

В. И. БЕЛЯЕВ

## ЗАВИСИМОСТЬ ИЗМЕНЧИВОСТИ И РОСТА ЛИЧИНОК КАРПА ОТ ИХ ЧИСЛЕННОСТИ

При выращивании посадочного материала для прудовых хозяйств необходимо постоянно повышать выход продукции с единицы площади выростных прудов при условии достижения всеми сеголетками среднего стандартного веса к концу вегетационного периода. Достичь этого можно в первую очередь за счет повышения жизнестойкости личинок. При этом очень важен выбор критерия для определения степени жизнестойкости.

В. И. Владимиров (1974) считает, что вариабельность размеров рыб в популяции, особенно на ранних стадиях развития, в той или иной мере отражает их жизнеспособность: чем ниже вариабельность длины и веса тела личинок и молоди, тем выше их жизнеспособность. Поскольку изменчивость отражает реакцию популяций рыб на условия существования, то при сравнительно сходных условиях среды рост и вариабельность размеров молоди могут определяться численностью популяций (плотностью посадки), что и было отмечено (Мовчан, 1948; Кряжева, 1966; Поляков, 1975, и др.). Результаты исследований (Добринская, Беляев, 1975, 1976), проведенных нами в 1974 г. в Билейском рыбопитомнике, свидетельствуют о том, что окончательная численность молоди карпа в конце вегетационного периода, а также рост и характер изменчивости размеров тела рыб взаимосвязаны с генетической структурой прудовых популяций. В 1975 г. нами были проведены исследования по оценке роста и изменчивости личинок карпа в нерестовых прудах с момента выклева из икры до пересадки в выростные пруды в зависимости от их происхождения и численности в этот период.

Исходными формами послужили местные (чешуйчатые и зеркальные) и орловские (чешуйчатые) карпы, завезенные в 1969 г. из Макеевского рыбопитомника Орловской области. При формировании гнезд в нерестовые пруды высаживали по две самки и пять самцов одной из трех исходных групп, лишь в

