

УДК 597.556.331.1(282.257.5)

Н.Н. Семенченко*

Хабаровский филиал Тихоокеанского научно-исследовательского
рыбохозяйственного центра,
680028, г. Хабаровск, Амурский бульвар, 13а

**ГРУППОВОЙ РОСТ, ЕСТЕСТВЕННАЯ СМЕРТНОСТЬ,
ВОЗРАСТ СОЗРЕВАНИЯ И ПРОМЫСЛОВЫЙ РАЗМЕР
АМУРСКОГО БЕЛОГО ЛЕЩА *PARABRAMIS PEKINENSIS*
(BASILEWSKY, 1855) В Р. АМУР**

Приведена характеристика линейного и весового роста амурского белого леща на основании уравнений роста Бергаланфи и Шмальгаузена. Использован материал, собранный в р. Амур от устья до пос. Нижнеленинское в период с 1958 по 2011 г. Определен возраст у 1703 рыб (самок — 672, самцов — 699, у остальных пол не определен). Основными характеристиками роста амурского белого леща являются половой диморфизм в показателях роста, и прежде всего в удельной скорости роста, в результате чего самки живут дольше самцов, а также наличие компенсационного роста, что позволяет особям поддерживать к возрасту полового созревания свои размерные характеристики на среднем для вида уровне. Массовое созревание самок приходится на возраст 5+...6+ лет при средней длине тела 27 см. Самцы созревают раньше самок, в возрасте 4+...5+ лет. Промысловая длина амурского белого леща, согласованная с возрастом массового созревания и максимумом биомассы самок, — 27 см. Среднее значение минимального коэффициента естественной смертности самок — 0,249, самцов — 0,320. Рост амурского белого леща характеризуется также тем, что предельная длина тела леща, как полученная на основании расчетов, так и реальная, может достигать только до 50 см, предельная масса тела до 2 кг и предельный возраст до 17 лет. Существующее представление, что в р. Амур амурский белый лещ может достигать длины 55 см и массы тела 4,1 кг, ошибочно.

Ключевые слова: групповой рост, удельная скорость роста, уравнения роста Бергаланфи и Шмальгаузена, половой диморфизм, компенсационный рост, естественная смертность, возраст созревания, промысловая мера.

DOI: 10.26428/1606-9919-2018-192-89-102.

Semenchenko N.N. Group growth, natural mortality, age of maturation, and commercial size of white amur bream *Parabramis pekinensis* (Basilewsky, 1855) in the Amur River // *Izv. TINRO*. — 2018. — Vol. 192. — P. 89–102.

Linear and weight growth of amur white bream are considered on the basis of von Bertalanffy and Schmalhausen growth equations using the data collected in the Amur River (from Nizhneleninskoe village to the mouth) in 1958–2011. Age was determined for 1703 specimens (672 females and 699 males, sex not defined for others). The main feature of the amur white bream growth is a sexual dimorphism, primarily in the specific growth rate. Generally, females live longer than males. Another important feature is a compensatory growth, that maintains the size of all individuals around the mean level in the age of their pubertation. Mean age of

* Семенченко Надежда Николаевна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: n.semenchenko@mail.ru.

Semenchenko Nadezhda N., Ph.D., leading researcher, e-mail: n.semenchenko@mail.ru.

females maturation is 5+...6+ years, when their body length is 27 cm on average. Males mature earlier, in the age of 4+...5+ years. Commercial size of amur white bream is determined as 27 cm that corresponds with the size in the age of mass maturation and the highest biomass of females. The minimum natural mortality coefficient (φ_M) is determined as 0.249 for females and 0.320 for males, on average. The maximum body length of amur white bream, both in the model and real observations, is 50 cm, the maximum body weight is 2 kg, and the maximum age is 17 years. So, the reports about findings of amur white bream with the length up to 55 cm and weight up to 4.1 kg are doubtful.

Key words: group growth, specific growth rate, von Bertalanffy growth equation and, Schmalhausen growth equations, sexual dimorphism, compensatory growth, natural mortality, age of maturation, commercial size.

Введение

Амурский белый лещ *Parabramis pekinensis* относится к одному из основных промысловых видов пресноводных рыб р. Амур. Последние сведения о росте амурского белого леща в р. Амур на территории России были опубликованы более 60 лет назад (Пробатов, 1935; Никольский, 1956; Куликова, 1958). Известно, что рост рыб зависит от условий их существования, определяется абиотическими и биотическими факторами среды (Никольский, 1974; Дгебуадзе, 2001; и др.). За это время произошли значительные изменения в гидрологическом режиме р. Амур (Семенченко, 2008), изменилась интенсивность промысла пресноводных рыб. Предварительные сведения о росте амурского белого леща (Semenchenko, 2006) касаются только одной популяции, живущей в районе г. Хабаровск. Однако эти сведения уже показали, что существующая промысловая длина леща в 35 см сильно завышена. Возраст и описание характера роста рыб являются основными характеристиками промысловых видов. Для определения величины промыслового запаса и рационального управления промыслом рыб необходимо знание возраста массового созревания и размера рыб, по достижении которого особи вступают в промысел. Промысловая мера на рыбу — один из наиболее важных вопросов регулирования рыболовства, так как от нее зависит воздействие промысла на популяцию рыб, качество и величина рыбной продукции (Никольский, 1956; Тюрин, 1963).

Цель настоящей работы — дать характеристику группового роста амурского белого леща, на основе показателей роста определить коэффициенты естественной смертности, возраст массового созревания, а также дать биологическое обоснование его промысловой длины.

Материалы и методы

Для описания роста белого амурского леща был определен возраст у 1703 рыб (672 самки и 699 самцов, у остальных рыб пол не определен). Материал (1486 экз.) собран в период с 2002 по 2016 г. в пойменной системе Нижнего и Среднего Амура от г. Николаевск-на-Амуре до пос. Нижнеленинское, а также были использованы архивные препараты чешуи (217 экз., 1958–2001 гг.) и журналы измерений амурского белого леща за 60 лет в период 1941–2001 гг., собранные сотрудниками ХфТИНРО. Методика определения возраста рыб по чешуе описана в работах И.Ф. Правдина (1966), Н.И. Чугуновой (1959) и др. Чешую брали с левого бока рыбы под началом спинного плавника в 1–2-м ряду над боковой линией. За годовое кольцо на чешуе амурского белого леща принимали наружную границу узких склеритов. При определении возраста измеряли передний радиус чешуи и радиус каждого годового кольца. Определение возраста и измерение радиусов чешуи рыб проведены автором под биноклем МБС-10 с помощью цифровой камеры-окуляра для микроскопа, модель DCM500.

