



DOI: <https://doi.org/10.23859/estr-240305>

EDN: <https://elibrary.ru/bpckjw>

УДК 59.002;591.431.4;591.84

*Научная статья*

## **Возрастная структура и рост дальневосточной лягушки (*Rana dybowskii*) в городской популяции на юге Приморского края**

А.А. Кидов\* , Р.А. Иволга , Т.Э. Кондратова 

*Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127550, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49*

\*[kidov\\_a@mail.ru](mailto:kidov_a@mail.ru)

**Аннотация.** В работе представлены результаты изучения возрастной структуры и особенностей роста *Rana dybowskii* в г. Фокино (Приморский край, Россия). У пойманных лягушек измеряли длину тела и отсекали фалангу четвертого пальца задней конечности, после чего животных выпускали в месте поимки. Определение возраста осуществляли методом скелетохронологии. Всего были изучены препараты от 48 особей (10 неполовозрелых лягушек, 18 самок и 20 самцов). Возраст половозрелых самок и самцов не имел статистических различий и варьировал в пределах 1–5 лет (в среднем 2.44 года) для первых и 1–4 лет (в среднем 1.95 года) для вторых. Самки преимущественно были представлены двухлетними (33.33%) и трехлетними особями (27.78%), а самцы – в основном годовиками (55.0%). У самок по длине тела статистически значимо различались только однолетние и трехлетние особи. У самцов различия по длине отмечены между годовалыми и трехлетними лягушками, между годовалыми и четырехлетними лягушками, между двухлетними и четырехлетними лягушками. Большинство годовалых животных имеют выраженные признаки полового диморфизма. Наблюдается статистически значимая зависимость длины тела лягушек обоего пола от возраста. Отмечается, что в городской популяции *R. dybowskii* животные рано достигают половой зрелости, продолжают расти и после созревания, имеют низкую продолжительность жизни и, вследствие этого, большинство принимают участие в размножении только 1–2 сезона.

**Ключевые слова:** настоящие лягушки, скелетохронология, демография, продолжительность жизни, Дальний Восток России

**Финансирование.** Работа выполнена за счет средств Программы развития РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева в рамках Программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030».

**ORCID:**

А.А. Кидов, <https://orcid.org/0000-0001-9328-2470>

Р.А. Иволга, <https://orcid.org/0000-0003-2050-5279>

Т.Э. Кондратова, <https://orcid.org/0000-0001-7533-7327>

**Для цитирования:** Кидов, А.А. и др., 2025. Возрастная структура и рост дальневосточной лягушки (*Rana dybowskii*) в городской популяции на юге Приморского края. *Трансформация экосистем* 8 (3), 138–150. <https://doi.org/10.23859/estr-240305>

Поступила в редакцию: 05.03.2024

Принята к печати: 02.08.2024

Опубликована онлайн: 15.08.2025

---

DOI: <https://doi.org/10.23859/estr-240305>

EDN: <https://elibrary.ru/bpckjw>

UDC 59.002;591.431.4;591.84

### Article

## Age structure and growth of the Dybowski's frog (*Rana dybowskii*) from the urban population in the south of Primorsky Krai

A.A. Kidov\* , R.A. Ivolga , T.E. Kondratova 

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Timiryazevskaya St. 49, Moscow, 127550 Russia*

\*[kidov\\_a@mail.ru](mailto:kidov_a@mail.ru)

---

**Abstract.** The paper presents the study results of the age structure and growth characteristics of *Rana dybowskii* dwelling in the city of Fokino (Primorsky Krai, Russia). We measured a body length of the captured frogs, removed the phalanx of the fourth digit of the hind limb and released the animals in the place of their capture. Age was determined using the method of skeletochronology. A total of 48 specimens (10 immature frogs, 18 females, and 20 males) were studied. The age of sexually mature females and males did not differ statistically and varied within 1–5 years (2.44 years on average) in the first group and 1–4 years (1.95 years on average) in the second. Females were predominantly represented by two-year (33.33%) and three-year-olds (27.78%), while males by yearlings (55.0%). In females, only one-year and three-year-olds statistically significantly differed in body size. In males, such differences were noted between the age 1 and age 3, the age 1 and age 4, as well as between the age 2 and age 4 frogs. Most one-year-olds exhibited the pronounced signs of sexual dimorphism. A significant age dependence of the body length was established for both sexes. In the urban population of *R. dybowskii*, animals reached sexual maturity early, continued to grow after maturation, had a short lifespan and, as a result, most of them participated in reproduction only during the 1–2 season.

**Keywords:** true frogs, skeletochronology, demography, lifespan, Russian Far East

**Funding.** The work was supported by the Russian State Agrarian University–Moscow Timiryazev Agricultural Academy Development Programme within the framework of the Strategic Academic Leadership Project “Priority-2030”.

**ORCID:**A.A. Kidov, <https://orcid.org/0000-0001-9328-2470>R.A. Ivolvega, <https://orcid.org/0000-0003-2050-5279>T.E. Kondratova, <https://orcid.org/0000-0001-7533-7327>

**To cite this article:** Kidov, A.A. et al., 2025. Age structure and growth of the Dybowski's frog (*Rana dybowskii*) from the urban population in the south of Primorsky Krai. *Ecosystem Transformation* 8 (3), 138–150. <https://doi.org/10.23859/estr-240305>

Received: 05.03.2024

Accepted: 02.08.2024

Published online: 15.08.2025

---

**Введение**

Из всех современных позвоночных земноводные наиболее уязвимы перед лицом возрастающего антропогенного воздействия (Luedtke et al., 2023). Это обусловлено повышенными требованиями к ресурсам чистой пресной воды, в которой проходит размножение и ранний онтогенез большинства видов (Wilbur, 1980). К настоящему времени кризис охватил не только узкоареальные виды амфибий, но и широко распространенные, в прошлом массовые (Baker, 1997; Beebee et al., 1990). В связи с этим активно развиваются исследования воздействия урбанизации на возрастную структуру популяций (Cayuela et al., 2022).

Дальневосточная лягушка, или лягушка Дыбовского (*Rana dybowskii* Günther, 1876) многочисленна на юге Дальнего Востока России (Кузьмин, 2012), а также на Корейском полуострове и в северо-восточном Китае (Borzee, 2024). Высушенные яйцеводы (так называемый «лягушачий жир»), получаемые от этого вида, высоко ценятся в традиционной китайской медицине (Fan et al., 2022; Liu et al., 2023; Wang et al., 2023; Xiao and Jiang, 2010), что способствовало переπροмыслу на большей части ареала, включая Россию (Кузьмин и Маслова, 2005). Случаи массовой гибели *R. dybowskii* известны также из-за поражения вирусными заболеваниями (Park et al., 2021). Угрозу представляет нарушение генетической структуры природных популяций из-за перевозки и выпуска животных из разных локалитетов китайскими фермерами (Xia et al., 2011). Однако основными факторами снижения численности вида являются разрушение местообитаний и фрагментация ареала (Borzee et al., 2021; Othman et al., 2022).