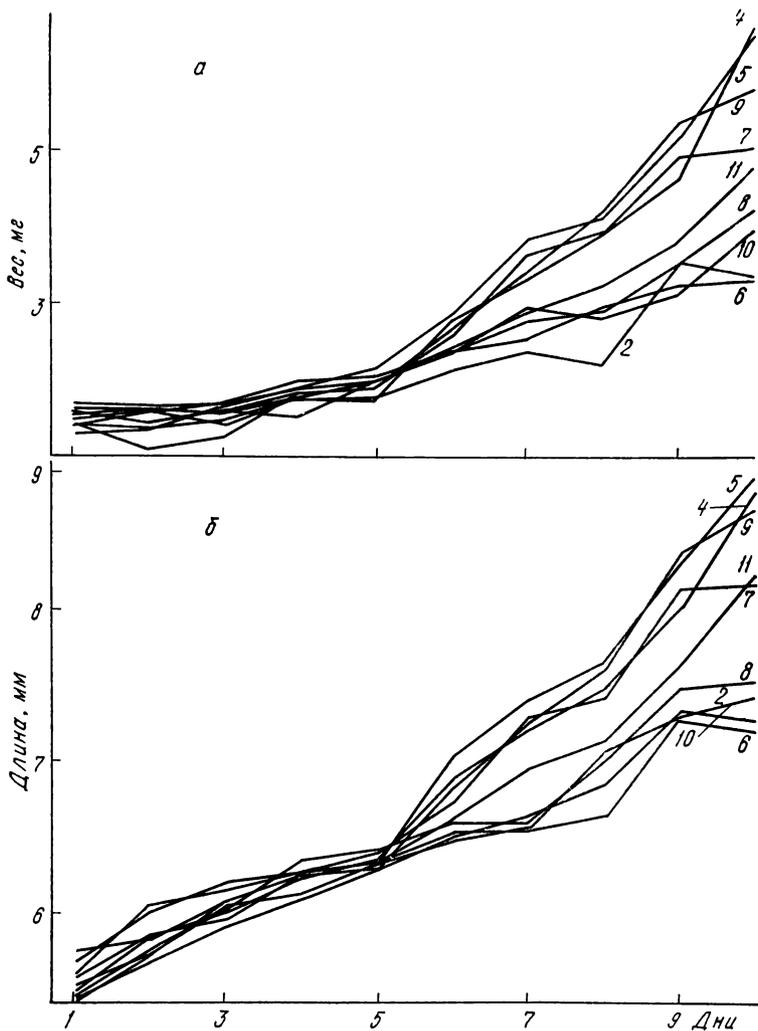


Рис. 1. Весовой (а) и линейный (б) рост личинок карпа в нерестовых прудах (2, 4—11) в первые 10 дней после выклева из икры.

нерестовый пруд (Н-10) к двум зеркальным самкам посадили двух зеркальных и трех чешуйчатых местных самцов. Всего под наблюдением находилось девять нерестовых прудов, расположенных в один ряд вдоль магистрального канала и в периоды инкубации икры и подрастания личинок имевших приблизительно одинаковые площади поверхности воды (700—750 м<sup>2</sup>). Нерест производителей прошел одновременно во всех прудах: начался во второй половине дня 2 июня при температуре воды