Для описания линейного роста рыб использовали значения длины тела, реконструированной на время закладки каждого годового кольца. У каждой рыбы промеряли по 2–3 чешуи. Зависимость длины и массы тела рыб от возраста описывали уравнениями Берталанфи и Шмальгаузена, как наиболее часто используемыми для этих целей (Мина, Клевезаль, 1976; Зыков, 2005; и др.). Значения констант уравнений линейного и весового

роста рассчитывали методом наименьших квадратов по фактическим и рассчитанным значениям длины и массы тела рыб в разных возрастах. Минимальный коэффициент естественной смертности приходится на возраст массового созревания самок, а также в этом возрасте биомасса поколения достигает максимума (кульминации) (Гулин, 1969; Тюрин, 1972; Кудерский, 1983). Дифференцированные по возрасту оценки естественной смертности рассчитали, применив метод, разработанный Л.А. Зыковым (2005). Основа этого метода в том, что оценка коэффициентов естественной смертности для каждой возрастной группы рыб дается на основе данных по линейному и весовому росту рыб конкретного водоема и таким образом отражает экологические условия существования рыб в изучаемом водоеме. Расчеты проводили на основе уравнения роста Шмальгаузена. Для расчетов использовали пакеты прикладных программ STATISTICA 10 (лицензия AXAR406G379112) и Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение

Для описания линейного роста леща была использована длина тела рыб разного возраста, полученная методом обратного расчисления по длине переднего радиуса чешуи. Этот метод был впервые применен еще в 1910 г. Эйнар Леа (Lea, 1910). С тех пор и до настоящего времени он используется для получения характеристики роста рыб в предыдущие до их поимки годы. Метод основан на том, что чешуя рыбы растет вместе с ростом ее тела. Для проведения обратных расчислений линейного роста амурского белого леща по чешуе определили зависимость между длиной тела рыб и длиной переднего радиуса чешуи, которая описывается уравнением:

$$Ad = aR^b,$$

где Ad — длина тела, см; R — радиус чешуи, мм; a и b — коэффициенты (табл. 1).

Таблица 1
Коэффициенты уравнения зависимости длины тела амурского белого леща (Ad , см) от радиуса чешуи (R , мм)

Table 1

Coefficients of equation $Ad = aR^b$ for dependence of the body length (Ad , cm) on the radius of scale (R , mm) for amur white bream

Коэффициент	Среднее	Ошибка	R ²	Число экземпляров
a	9,851	0,143	0,908	1047
b	0,663	0,008		

Примечание. Здесь и в табл. 3, 5, 10 R² — коэффициент детерминации.

На основании полученной зависимости был проведен обратный расчет длины тела рыб на время закладки каждого годового кольца (рис. 1).

Средние значения фактической длины тела пойманных лещей несколько выше расчетной за счет прироста длины тела лещей в течение года, поскольку размер рыб рассчитывали на момент закладки годового кольца, без учета прироста краевой зоны чешуи. Коэффициент корреляции Пирсона между фактической и расчетной длиной белого амурского леща — 0,9974 — подтверждает почти полное соответствие расчетной и фактической длины тела рыб.

Различия в средних значениях фактической и расчетной длины тела амурского белого леща зависят от времени сбора рыб и времени закладки годового кольца. По данным Н.П. Куликовой (1958), годовое кольцо у годовиков амурского белого леща закладывается в июне-начале июля. По нашим наблюдениям, у молодых особей амурского белого леща весеннее возобновление роста иногда начинается в конце марта — апреле. В мае 50 % пойманных неполовозрелых рыб уже имели приросты после зоны суженных склеритов. У неполовозрелых рыб возобновление весеннего роста, видимо, связано с весенним повышением температуры воды. Так, у неполовозрелых белых лещей *Abramis brama* закладка годового кольца также происходит раньше, чем у половозрелых, при повышении температуры воды в водоеме до 15–17 °С (Дгебуад-

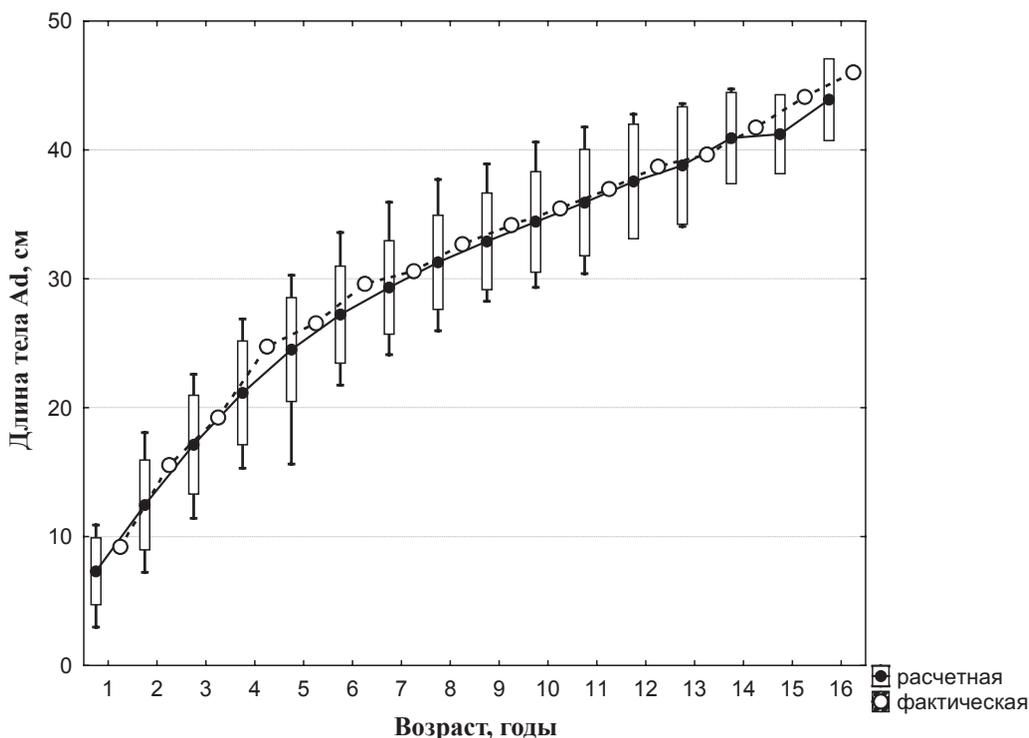


Рис. 1. Расчетные значения длины тела (11356 значений) рыб обоих полов и средние значения фактической длины тела 1703 экз. амурского белого леща

Fig. 1. Modeled body length (11356 values for both genders) and averaged actual body length for 1703 specimens of amur white bream

зе, 2001). У молоди амурского белого леща закладка годового кольца происходит при более низких температурах, так как максимальная среднемесячная температура воды в р. Амур в районе г. Хабаровск в мае равна 13,5 °С.

У половозрелых рыб закладка годового кольца связана со временем нереста. В разные годы он может проходить как в мае, так и в другие летние месяцы, вплоть до начала августа (Семенченко, Островская, 2010). Видимо, сразу после нереста начинается и интенсивный рост особей леща, в связи с чем годовые кольца также могут закладываться в мае и в более позднее время. Подтверждением тому, что новые приросты на чешуе появляются после нереста, может служить чешуя самки, у которой в начале августа все еще не было прироста на чешуе. Гонады этой рыбы были на IV–V стадии зрелости. Связь времени закладки годового кольца со временем нерестового периода отмечена и у других рыб, например у белого леща *A. brama* Псковско-Чудского водоема (Дгебуадзе, 2001).

