

УДК 597.6 : 591.131

НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЛИНЕЙНОГО И ВЕСОВОГО РОСТА АМФИБИЙ

Н.П. Гоголева

Методом мечения и повторного отлова изучены закономерности линейного и носового роста жерлянки краснобрюхой и лягушки остромордой в условиях лесостепной зоны. Определены удельная скорость роста и средний суточный прирост с апреля по октябрь. Подтверждены данные, полученные для разных видов амфибий, о более быстром росте молодых (годовиков), о наличии сезонных ритмов роста, о влиянии абиотических факторов на темпы роста. Приводятся данные о росте сеголеток.

Скорость роста — одна из важнейших экологических характеристик животных. Размеры тела особей в популяции влияют на их взаимоотношения со средой, в частности на такие характеристики, как вид пищи, выбор подходящего убежища, репродуктивные особенности, активность, энергетический баланс, выживаемость. Анализ роста помогает понять внутривидовые процессы (Clarke, 1974). Отсюда понятен постоянный интерес многих исследователей к вопросам роста позвоночных,

Наиболее полно эта проблема рассматривается в фундаментальных работах И. И. Шмальгаузена (1935) и обзорах Г.А. Клевезаль (1973), М.В. Миной и Г.А. Клевезаль (1976). Большое число исследований посвящено вопросам роста амфибий. Так, имеются литературные данные о большей скорости роста молодых (годовиков) по сравнению с особями других возрастных групп (Боркин, Тихенко, 1979; Бобылев, 1980; Raney, 1941, 1947; Ryan, 1953; Clarke, 1974), о сезонных ритмах роста земноводных (Шалдыбин, 1974; Flindt, Hemmer, 1970; Sin, 1972). Однако степень изученности особенностей роста у различных видов амфибий неодинакова, в частности о росте краснобрюхой жерлянки (*Bombina bombina* L.) из известных нам работ речь идет лишь в одной (Шалдыбин, 1975). Поэтому мы попытались выявить некоторые закономерности линейного и весового роста этого вида в условиях юга лесостепной зоны. Одновременно вели наблюдения за остромордой лягушкой (*Rana arvalis* Nills.).

Исследования проводились в различных районах Белгородской области с 1980 по 1982 гг. Было отловлено 3632 особи краснобрюхой жерлянки и 1661 — остромордой лягушки. Первых отлавливали в естественных и искусственных (отстойники сахарного завода) водоемах, вторых — на пойменном лугу в среднем течении Северного Донца через определенные промежутки времени (один месяц), проводили мечение, определяли длину и вес.

Разделение на возрастные классы проводили по линейным размерам: выборки, собранные до июля, четко подразделялись на две размерные группы «молодые» и «взрослые»; в июле эти группы сливаются, и выборка в июле — октябре подразделяется на сеголеток и взрослых, которые включают и неполовозрелых, но достигших размеров взрослых.

Так как жерлянки относительно оседлы, количество особей, отлавливаемых повторно по месяцам, велико. Поэтому для них оказалось возможным определить средний суточный прирост ($\Delta L/\Delta t \cdot 100\%$) и удельную скорость роста ($C = (\lg L_2 - \lg L_1) / (t_2 - t_1) \cdot 0,4343$: Шмальгаузен, 1935) по месяцам отдельно для разных возрастных классов. Для удобства анализа второй показатель увеличивали в 1000 раз.

Остромордые лягушки в течение активного периода повторно не разу не были пойманы. Поэтому о закономерностях их роста мы судили по изменениям средних длины и веса тела.

Рост жерлянок в естественных водоемах. При сравнении роста «молодых» и «взрослых» (табл. I) видно, что темпы роста молодых выше, причем максимальные

различия отмечены в мае. Аналогичные данные получены Л. Я. Боркиным и П.Д. Тихенко (1979) при изучении роста прудовой лягушки в условиях Ленинградской области. Для объяснения этого явления авторы ссылаются на работу Лиллиуайта (Lillywhite, 1973), который считает, что более быстрый рост «молодых» имеет адаптивное значение, так как позволяет быстрее достичь половой зрелости. Кроме того, более крупные размеры тела животных позволяют расширить кормовую базу за

Таблица 1

Данные линейного прироста жерлянок (1980 г.)