## Показатели роста личинок карпа в нерестовых прудах

Пруд	Длина		Вес		ПВТ		
	$M \pm m, \text{ мм}$	$C_V \pm m, \%$	$M \pm m, \text{ мг}$	$\sigma$	$C_V \pm m, \%$	$M \pm m, \text{ мг/мм}^3$	$\sigma$
Первая проба, 7 июня 1975 г.							
Н-2	$5,57 \pm 0,03$	$2,83 \pm 0,37$	$1,47 \pm 0,02$	$0,13$	$8,95 \pm 1,16$	$8,56 \pm 0,16$	$0,89$
Н-4	$5,48 \pm 0,03$	$3,13 \pm 0,40$	$1,42 \pm 0,03$	$0,15$	$10,84 \pm 1,40$	$8,63 \pm 0,15$	$0,80$
Н-5	$5,48 \pm 0,04$	$4,21 \pm 0,54$	$1,40 \pm 0,03$	$0,14$	$10,18 \pm 1,31$	$8,56 \pm 0,20$	$1,10$
Н-6	$5,40 \pm 0,02$	$2,32 \pm 0,30$	$1,28 \pm 0,02$	$0,10$	$8,00 \pm 1,03$	$8,11 \pm 0,14$	$0,74$
Н-7	$5,65 \pm 0,03$	$3,12 \pm 0,40$	$1,51 \pm 0,03$	$0,14$	$9,46 \pm 1,22$	$8,39 \pm 0,14$	$0,75$
Н-8	$5,43 \pm 0,03$	$3,10 \pm 0,41$	$1,49 \pm 0,02$	$0,13$	$8,97 \pm 1,16$	$9,33 \pm 0,20$	$1,09$
Н-9	$5,73 \pm 0,02$	$2,27 \pm 0,29$	$1,59 \pm 0,02$	$0,13$	$8,09 \pm 1,04$	$8,43 \pm 0,15$	$0,80$
Н-10	$5,42 \pm 0,02$	$2,40 \pm 0,31$	$1,56 \pm 0,03$	$0,16$	$10,01 \pm 1,29$	$9,81 \pm 0,19$	$1,03$
Н-11	$5,59 \pm 0,02$	$2,39 \pm 0,31$	$1,67 \pm 0,02$	$0,13$	$7,64 \pm 0,99$	$9,59 \pm 0,18$	$0,98$
Пятая проба, 11 июня 1975 г.							
Н-2	$6,32 \pm 0,06$	$4,91 \pm 0,63$	$1,76 \pm 0,05$	$0,26$	$14,89 \pm 1,92$	$7,00 \pm 0,19$	$1,02$
Н-4	$6,35 \pm 0,05$	$4,30 \pm 0,55$	$1,72 \pm 0,06$	$0,35$	$20,66 \pm 2,67$	$6,65 \pm 0,16$	$0,86$
Н-5	$6,32 \pm 0,06$	$5,55 \pm 0,72$	$2,14 \pm 0,08$	$0,43$	$20,03 \pm 2,59$	$8,40 \pm 0,16$	$0,86$
Н-6	$6,40 \pm 0,05$	$4,04 \pm 0,52$	$1,93 \pm 0,04$	$0,24$	$12,60 \pm 1,63$	$7,36 \pm 0,11$	$0,58$
Н-7	$6,38 \pm 0,05$	$4,37 \pm 0,56$	$1,89 \pm 0,06$	$0,31$	$16,40 \pm 2,12$	$7,23 \pm 0,13$	$0,70$
Н-8	$6,41 \pm 0,04$	$3,60 \pm 0,46$	$1,96 \pm 0,04$	$0,25$	$12,64 \pm 1,63$	$7,42 \pm 0,16$	$0,85$
Н-9	$6,26 \pm 0,05$	$4,64 \pm 0,60$	$1,89 \pm 0,07$	$0,40$	$21,32 \pm 2,75$	$7,58 \pm 0,14$	$0,77$
Н-10	$6,25 \pm 0,04$	$3,42 \pm 0,44$	$1,95 \pm 0,04$	$0,19$	$9,97 \pm 1,29$	$7,86 \pm 0,15$	$0,80$
Н-11	$6,32 \pm 0,05$	$4,41 \pm 0,57$	$2,06 \pm 0,06$	$0,34$	$16,32 \pm 2,11$	$8,11 \pm 0,14$	$0,76$
Десятая проба, 16 июня 1975 г.							
Н-2	$7,40 \pm 0,11$	$7,98 \pm 1,03$	$3,35 \pm 0,16$	$0,87$	$25,98 \pm 3,35$	$8,20 \pm 0,26$	$1,42$
Н-4	$8,75 \pm 0,09$	$5,62 \pm 0,73$	$6,70 \pm 0,21$	$1,18$	$17,55 \pm 2,26$	$9,59 \pm 0,26$	$1,44$
Н-5	$8,84 \pm 0,12$	$7,33 \pm 0,95$	$6,63 \pm 0,27$	$1,46$	$22,08 \pm 2,85$	$9,47 \pm 0,11$	$0,58$
Н-6	$7,16 \pm 0,08$	$6,00 \pm 0,77$	$3,32 \pm 0,11$	$0,59$	$17,74 \pm 2,29$	$9,04 \pm 0,22$	$1,23$
Н-7	$8,14 \pm 0,14$	$9,43 \pm 1,22$	$5,08 \pm 0,27$	$1,46$	$28,63 \pm 3,70$	$9,21 \pm 0,07$	$0,37$
Н-8	$7,49 \pm 0,08$	$5,94 \pm 0,77$	$4,23 \pm 0,13$	$0,71$	$16,90 \pm 2,18$	$10,02 \pm 0,18$	$0,97$
Н-9	$8,64 \pm 0,12$	$7,66 \pm 0,99$	$5,84 \pm 0,23$	$1,26$	$21,60 \pm 2,78$	$8,95 \pm 0,17$	$0,92$
Н-10	$7,24 \pm 0,09$	$6,63 \pm 0,86$	$3,95 \pm 0,13$	$0,71$	$18,08 \pm 2,33$	$10,33 \pm 0,16$	$0,88$
Н-11	$8,20 \pm 0,12$	$7,90 \pm 1,02$	$4,79 \pm 0,26$	$1,41$	$29,47 \pm 3,80$	$8,44 \pm 0,18$	$0,96$

Средний уровень изменчивости ( $\bar{C}_V$ ) длины, веса и приведенного веса тела с момента их