У многих видов рыб, в том числе и у рыб семейства карповых Cyprinidae, к которому относится амурский белый лещ, рост самок и самцов различается (Никольский, 1974). В связи с этим описание роста амурского белого леща приведено отдельно для рыб каждого пола. Оказалось, что половой диморфизм в характере линейного роста амурского белого леща проявился в том, что самцы в возрасте до 6 лет крупнее самок (табл. 2). Кроме того, самки живут дольше, чем самцы.

Максимальный коэффициент вариации отмечен для длины тела рыб в возрасте одного года, с возрастом изменчивость рыб в каждом последующем возрастном классе снижается.

Линейный рост самцов и самок амурского белого леща описан уравнением Берта-ланфи (Мина, Клевезаль, 1976):

$$L_t = L_\infty [1 - e^{-K(t-t_0)}],$$

где L_t — длина рыб в возрасте t ; L_∞ — предельное (асимптотическое) значение L при $t \rightarrow \infty$ (асимптотическая длина); K — коэффициент замедления роста; t_0 — теор-

Таблица 2

Средние значения расчетной длины тела самок и самцов амурского белого леща разного возраста

Table 2

Average modeled body length for females and males of amur white bream, by ages

Возраст, годы	Самки			Самцы			t-критерий	p-уровень
	Среднее ± ст. откл.	N, экз.	Коэф. вар.	Среднее ± ст. откл.	N, экз.	Коэф. вар.		
1	6,70 ± 1,11	672	52,05	7,80 ± 1,17	699	44,68	-18,71	< 0,01
2	11,80 ± 1,58	672	41,73	13,00 ± 1,72	699	39,63	-13,57	< 0,01
3	16,50 ± 1,84	672	36,25	17,70 ± 1,85	699	31,71	-11,66	< 0,01
4	20,70 ± 2,02	670	31,64	21,60 ± 1,94	699	26,94	-8,33	< 0,01
5	24,20 ± 2,06	660	27,07	24,90 ± 1,95	686	23,39	-5,99	< 0,01
6	27,20 ± 2,01	627	23,50	27,30 ± 1,79	617	19,50	-0,59	0,56
7	29,60 ± 1,96	569	20,94	29,20 ± 1,67	494	17,23	3,56	< 0,01
8	31,70 ± 1,87	480	18,60	30,70 ± 1,65	368	16,17	8,36	< 0,01
9	33,60 ± 1,81	342	17,12	32,00 ± 1,63	237	15,45	10,75	< 0,01
10	35,20 ± 1,81	250	16,31	33,10 ± 1,43	126	12,80	11,31	< 0,01
11	36,60 ± 1,94	159	16,78	34,30 ± 1,53	65	13,16	8,55	< 0,01
12	38,20 ± 2,08	93	17,08	35,00 ± 1,28	15	11,47	5,80	< 0,01
13	39,60 ± 1,85	47	14,57	36,10 ± 1,67	8	14,40	5,14	< 0,01
14	40,80 ± 1,73	23	13,49					
15	41,20 ± 1,67	6	13,02					
16	43,90 ± 1,59	2	11,30					

Примечание. Здесь и в табл. 4 t-критерий — расчетные значения t-критерия Стьюдента; p-уровень — уровень значимости для t-критерия.

ретический возраст, в котором рыба имела бы нулевую длину, а также уравнением линейного роста Шмальгаузена (Мина, Клевезаль, 1976):

$$L_t = m_L t^{k_L},$$

где L_t — длина рыб в возрасте t ; m_L и k_L — коэффициенты (табл. 3). Значения коэффициентов подбирали итерационным методом.

Таблица 3

Коэффициенты уравнений Бергаланфи ($L_t = L_\infty [1 - e^{-K(t-t_0)}]$) и Шмальгаузена ($L_t = m_L t^{k_L}$), описывающих линейный рост (см) самок и самцов амурского белого леща

Table 3

Coefficients of von Bertalanffy and Schmalhausen equations of linear growth for females and males of amur white bream

Пол	Коэффициент	Среднее ± ошибка	R ²	Число экземпляров
Самки	L_∞	45,596 ± 0,353	0,963	5944
	K	0,149 ± 0,002		
	t_0	-0,038 ± 0,019		
Самцы	L_∞	38,210 ± 0,246	0,954	5412
	K	0,203 ± 0,003		
	t_0	-0,092 ± 0,018		
Самки	m_L	8,302 ± 0,038	0,950	5944
	k_L	0,638 ± 0,002		
Самцы	m_L	9,272 ± 0,041	0,936	5412
	k_L	0,582 ± 0,003		

Одним из основных показателей, характеризующих рост, является удельная скорость роста. Удельную скорость роста рассчитывали по формуле Шмальгаузена и Броди (Мина, Клевезаль, 1976) (табл. 4)

$$c = (\lg L_n - \lg L_o) / 0,4343(t_n - t_o),$$

где L_n — размер рыбы в конечный момент времени t_n ; L_o — размер рыбы в начальный момент времени t_o .

Таблица 4

Удельные скорости линейного роста самцов и самок амурского белого леща

Table 4

Specific linear growth rate for females and males of amur white bream

Год роста	Самки		Самцы		t-критерий	p-уровень
	Среднее ± ошибка	N набл.	Среднее ± ошибка	N набл.		
1	1,878 ± 0,007	672	2,043 ± 0,006	699	-18,701	< 0,01
2	0,576 ± 0,004	672	0,510 ± 0,004	699	12,123	< 0,01
3	0,344 ± 0,003	672	0,314 ± 0,003	699	6,727	< 0,01
4	0,227 ± 0,002	670	0,201 ± 0,001	699	10,708	< 0,01
5	0,159 ± 0,001	660	0,142 ± 0,001	686	9,848	< 0,01
6	0,117 ± 0,001	627	0,100 ± 0,001	617	11,584	< 0,01
7	0,088 ± 0,001	569	0,075 ± 0,001	492	11,858	< 0,01
8	0,070 ± 0,001	480	0,059 ± 0,001	368	9,797	< 0,01
9	0,057 ± 0,001	342	0,051 ± 0,001	237	6,334	< 0,01
10	0,047 ± 0,001	250	0,043 ± 0,001	126	3,547	< 0,01
11	0,040 ± 0,001	159	0,035 ± 0,001	65	3,835	< 0,01
12	0,032 ± 0,001	93	0,032 ± 0,001	15	0,300	0,77
13	0,015 ± 0,0004	47	0,013 ± 0,002	8	1,231	0,22
14	0,025 ± 0,002	23				
15	0,020 ± 0,003	6				
16	0,021 ± 0,001	2				

В первый год жизни удельная скорость линейного роста самцов больше, чем самок. Со второго года жизни самки растут быстрее самцов. Уравниваются скорости роста самцов и самок только на двенадцатом году жизни (табл. 4).

Для пересчёта данных линейного роста на показатели массы было использовано уравнение зависимости между длиной и массой тела самцов и самок амурского белого леща. Зависимость массы тела от длины у рыб описывается уравнением степенной функции: $W_t = aL_t^b$ (Шмальгаузен, 1935; Константинов, 1969; Винберг, 1971; и др.), где W_t — полная масса тела рыб в возрасте t ; L_t — длина рыб (Ad) в возрасте t ; a и b — коэффициенты (табл. 5).

