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова», Нальчик, e-mail: mpiezhieva@mail.ru

В работе исследовано влияние новых экологических условий на рост. О росте белого амура судили по непосредственным измерениям рыб, меченных в годовалом и двухгодовалом возрасте электронными чипами. Наличие измерений линейных размеров белого амура и полученных путем обратных вычислений по чешуе тех же меченых рыб позволило провести сравнительную оценку основных методов определения роста рыб по чешуе. Анализ результатов сравнения истинной длины тела двухгодовиков белого амура, вычисленной по чешуе трехлетков тремя методами, а также рассчитанной по регрессии ($l=1,29+4,355$), показал, что «метод проявления уменьшения годовиков при реконструкции их роста по чешуе рыб старших возрастных рыб» дает заниженные величины: вычисленные размеры 100 двухгодовиков оказались в среднем на 2,33 см меньше измеренных. Критерий достоверности ($t_d=-6,8$) с высшей степенью надежности подтвердил эти расхождения. Метод «проявления уменьшения размеров годовиков при реконструкции их роста по чешуе рыб старших возрастных групп» в модификации Ю.А. Привезенцева с учетом длины рыбы в период образования чешуйного покрова (для белого амура 2,0 см) дает результаты более низкие к истинным. Различия при этом составили всего 0,81 см, но критерий достоверности ($t_d=-2,3$) с небольшой вероятностью все же указывает на их закономерный характер.

Ключевые слова: белый амур, рост, поликультура, чешуя, уравнения, реконструкция.

GROWTH GRASS CARP STENOPHARYNGODON IDELLA (VAL)

Kazanchev S.Ch., Habzhokov A.B., Belyanskiy A.V., Labazanov A.V.

Kabardino-Balkarian State Agricultural University. VM Kokova, Nalchik, e-mail: mpiezhieva@mail.ru

The influence of new environmental conditions on growth. On the growth of grass carp was assessed by direct measurement of the fish tagged at one-year and two-year age of electronic chips. The presence of linear measurements of grass carp and obtained by inverse-governmental computing scales for the same tagged fish allowed to carry out a comparative assessment-ku basic methods for determining the growth of fish scales. An analysis comparing the results of the true length of the two-year grass carp body, calculated on the scales three-year plan in three ways, as well as calculated by regression ($l = 1,29 + 4,355$) showed that the "method of reducing the symptoms of yearlings in the reconstruction of their growth from scales of fish older fish" It gives low values: the calculated size of 100 two-year were, on average, 2.33 cm less measured. the reliability criterion ($td = -6,8$) confirmed these differences with a higher degree of reliability. The method of "display size reduction of yearlings in the reconstruction of their growth from scales of fish in older age groups" to modify the Y. Privezentsev taking into account the length of the fish during the formation of the scaled cover (grass carp to 2.0 cm) gives results lower to true. The difference in this case was only 0.81 cm, but the validity criterion ($td = -2,3$) with a small probability of still points to their natural character.

Keywords: grass carp, growth, polyculture, scales the equation, recontion.

Растительнойдным рыбам отводится важная роль в решении проблемы рационального использования природных ресурсов искусственных водоемов. Применение поликультуры растительнойдных рыб позволяет утилизировать значительную часть первичной продукции, образующейся в водоемах, создавать выгодную в биоэнергетическом отношении экосистему, в которой товарную продукцию получают на втором звене трофической цепи. В связи с этим необходима дальнейшая разработка способов выращивания растительнойдных рыб, что и определяет актуальность темы. Исследовано влияние новых экологических условий на их рост. До настоящего времени рост рыб изучался путем отбора средних проб у разных возрастных групп и методами обратных вычислений по чешуе, костям и отолитам.

Разнообразие этих методов указывает на несовершенство такого подхода к выяснению особенностей роста рыб. Нет также единого мнения о теории, проявляющейся в уменьшении размеров годовиков при реконструкции их роста по чешуе рыб старших возрастных групп [3].