Важнейшими показателями состояния популяции земноводных наряду с численностью служат размерная и возрастная характеристики (Ищенко, 1978; Lyarkov, 2005). Уже почти 50 лет основным методом установления возраста у амфибий остается скелетохронология (Клейненберг и Смирин, 1969), основанная на подсчете линий остановленного роста, образующихся в период зимовки, на срезах трубчатых костей (Lyarkov et al., 2020, 2021b; Sinsch, 2015; Smirina, 1994). Возрастная структура популяций дальневосточной лягушки изучалась и ранее (Ishchenko, 1996), однако эти работы либо осуществлялись на особо охраняемых территориях, либо в них объединялись результаты по разным видам бурых лягушек, включаемых в прошлом в состав *R. chensinensis*.

Цель настоящего исследования: оценка возрастной структуры и особенностей роста лягушки Дыбовского в городской популяции на юге Приморского края.

**Материал и методы**

Сбор материала осуществляли в III декаде июля 2022 г. в городе Фокино, Приморский край. *R. dybowskii* отлавливали к западу от ул. Белашева вдоль левого берега р. Промысловка (= Коготунь) (N 42.966° E 132.402°, 7–9 м н.у.м.), в которой они зимуют. Размножение лягушек этого вида в городе происходит в лужах на грунтовых дорогах и в дренажных канавах вдоль них. Местообитания дальневосточной лягушки в черте г. Фокино не являются изолированными, так как с юга к ним прилегает слабо трансформированный лесной массив приустьевое участка р. Промысловка.

Определение пола у пойманных животных производили по внешним признакам. У лягушек измеряли длину тела (SVL) электронным штангенциркулем по стандартной методике (Банников и др., 1977), отсекали третью фалангу четвертого пальца правой задней конечности и выпускали животных в месте поимки.

Определение возраста осуществляли по стандартной процедуре (Смирин, 1989) путем подсчета линий остановки роста на срезах фаланг пальцев, декальцинированных и окрашенных гематоксилином Эрлиха. Эндостальная резорбция зачастую влияет на подсчет линий склеивания, поэтому мы использовали метод обратного расчисления для определения количества резорбированных линий склеивания (Nemelaag, 1985). Данный метод заключается в измерении минимального и максимального диаметров первой и второй видимых линий склеивания каждой особи и дальнейшем анализе площади перекрытия полученных значений. В случае, если диаметры первой видимой линии меньше средних значений диаметров второй линии, резорбции не происходило. Напротив, если диаметры первой линии равны или больше средних значений диаметров второй линии, значит, первая линия была резорбирована.

Фотографии препаратов были получены при помощи цифровой камеры Levenhuk M500 BASE. Всего в работе были использованы срезы фаланг от 48 особей (18 самок, 20 самцов и 10 молодых животных неопределенного пола).

Статистическую обработку и визуализацию данных выполняли в программах STATISTICA 10 и OriginPro 2022. Рассчитывали среднее арифметическое и стандартное отклонение ( $M \pm SD$ ), а также размах признаков ( $\min\text{--}\max$ ). Гипотезы о нормальности и гомогенности распределения выборок проверяли критериями Лиллиефорса и Левена. Анализ данных осуществляли при помощи однофакторного дисперсионного анализа (F), теста Тьюки (Q), t-критерия Стьюдента ( $t_{st}$ ), U-критерия Манна–Уитни (U) и теста ранговой корреляции Спирмена (r). Рост лягушек описывали с помощью нелинейного оценивания ( $R^2$ ), применяя уравнение фон Берталанфи (Bertalanffy, 1938):

$$SVL_t = SVL_{\max} - (SVL_{\max} - SVL_{\text{met}}) * e^{-k*(t+0.17)}$$

где  $SVL_t$  – средняя длина тела в определенном возрасте,  $SVL_{\max}$  – предельная длина тела (может отличаться от максимальной зарегистрированной длины тела),  $SVL_{\text{met}}$  – длина тела метаморфов,  $k$  – коэффициент роста,  $t$  – возраст (в годах). За размер молодых лягушек при выходе на сушу ( $SVL_{\text{met}}$ ) принимали среднюю длину тела сеголетков сразу же после метаморфоза (16.5 мм) согласно сведениям С.Л. Кузьмина и И.В. Масловой (2005).

Оценку выживаемости (S) половозрелых лягушек на основании распределения возрастов определяли по формуле Робсона и Чепмена (Robson and Chapman, 1961):

$$S = T / (T + n - 1)$$

где  $T = n_{i+1} + 2n_{i+2} + 3n_{i+3} + \dots$ ;  $n = \sum n_i$ ,  $n_i$  – число особей в возрастной группе  $i$  (начиная с 1+).

Ожидаемую продолжительность жизни (ESP) лягушек оценивали по формуле Себера (Seber, 1973):

$$ESP = 0.5 + 1 / (1 - S)$$

Отметим, что ESP может отличаться от максимального зарегистрированного возраста изученных особей.

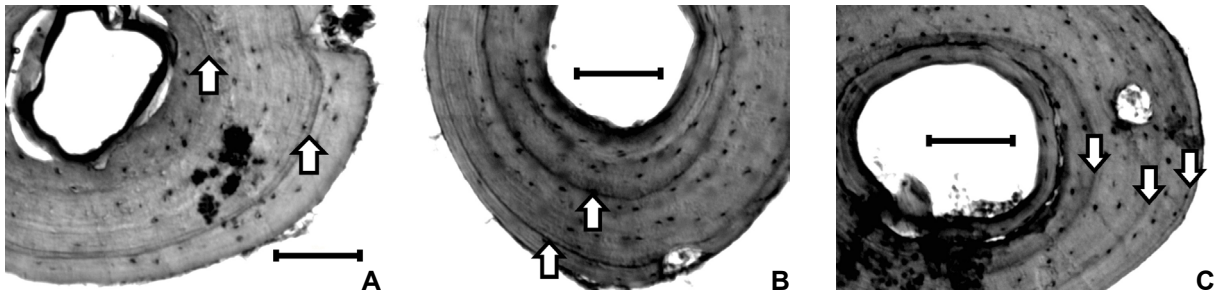
## Результаты

На изученных препаратах первая линия остановленного роста частично или полностью сохранилась у 39 особей (81.25%), а полностью резорбировалась у 4 самок (8.33%) и 5 самцов (10.42%) (Рис. 1).