Показатели	Относительный прирост ($\Delta L/\Delta L_1 \cdot 100\%$)			
	за две недели (13.V – 1.VI)		за два месяца (13.V – 13.VII)	
	молодые	взрослые	молодые	взрослые
n	38	7	50	22
M \pm m	10.79 \pm 1.44	2.57 \pm 1.56	25.92 \pm 2.05	8.99 \pm 1.72
lim	(0.0-28.0)	(0.0-11.1)	(21.0-66.7)	(0.0-29.3)
σ	8.91	4.14	14.52	8.08
C \pm m _c	82.6 \pm 9.5	161.2 \pm 3.7	56.0 \pm 5.6	89.9 \pm 6.6
Показатели	Относительный прирост ($\Delta L/\Delta t \cdot 100\%$)			
	за две недели		за два месяца	
	молодые	взрослые	молодые	взрослые
n	38	7	50	21
M \pm m	17.29 \pm 2.18	6.98 \pm 4.38	11.70 \pm 0.79	6.56 \pm 1.19
lim	(0-75.0)	(0-31.25)	(1.64-26.23)	(0-19.67)
σ	13.44	11.60	5.59	5.46
C \pm m _c	77.7 \pm 8.9	166.2 \pm 44.4	47.8 \pm 4.8	83.2 \pm 12.8

счет более крупной добычи, а интенсивный рост «молодых» обеспечивает быстрое прохождение через стадию с наибольшей смертностью (Clarke, 1974) и, следовательно, повышает среднюю выживаемость популяции. Аналогичные данные получены нами для краснобрюхой жерлянки в условиях лесостепной зоны.

Из рис. 1 видно, что удельная скорость роста и средний суточный прирост «взрослых» по месяцам в течение двух лет (1981 — 1982 гг.) неодинаковы. Отмечается общая тенденция повышения скорости линейного роста от апреля к июлю с максимумом в первой половине июля, а затем постепенное замедление темпов роста и минимальный линейный рост перед уходом на зимовку. Уменьшение роста в длину перед зимовкой (Шалдыбин, 1974) сопровождается несколько большим увеличением веса, что связано с подготовкой к зимовке. Такой же результат получен и при анализе индивидуального роста особей, которых отлавливали с апреля по октябрь (рис. 2): максимум прироста у всех приходится на первую половину июля.

Сравнение коэффициентов вариации средней длины тела показывает, что от апреля к июлю он понижается (от 7,48 \pm 0,79 до 4,18 \pm 0,93). Это обусловлено более быстрым ростом самых молодых в группе «взрослых». После периода размножения скорости роста примерно одинаковы.

У «молодых» коэффициент вариации средней длины тела, среднего суточного прироста и удельной скорости роста во все сезоны ниже. Это дает основание предполагать, что рост в группе «молодых» в отличие от «взрослых» происходит более или менее равномерно.

Прирост «молодых» по месяцам в разные годы неодинаков, причем у всех особей пик приходится на первую половину июля (рис. 3). В целом молодые растут очень быстро с мая до середины июля.

Большое влияние на темпы роста оказывает температурный фактор (см. рис. 1). Если в 1981 г. различия в темпах роста по месяцам выражены четко, то в следующем году они были статистически недостоверны и немного ниже. Это вызвано погодными условиями: средняя температура активного периода в 1981 г. была на 12° выше, чем в 1982 г. Рост амфибий в 1982 г. происходил в основном в теплые дни, почти прекращаясь при понижении температуры.

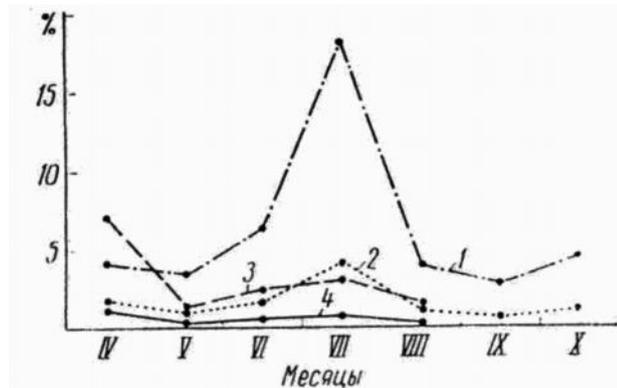


Рис. 1. Изменение среднего суточного прироста и удельной скорости роста жерлянок по месяцам («взрослые», 1981—1982 гг.): 1, 3 — средний суточный прирост (соответственно 1981 и 1982 гг.); 2, 4 — удельная скорость роста (соответственно 1981 и 1982 гг.).