Таблица 5

Коэффициенты уравнений зависимости ($W_t = aL_t^b$) полной массы тела (W_t , г) от длины тела L_t (Ad , см) самок и самцов амурского белого леща

Table 5

Coefficients of equation $W_t = aL_t^b$ for dependence of the body weight (W_t , g) on the body length (L_t , cm) for females and males of amur white bream

Пол	Коэффициент	Среднее ± ошибка	R ²	N, экз.
Самки	a	0,012 ± 0,002	0,915	672
	b	3,123 ± 0,040		
Самцы	a	0,016 ± 0,002	0,891	699
	b	3,004 ± 0,041		

На основе полученных уравнений зависимости массы тела от длины были рассчитаны средние значения массы тела самок и самцов амурского белого леща разного возраста (табл. 6).

Половой диморфизм в характеристиках весового роста амурского белого леща проявляется в том, что до пятилетнего возраста масса тела самцов больше, чем у самок этого же возраста, после шестилетнего возраста самки весят больше самцов (табл. 6).

Биологические показатели и коэффициенты естественной смертности (табл. 7) рассчитали по методу Л.А. Зыкова (2005). Для расчетов использовали коэффициент b — значение степени в уравнении аллометрического роста ($W_t = aL_t^b$) (см. табл. 5) — и коэффициенты уравнений линейного роста И.И. Шмальгаузена ($L_t = m_L t^{k_L}$) (см. табл. 3), а также значение асимптотической длины (L_∞) рыб, которую определили с помощью построения диаграммы Форда-Уолфорда на основе расчетных значений длины тела рыб каждого возраста.

Таблица 6

Средние расчетные значения массы тела самок и самцов амурского белого леща
разного возраста, г

Table 6

Average modeled body weight (g) for females and males of amur white bream, by ages

Возраст, годы	Самки			Самцы			t- критерий	p- уровень
	Среднее ± ст. отклонение	N, экз.	Коэф. вар.	Среднее ± ст. тклонение	N, экз.	Коэф. вар.		
1	4,90 ± 2,56	672	52,05	8,40 ± 3,74	699	44,68	-19,82	< 0,01
2	28,30 ± 11,81	672	41,73	37,90 ± 15,01	699	39,63	-13,09	< 0,01
3	80,70 ± 29,24	672	36,25	94,50 ± 30,00	699	31,71	-8,64	< 0,01
4	161,50 ± 51,10	670	31,64	170,60 ± 46,00	699	26,94	-3,45	< 0,01
5	261,50 ± 70,78	660	27,07	259,20 ± 60,63	686	23,39	0,63	0,52
6	375,30 ± 88,21	627	23,50	341,10 ± 66,52	617	19,50	7,71	< 0,01
7	483,20 ± 101,21	569	20,94	414,80 ± 71,46	494	17,23	12,56	< 0,01
8	601,50 ± 111,88	480	18,60	484,00 ± 78,23	368	16,17	17,20	< 0,01
9	717,20 ± 122,75	342	17,12	548,00 ± 84,69	237	15,45	18,39	< 0,01
10	825,20 ± 134,59	250	16,31	602,30 ± 77,08	126	12,80	17,22	< 0,01
11	940,00 ± 157,68	159	16,76	674,70 ± 88,79	65	13,16	12,75	< 0,01
12	1074,10 ± 183,43	93	17,08	714,90 ± 82,01	15	11,47	7,44	< 0,01
13	1198,90 ± 174,66	47	14,57	781,40 ± 112,52	8	14,40	6,51	< 0,01
14	1311,20 ± 176,93	23	13,49					
15	1344,30 ± 175,07	6	13,02					
16	1639,70 ± 184,56	2	11,30					

Примечание. t-критерий — расчетные значения t-критерия Стьюдента; p-уровень — уровень значимости для t-критерия.

Таблица 7

Основные параметры популяции амурского белого леща и коэффициенты уравнений $L_t = m_L t^{k_L}$ и $W_t = aL_t^b$, необходимые для расчетов коэффициентов естественной смертности для каждой возрастной категории

Table 7

The main parameters of the amur white bream population and coefficients of the equations

$L_t = m_L t^{k_L}$ and $W_t = aL_t^b$ necessary for the natural mortality calculation for each age

Показатель	Самки	Самцы	
Асимптотическая длина, L_∞	49,991	39,175	
Длина рыб в возрасте массового созревания, L_n	24,995	19,587	
Возраст массового созревания, t_n	5,627	3,615	
Мгновенный коэффициент естественной смертности рыб в возрасте массового созревания, M_n	0,287	0,383	
Условный коэффициент естественной смертности в возрасте массового созревания, φ_M	0,249	0,318	
Максимальный расчетный возраст рыб, T	16,677	11,894	
Коэффициенты уравнения линейного роста И.И. Шмальгаузена ($L_t = m_L t^{k_L}$)	m_L	8,302	9,272
	k_L	0,638	0,582
Коэффициент уравнения $W_t = aL_t^b$, b	1,613	1,385	

Расчет коэффициентов естественной смертности амурского белого леща каждого возраста проводили по формуле (Зыков, 2005)

$$\varphi_M(t) = 1 - (a \cdot t^{k_L})(T^{k_L} - t^{k_L}),$$

где $\varphi_M(t)$ — условный коэффициент естественной смертности в возрасте t ; T — максимальный расчетный возраст рыб в популяции; k_L — показатель степени в уравнении линейного роста Шмальгаузена; коэффициент $a = (Am_L^2)$, где $A = (1 - \varphi_{Mn})/L_n^2$, m_L — коэффициент в уравнении линейного роста Шмальгаузена, φ_{Mn} — условный коэффициент естественной смертности в возрасте массового созревания и L_n — длина рыбы в возрасте массового созревания.

Длина рыб в возрасте массового созревания определялась по соотношению Фультон-Дрягина $L_n = 0,5L_\infty$, где L_∞ — асимптотическая длина.

Возраст массового созревания $t_n = (L_n/m_L)^{1/k_L}$, где m_L и k_L — коэффициенты в уравнении линейного роста Шмальгаузена.

Максимальный расчетный возраст рыб в популяции $T = t_n \cdot 2^{(1/k_L)}$, где t_n — возраст массового созревания; k_L — коэффициент в уравнении линейного роста Шмальгаузена.

Мгновенный коэффициент естественной смертности рыб в возрасте массового созревания $M_n = b/t_n$, где b — значение степени в уравнении аллометрического роста ($W_t = aL_t^b$); t_n — возраст полового созревания.

Условный коэффициент естественной смертности в возрасте массового созревания — $\varphi_M = 1 - e^{-M_n}$.

Возраст массового созревания (t_n) самцов 3–4 года, самок — 5–6 лет. Асимптотическая длина тела (L_∞) самок амурского белого леща, определенная по соотношению Фультона-Дрягина, в возрасте массового созревания — 25 см (табл. 7). Таким образом, промысловая мера амурского белого леща должна быть не менее 25 см.