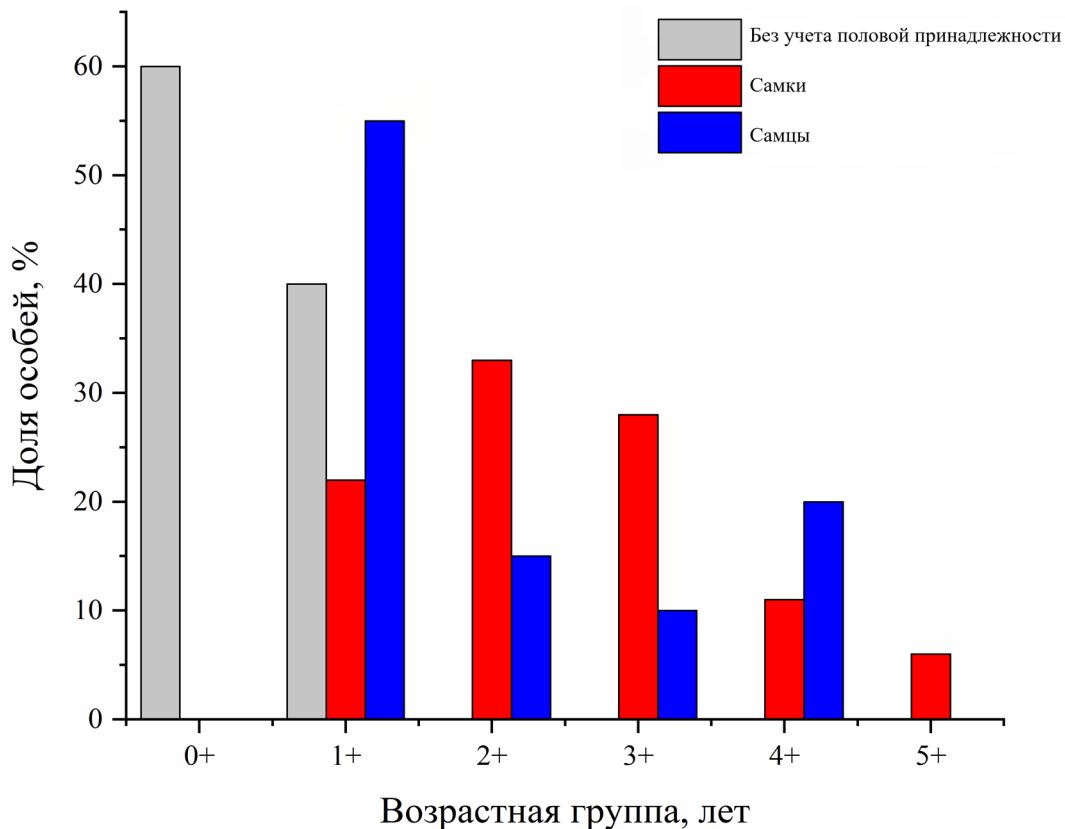
Возраст половозрелых самок варьировал в пределах 1–5 лет (в среднем  $2.44 \pm 1.149$ ), самцов – 1–4 лет (в среднем  $1.95 \pm 1.234$ ); статистических различий между самцами и самками не было ( $t_{st} = -1.27$ ;  $p = 0.211$ ). Самки преимущественно были представлены двухлетними (33.33%) и трехлетними особями (27.78%), а модальный возраст самцов составил 1 год (55.0%) (Рис. 2).

По всей видимости, большая часть *R. dybowskii* из Фокино созревают перед второй зимовкой. Ожидаемая продолжительность жизни для самок после достижения половой зрелости составляет 3.03 года ( $S = 0.605$ ), а для самцов – 2.50 года ( $S = 0.500$ ).

Самки разных возрастных групп различались по длине тела ( $F = 4.457$ ;  $df = 3, 13$ ;  $p = 0.023$ ), но при попарном сравнении средних значений статистически значимые отличия были отмечены только между однолетними и трехлетними особями ( $Q = 4.59$ ;  $p = 0.029$ ). Самцы разных возрастов



**Рис. 1.** Поперечные срезы фаланг пальцев *Rana dybowskii*. **А** – двухлетняя самка (SVL = 60.63 мм); **В** – трехлетний самец с первой резорбированной линией склеивания (SVL = 55.40 мм); **С** – четырехлетний самец с первой резорбированной линией склеивания (SVL = 58.13 мм). Белыми стрелками показаны линии остановленного роста. Размерная линейка на каждой фотографии составляет 0.1 мм.



**Рис. 2.** Возрастная структура *Rana dybowskii* на юге Приморского края.

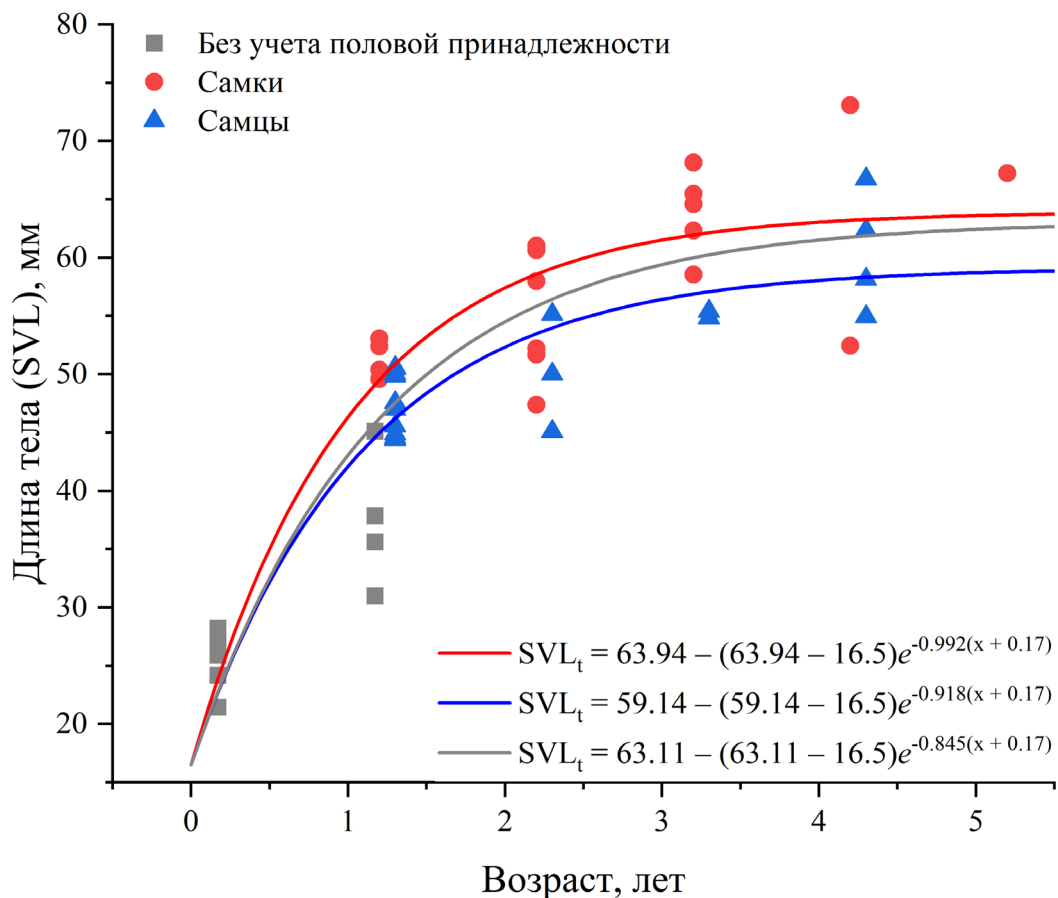
также различались по длине ( $F = 15.088$ ;  $df = 3, 16$ ;  $p < 0.001$ ): годовалые особи были статистически значимо мельче трехлетних ( $Q = 4.14$ ;  $p = 0.044$ ) и четырехлетних ( $Q = 9.19$ ;  $p < 0.001$ ), а двухлетки уступали по длине тела только четырехлеткам ( $Q = 5.52$ ;  $p = 0.006$ ) (Табл. 1).