Замедление скорости роста в условиях низких весенних и летних температур связано, во первых, с прямым влиянием этого фактора на ход обменных процессов, во-вторых, с резким снижением количества кормов в природе. «Молодые» и в холод

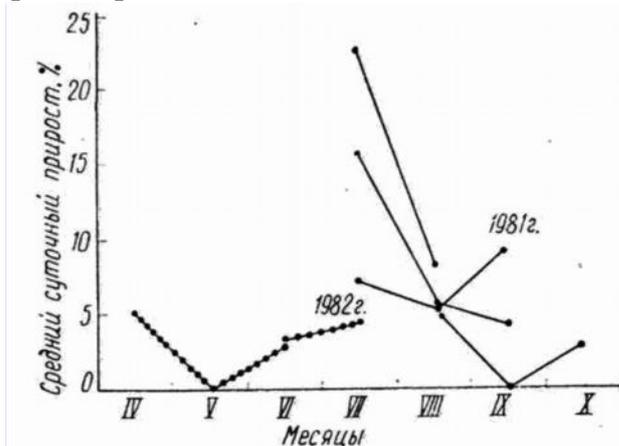


Рис. 2. Данные индивидуального роста жерлянок («взрослые», 1981—1982 гг.): сплошная линия — средний суточный прирост отдельных особей в 1981 г.; штриховая — средний суточный прирост отдельных особей в 1982 г.

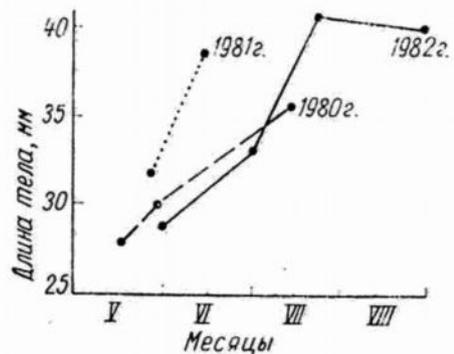


Рис. 3. Изменение средней длины тела жерлянок по месяцам («молодые», 1980—1982 гг.).

сохраняют активность, и поэтому их рост продолжается. Так, в начале мая 1981 г. средняя длина «молодых» составляла $24,95 \pm 1,64$ мм, к концу месяца она увеличилась до $29,05 \pm 0,6$ мм.

Рост сеголеток. У жерлянок пойменных водоемов наблюдается две генерации с интервалом примерно в три недели. Особи первой генерации, только что закончившие метаморфоз, крупнее: их средняя длина $26,07 \pm 0,65$ мм, средний вес $0,88 \pm 0,07$ г, тогда как у метаморфизировавших позднее соответственно $18,69 \pm 0,26$ мм и $0,43 \pm 0,013$ г.

Рост сеголеток обеих генераций продолжается в течение всего периода после выхода па сушу и в естественных условиях заканчивается с уходом на зимовку (Щупик, 1971). В ряде работ (Flindt, Nemmer, 1970; Иванова, 1977; Пястолова, Иванова, 1979; Смирин, 1980 и др.) отмечается более быстрым рост сеголеток в первые два месяца после метаморфоза. По нашим данным (табл. 2), максимальный линейный и весовой рост особей в условиях лесостепной зоны наблюдается лишь в первый месяц после метаморфоза; к зимовке происходит замедление темпов роста, как и у взрослых.

Однако темпы линейного и весового роста сеголеток разных генерации неодинаковы: у особей второй генерации средний суточный прирост в сентябре выше, чем у первой (соответственно 3,09 и 1,44%). Это вызвано необходимостью приобрести достаточные размеры перед зимовкой. Но вес у сеголеток второй генерации остается таким же. Можно предположить, что рост в длину идет за счет внутренних резервов. Сеголетки первой генерации уходят на зимовку при средней длине $28,65 \pm 0,3$ мм и среднем весе $1,076 \pm 0,03$ г, второй — соответственно $19,87 \pm 0,23$ мм и $0,43 \pm 0,01$ г.