Промысловый размер должен быть строго согласован с размерами и возрастом рыб, при которых достигается максимальная ихтиомасса популяции (Тюрин, 1963). Общеизвестен факт замедления роста рыб после достижения ими половой зрелости. Это объясняется большими расходами энергии на процесс воспроизводства и процессами старения организма (Шатуновский, 1980; Дгебуадзе, 2001; и др.). Таким образом, для определения промысловой меры амурского белого леща необходимо определить возраст, при котором биомасса поколений рыб в популяции достигает максимальных значений.

Прежде всего определили теоретические значения коэффициентов естественной смертности рыб каждого возраста (табл. 8).

Таблица 8

Теоретические значения коэффициентов естественной смертности (φ_M) амурского белого леща, рассчитанные для рыб каждого возраста, численность и биомасса условной популяции рыб

Table 8

Theoretical values of natural mortality coefficients (φ_M) for amur white bream calculated for each age; abundance and biomass of the modeled population of amur white bream

Возраст, годы	Самки			Самцы		
	φ_M	Численность, экз.	Биомасса, кг	φ_M	Численность, экз.	Биомасса, кг
1	0,583	4168,0	83,3	0,507	4935	130,4
2	0,423	2404,0	147,0	0,375	3083	212,8
3	0,330	1611,0	189,5	0,324	2083	252,1
4	0,276	1166,0	218,1	0,320	1417	255,5
5	0,252	872,0	233,9	0,347	926	227,4
6	0,249	655,0	235,8	0,397	558	176,3
7	0,264	482,0	222,4	0,467	297	116,3
8	0,295	340,0	194,4	0,553	133	62,5
9	0,339	224,0	155,3	0,652	46	25,6
10	0,395	136,0	111,3	0,763	11	7,0
11	0,462	73,0	69,8	0,884	1	0,9
12	0,538	34,0	37,1			
13	0,623	13,0	15,9			
14	0,716	3,60	5,1			
15	0,816	0,70	1,0			
16	0,924	0,05	0,1			

Численность самок и самцов каждой возрастной группы амурского белого леща рассчитали с учетом убыли численности рыб под воздействием только естественной смертности, начальная численность мальков 10000 экз. (табл. 8). Используя средние значения массы тела рыб каждого возраста (см. табл. 6), рассчитали динамику биомассы двух условных популяций амурского белого леща, состоящих из особей одного пола, начальная численность которых одинакова — 10 тыс. экз. (табл. 8, рис. 2).

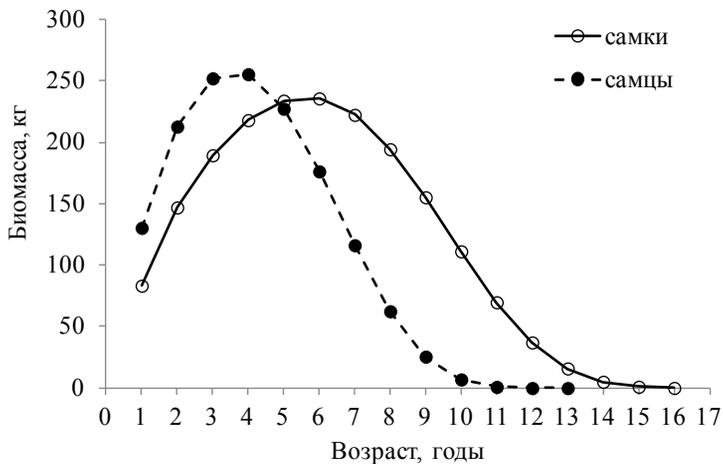


Рис. 2. Относительная биомасса амурского белого леща (начальная численность рыб каждого пола по 10000 экз.).

Fig. 2. Relative biomass of amur white bream (from initial number of each gender of 10,000 specimens)

Максимум биомассы самок амурского леща приходится на возраст 6 лет (рис. 2). Таким образом, наименьший промысловый размер амурского белого леща должен соответствовать длине тела самок в возрасте 6 лет, т.е. 27 см (см. табл. 2).

Максимальная изменчивость длины и массы тела амурского белого леща отмечена в первый год жизни (табл. 2, 6). Сеголетки амурского белого леща держатся в прибрежной зоне и в заливах проток и озер, а также на заливных лугах на глубине около 1 м, где вода прогревается до 26–27 °С (Дмитриева, 1951; Никольский, 1956). В период с 1958 по 2011 г. в таких местах молодь амурского белого леща первого года жизни ловили мальковой волокушей, мальковыми неводами и сачком. Длина тела сеголеток, пойманных в сентябре-октябре (т.е. перед зимовкой), составила от 1,8 до 6,3 см.

Изменчивость скорости роста в первый год жизни характерна для всех видов рыб. Даже в потомстве одной самки мальки имеют неодинаковую длину тела, так как различаются размеры ооцитов, на несколько часов различается по времени выклев личинок. После выклева изменчивость мальков быстро увеличивается. Крупные личинки раньше переходят к самостоятельному питанию и обгоняют по скорости роста своих сверстников (Кирпичников, 1987). Размер рыб к концу первого года жизни зависит также от возраста родителей. Так, впервые нерестящиеся самки откладывают мелкую икру, максимальный размер икринок у самок среднего возраста, а с возрастом, по мере старения рыб, размеры икринок уменьшаются (Дгебуадзе, 2001). Причиной разной длины мальков амурского белого леща к концу лета, по нашему мнению, может быть растянутость сроков нереста в разные годы с мая по август (Семенченко, Островская, 2010), а также различия в условиях питания молоди в разных местах обитания и в разные годы.

Более крупные годовики всегда сохраняют преимущество в длине тела до конца жизни (Замахаяев, 1964). Между длиной тела годовиков амурского белого леща и длиной тела этих же рыб в возрасте 6 лет найдена статистически значимая зависимость, но очень слабая ($p \leq 0,00$, $R^2 = 0,090$) (рис. 3, а).

Известно, что условия роста рыб в первый год жизни существенно влияют на весь темп роста рыбы в последующие годы. Интенсивный рост в первые 2–3 года ускоряет созревание всего поколения. Крупные годовики в последующие годы растут медленнее, чем мелкие (Замахаяев, 1964; Земская, 1964). Одной из закономерностей роста рыб является то, что скорость роста снижается в течение всей жизни. При этом скорость роста связана не с возрастом рыб, а с их размерами (Васнецов, 1953). У амурского белого леща удельная скорость роста особи (средняя для рыб от года до шести лет) зависит от размеров этой рыбы в возрасте одного года (рис. 3, б). Чем крупнее годовик, тем меньше его удельная скорость роста в последующие 6 лет жизни. Обратное соот-