В целом для выборки самки были достоверно крупнее самцов ( $t_{st} = 3.19$ ;  $p = 0.003$ ). Однако при попарном сравнении длины тела лягушек разного пола между собой различия были достоверны только между годовалыми самками и самцами ( $U = 6.0$ ;  $p = 0.033$ ). Рассчитанные значения предельной длины тела самок ( $63.94 \pm 2.345$ ;  $p < 0.001$ ) и их коэффициент роста ( $0.992 \pm 0.167$ ;  $p < 0.001$ ) были больше этих показателей у самцов ( $59.14 \pm 2.653$ ;  $p < 0.001$  и  $0.918 \pm 0.141$ ;  $p < 0.001$  соответственно) (Рис. 3).

Большинство годовалых лягушек имеют выраженные признаки полового диморфизма, а их рост замедляется, но не останавливается: наблюдается статистически значимая зависимость длины тела животных обоего пола от возраста ( $r = 0.72$ ;  $p < 0.05$  для самок;  $r = 0.77$ ;  $p < 0.05$  для самцов).

**Табл. 1.** Длина тела *Rana dybowskii* в разных возрастных группах. Над чертой указаны среднее арифметическое  $\pm$  стандартное отклонение, под чертой – размах признака.

Возрастная группа	Неполовозрелые		n	Самки		n	Самцы	
	n	SVL, мм		SVL, мм	SVL, мм			
0+	6	$\frac{25.82 \pm 2.624}{21.45-28.24}$	–	–	–	–	–	
1+	4	$\frac{37.40 \pm 5.874}{31.01-45.10}$	4	$\frac{51.35 \pm 1.635}{49.59-53.06}$	11	$\frac{47.21 \pm 2.602}{44.39-50.56}$		
2+	–	–	6	$\frac{55.15 \pm 5.539}{47.38-61.01}$	3	$\frac{50.08 \pm 5.030}{45.08-55.14}$		
3+	–	–	5	$\frac{63.82 \pm 3.603}{58.56-68.15}$	2	$\frac{55.12 \pm 0.403}{54.83-55.40}$		
4+	–	–	2	$\frac{62.76 \pm 14.595}{52.44-73.08}$	4	$\frac{60.54 \pm 5.133}{54.93-66.74}$		
5+	–	–	1	67.25	–	–		
<b>В целом для выборки</b>	<b>10</b>	$\frac{30.45 \pm 7.148}{21.45-45.10}$	<b>18</b>	$\frac{58.23 \pm 7.480}{47.38-73.08}$	<b>20</b>	$\frac{51.09 \pm 6.309}{44.39-66.74}$		

**Рис. 3.** Траектории роста *Rana dybowskii* на юге Приморского края.

## Обсуждение результатов

В условиях города у дальневосточной лягушки большая часть самцов и самок достигают половой зрелости уже после первой зимовки. Поскольку сборы материала были осуществлены в июле, а нерест лягушек в Приморском крае датируется апрелем–маем (Кузьмин и Маслова, 2005), нами не были зарегистрированы размножающиеся лягушки в возрасте года. В связи с этим мы не можем быть уверены, что *R. dybowskii* приступают к размножению раньше второй зимовки. Результаты нашей работы демонстрируют нижний порог созревания для этого вида (считается, что *R. dybowskii* достигают половой зрелости только к третьей зимовке (Ishchenko, 1996)). При этом максимальная продолжительность жизни животных в городе значительно ниже (5 лет для самок и 4 года для самцов), чем в изученных природных популяциях, где она составляет до 5–8 лет (Ishchenko, 1996; Kolobaev, 2000). По всей видимости, репродуктивное ядро популяции составляют впервые размножающиеся особи. Вероятно, это обусловлено высокой смертностью взрослых особей (по нашим наблюдениям, прежде всего под колесами автотранспорта) в период репродуктивной миграции и икротетания.

Интересно, что рост дальневосточных лягушек в исследованной популяции после достижения половой зрелости замедляется, но не останавливается, как это наблюдается у многих других видов (Боркин и Тихенко, 1979; Kidov et al., 2018; 2023a, b; Lyarkov et al., 2021a). Сохранение устойчивого соматического роста после созревания отмечалось также для целого ряда синантропных амфибий (Степанкова и др., 2023) и редко – для отдельных природных популяций (Кидов и др., 2023). Учитывая, что плодовитость самок многих палеарктических земноводных коррелирует с их размером (Матушкина и Кидов, 2013; Степанкова и др., 2020), можно предположить, что усиленный рост и, следовательно, больший репродуктивный потенциал компенсируют высокую смертность животных в городской среде.

Известно, что в условиях высокой антропогенной трансформации местообитаний исчезают животные старших возрастов (Ушаков и др., 1982). Например, у травяных лягушек *R. temporaria* L., 1758 в городских популяциях в ядре производителей преобладают особи с высокой скоростью роста, ранним половым созреванием и меньшей продолжительностью жизни (Вершинин, 1997). Также в условиях урбанизированных территорий городов Казань (Замалетдинов, 2003) и Тольятти (Замалетдинов и др., 2013) возраст озерной лягушки *Pelophylax ridibundus* L., 1758 не превышает 6 лет, в отличие от популяций, обитающих в пригородных лесопарках, где максимальная продолжительность жизни лягушек достигает 7 лет (Замалетдинов, 2003).