Анализ лимитов длины тела сеголеток показал, что минимальная длина тела увеличивается с 21 мм в августе до 23 в сентябре и 26 в октябре; максимальный рост гораздо медленнее — соответственно 30, 31 и 32 мм. Такая же закономерность наблюдается у «молодых»: минимальная длина составляет 20 мм в мае, 26 в июне и 29 в июле, максимум соответственно 38, 39 и 40. Это отражается на коэффициенте вариации длины тела: от мая к октябрю он уменьшается с $19,18 \pm 1,02$ до $7,96 \pm 0,55$. Приведенные сведения, на наш взгляд, являются следствием острой внутривидовой конкуренции в популяциях жерлянок: они обитают в небольших замкнутых водоемах, где плотность достигает 39 — 40 тыс. особей на 1 га водного зеркала. Кроме того, после метаморфоза сеголетки остаются в тех же водоемах, что и взрослые, и самые маленькие элиминируются естественным отбором.

Для более полного суждения о характере зависимости между линейным приростом и длиной тела (аналогом возраста амфибий) была рассчитана линия регрессии этих двух параметров. Она выражается уравнением $\lg y = 6,7732 - 3,702 \lg x$. Полученная линия регрессии ясно показывает уменьшение скорости линейного роста с увеличением длины тела.

Таблица 2
Средний суточный прирост сеголеток жерлянок по сезонам

Гене- ра- ция	Прирост с 19.VIII по 10.IX (22 дня)				Прирост с 10.IX по 12.X (32 дня)			
	длины		веса		длины		веса	
	$\frac{\Delta L}{t} 100\%$	$\frac{\Delta L}{L_1} 100\%$	$\frac{\Delta W}{t} 100\%$	$\frac{\Delta W}{W} 100\%$	$\frac{\Delta L}{t} 100\%$	$\frac{\Delta L}{L_1} 100\%$	$\frac{\Delta W}{t} 100\%$	$\frac{\Delta W}{W_1} 100\%$
I	$5,84 \pm 1,91$	8,13	0,64	15,91	1,44	1,33	0,16	4,90
II	—	—	—	—	3,69	6,31	0,00	0,00

Рост жерлянок отстойников. По данным А. Г. Банникова и др. (1977), максимальная длина жерлянок в пределах ее ареала составляет 60 мм. В отстойниках мы отлавливали особей длиной тела 68 мм. Средняя длина и вес тела жерлянок отстойников всегда достоверно выше этих величин у жерлянок естественных водоемов. В то же время средняя длина сеголеток отстойников и пойменных водоемов, только что окончивших метаморфоз, одинакова. Одинаковы и темпы роста животных сравниваемых стадий. Следовательно, большие размеры жерлянок отстойников нельзя объяснить ни большей начальной длиной тела сеголеток, ни при большей скорости роста. Одна из причин, вероятно – позднее замерзание воды в отстойниках продолжается дольше. В апреле, после первой зимовки, длина жерлянок выше осенней длины сеголеток в 1,26 раза ($23,019 \pm 0,27$ и $29,0 \pm 2,7$ мм), в то время как в естественных водоемах она не меняется (соответственно $22,89 \pm 0,85$ и $24,95 \pm 1,64$ мм). Из пяти сеголеток, меченных в естественном водоеме в октябре и отловленных затем в апреле, только одна имела прирост в 1 мм, у остальных длина не изменилась.

Полученные данные подтверждают выводы о возможности роста амфибии поздней осенью и зимой при нормальной температуре воды и наличии корма (Flindt, Nemmer, 1970). Об этом свидетельствует также увеличение групповой удельной скорости роста (см. рис. 1) и индивидуального среднего суточного прироста (см. рис. 2) жерлянок в естественных водоемах в октябре 1981 г. — оно было спровоцировано необычно теплой погодой.

Лягушка остромордая. Исследовали две популяции: одна обитает на пойменном лугу в долине Северного Донца в 35 км на юго-восток от Белгорода, вторая — на лугу в окружении хвойного леса в 150 км в том же направлении. И взрослые, и сеголетки второй популяции имели достоверно большие размеры длины и веса тела: $45,62 \pm 0,63$ и $50,06 \pm 0,60$ мм; $6,52 \pm 0,31$ и $8,27 \pm 0,30$ г — июнь; $20,35 \pm 0,37$ и $25,75 \pm 0,24$ мм; $0,59 \pm 0,03$ и $1,11 \pm 0,03$ г (июль, сеголетки). Возможно, одной из причин: этого является более южное положение второй популяции и окружение хвойного леса, поддерживающего более теплый микроклимат.