Пруд	Длина		Вес	
	$C_V \pm m$	Пределы колебаний	$C_V \pm m$	Пределы колебаний
Н-7	$5,80 \pm 0,25$	3,12—10,41	$18,24 \pm 0,78$	9,46—28,63
Н-2	$4,77 \pm 0,21$	2,54—7,98	$16,52 \pm 0,70$	8,95—25,98
Н-4	$4,33 \pm 0,18$	2,02—5,84	$14,86 \pm 0,63$	6,96—20,66
Н-11	$5,09 \pm 0,22$	2,39—7,90	$16,665 \pm 0,73$	7,64—29,47
Н-9	$5,77 \pm 0,26$	2,27—9,30	$17,17 \pm 0,75$	8,09—25,56
Н-5	$5,375 \pm 0,22$	3,05—7,33	$15,75 \pm 0,66$	10,18—22,08
Н-8	$4,01 \pm 0,17$	2,69—6,65	$12,50 \pm 0,53$	8,44—16,90
Н-6	$3,815 \pm 0,16$	2,10—6,00	$12,06 \pm 0,51$	8,00—17,74
Н-10	$3,895 \pm 0,17$	1,88—6,63	$12,48 \pm 0,53$	7,19—18,08

21,5° и окончился вечером 3 июня. Первые пробы личинок по 30 шт. взяты 7 июня (в первый день выклева), последующие брали ежедневно до спуска нерестовых прудов, просчета и пересадки подросших личинок в выростные пруды.

Длину личинок измеряли под микроскопом МБС-1 от конца рыла до характерного у личинок этого вида карповых рыб пигментного пятна в основании хвостовой складки; взвешивали на торсионных весах. Точность измерения длины тела 0,1 мм, веса 0,1 мг. Вычисляли средние значения длины, веса, приведенного веса тела (ПВТ) (Поляков, 1959), коэффициенты вариации этих показателей, а также среднесуточную температуру воды и сумму тепла за весь период наблюдений. Достоверность различий определялась по критерию Стьюдента. Анализ наблюдений за ростом личинок дается за первые десять дней их жизни (рис. 1).

В пробах первого дня наблюдений длина и вес личинок во всех прудах оказались разными (табл. 1). Как между крайними значениями длины личинок из прудов Н-9 и Н-6 и веса — из прудов Н-11 и Н-6, так и между средними значениями (Н-2 — длины и веса) и крайними (Н-9 и Н-6 — длины; Н-6 и Н-11 — веса) этих показателей наблюдались достоверные различия ( $t > 3$ ). Во второй и последующие дни отмечалось неуклонное увеличение длины тела личинок во всех прудах, а вес тела изменялся несколько по-иному. В прудах Н-5, Н-6, Н-7, Н-8, Н-9 средний вес тела личинок, по отношению к пробам

Таблица 2

популяций личинок карпа в нерестовых прудах за первые 10 дней наблюдений выклева из икры, %

ПВТ		Производители	Выход, тыс. шт.	b	Δb
$C_V \pm t$	Пределы колебаний				
9,30 ± 0,39	4,02—12,61	Чешуйчатые местные	145,502	3,3871	0,06979
11,89 ± 0,50	7,60—17,28	То же	247,520	3,4400	0,10004
10,02 ± 0,43	5,24—15,03	Чешуйчатые орловские	291,070	3,8966	0,067107
9,66 ± 0,40	8,00—11,65	Чешуйчатые местные	355,420	3,1704	0,028115
9,00 ± 0,37	7,16—10,66	Зеркальные местные	158,795	3,3399	0,048141
10,10 ± 0,42	6,13—13,56	То же	214,400	3,3732	0,024998
10,14 ± 0,42	8,52—11,93	»	240,110	4,0078	0,0311785
9,41 ± 0,39	7,15—13,65	»	512,525	3,6817	0,018032
8,85 ± 0,36	6,67—10,53	Зеркальные и чешуйчатые местные	530,075	4,0718	0,048055

первого дня, на второй день увеличился, в прудах Н-2, Н-4, Н-10 и Н-11 — снизился, а увеличился лишь на третий. Соотнеся сроки начала прироста веса тела в разных прудах со средними размерами личинок в первый день наблюдений, можно отметить, что увеличение среднего веса тела на второй день произошло в прудах с более прогонистыми в первый день личинками, а на третий день — в прудах с личинками, имевшими в первый день больший вес.