## Заключение

Таким образом, в городской популяции дальневосточной лягушки наблюдаются схожие с синантропными популяциями других амфибий особенности демографии (Степанкова и др., 2023; Saueola et al., 2022): животные рано достигают половой зрелости, продолжают расти после созревания, имеют низкую продолжительность жизни, вследствие чего большинство особей принимают участие в размножении только 1–2 сезона.

## Список литературы

- Банников, А.Г., Даревский, И.С., Ищенко, В.Г., Рустамов, А.К., Щербак, Н.Н., 1977. Определитель земноводных и пресмыкающихся фауны СССР. Просвещение, Москва, СССР, 415 с.
- Боркин, Л.Я., Тихенко, Н.Д., 1979. Некоторые аспекты морфологической изменчивости, полиморфизма окраски, роста, структуры популяции и суточной активности *Rana lessonae* на северной границе ареала. В: Ананьева, Н.Б., Боркин, Л.Я. (ред.), *Экология и систематика амфибий и рептилий (Труды зоологического института АН СССР. Т. 89)*. Зоологический институт АН СССР, Ленинград, СССР, 18–54.
- Вершинин, В.Л., 1997. Экологические особенности популяций амфибий урбанизированных территорий. *Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук*. Екатеринбург, Россия, 25 с.
- Замалетдинов, Р.И., 2003. Экология земноводных в условиях большого города (на примере г. Казани). *Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук*. Казань, Россия, 24 с.

- Замалетдинов, Р.И., Файзулин, А.И., Михайлова, Р.И., Кузовенко, А.Е., 2013. Материалы к мониторингу возрастной структуры популяций амфибий на урбанизированных территориях Волжского бассейна. *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана* **213**, 85–90.
- Ищенко, В.Г., 1978. Динамический полиморфизм бурых лягушек фауны СССР. Наука, Москва, СССР, 148 с.
- Кидов, А.А., Африн, К.А., Степанкова, И.В., Матушкина, К.А., Туниев, Б.С., 2023. Возрастная структура и рост *Bufo verrucosissimus* (Amphibia, Anura, Bufonidae) в Кавказском государственном природном биосферном заповеднике (Россия) в конце XX века. *Nature Conservation Research. Заповедная наука* **8** (4), 76–85. <https://dx.doi.org/10.24189/ncr.2023.032>
- Клейненберг, С.Е., Смирин, Э.М., 1969. К методике определения возраста амфибий. *Зоологический журнал* **48** (7), 1090–1094.
- Кузьмин, С.Л., 2012. Земноводные бывшего СССР. Издание второе, переработанное. Товарищество научных изданий КМК, Москва, Россия, 370 с.
- Кузьмин, С.Л., Маслова, И.В., 2005. Земноводные российского Дальнего Востока. Товарищество научных изданий КМК, Москва, Россия, 434 с.
- Матушкина, К.А., Кидов, А.А., 2013. Репродуктивная биология тальшской жабы (*Bufo eichwaldi*) в Ленкоранской низменности. *Современная герпетология* **13** (1/2), 27–33.
- Смирин, Э.М., 1989. Методика определения возраста амфибий и рептилий по слоям в кости. В: Щербак, Н.Н. (ред.), *Руководство по изучению земноводных и пресмыкающихся*. Киев, СССР, 144–153.
- Степанкова, И.В., Африн, К.А., Иволга, Р.А., Кидов, А.А., 2020. Сравнительная характеристика морфометрических и репродуктивных показателей травяной лягушки, *Rana temporaria* (Amphibia, Ranidae) популяций «старой» и Новой Москвы. *Современная герпетология* **20** (1/2), 53–60. <https://doi.org/10.18500/1814-6090-2020-20-1-2-53-60>
- Степанкова, И.В., Африн, К.А., Кидов, А.А., 2023. Возрастная структура популяций амфибий Новой Москвы. *Сборник статей Международной научной конференции молодых ученых и специалистов, посвященной 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева*. РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия, 254–257.
- Ушаков, В.А., Лебединский, А.А., Грефнер, Н.М., 1982. Анализ размерно-возрастной структуры популяций травяной лягушки на урбанизированных территориях. *Вестник зоологии* **2**, 67–68.
- Baker, J., 1997. Stability for Swedish treefrogs. *FrogLog* **20**, 2–3.
- Beebee, T.J.C., Flower, R.J., Stevenson, A.C., Patrick, S.T., Appleby, P.G. et al., 1990. Decline of the natterjack toad *Bufo calamita* in Britain: Palaeoecological, documentary and experimental evidence for breeding site acidification. *Biological Conservation* **53** (1), 1–20. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(90\)90059-X](https://doi.org/10.1016/0006-3207(90)90059-X)
- Bertalanffy, L. von, 1938. A quantitative theory of organic growth (Inquires on growth laws. II). *Human Biology* **10**, 181–213.
- Borzee, A., 2024. Continental northeast Asian amphibians. Origins, behavioural ecology, and conservation. Academic Press, Amsterdam, Netherlands, 231 p. <https://doi.org/10.1016/C2021-0-00007-9>
- Borzee, A., Litvinchuk, S.N., Ri, K., Andersen, D., Nam, T.Y. et al., 2021. Update on distribution and conservation status of amphibians in the Democratic People's Republic of Korea: conclusions based