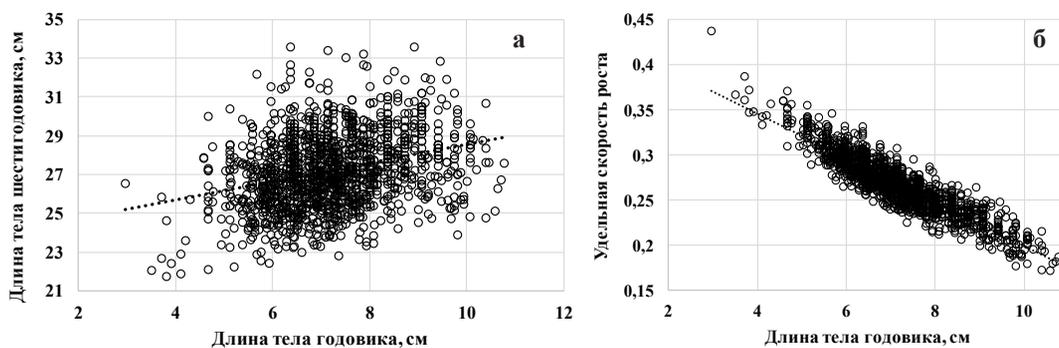


Рис. 3. Зависимость длины тела шестигодовиков (а) и удельной скорости роста амурского белого леща (б) в последующие 6 лет жизни от длины тела годовиков

Fig. 3. Body length in the age 6 years (а) and specific growth rate in the next six years of life (б) in dependence on body length of yearlings for amur white bream

ношение между размерами годовиков и удельной скоростью роста в период онтогенеза говорит о наличии у амурского белого леща компенсационного роста. В результате компенсационного роста происходит снижение внутривозрастной изменчивости по длине тела амурского белого леща к возрасту полового созревания (табл. 2).

Период размножения — ключевой момент в жизни животных. Как было определено выше, возраст массового созревания самок амурского белого леща приходится на шестой-седьмой год жизни (см. табл. 7, рис. 2). Известно, что у некоторых видов рыб, а возможно и у всех, уровень наследуемости времени созревания самок довольно высокий (Кирпичников, 1987). Важным индикатором начала полового созревания является достижение рыбами определенной массы тела. К нересту в организме рыбы должно быть сосредоточено достаточное количество энергетических веществ, так как энергетические траты на созревание половых продуктов и нерест довольно высоки. На генеративный обмен требуется расход значительной части ресурсов организма, что приводит к торможению процессов соматического роста (Шатуновский, 1980). Снижение внутривозрастной изменчивости к этому времени является основой того, что рыбы созревают более дружно. Отстающие в росте и развитии в первый год жизни особи догоняют своих сверстников, а крупные и более развитые сеголетки растут с меньшей скоростью и не уходят далеко от средних размеров сверстников к периоду полового созревания. Таким образом, компенсационный рост позволяет особям поддерживать свои размерно-возрастные характеристики на среднем характерном для популяции уровне.

Из-за различий скорости роста амурского белого леща разного пола самцы стареют и погибают раньше самок.

Одним из способов регулирования промысла является определение минимального размера (возраста) эксплуатации рыб. Г.В. Никольский (1956) еще в середине прошлого века уделял большое внимание регуляции размерного состава вылавливаемых рыб с помощью введения биологически обоснованной их минимальной промысловой длины. Он писал, что существенным рычагом к повышению продуктивности стад промысловых рыб является вылов рыб наиболее продуктивного размера, а задача ихтиолога — путем анализа кривой роста установить наиболее рациональный размер подлежащих к вылову рыб. Вылов как перестарков, так и слишком молодых особей приводит к снижению возможной величины продукции, которую может дать стадо промысловой рыбы. Регуляция размерного состава вылавливаемой рыбы может осуществляться через установление «промысловой меры».

Промысловый размер амурского белого леща не был постоянным в разные годы существования промысла: 1948 г. — 20 см, 1953 — 23, 1958 — 25, 1962 — 25, 1969 — 25, 1981 — 35, 2008 — 35, 2014 г. — 35 см.

Г.В. Никольский (1956) считал, что промысловые меры многих промысловых амурских рыб занижены, а причиной этого была ошибка в определении их возраста,

а также представления об очень медленном росте амурских рыб. Промысловая длина амурского белого леща была увеличена до 23 см уже в 1953 г., видимо, по рекомендации Г.В. Никольского на основе материалов Амурской ихтиологической экспедиции, еще до выхода его монографии «Рыбы бассейна Амура» в 1956 г. Возможно, после выхода работы В.В. Васнецова (1958), где было показано на основе изменения показателя роста, что наступление половой зрелости у амурского белого леща наступает на шестом (5+) и седьмом (6+) году жизни при длине тела от 21,3 см (оз. Орель-Чля) до 27,9 см (в районе с. Мариинское), промысловая длина амурского белого леща была увеличена до 25 см. С 1981 г. промысловая мера амурского белого леща была увеличена до 35 см.

Так же как и промысловая мера, у разных исследователей различаются представления о длине тела, при которой созревает амурский белый лещ. Г.В. Никольский (1956) считал, что половозрелым амурский белый лещ становится на шестом году (5+) жизни при длине тела 25 см, А.П. Макеева с соавторами (1965) — в возрасте 6+ при длине не менее 32 см, Н.А. Симонова (1960) — на шестом-восьмом году жизни при длине около 30–32 см (самцы) и 30–35 см (самки).

По нашим расчетам, промысловая длина амурского белого леща должна быть равна 27 см, а массовое созревание самок приходится на шестой-седьмой год жизни.

Для одной из популяций амурского белого леща, нерестилища которой находятся в русле р. Амур у г. Хабаровск, была определена частота встречаемости половозрелых самцов и самок среди рыб одного возраста (Semenchenko, 2006). Начало полового созревания рыб в этой популяции приходится на возраст 4+. В возрасте 4+ созрели около 75 % самцов и 35 % самок, а в 5+ лет созрела большая часть самок. Длина самок этой популяции в возрасте 5+ лет в среднем была 27,5 см. Минимальный возраст пойманных половозрелых самок и самцов — 4+, минимальная длина тела половозрелых самок — 26,0 см, самцов — 25 см. Самая маленькая половозрелая самка, пойманная в р. Амур, имела длину тела 23 см (архив ХфТИНРО по биологическим показателям амурского белого леща за 1941–2016 гг.). Таким образом, полученные расчетные значения возраста полового созревания (5+...6+ лет) и размеров самок 27 см соответствуют фактическим.

Существующая в настоящее время промысловая длина амурского белого леща в 35 см соответствует среднему возрасту самок 10 лет и самцов — 12 лет (см. табл. 2). Таким образом, существующая в последние 30 лет промысловая длина амурского белого леща была направлена на вылов крупных, можно сказать старых рыб. Промысловый запас, который обычно рассчитывают от возраста массового созревания, а в случае с амурским белым лещом от промыслового размера, а также ОДУ леща значительно меньше оптимального. При такой промысловой длине промысловое стадо амурского белого леща состоит из самок 8 возрастных групп и самцов из 2 возрастных групп. Наиболее многочисленные возрастные группы исключены из промысла.

Предельные размеры рыб являются довольно значимым признаком вида, так как отражают характеристику его роста в определенных условиях среды, необходимы для определения возраста полового созревания и коэффициентов естественной смертности, т.е. основных показателей, от которых зависит динамика численности вида.