Коэффициент вариации длины и веса тела лягушек от мая к июлю понижается, что подтверждает вывод, сделанный для жерлянок: «молодые» опережают в росте «взрослых».

Длина лягушек сразу после метаморфоза составляет 16—20 мм. У остромордых лягушек, как и у жерлянок, в условиях лесостепной зоны очень быстрый рост сеголеток происходит в первый месяц после метаморфоза: средний суточный прирост в июле равен 32,58%, в августе он резко снижается до 11,17%, а в сентябре — октябре до 10,46%.

На зимовку сеголетки уходят при длине тела 30—40 мм, в то время как годовики в Московской области имеют размеры 22—23 мм (Кривошеев, 1960). Интересно отметить, что в Южной Швеции длина сеголеток составляет всего 14 мм, а размеров 30—32 мм лягушки достигают лишь в два года (Loman, 1978). В Нидерландах длина сеголеток, только что окончивших метаморфоз, составляет 15—19 мм, т. е. почти одинакова с лягушками лесостепной зоны, но к зимовке они вырастают лишь до 20—34 мм (Gelder, Oomen, 1970). Приведенные данные свидетельствуют о географической изменчивости длины тела лягушек, что можно рассматривать как адаптации, позволяющие поддерживать нормальный энергетический баланс в условиях более низких температур.

Средний вес сеголеток увеличивается с $0,59 \pm 0,03$ г сразу после метаморфоза до $2,71 \pm 0,13$ г в начале октября, т.е. в 4,5 раза. По данным Е. Л. Щупак (1971) для Среднего Урала, где условия существования менее благоприятные, чем в лесостепной зоне, он удваивается.

Коэффициент вариации длины тела сеголеток не меняется по месяцам (первая популяция — $8,86 \pm 0,06$ в июле, $8,72 \pm 0,73$ в августе и $8,76 \pm 1,05$ в сентябре) или достоверно повышается (вторая популяция — с $5,69 \pm 0,47$ в июне до $8,74 \pm 0,65$ в июле). В то же время у жерлянок этот показатель постепенно снижается, хотя и недостоверно: $9,67 \pm 1,76$ в августе, $8,90 \pm 1,57$ в сентябре и $6,003 \pm 0,74$ в октябре.

Вероятная причина этого факта следующая. У жерлянок, как уже отмечалось, идет отбор на крупных. В популяциях остромордой лягушки острой внутривидовой конкуренции нет, так как, во-первых, плотность их гораздо ниже, чем у жерлянок (не более 100 особей на 1 га), во-вторых, механизм территориального распределения способствует ослаблению внутривидовой конкуренции. После метаморфоза взрослые уходят с занимаемой прежде территории, предоставляя ее сеголеткам. Сеголетки расселяются по обширному пространству, поэтому более или менее равномерно выживают особи разных размеров.

ВЫВОДЫ

1. В темпах роста амфибий проявляется четко выраженная сезонность: скорость его возрастает от апреля к июлю, достигая максимума в первой половине июля, а ко времени ухода на зимовку замедляется.

2. «Молодые» (возраст — один год) растут быстрее «взрослых», имея пик роста также в первой половине июля. Наиболее быстрый рост сеголеток происходит в первый месяц после метаморфоза.

3. При благоприятных условиях (наличие корма, нормальная температура) рост амфибий может продолжаться поздней осенью и зимой.

4. Большое влияние на темпы роста оказывают абиотические и биотические факторы: понижение температуры в активный период жизни амфибий резко снижает скорость роста.

Белгородский педагогический институт
имени М.С. Ольминского

Поступила в редакцию
31 мая 1983 г.

ЛИТЕРАТУРА

Банников А.Г., Даревский И.С., Ищенко В.Г. и др. Определитель земноводных и пресмыкающихся фауны СССР. М.: Просвещение, 1977, 414 с.

Бобылев Ю.П. Репродуктивные особенности фоновых видов бесхвостых амфибий биогеоценозов степной зоны ЮВ УССР. Автореф. дисс. Днепропетровск: Днепропетровский ун-т, 1980.