Цель настоящей работы – установить с помощью индивидуального мечения рыб общие закономерности роста белого амура в условиях степной зоны Кабардино-Балкарской Республики, сравнить достоверность результатов, получаемых разными методами обратных вычислений размеров рыб по чешуе, и выяснить некоторые аспекты проявления теории уменьшения размеров годовиков.

Материал и методика исследований

Исследования проведены в 2013-2014 гг. в степной зоне Кабардино-Балкарской Республики (V эколого-фенологическая рыбоводная зона) на Майском рыбном подсобном хозяйстве. Чешую собирали у каждой меченой рыбы дважды – с идентичных участков левой и правой стороны тела, в соответствии с выполненными ранее методическим разработками [4; 6]. О росте белого амура судили по непосредственным измерениям рыб, меченных в годовалом и двухгодовалом возрасте электронными чипами [2]. Прослежен рост рыб одних и тех же групп в течение ряда лет.

Результаты исследований

Из приведенных данных (табл. 1) видно, что на протяжении первых трех лет жизни рыб, меченных в годовалом возрасте, прирост их длины был максимальным. У самцов и самок линейный прирост в это время составлял в среднем 12-15 см/год, размеры их были практически одинаковыми. В дальнейшем темп роста и самцов и самок замедлялся, главным образом, в связи с наступлением половозрелости.

Наличие измерений линейных размеров белого амура и полученных путем обратных вычислений по чешуе тех же меченых рыб позволило провести сравнительную оценку основных методов определения роста рыб по чешуе. Анализ результатов сравнения истинной длины тела двухгодовиков белого амура, вычисленной по чешуе трехлетков тремя методами, а также рассчитанной по регрессии ($l=1,29+4,355$), показал, что «метод проявления уменьшения годовиков при реконструкции их роста по чешуе рыб старших возрастных групп» дает заниженные величины: вычисленные размеры 100 двухгодовиков оказались в среднем на 2,33 см меньше измеренных. Критерий достоверности ($t_4=-6,8$) с высшей степенью надежности подтвердил эти расхождения. Метод «проявления уменьшения размеров годовиков при реконструкции их роста по чешуе рыб старших возрастных групп» в модификации Ю.А. Привезенцева с учетом длины рыбы в период образования чешуйного покрова (для белого амура 2,0 см) дает результаты более низкие к истинным. Различия при

этом составили всего 0,81 см, но критерий достоверности ($t_d=-2,3$) с небольшой вероятностью все же указывает на их закономерный характер.

Обратное вычисление длины рыб по предложенному автором уравнению прямолинейной регрессии и номограмме роста (рисунок), построенной методом эмпирических шкал, дает наименьшие расхождения результатов – в среднем всего 0,43 и 0,21 см. Критерий достоверности (соответственно 1,5 и 1,0) (табл. 2) указывает на случайный характер этих расхождений. Судя по среднему квадратическому отклонению расчетных данных, минимальные колебания результатов получаются при вычислении длины с помощью номограммы роста.

Таблица 1

Линейный рост белого амура, меченного в годовалом возрасте

Возраст, годы	Самцы			Самки		
	длина, см	годовой прирост, см	число рыб, экз.	длина, см	годовой прирост, см	число рыб, экз.
1	12,1±3,17	12,2±6,73	59	12,1±3,15	12,2±5,51	59
2	27,5±4,51	15,6±5,91	31	26,3±4,11	14,5±7,21	30
3	39,8±7,12	12,5±5,17	33	39,7±2,15	13,3±3,16	42
4	43,2±1,57	3,6±2,82	39	43,8±5,65	4,3±4,11	35
5	50,8±3,71	7,7±4,12	16	53,9±7,81	11,8±5,12	22
6	52,3±6,15	0,7±0,91	11	57,2±5,16	2,4±3,61	21