- on field surveys, environmental modelling, molecular analyses and call properties. *Animals* **11**, 2057. <https://doi.org/10.3390/ani11072057>
- Cayuela, H., Monod-Broca, B., Lemaître, J.-F., Besnard, A., Gippet, J.M.W, et al., 2022. Compensatory recruitment allows amphibian population persistence in anthropogenic habitats. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **119** (38), e2206805119. <https://doi.org/10.1073/pnas.2206805119>
- Fan, C., Liu, Y., Wang, Y., Zhang, A., Xie, W. et al., 2022. Expression of glycogenic genes in the oviduct of Chinese brown frog (*Rana dybowskii*) during pre-brumation. *Theriogenology* **185** (4), 78–87. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2022.03.006>
- Hemelaar, A.S.M., 1985. An improved method to estimate the number of year rings resorbed in phalanges of *Bufo bufo* (L.) and its application to populations from different latitudes and altitudes. *Amphibia-Reptilia* **6** (4), 323–341. <https://doi.org/10.1163/156853885X00326>
- Ishchenko, V.G., 1996. Problems of demography and declining populations of some Euroasiatic brown frogs. *Russian Journal of Herpetology* **3** (2), 143–151.
- Kidov, A.A., Zamaletdinov, R.I., Matushkina, K.A., Mikhailova, R.I., 2018. Notes on study of age and growth of the Hyrcanian frog, *Rana pseudodalmatina* Eiselt et Schmidler, 1971 in the Talysh Mountains. *Russian Journal of Herpetology* **25** (3), 183–188. <https://doi.org/10.30906/1026-2296-2019-25-3-183-188>
- Kidov, A.A., Ivolga, R.A., Kondratova, T.E., Ivanov, A.A., 2023a. Age, growth, and fertility in Terentiev's frog (*Pelophylax terentievi*, Amphibia, Ranidae). *Biology Bulletin* **50** (8), 1854–1863. <https://doi.org/10.1134/S1062359023080125>
- Kidov, A.A., Lyapkov, S.M., Stepankova, I.V., Afrin, K.A., Kidova, E.A., Kondratova, T.E., Litvinchuk, S.N., 2023b. Age structure and growth rate of the triploid Batura toad, *Bufotes baturae* (Anura: Bufonidae), inhabitant of a high altitude hot spring in the Eastern Pamirs (Tajikistan). *Russian Journal of Herpetology* **30** (2), 79–87. <https://doi.org/10.30906/1026-2296-2023-30-2-79-87>
- Kolobaev, N.N., 2000. Dybovsky's frog (*Rana dybowskii*) in the upper Zeya basin, Amurland. *Advances in amphibian research in the former Soviet Union* **5**, 47–78.
- Liu, D., Li, Q., Liu, T., Zhang, Y., Zheng, R. et al., 2023. Decreased acetylation of HDGF improves oviduct production in *Rana dybowskii*, *Rana amurensis*, and *Rana huanrenensis*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part D Genomics and Proteomics* **47**, 101102. <https://doi.org/10.1016/j.cbd.2023.101102>
- Luedtke, J.A., Chanson, J., Neam, K., Hobin, L., Maciel, A.O. et al., 2023. Ongoing declines for the world's amphibians in the face of emerging threats. *Nature* **622**, 308–314. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06578-4>
- Lyapkov, S.M., 2005. Geographical and local variation of reproductive and demographic characteristics in brown frogs. *Russian Journal of Herpetology* **12**, 187–190.
- Lyapkov, S.M., Kidov, A.A., Stepankova, I.V., Afrin, K.A., Litvinchuk, S.N., 2020. Age structure and growth in the Lataste's toad, *Bufotes latastii* (Anura, Bufonidae). *Russian Journal of Herpetology* **27** (3), 165–171. <https://doi.org/10.30906/1026-2296-2020-27-3-165-171>
- Lyapkov, S.M., Kidov, A.A., Stepankova, I.V., Afrin, K.A., Litvinchuk, S.N., 2021a. Age structure and growth in the Zamda toad, *Bufotes zamdaensis* (Anura, Bufonidae). *Russian Journal of Herpetology* **28** (3), 138–144. <https://doi.org/10.30906/1026-2296-2021-28-3-138-144>
- Lyapkov, S.M., Kondratova, T.E., Ivolga, R.A., Kidova, E.A., Kidov, A.A., 2021b. Growth layers and its complex structure in a common species under uncommon conditions: *Pelophylax ridibundus* in the

Talysh mountains. *Russian Journal of Herpetology* **28** (5), 242–248. <https://doi.org/10.30906/1026-2296-2021-28-5-242-248>

Othman, S.N., Shin, Y., Kim, H.-T., Chuang, M.-F., Bae, Y. et al., 2022. Evaluating the efficiency of popular species identification analytical methods, and integrative workflow using morphometry and barcoding bioinformatics for taxonomy and origin of traded cryptic brown frogs. *Global Ecology and Conservation* **38**, e02253. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2022.e02253>

Park, J., Grajal-Puche, A., Roh, N.-H., Parl, I.-K., Ra N.-Y., Park, D.-S., 2021. First detection of ranavirus in a wild population of Dybowski's brown frog (*Rana dybowskii*) in South Korea. *Journal of Ecology and Environment* **45**, 2. <https://doi.org/10.1186/s41610-020-00179-2>

Robson, D.S., Chapman, D.G., 1961. Catch curves and mortality rates. *Transactions of the American Fisheries Society* **90** (2), 181–189. [https://doi.org/10.1577/1548-8659\(1961\)90\[181:CCAMR\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1961)90[181:CCAMR]2.0.CO;2)

Seber, G.A.F., 1973. The estimation of animal abundance and related parameters. Griffin, London, England, 506 p.

Sinsch, U., 2015. Review: skeletochronological assessment of demographic life-history traits in amphibians. *Herpetological Journal* **25**, 5–13.

Smirina, E.M., 1994. Age determination and longevity in Amphibians. *Gerontology* **40** (2-4), 133–146. <https://doi.org/10.1159/000213583>

Wang, Y., Liu, Y., Wang, Y., Zhang, A., Xie, W. et al., 2023. Investigation of seasonal changes in lipid synthesis and metabolism-related genes in the oviduct of Chinese brown frog (*Rana dybowskii*). *European Journal of Histochemistry* **67** (4), 3890. <https://doi.org/10.4081/ejh.2023.3890>

Wilbur, H.M., 1980. Complex life cycles. *Annual Review of Ecology and Systematics* **11**, 67–93. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.11.110180.000435>

Xia, R., Huang, X.-m., Yang, S.-h., Xu Y.C., Ying L., Dahmer T.D., 2011. Morphometric discrimination of wild from farmed Dybowski's frog (*Rana dybowskii*) based on hindlimb length. *Journal of Forestry Research* **22** (2), 269–274. <https://doi.org/10.1007/s11676-011-0161-0>

Xiao, J., Jiang, D., 2010. On origin of oviductus ranae in Chinese pharmacopoeia. *China Journal of Chinese Materia Medica* **35**, 2931–2933.

## References

Baker, J., 1997. Stability for Swedish treefrogs. *FrogLog* **20**, 2–3.

Bannikov, A.G., Darevskii, I.S., Ishchenko, V.G., Rustamov, A.K., Shcherbak, N.N., 1977. Opređelitel' zemnovodnykh i presmykayushchikhsya fauny SSSR [Identification guide to amphibians and reptiles of the fauna of the USSR]. Prosveshchenie, Moscow, USSR, 415 p. (In Russian).

Beebee, T.J.C., Flower, R.J., Stevenson, A.C., Patrick, S.T., Appleby, P.G. et al., 1990. Decline of the natterjack toad *Bufo calamita* in Britain: Palaeoecological, documentary and experimental evidence for breeding site acidification. *Biological Conservation* **53** (1), 1–20. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(90\)90059-X](https://doi.org/10.1016/0006-3207(90)90059-X)

Bertalanffy, L. von, 1938. A quantitative theory of organic growth (Inquires on growth laws. II). *Human Biology* **10**, 181–213.