Боркин Л.Я., Тихенко Н.Д. Некоторые аспекты морфологической изменчивости, полиморфизма окраски, роста, структуры популяции и суточной активности *Rana lessonae* Cernigano на северной границе ареала. — В кн.: Экология и систематика амфибий и рептилий. Л.: ЗИН АН СССР, 1979, с. 118—120.

Иванова Н.Л. Экспериментальное изучение скорости роста сеголеток амфибий. — В кн.: Вопросы герпетологии. IV Всесоюзная герпетол. конф. Л.: Наука, 1977, с. 97—98.

Иванова Н.Л., Пястолова О.А. Содержание дальневосточной жерлянки (*Bombina orientalis*) в лабораторных условиях. — Зоол. журнал, 1979, 58, № 10, с. 1582 — 1584.

Клевезаль Г.А. Рост наземных позвоночных. Зоология позвоночных. Т.4. Рост животных. Под ред. Л.П. Познанина. М.: ВИНТИ, 1973, с. 116—185.

Кривошеев В.Г., Опенко З.М., Шабанова Е.В. Материалы по биологии травяной и остромордой лягушек. — Зоол. журнал, 1960, 39, № 8, с. 1201 — 1208.

- Мина М.В., Клевезаль Г.А. Рост животных. М.: Наука, 1976, 291 с.
- Пястолова О.А., Иванова Н.Л. Постметаморфический рост земноводных.— Труды Ин-та экологии растений и животных УНЦ АН СССР, 1979, с. 88 — 100.
- Смирин Э.М. О темпе роста и выживаемости травяной лягушки (*Rana temporaria*) в первые годы жизни.— Зоол. журнал, 1980, 58, № 2, с. 1831 — 1840.
- Шалдыбин С.Л. Роль бесхвостых амфибий в прибрежных биогеоценозах. Автореф. дисс. Казань: Казанский ун-т, 1974.
- Шмальгаузен И.И. Определение основных понятий и методика исследований роста.— В кн.: Рост животных. М.—Л.: Биомедгиз, 1935, с. 8 — 60.
- Шмальгаузен И.И. Рост и общие размеры тела в связи с их биологическим значением.— В кн.: Рост животных. М.—Л.: Биомедгиз, 1935, с. 61—73.
- Щупак Е.Л. Рост и накопление резервных питательных веществ у сеголеток остромордой лягушки в первый период наземной жизни.— Материалы отчетной сессии лаборатории популяционной экологии позвоночных животных. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1971,
- Clarke Raymond D. Postmetamorphic growth rates in a natural population of Fowler's toad., *Bufo woodhousei* fowled. — *Can J. Zool*, 1974, 52, p. 594 — 597.
- Gelder J. J., van, Oomen H.C. J. Ecological observations on amphibia in the Netherlands *Rana arvalis* N.: reproduction, growth, migration and population fluctuations — *Neth. J. Zool*, 1970, 20, № 2, p. 338—352.
- Loman Jon. Growth of brown frogs *Rana arvalis* Nilsson and *R. temporaria* E. in Sowth Sweden.— *Ekol. pol.*, 1978. 26, № 2, p. 287 — 296.
- Rancy E.C, Ingram W.M. Growth of tagged frogs (*Rana catesbiana* Shaw and *Rana clamitans* Daudin) under natural conditions. — *Amer. Midi. Nat.*, 1941, 26(1), p. 201—206 .
- Raney E.C, Lachner E.A. Studies on the growth of tagged toads (*Bufo terrestris americanus* Holbrook).— *Copeia*, 1947. № 2. p. 113—116.
- Ryan R.A. Growth rates of some Fan id's under natural conditions. — *Copeia*, 1947, № 2, p. 73 — 80.
- Sin Gheorghe Studiul creslerii la broasca *Rana ridibunda* — *Stud, si cere. biol. Ser. Zool*, 1972, 24, № 3, p. 251-262.
- Flindt von Rainer Helmut Hemmer Vergleichende Untersuchungen uber das Larval-und Postmetamorphose — Wachstum von *Bufo calamita* Laur. *Bufo viridis* Laur und deren Bastarden.- *Z. wiss. Zool*, 1970, 181, № 3 - 4, S. 317—330.

Гоголева Н.П. Некоторые закономерности линейного и весового роста амфибий // Экология. 1985, №1. С. 61 – 66