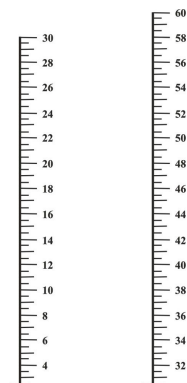
Таблица 2

Длина тела (ℓ , см) двухгодовиков белого амура, истинная и вычисленная разными методами по чешуе меченых трехлеток ($n=90$)

Показатели	Наблюдаемая длина рыб в возрасте		Вычисленные размеры и их отличие от наблюдаемых							
			теоретический метод		метод Ю.А. Привезенцева		$\ell=1,29+4,353$		номограмма роста	
	2+	2	ℓ	$\Delta\ell$	ℓ	$\Delta\ell$	ℓ	$\Delta\ell$	ℓ	$\Delta\ell$
M	27,1	17,9	15,6	-2,32	17,1	-0,81	18,3	0,43	18,1	0,21
Q				3,54		3,62		2,85		2,16
m				0,34		0,35		0,28		0,21
t_d				-6,8		-2,3		1,5		1,0

Таким образом, наиболее удачным и надежным способом обратных вычислений по переднему радиусу чешуи белого амура является метод эмпирических шкал В.Л. Брюзгина, хотя вполне достоверные данные можно получать и с помощью нашего уравнения прямолинейной регрессии, а в некоторых случаях и методом Ю.А. Привезенцева. Заслуживает внимания вопрос о соотношении длины тела и чешуи рыб в период зимовки. Чешуя была собрана у меченых двухлеток и трехлеток белого амура в октябре, в период посадки рыб в зимовальные пруды с левой, а в апреле, при разгрузке зимовальных прудов – с правой стороны тела. Рыб поместили на зимовку в пруд № 2 площадью 0,05 га и глубиной 1-1,2 м с 10-12-суточным водообменом. Температура воды колебалась от 4-7 °С в октябре и

апреле до 1-2 °С в январе и феврале. Содержание растворенного в воде кислорода находилось в основном на уровне 8-10 мг/л.



Эмпирическая шкала-номограмма роста для обратных вычислений длины тела по переднему радиусу чешуи белого амура

Анализ различий в размерах тела у подопытных рыб показал (табл. 3), что за период зимовки прироста длины тела у них практически не было, а средняя длина в обеих группах даже несколько уменьшилась (на 0,2 и 0,48 мм). Эти различия статистически не достоверны, на что указывает критерий достоверности (соответственно 1,1 и 2,4). Сравнив размеры первого годового кольца у рыб обеих групп, можно заключить, что «теория проявления уменьшения размеров годовиков при реконструкции их роста по чешуе рыб старших возрастных групп» в зимнее время не проявляется (t_d равен 0,6 и -0,9).

Таблица 3

Различия длины тела, переднего радиуса первого годового кольца и всей чешуи у меченых амуров разного возраста за период зимовки (октябрь-апрель)

Показатели	Двухгодовики – двухлетки (n-25)			Трехгодовики – трехлетки (n-25)		
	Δl , мм	ΔS_1 , ок – микр	ΔS_2 , ок – микр	Δl , мм	ΔS_1 , ок – микр	ΔS_2 , ок – микр
M	-0,20	0,08	1,04	-0,48	-0,16	0,96
Q	0,91	0,70	0,73	1,00	0,85	0,75
m	0,18	0,14	0,15	0,20	0,17	0,15
t_d	-1,1	0,6	7,0	-2,4	-0,9	6,4

Необходимо отметить, что рост чешуи зимой полностью не прекращается. У двухгодовиков размер переднего радиуса ее оказался в среднем на 1,04 деления окуляр-микрометра (увеличение 8×1) больше, чем у двухлеток, а у трехгодовиков – на 0,96 больше, чем у трехлеток. Биометрический анализ этой разности с высокой убедительностью показывает ее достоверность ($t_d=7,0$ и 6,4) (табл. 3). Это свидетельствует об изменении взаимоотношений роста тела и чешуи рыб в зимний период. Если рост тела белого амура зимой прекращается, то чешуя, хотя и в замедленном темпе, продолжает расти, за счет чего, по-видимому, к весне на ней и образуются зимние сближенные склериты.