Borkin, L.J., Tikhenko, N.D., 1979. Nekotoryye aspekty morfologicheskoy izmenchivosti, polimorfizma okraski, rosta, struktury populyatsii i sutochnoy aktivnosti *Rana lessonae* na severnoy granitse areala

[Some aspects of morphological variability, color polymorphisms, growth, population structure and daily activity of the pond frog, *Rana lessonae* on the Northern border of its range]. In: Anan'eva, N.B., Borkin, L.J. (eds.). *Ekologiya i sistematika amfibiy i reptilyy (Trudy zoologicheskogo instituta AN SSSR. T. 89) [Ecology and systematics of amphibians and reptiles (Proceedings of the Zoological Institute AS USSR. Vol. 89)]*. Zoological Institute of the USSR Academy of Sciences, Leningrad, USSR, 18–54. (In Russian).

Borzee, A., 2024. Continental northeast Asian amphibians. Origins, behavioural ecology, and conservation. Academic Press, Amsterdam, Netherlands, 231 p. <https://doi.org/10.1016/C2021-0-00007-9>

Borzee, A., Litvinchuk, S.N., Ri, K., Andersen, D., Nam, T.Y. et al., 2021. Update on distribution and conservation status of amphibians in the Democratic People's Republic of Korea: conclusions based on field surveys, environmental modelling, molecular analyses and call properties. *Animals* **11**, 2057. <https://doi.org/10.3390/ani11072057>

Cayuela, H., Monod-Broca, B., Lemaître, J.-F., Besnard, A., Gippet, J.M.W, et al., 2022. Compensatory recruitment allows amphibian population persistence in anthropogenic habitats. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **119** (38), e2206805119. <https://doi.org/10.1073/pnas.2206805119>

Fan, C., Liu, Y., Wang, Y., Zhang, A., Xie, W. et al., 2022. Expression of glycogenic genes in the oviduct of Chinese brown frog (*Rana dybowskii*) during pre-brumation. *Theriogenology* **185** (4), 78–87. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2022.03.006>

Hemelaar, A.S.M., 1985. An improved method to estimate the number of year rings resorbed in phalanges of *Bufo bufo* (L.) and its application to populations from different latitudes and altitudes. *Amphibia-Reptilia* **6** (4), 323–341. <https://doi.org/10.1163/156853885X00326>

Ishchenko, V.G., 1978. Dinamicheskiy polimorfizm burykh lyagushek fauny SSSR [Dynamic polymorphism of brown frogs of the USSR fauna]. Nauka, Moscow, USSR, 148 p. (In Russian).

Ishchenko, V.G., 1996. Problems of demography and declining populations of some Euroasiatic brown frogs. *Russian Journal of Herpetology* **3** (2), 143–151.

Kidov, A.A., Zamaletdinov, R.I., Matushkina, K.A., Mikhailova, R.I., 2018. Notes on study of age and growth of the Hyrcanian frog, *Rana pseudodalmatina* Eiselt et Schmidler, 1971 in the Talysh Mountains. *Russian Journal of Herpetology* **25** (3), 183–188. <https://doi.org/10.30906/1026-2296-2019-25-3-183-188>

Kidov, A.A., Ivolska, R.A., Kondratova, T.E., Ivanov, A.A., 2023a. Age, growth, and fertility in Terentiev's frog (*Pelophylax terentievi*, Amphibia, Ranidae). *Biology Bulletin* **50** (8), 1854–1863. <https://doi.org/10.1134/S1062359023080125>

Kidov, A.A., Lyapkov, S.M., Stepankova, I.V., Afrin, K.A., Kidova, E.A., Kondratova, T.E., Litvinchuk, S.N., 2023b. Age structure and growth rate of the triploid Batura toad, *Bufotes baturae* (Anura: Bufonidae), inhabitant of a high altitude hot spring in the Eastern Pamirs (Tajikistan). *Russian Journal of Herpetology* **30** (2), 79–87. <https://doi.org/10.30906/1026-2296-2023-30-2-79-87>

Kidov, A.A., Afrin, K.A., Stepankova, I.V., Matushkina, K.A., Tuniyev, B.S., 2023c. Vozrastnaya struktura i rost *Bufo verrucosissimus* (Amphibia, Anura, Bufonidae) v Kavkazskom gosudarstvennom prirodnom biosfernom zapovednike (Rossiya) v kontse XX veka [Age structure and growth of *Bufo verrucosissimus* (Amphibia, Anura, Bufonidae) in the Caucasian State Nature Biosphere Reserve (Russia) at the end of the XX century]. *Nature Conservation Research. Zapovednaya nauka [Nature Conservation Research]* **8** (4), 76–85. (In Russian). <https://dx.doi.org/10.24189/ncr.2023.032>

Kleinenberg, S.E., Smirina, E.M., 1969. K metodike opredeleniya vozrasta amfibiy [A contribution to the method of age determination in amphibians]. *Zoologicheskii zhurnal [Zoological Journal]* **48** (7), 1090–1094. (In Russian).