Существует представление, что в р. Амур амурский белый лещ может достигать длины *Ad* 55 см и иметь массу тела 4,1 кг (Берг, 1949; Никольский, 1956; и др.). Такого размера амурский белый лещ был пойман в оз. Петропавловском (недалеко от г. Хабаровск) (Пробатов, 1935). Однако видовой статус пойманной рыбы у Г.В. Никольского (1956) вызвал сомнения еще в 1956 г., так как размеры пойманного леща были слишком велики для амурского белого леща. В связи с этим Г.В. Никольский предположил, что материал, представленный А.Н. Пробатовым, может быть смешанным (т.е. выборка лещей, представленных в работе А.Н. Пробатова, состояла из рыб двух видов). В р. Амур в пределах России обитают два вида лещей: белый амурский лещ и черный амурский лещ *Megalobrama mantschuricus*. Черный лещ крупнее белого, темп роста его выше (Куликова, 1958). Долгие годы в уловах черного и белого леща не различали, часто не различали и при проведении биоанализа рыб из промысловых уловов. Однако, несмотря на замечание Г.В. Никольского, такое представление о максимальных размерах белого

амурского леща существует до настоящего времени и встречается во всех справочниках по пресноводным видам рыб (Атлас..., 2002; Промысловые рыбы России, 2006; и др.).

Определение максимальных размеров обитающих в р. Амур белых амурских лещей провели с помощью нахождения асимптотической длины и максимальной массы тела рыб по уравнениям роста Бергаланфи (см. табл. 3, 9).

Таблица 9

Предельная масса тела (W_{∞}) самок и самцов белого амурского леща, рассчитанная по уравнению Бергаланфи, г

Table 9

Maximal body weight (W_{∞} , g) for females and males of amur white bream calculated with von Bertalanffy growth equation

Пол	Среднее	Ошибка	R ²	Число наблюдений
Самки	1847,2	4,457	0,928	5494
Самцы	940,9	2,277	0,923	5412

Предельная (асимптотическая L_{∞}) длина самок амурского леща, определенная по уравнению Бергаланфи, равна 45,596 см (см. табл. 3), рассчитанная по методу Форда-Уолфорда — 49,991 см (табл. 7). Таким образом, на основе наших расчетов максимальная длина тела самок амурского белого леща может достигать только до 50 см, а масса тела менее 2 кг (табл. 9).

В архиве ХфТИНРО-центра в базе данных собраны сведения по длине и массе тела амурских белых лещей (14,576 тыс. экз.), пойманных в р. Амур в пределах Хабаровского края и ЕАО за период с 1941 по 2016 г. За все эти годы самая крупная самка амурского белого леща была поймана 07.05.1963 г. в районе пос. Воскресеновка. Она имела длину тела Ad 47 см и массу тела 1,6 кг. В районе пос. Головино (ЕАО) был пойман лещ, имевший длину тела 49 см (пол и масса тела не определены). Таким образом, по нашим и архивным данным как расчетная, так и реальная длина амурского белого леща достигает только до 50 см.

Черный амурский лещ в р. Амур встречается в уловах значительно реже, чем белый. В архиве ХфТИНРО-центра в базе данных собраны сведения по длине и массе тела всего 199 экз. амурского черного леща, пойманных в р. Амур в пределах Хабаровского края и ЕАО за период с 1954 по 2016 г. Максимальные значения длины и массы тела амурского черного леща, пойманных за этот период, составили 78 см и 7,6 кг.

Если белый амурский лещ с длиной тела более 46 см встречается очень редко (5 рыб из выборки более чем в 14 тыс. экз.), то черные амурские лещи с длиной тела 55 см и более не редкость (10 рыб из выборки в 199 экз.). Таким образом, в выборке А.Н. Пробатова (1935) максимальное значение длины тела относилось скорее всего к черному лещу.

Чтобы выяснить, может ли какой-либо из амурских лещей, имея длину тела в 55 см, при этом иметь массу тела 4,1 кг, сравнили зависимость массы от длины тела самок белого и черного амурских лещей (рис. 4).

Белый амурский лещ не может иметь массу тела в 4,1 кг, т.е. почти в 2 раза больше его предельных значений, а длина его тела может достигать только до 50 см. Черный амурский лещ с массой тела, равной 4,1 кг, встречается в р. Амур, однако длина тела его при этом достигает до 58 см. Коэффициент упитанности по Фультону является показателем, связывающим массу тела рыб с длиной. Коэффициент упитанности по Фультону самок черного амурского леща длиной тела 55 см — 2,10, выше, чем мог быть у белого леща такого же размера — 1,96. А коэффициент упитанности леща, пойманного А.Н. Пробатовым (1935) — 2,46, что значительно больше, чем у черного леща. Таким образом, масса тела в 4,1 кг при длине тела рыб в 55 см не подходит и черному амурскому лещу. Возможными причинами несоответствия массы и длины тела у леща, пойманного А.Н. Пробатовым, может быть опечатка наборщика текста статьи, очень большая погрешность весов, использованных для взвешивания рыбы, или очень хорошие условия для весового роста черного амурского леща. Нельзя исключить и возможность того, что в р. Амур встречается еще один вид лещей, имеющий более высокий темп весового роста.

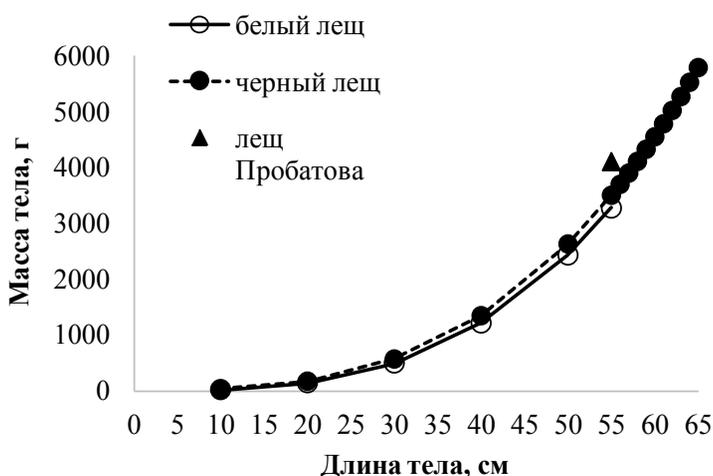


Рис. 4. Графическое изображение изменения массы тела от длины тела белого и черного амурских лещей (отдельно отмечен лещ, пойманный А.Н. Пробатовым)

Fig. 4. Weight-length ratio for amur white bream and amur black bream (a bream sampled by A.N. Probatov is specially marked)

Заклучение

Основными характеристиками роста амурского белого леща являются половой диморфизм в показателях роста, и прежде всего в удельной скорости роста, в результате чего самки живут дольше самцов, а также наличие компенсационного роста, что позволяет особям поддерживать к возрасту полового созревания свои размерно-массовые характеристики на среднем уровне.

Массовое созревание самок приходится на возраст 6 лет, при средней длине тела в 27 см. Самцы созревают раньше самок, в возрасте 5 лет. Промысловая длина амурского белого леща, согласованная с возрастом массового созревания и максимумом биомассы самок, должна быть равной 27 см. Среднее значение минимального условного, или годового, коэффициента естественной смертности самок — 0,249, самцов — 0,320. Рост амурского белого леща в р. Амур характеризуется также тем, что предельная длина тела леща Ad , как полученная на основании расчетов, так и реальная, может достигать только до 50 см, предельная масса тела до 2 кг и предельный возраст до 17 лет. Существующее представление, что в р. Амур амурский белый лещ может достигать длины 55 см и иметь массу тела 4,1 кг, ошибочно.