Для проверки этого предположения из всего меченого материала было отобрано 28 пар одноразмерных рыб, различающихся по возрасту на один год (табл. 4). В результате анализа материалов было установлено, что у старших рыб передний радиус чешуи в среднем на 0,55 мм больше, чем у рыб такой же длины, но младшего возраста. Критерий достоверности (7,5) с высшей степенью надежности подтверждает существование этих различий. Таким образом, в течение года взаимозависимость темпа роста и чешуи рыб меняется: если на протяжении вегетационного периода они тесно связаны между собой, то в период зимовки корреляция нарушается. Зимой линейные размеры белого амура фактически не увеличиваются, тогда как рост чешуи продолжается.

Для выяснения этого вопроса у 106 меченых особей белого амура разных возрастных групп определяли изменения параметров первого годового кольца на чешуе, в частности его переднего радиуса (S_1), поперечного (d_1) и продольного (c_1), ориентировочной площади ($d_1 \times c_1$). Анализ средних различий между размерами первого годового кольца и вычисленными размерами годовиков (табл. 5) с большой достоверностью свидетельствует о наличии «теории уменьшения размеров годовиков» у рыб всех возрастных групп. Средняя длина годовиков, вычисленная в первой группе по двухлеткам, оказалась на 0,42 см (4,5%) меньше длины рыб годовалого возраста. Во второй группе это различие составило 0,22 см (4,4%), в третьей – 0,55 см (7,0%) (табл. 6).

При сравнении размеров первого годового кольца у рыб разного возраста установлено, что с возрастом оно заметно уменьшается, причем в первые годы жизни рыб, когда темп их роста наиболее интенсивный, это уменьшение существеннее. В первой и второй группах рыб, скорость роста у которых больше, размеры переднего радиуса первого годового кольца различались в среднем на 0,88 и 0,95 мм (табл. 4). У рыб старшего возраста (третья группа) это различие составляло всего 0,55 мм, что, по-видимому, связано с уплотнением внутренней зоны чешуи также за счет второй и третьей годовых зон роста. В процессе развития чешуи, вследствие деформации и резорбции, уменьшается число склеритов в первом годовом кольце. Если у меченых годовиков в первой зоне роста на чешуе насчитывался в среднем 31 склерит, то у двухлеток, выросших из тех же годовиков, в зоне первого годового кольца их стало в среднем 28, а у трехлеток – только 22. Критерии достоверности разности размеров первого годового кольца как по переднему радиусу, так и по ориентировочной площади всей первой годовой зоны роста на чешуе, с высшей степенью надежности ($\beta=0,999$) указывают на уменьшение с возрастом размеров первого годового кольца у рыб всех возрастных групп.

Таблица 4

Средние различия размеров первого годового кольца и размера годовиков, вычисленных по чешуе рыб разного возраста (по возрастным группам)

Показатели	(1)-(1+)			(2)-(2+)			[(2+)-(4+)]-[(3+)-9]		
	n=65			n=105			n=56		
	ΔS_1	$\Delta(d_1 \times c_1)$	Δl , см	ΔS_1	$\Delta(d_1 \times c_1)$	Δl , см	ΔS_1	$\Delta(d_1 \times c_1)$	Δl , см
M	0,88	131,9	0,42	0,95	69,9	0,22	0,57	42,3	0,55
Q	0,89	119,9	0,62	0,77	60,3	0,35	0,66	75,5	0,89
m	0,11	14,9	0,08	0,08	5,9	0,03	0,09	10,0	0,12
t_d	8,0	8,9	5,2	11,9	11,9	7,3	6,3	4,2	4,7