На пятый день (см. табл. 1) личинки во всех прудах не различались по средней длине тела (например, между крайними значениями этого показателя в прудах Н-8 и Н-10  $t=2,69$ ) и в семи прудах — по весу ( $t \ll 3$ ). Отставание в весовом росте отмечалось в прудах с личинками от чешуйчатых местных (Н-2) и орловских (Н-4) производителей. С шестого дня по десятый в прудах Н-4, Н-5, Н-7 и Н-9 наблюдался лучший рост личинок (см. рис. 1), чем в прудах Н-2, Н-6, Н-8, и Н-10. На десятый день хорошо подросли личинки из прудов Н-4, Н-5, Н-7 и Н-9; из них в первый день взятия проб в прудах Н-4 и Н-5 они были мелкими, а в водоемах Н-7 и Н-9 — крупными; плохо подросли личинки из прудов Н-2, Н-6, Н-8 и Н-10 (в первый день в прудах Н-6, Н-8 и Н-10 они были мелкими, в Н-2 — крупными). Просчет личинок при спуске прудов показал, что их окончательная численность колебалась от 145,5 до 355,4 тыс. шт. для чешуйчатых и от 158,8 до 530 тыс. шт. — для зеркальных (табл. 2).

Согласно представлениям Н. В. Лебедева (1959, 1967), молодь из мелкой икры растет медленнее, а из крупной — быстрее, и эти различия при одинаковых условиях питания с ростом все больше увеличиваются или же сохраняются (Владимиров, 1974). О наличии и трудности устранения «стартовых» различий посадочного материала свидетельствуют данные и других авторов (Wunder, 1954; Schäperclaus, 1958). Не отрицая влияния разнокачественности отложенной икры на дальнейший рост выклюнувшейся из нее молоди, на основании имеющихся материалов можно утверждать, что кроме разнокачественности икры (крупной и мелкой) значительное влияние на рост личинок оказывает их численность в нерестовых прудах, особенно в период после перехода основной массы личинок на внешнее питание. Как видно из наших данных, такой переход осуществился на шестой день после выклева личинок из икры. Первые четыре дня во всех прудах личинки росли по-разному. В прудах, где в первый день приведенный вес тела был ниже, увеличение среднего веса наблюдалось уже на второй день. Вероятно, часть личинок с минимальным количеством резервных веществ перешла на внешнее питание. В тех прудах, где ПВТ в первый день был выше, прирост веса отмечен только с третьего дня. Разнокачественность икры и, следовательно, молоди внутри популяций в процессе роста компенсировалась разными сроками перехода мелких и крупных личинок на внешнее питание. Несмотря на значительное расхождение в размере личинок в первый день, на пятый в среднем по всем прудам личинки не различались по длине и весу тела. С шестого по десятый дни рост регулировался численностью и, как показывают наблюдения, хороший рост отмечался у личинок из прудов с более низкой, а плохой — с более высокой окончательной численностью.

С момента выклева из икры в каждом пруду наблюдалось увеличение варибельности длины и веса тела. Если в первой пробе изменчивость по длине тела личинок варьировала от  $2,27 \pm 0,29$  (Н-9) до  $4,21 \pm 0,54$  % (Н-5), по весу от  $7,64 \pm 0,99$  (Н-11) до  $10,84 \pm 1,40$  % (Н-4), то на десятый день — в пределах от  $5,62 \pm 0,73$  (Н-4) до  $9,43 \pm 1,22$  % (Н-7) по длине и от  $16,90 \pm 2,18$  (Н-8) до  $29,47 \pm 3,80$  % (Н-11) по весу (см. табл. 1). При определении среднего уровня изменчивости показателей роста коэффициенты вариации длины и веса тела личинок, вычисленные в отдельных популяциях по каждому из десяти дней наблюдений, были объединены нами методом разностей (Смирнов и др., 1972). Полученные данные позволили выявить взаимосвязь между варибельностью размеров тела личинок и численностью их в прудах (см. табл. 2). Например, в пруду Н-7 при окончательной численности личинок 145,5 тыс. шт. средний уровень изменчивости длины составил  $5,80 \pm 0,25$  %, веса тела —  $18,24 \pm 0,78$  %; в пруду Н-10 соответственно 530,1 тыс.