Для описания роста амурского белого леща был использован материал, собранный более чем за 50-летний период почти во всех участках Амура, где встречается амурский белый лещ (от устья р. Амур до его русла в районе пос. Нижнеленинское, находящегося более чем в 1200 км от устья). Это описание обобщает групповой рост особей амурского белого леща, живущего в разные годы и на разных участках пойменной системы Амура. Таким образом, полученная характеристика группового роста амурского белого леща является его видовой характеристикой в условиях обитания леща в границах р. Амур.

Список литературы

Атлас пресноводных рыб России : моногр. Т. 1 / под ред. Ю.С. Решетникова. — М. : Наука, 2002. — 379 с.

Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран : моногр. — М. ; Л. : АН СССР, 1949. — Ч. 2. — 4-е изд., испр. и доп. — 469–925 с. (Определитель по фауне СССР, изд. ЗИН АН СССР; Вып. 29.)

Васнецов В.В. Опыт анализа роста рыб реки Амура // Тр. Амур. ихтиол. экспедиции 1945–1949 гг. — 1958. — Т. 4. — С. 7–42.

Васнецов В.В. Этапы развития костистых рыб // Очерки по общим вопросам ихтиологии. — М. ; Л. : АН СССР, 1953. — С. 207–217.

- Винберг Г.Г.** Линейные размеры и масса тела животных // Журн. общ. биол. — 1971. — Т. 32, № 6. — С. 714–722.
- Гулин В.В.** Половая дифференциация коэффициентов естественной смертности и соотношение половозрелых самцов и самок в различных возрастных группах промыслового стада рыб // Изв. ГосНИОРХ. — 1969. — Т. 65. — С. 71–88.
- Дгебуадзе Ю.Ю.** Экологические закономерности изменчивости роста рыб : моногр. — М. : Наука, 2001. — 276 с.
- Дмитриева Е.Н.** Белый амурский лещ (*Parabramis pekinensis* (Basilewsky)) как объект акклиматизации // Тр. Ин-та морфологии животных АН СССР. — 1951. — Вып. 5. — С. 33–47.
- Замахаяев Д.Ф.** К вопросу о влиянии роста первых лет жизни рыбы на последующий ее рост // Тр. ВНИРО. — 1964. — Т. 50. — С. 109–141.
- Земская К.А.** Методика изучения биологических свойств популяций рыб и их изменений // Тр. ВНИРО. — 1964. — Т. 50. — С. 39–44.
- Зыков Л.А.** Биоэкологические и рыбохозяйственные аспекты теории естественной смертности рыб : моногр. — Астрахань : Издат. дом «Астраханский университет», 2005. — 376 с.
- Кирпичников В.С.** Генетика и селекция рыб : моногр. — Л. : Наука, 1987. — 520 с.
- Константинов А.С.** Вес животных как функция их линейных размеров // Журн. общ. биол. — 1969. — Т. 30, вып. 3. — С. 265–272.
- Кудерский Л.А.** Кульминация ихтиомассы возрастных групп у промысловых рыб внутренних водоемов и стратегия рыболовства // Рыб. хоз-во. — 1983. — № 7. — С. 41–43.
- Куликова Н.П.** Возрастной состав и темп роста амурских лещей — *Parabramis pekinensis* (Basilewsky) и *Magalobrama terminalis* (Richardson) // Тр. Амур. ихтиол. экспедиции 1945–1949 гг. — 1958. — Т. 4. — С. 133–140.
- Макеева А.П., Попова Г.В., Потапова Т.Л.** Созревание и размножение некоторых промысловых пелагофильных рыб Амура // Вопр. ихтиол. — 1965. — Т. 5, вып. 1(34). — С. 97–110.
- Мина М.В., Клевезаль Г.А.** Рост животных : моногр. — М. : Наука, 1976. — 291 с.
- Никольский Г.В.** Рыбы бассейна Амура : моногр. — М. : АН СССР, 1956. — 551 с.
- Никольский Г.В.** Теория динамики стада рыб : моногр. — М. : Наука, 1974. — 447 с.
- Правдин И.Ф.** Руководство по изучению рыб : моногр. — М. : Пищ. пром-сть, 1966. — 376 с.
- Пробатов А.Н.** О частичковых рыбах Амура // Изв. Пермск. Биол. науч.-исслед. ин-та. — 1935. — Т. 10, вып. 1–2. — С. 53–64.
- Промысловые рыбы России** : моногр. / О.Ф. Гриценко, А.Н. Котляр, Б.Н. Котенев. — М. : ВНИРО, 2006. — Т. 1. — 656 с.
- Семенченко Н.Н.** Гидрологический режим р. Амур и численность промысловых пресноводных рыб // Современное состояние водных биоресурсов : мат-лы науч. конф., посвящ. 70-летию С.М. Коновалова. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2008. — С. 246–250.
- Семенченко Н.Н., Островская Е.В.** Характер нереста и плодовитость амурского белого леща *Parabramis pekinensis* р. Амур. // Изв. ТИНРО. — 2010. — Т. 162. — С. 166–178.
- Симонова Н.А.** Материалы по возрастному составу уловов, росту и темпу полового созревания толстолоба, желтощека, верхогляда, белого леща, змеоголова, коня пестрого и конягубаря : отчет АоТИНРО / ХфТИНРО. № 31а. — Хабаровск, 1960. — 146 с.
- Тюрин П.В.** Биологические обоснования регулирования рыболовства на внутренних водоемах: методическое руководство по изучению рыбных запасов для постоянных ихтиологических наблюдательных пунктов. — М. : Пищепромиздат, 1963. — 118 с.
- Тюрин П.В.** «Нормальные» кривые переживания и типов естественной смертности как теоретическая основа регулирования рыболовства // Изв. ГосНИОРХ. — 1972. — Т. 71. — С. 71–128.
- Чугунова Н.И.** Руководство по изучению возраста и роста рыб (методическое пособие по ихтиологии). — М. : АН СССР, 1959. — 164 с.
- Шатуновский М.И.** Экологические закономерности обмена веществ морских рыб : моногр. — М. : Наука, 1980. — 288 с.
- Шмальгаузен И.И.** Определение основных понятий и методика исследования роста // Рост животных. — М. ; Л. : Биомедгиз, 1935. — С. 8–60.
- Lea E.** On the methods used in herring investigations // Publ. circonst. Conseil perman. Internat. Eplorat. Mer. — 1910. — № 53. — P. 7–174.
- Semenchenko N.** Biological indexes of white Amur bream *Parabramis pekinensis* Basilewsky, 1855 in the Amur // Proc. of the 6th Intern. Symp. on ecology and fishery biodiversity in a large rivers of Northeast Asia and Western North America. — Harbin : Heilongjiang Science and Technology Press Harbin, China, 2006. — P. 190–195.

Поступила в редакцию 12.12.17 г.

Принята в печать 26.02.18 г.