- Kolobaev, N.N., 2000. Dybovsky's frog (*Rana dybowskii*) in the upper Zeya basin, Amurland. *Advances in amphibian research in the former Soviet Union* **5**, 47–78.
- Kuzmin, S.L., 2012. *Zemnovodnyye byvshego SSSR [Amphibians of the Former Soviet Union]*. KMK Scientific Press Ltd, Moscow, Russia, 370 p. (In Russian).
- Kuzmin, S.L., Maslova, I.V., 2005. *Zemnovodnyye rossiyskogo Dal'nego Vostoka [Amphibians of the Russian Far East]*. KMK Scientific Press Ltd, Moscow, Russia, 434 p. (In Russian).
- Liu, D., Li, Q., Liu, T., Zhang, Y., Zheng, R. et al., 2023. Decreased acetylation of HDGF improves oviduct production in *Rana dybowskii*, *Rana amurensis*, and *Rana huanrenensis*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part D Genomics and Proteomics* **47**, 101102. <https://doi.org/10.1016/j.cbd.2023.101102>
- Luedtke, J.A., Chanson, J., Neam, K., Hobin, L., Maciel, A.O. et al., 2023. Ongoing declines for the world's amphibians in the face of emerging threats. *Nature* **622**, 308–314. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06578-4>
- Lyapkov, S.M., 2005. Geographical and local variation of reproductive and demographic characteristics in brown frogs. *Russian Journal of Herpetology* **12**, 187–190.
- Lyapkov, S.M., Kidov, A.A., Stepankova, I.V., Afrin, K.A., Litvinchuk, S.N., 2020. Age structure and growth in the Lataste's toad, *Bufotes latastii* (Anura, Bufonidae). *Russian Journal of Herpetology* **27** (3), 165–171. <https://doi.org/10.30906/1026-2296-2020-27-3-165-171>
- Lyapkov, S.M., Kidov, A.A., Stepankova, I.V., Afrin, K.A., Litvinchuk, S.N., 2021a. Age structure and growth in the Zamda toad, *Bufotes zamdaensis* (Anura, Bufonidae). *Russian Journal of Herpetology* **28** (3), 138–144. <https://doi.org/10.30906/1026-2296-2021-28-3-138-144>
- Lyapkov, S.M., Kondratova, T.E., Ivolga, R.A., Kidova, E.A., Kidov, A.A., 2021b Growth layers and its complex structure in a common species under uncommon conditions: *Pelophylax ridibundus* in the Talysh mountains. *Russian Journal of Herpetology* **28** (5), 242–248. <https://doi.org/10.30906/1026-2296-2021-28-5-242-248>
- Matushkina, K.A., Kidov, A.A., 2013. Reproaktivnaia biologiiia talyshskoi zhaby (*Bufo eichwaldi*) v Lenkoranskoi nizmennosti [Reproductive biology of Talysh common toad (*Bufo eichwaldi*) in the Lenkoran lowland]. *Sovremennaya gerpetologiya [Current Studies in Herpetology]* **13** (1/2), 27–33. (In Russian).
- Othman, S.N., Shin, Y., Kim, H.-T., Chuang, M.-F., Bae, Y. et al., 2022. Evaluating the efficiency of popular species identification analytical methods, and integrative workflow using morphometry and barcoding bioinformatics for taxonomy and origin of traded cryptic brown frogs. *Global Ecology and Conservation* **38**, e02253. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2022.e02253>
- Park, J., Grajal-Puche, A., Roh, N.-H., Parl, I.-K., Ra N.-Y., Park, D.-S., 2021. First detection of ranavirus in a wild population of Dybovski's brown frog (*Rana dybowskii*) in South Korea. *Journal of Ecology and Environment* **45**, 2. <https://doi.org/10.1186/s41610-020-00179-2>
- Robson, D.S., Chapman, D.G., 1961. Catch curves and mortality rates. *Transactions of the American Fisheries Society* **90** (2), 181–189. [https://doi.org/10.1577/1548-8659\(1961\)90\[181:CCAMR\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1961)90[181:CCAMR]2.0.CO;2)
- Seber, G.A.F., 1973. The estimation of animal abundance and related parameters. Griffin, London, England, 506 p.
- Sinsch, U., 2015. Review: skeletochronological assessment of demographic life-history traits in amphibians. *Herpetological Journal* **25**, 5–13.

- Smirina, E.M., 1994. Age determination and longevity in Amphibians. *Gerontology* **40** (2-4), 133–146. <https://doi.org/10.1159/000213583>
- Smirina, E.M., 1989. Metodika opredeleniya vozrasta amfibiy i reptily po sloyam v kosti [Methodology for determining the age of amphibians and reptiles by layers in bone]. In: Scherbak, N.N. (ed.), *Rukovodstvo po izucheniyu zemnovodnykh i presmykayushchikhsya* [Guide to the Study of Amphibians and Reptiles]. Kiev, USSR, 144–153. (In Russian).
- Stepankova, I.V., Afrin, K.A., Ivolve, R.A., Kidov, A.A., 2020. Sravnitel'naya kharakteristika morfometricheskikh i reproduktivnykh pokazateley travyanoy lyagushki, *Rana temporaria* (Amphibia, Ranidae) populyatsiy "staroy" i Novoy Moskvyy [Comparative characteristics of morphometric and reproductive parameters of the common brown frog, *Rana temporaria* (Amphibia, Ranidae) from the populations of old and new Moscow]. *Sovremennaya gerpetologiya* [Current Studies in Herpetology] **20** (1–2), 53–60. (In Russian). <https://doi.org/10.18500/1814-6090-2020-20-1-2-53-60>
- Stepankova, I.V., Afrin, K.A., Kidov, A.A., 2023. Vozrastnaya struktura populyatsiy amfibiy Novoy Moskvyy [The age structure of amphibian populations in New Moscow]. *Sbornik statey Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov, posvyashchennoy 180-letiyu so dnya rozhdeniya K.A. Timiryazeva* [Collection of articles of the International Scientific Conference of young scientists and specialists dedicated to the 180th anniversary of the birth of K.A. Timiryazev]. RSAU–MTAA, Moscow, Russia, 254–257. (In Russian).
- Ushakov, V.A., Lebedinsky, A.A., Grefner, N.M., 1982. Analiz razmerno-voznostnoy struktury populyatsiy travyanoy lyagushki na urbanizirovannykh territoriyakh [Analysis of the size-age structure of grass frog populations in urban areas]. *Vestnik zoologii* [Zoodiversity] **2**, 67–68. (In Russian).
- Vershinin, V.L., 1997. Ekologicheskiye osobennosti populyatsiy amfibiy urbanizirovannykh territoriy [Ecological features of amphibian populations in urban areas]. *PhD in Biology thesis abstract*. Ekaterinburg, Russia, 25 p. (In Russian).
- Wang, Y., Liu, Y., Wang, Y., Zhang, A., Xie, W. et al., 2023. Investigation of seasonal changes in lipid synthesis and metabolism-related genes in the oviduct of Chinese brown frog (*Rana dybowskii*). *European Journal of Histochemistry* **67** (4), 3890. <https://doi.org/10.4081/ejh.2023.3890>
- Wilbur, H.M., 1980. Complex life cycles. *Annual Review of Ecology and Systematics* **11**, 67–93. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.11.110180.000435>
- Xia, R., Huang, X.-m., Yang, S.-h., Xu Y.C., Ying L., Dahmer T.D., 2011. Morphometric discrimination of wild from farmed Dybowskii's frog (*Rana dybowskii*) based on hindlimb length. *Journal of Forestry Research* **22** (2), 269–274. <https://doi.org/10.1007/s11676-011-0161-0>
- Xiao, J., Jiang, D., 2010. On origin of oviductus ranae in Chinese pharmacopoeia. *China Journal of Chinese Materia Medica* **35**, 2931–2933.
- Zamaletdinov, R.I., 2003. Ekologiya zemnovodnykh v usloviyakh bol'shogo goroda (na primere g. Kazani) [Ecology of amphibians in big city conditions (on the example of Kazan city)]. *PhD in Biology thesis abstract*. Kazan, Russia, 24 p. (In Russian).
- Zamaletdinov, R.I., Fayzulin, A.I., Mikhailova, R.I., Kuzovenko, A.E., 2013. Materialy k monitoringu vozrastnoy struktury populyatsiy amfibiy na urbanizirovannykh territoriyakh Volzhskogo basseyna [Materials to monitoring of amphibians populations age structure in the urbanized territories of the Volga basin]. *Uchenyye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N.E. Baumana* [Scientific Notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman] **213**, 85–90. (In Russian).