Для выяснения связи между проявлением «теории уменьшения размеров годовиков» в виде уменьшения размеров первого годового кольца и темпом роста рыб рассмотрены соответствующие показатели медленно- и быстрорастущих двух- и трехлеток белого амура. Биометрический анализ показал, что «теория уменьшения размеров годовиков» с большой достоверностью проявляется как у тугорослых, так и у быстрорастущих рыб. Несколько более низкие показатели достоверности разности у двухлеток связаны с малой выборкой материала (n=12). За вегетационный период разница в размерах первого годового кольца тугорослых двух- и трехлеток составила соответственно 1,2 и 1,0 деления окуляр-микрометра, а у быстрорастущих – 0,6 и 0,9. Судя по критерию достоверности разности в этих группах, степень проявления «теории уменьшения размеров годовиков» у медленно растущих особей несколько больше, чем у быстрорастущих, что может быть обусловлено разной интенсивностью обменных процессов в зависимости от темпа роста рыб.

Итак, у белого амура с ростом четко проявляется закономерность уменьшения первого годового кольца на чешуе, связанная с временем года, темпом роста и возрастом рыб. В вегетационный период, на втором и третьем годах жизни, когда рост рыб наиболее интенсивен и на чешуе формируются последующие годовые зоны, размеры первого годового кольца изменяются в наибольшей степени, а с возрастом рыб и удалением первой годовой зоны от края чешуи, изменение ее размеров замедляется. Суть процесса, по-видимому, заключается в изменении взаимозависимости роста тела и чешуи рыб на различных уровнях обменных процессов в разные периоды жизни. Однако причины, вызывающие проявление «теории уменьшения размеров годовиков» и ее связь с физиологическими процессами в организме, требуют еще детального изучения.

Выводы

1. В условиях степной зоны Кабардино-Балкарской Республики белый амур наиболее интенсивно растет на втором и третьем годах жизни. С наступлением половой зрелости темп линейного роста замедляется.

2. Наиболее удобным и достоверным способом обратных вычислений по переднему радиусу чешуи белого амура является метод эмпирических шкал В.Л. Брюзгина.

3. Статистически доказано проявление «теории уменьшения размеров годовиков» у белого амура разных возрастных групп за счет уменьшения величины внутренней зоны чешуи

относительно действительного годового прироста, что подтверждает гипотезу Ю.А. Привезенцева.

Список литературы

1. Алексеенко В.Р. Томография закладки и развития чешуи белого амура в мальковый период // Гидробиология. – 1974. – 6. – № 2. – С. 105-112.
2. Алексеенко В.Р. Особенности сбора чешуи белого амура для обратных вычислений размеров рыб // Гидробиология. - 1977. - 13. - № 4. - С. 112-117.
3. Брюзгин В.Л. Методы изучения роста рыб по чешуе, костям и отметкам. – Киев : Наук. думка, 1979. - 186 с.
4. Казанчев С.Ч., Хабжоков А.Б., Лабазанов А.В. Влияние возраста самцов белого амура на их репродуктивные свойства // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2016. - № 5. - С. 44-48.
5. Пежева М.Х., Казанчев С.Ч. Микробиологическая характеристика иловых отложений в рыбоводных прудах Кабардино-Балкарской Республики // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9-7. – С. 1545-1548.
6. Пежева М.Х., Казанчев С.Ч. Микробиологические процессы деструкции органического фосфора в донных отложениях // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2014. - № 11. - С. 151-155.
7. Пежева М.Х., Хабжоков А.Б., Казанчев С.Ч. Альгологическая характеристика рыбоводных прудов Кабардино-Балкарской Республики // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 6. - URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=23733>.
8. Привезенцев Ю.А. Определение роста рыб : сб. статей по методике определения роста рыб. - М., 1976. - С. 17-32.
9. Плохинский Н.А. Биометрия. - М. : Изд-во МГУ, 1970. - 256 с.
10. Яковлева А.С. Проявление теории уменьшения размеров годовиков при реконструкции их роста по чешуе рыб старших возрастных групп // Информ. мат-лы ин-та экологии растений и животных. - Свердловск, 1975. - С. 70-75.