шт.,  $3,895 \pm 0,17\%$  и  $12,48 \pm 0,53\%$  (между прудами Н-7 и Н-10  $t=6,30$  по длине и  $t=6,11$  по весу тела). Наиболее четко зависимость среднего уровня изменчивости показателей роста от численности проявилась у личинок от зеркальных производителей (см. табл. 2, пруды Н-5, Н-6, Н-8 и Н-9), в меньшей степени — у личинок от чешуйчатых (пруды Н-2, Н-7 и Н-11).

Для аппроксимации относительных изменений между длиной и весом тела у рыб в процессе их роста многие авторы (Зотина, Зотин, 1967; Кудринская, 1973; Шелухина, 1973, и др.) используют уравнение  $P=al^b$ , которое при  $3 > b > 3$  известно под названием аллометрического (Ищенко, 1967; Смирнов и др., 1972). На основании вычисленных нами методом наименьших квадратов коэффициентов  $b$  можно заключить, что у личинок карпа с первого по десятый дни жизни отмечается аллометрическая зависимость между длиной и весом тела (см. табл. 2). Сравнение коэффициентов  $b$  с окончательной численностью личинок в прудах и средним уровнем изменчивости длины и веса тела указывает на наличие взаимосвязи: увеличение аллометрического экспонента с ростом численности личинок в прудах сопровождается снижением среднего уровня изменчивости длины и веса. Следует отметить, что в прудах с личинками от чешуйчатых (Н-11) и зеркальных (Н-8) производителей наблюдалось отклонение от этой взаимосвязи.

Графическое изображение соотносительного увеличения длины и веса тела личинок в первые 10 дней их жизни по средним значениям показателей роста за каждый день наблюдений дано на рис. 2. В прудах с личинками от производителей с разным типом чешуйного покрова, но со сравнительно одинаковой окончательной численностью (Н-7, Н-9), а также в прудах с личинками от сходных по чешуйному покрову производителей, но разной окончательной численностью (Н-8, Н-10) наблюдалось качественное различие в росте. Эмпирические линии регрессии длина — вес у популяций, имевших меньшую окончательную численность, оказались более ровными.

В первые дни прирост веса на единицу длины тела был минимальным (даже отрицательным), в последующем он

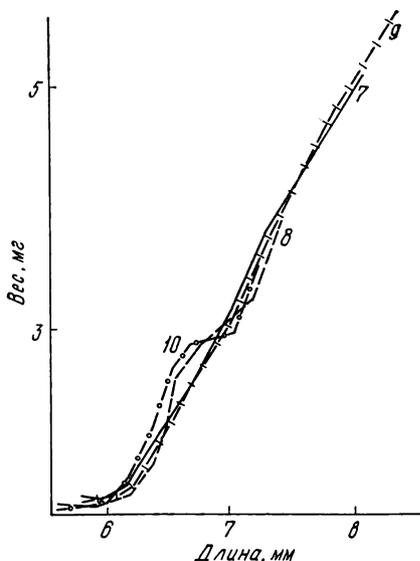


Рис. 2. Соотносительный рост длины и веса тела личинок карпа в нерестовых прудах (7—10).

значительно увеличился, а к концу наблюдений отмечалось его снижение. Проследивая рост личинок от зеркальных производителей (см. рис. 2, пруды Н-8, Н-9 и Н-10), можно отметить, что при более высокой окончательной численности в момент спуска прудов на линиях регрессии, отражающих соотносительные изменения показателей роста личинок в прудах Н-9 и Н-10, образование перегиба происходило раньше или он был выражен несколько резче (Н-8 и Н-10). При одинаковой окончательной численности (Н-7 и Н-9) у личинок от чешуйчатых производителей перегиб происходил при меньшей, чем у личинок от зеркальных, длине тела. Наблюдается сходство соотносительного роста личинок в прудах Н-8 и Н-10, хотя их окончательная численность сильно различалась. Следует отметить, что пруд Н-8 был подготовлен к облову за трое суток до его начала: вся масса личинок находилась в центральной сборной канаве. В таких условиях гибель значительной их части была вполне вероятна.

Таким образом, величина коэффициента  $b$  уравнения регрессии длина — вес взаимосвязана с особенностями соотносительного изменения этих показателей роста у личинок в разных прудах, причем характер соотносительного роста определяется численностью личинок в популяциях. На примере изучения показателей роста личинок из прудов Н-7 и Н-9 видно, что характер соотносительного увеличения длины и веса тела связан также с принадлежностью личинок к определенной генетической группе (Кирпичников, Головинская, 1966) и при сравнительно одинаковом росте за один и тот же период времени может качественно различаться.

## Выводы

1. Расхождения по размерам и весу тела личинок после выклева в разных нерестовых прудах сглаживаются к моменту перехода основной их массы на внешнее питание. С этого момента рост личинок регулируется их численностью.

2. При общем увеличении изменчивости длины и веса тела наименьшая за обследованный период изменчивость показателей роста отмечена в более многочисленных популяциях.

3. Динамика длины и веса тела у растущих личинок определяется их численностью и, вероятно, исходной генетической структурой популяций.

## ЛИТЕРАТУРА

Владимиров В. И. Вариабельность размеров рыб на ранних этапах жизни и выживаемость.— Разнокачественность раннего онтогенеза у рыб. Киев, «Наукова думка», 1974.

Добринская Л. А., Беляев В. И. О популяционной регуляции роста молоди карпа.— Информ. материалы Ин-та экологии растений и животных УНЦ АН СССР. Свердловск, 1975.

Добринская Л. А., Беляев В. И. Изучение скорости роста молоди карпа.— Современные проблемы зоологии и совершенствование методики ее преподавания в вузе и школе. Пермь, «Звезда», 1976.

Зотина Р. С., Зотин А. И. Количественные соотношения между весом, длиной, возрастом, размером яиц и плодовитостью у животных.— Ж. общ. биологии, 1967, т. 28, № 1.

Ищенко В. Г. Внутрипопуляционная изменчивость аллометрических показателей у водяной полевки.— Экологические основы адаптации животных. М., «Наука», 1967.

Кирпичников В. С., Головинская К. А. Характеристика производителей основных породных групп карпа, разводимых в СССР.— Изв. ГосНИОРХ, 1966, т. 61.

Кряжева К. В. Влияние плотности посадки на рост, изменчивость и выживаемость молоди гибридных карпов.— Там же.

Кудринская О. И. Соотношение между весом и длиной личинок некоторых видов рыб.— Гидробиол. ж., 1973, т. 9, № 1.

Лебедев В. Н. К вопросу о неопределенной изменчивости у рыб.— Труды конференции, посвященной 40-летию Великой Октябрьской социалистической революции, № 1. М., Изд-во АН СССР, 1959.

Лебедев В. Н. Элементарные популяции рыб. М., «Пищевая промышленность», 1967.

Мовчан В. А. Экологические основы интенсификации роста карпа (*Cyprinus carpio* L.). Киев, Изд-во АН УССР, 1948.

Поляков Г. Д. Взаимосвязь линейного роста, увеличения веса, накопления веществ и энергии в теле сеголетков карпа, выращенного в различных условиях.— Биологические основы рыбного хозяйства. Томск, Изд-во Томского гос. ун-та, 1959.

Поляков Г. Д. Экологические закономерности популяционной изменчивости рыб. М., «Наука», 1975.

Смирнов В. С., Божко А. М., Рыжков Л. П., Добринская Л. А. Применение метода морфофизиологических индикаторов в экологии рыб.— Труды СевНИОРХ, т. 7. Петрозаводск, «Карелия», 1972.

Шелухина А. Я. О соотношении между весом и линейными размерами тела у судака *Lucioperca lucioperca*.— Физиологическая и популяционная экология животных, вып. 1 (3). Саратов, 1973 (Саратовский гос. ун-т).

Schäperclaus W. Stand der Leistungsprüfungsverfahren in der karpfentechwirtschaft. — Dtsch Fischerei Ztg., 1958, Bd 5, H. 2.

Wunder W. Ein Leistungsprüfungsversuch mit verschiedenen karpfenstammen aus der Oberpfalz, durchgeführt im Aischgrund im Jahr 1950.— Arch. Hydrobiol., 1954, Bd 48.