


ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА И РОСТ *BUFO VERRUCOSISSIMUS* (AMPHIBIA, ANURA, BUFONIDAE) В КАВКАЗСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ПРИРОДНОМ БИОСФЕРНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ (РОССИЯ) В КОНЦЕ XX ВЕКА

А. А. Кидов^{1,*} , К. А. Африн¹ , И. В. Степанкова¹ ,
К. А. Магушкина¹ , Б. С. Туниев² 

¹Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Россия
*e-mail: kidov@rgau-msha.ru

²Сочинский национальный парк, Россия

Поступила: 26.06.2023. Исправлена: 03.10.2023. Принята к опубликованию: 05.10.2023.

В Российской Федерации *Bufo verrucosissimus* является видом, находящимся под угрозой исчезновения. Одной из крупнейших особо охраняемых природных территорий, на которой обитает *B. verrucosissimus*, является Кавказский государственный природный биосферный заповедник. В работе представлены данные о возрастной структуре и росте особей этого вида, собранных в Кавказском государственном природном биосферном заповеднике в 1987–1990 гг. и хранящихся в коллекции Сочинского национального парка. Возраст 16 самок и 51 самца определяли при помощи метода скелетохронологии. Возраст взрослых самок составил 6–10 лет (в среднем 7.9 лет), а самцов 2–9 лет (в среднем 5.8 лет). По среднему возрасту самки статистически значимо превосходили самцов. По длине тела достоверные различия между самцами и самками были отмечены в группах семилетних и девятилетних животных. Длина тела изученных животных (60.8–116.4 мм для самок и 61.2–86.3 мм для самцов) соответствует размерам взрослых особей *B. verrucosissimus* из других локалитетов на Северном Кавказе. Самки равномерно растут в течение всей жизни, тогда как рост самцов существенно замедляется после достижения половой зрелости. Самцы оказались способны достигать предельной длины тела быстрее, чем самки (коэффициент роста составил 0.722 для самцов и 0.163 для самок). Согласно уравнению фон Бергаланфи, максимально возможная длина тела составила 130.9 мм для самок и 74.6 мм для самцов.

Ключевые слова: бесхвостые земноводные, демография, коэффициент роста, продолжительность жизни, Северный Кавказ, скелетохронология

Введение

Исследование возрастной структуры популяций животных является важнейшим этапом для разработки мероприятий по их охране и управлению (Legendre, 2004). Наиболее широко распространенным методом определения возраста амфибий на протяжении более чем полувека остается скелетохронология (Клейненберг, Смирина, 1969). К настоящему времени были изучены возрастная структура и особенности роста у десятков видов, однако в большинстве своем скелетохронологическими исследованиями были охвачены наиболее многочисленные из них (Smirina, 1994; Sinsch, 2015; Клевезаль, Смирина, 2016). При этом метод позволяет определять возраст у животных из музейных коллекций, собранных в природе десятилетия и даже столетия назад, выявлять влияние различных факторов за эти периоды на динамику демографических показателей (Ehret, 2007).

Bufo verrucosissimus (Pallas, 1914) последние 30–40 лет принадлежит к числу интенсивно изучаемых амфибий Палеарктики. В прошлом

этот таксон считался кавказским подвигом широко распространенного в лесном поясе Северной Евразии вида *Bufo bufo* Linnaeus, 1758 (Терентьев, Чернов, 1949; Банников и др., 1977). Но к концу XX в. сформировалось представление о *B. verrucosissimus*, как о самостоятельном виде, эндемике лесов колхидского типа и их дериватов на Западном Кавказе (Боркин, 1987; Орлова, Туниев, 1989). Относившихся ранее к этому таксону особей из Гирканики (прикаспийские склоны Талыша и Эльбурса, Ленкоранская и Южно-Каспийская низменности) в последующем описали как самостоятельный вид *Bufo eichwaldi* Litvinchuk, Rosanov, Borkin & Skorinov, 2008 (Litvinchuk et al., 2008), валидность которой признается большинством авторов (Recuero et al., 2012; Kidov et al., 2020). Проведение специальных молекулярно-генетических исследований позволило предполагать конспецифичность серых жаб Колхиды и Леванта (северо-запад Сирии, Ливан, юго-восток Турции) (Jablonski & Sadek, 2019), а также обнаружить зоны интеграции между *B. verrucosissimus* и *B. bufo* как на северо-востоке,

так и на юго-востоке Анатолии (Özdemir et al., 2020; Dursun et al., 2023).

Несмотря на относительно широкое распространение, *Bufo verrucosissimus* является одним из наиболее быстро исчезающих видов амфибий на Кавказе (Красная книга Российской Федерации, 2021). Массовая гибель на дорогах, разрушение местообитаний и исчезновение мест размножения уже длительное время способствуют сокращению популяций этого вида на всем протяжении ареала (Кузьмин, 2012). Однако в современности главным лимитирующим фактором для *B. verrucosissimus* стал инвазионный хищник-батрахофаг *Procyon lotor* Linnaeus, 1758 (Туниев, Туниев, 2006, 2013). Завезенный на Кавказ в середине XX в. (Верещагин, 1959), *P. lotor* быстро распространился. Уже к началу 2000-х гг. он почти полностью уничтожил многие популяции амфибий на Черноморское побережье (Туниев, Туниев, 2006) и продолжил распространение в горы на северном макросклоне. К 2020 г. массово выедал большую часть взрослых особей *B. verrucosissimus* на нерестилищах в ущельях от Малой Лабы до верховий Кубани (данные авторов). При этом *P. lotor* присутствует уже почти на всех российских особо охраняемых природных территориях, где обитает *B. verrucosissimus*. В связи с вышесказанным, в федеральной Красной книге статус вида был повышен с категории 2 (сокращающийся в численности узкоареальный вид, эндемик лесов Западного Кавказа и Юго-Восточного Закавказья) (Красная книга Российской Федерации, 2001) до категории 1 (находящийся под угрозой исчезновения вид) (Красная книга Российской Федерации, 2021).

Повсеместное исчезновение и высокий охранный статус *Bufo verrucosissimus* в России не позволяет проводить исследования, связанные с изъятием животных из естественной среды обитания. Однако в фондах ряда музеев хранятся крупные выборки этого вида, добытые в конце XX в., то есть, когда вид был еще многочисленным и не был внесен в списки охраняемых животных. Одна из наиболее представительных коллекций *B. verrucosissimus* с большей части видового ареала хранится в Сочинском национальном парке (г. Сочи, Краснодарский край, Россия). Особую ценность представляют экземпляры, собранные на особо охраняемых природных территориях в тот период, когда на популяционную структуру *B. verrucosissimus* еще не повлиял *P. lotor*.

Целью настоящей работы являлась оценка возрастной структуры и роста *B. verrucosissimus* на территории одного из крупнейших резерватов для этого вида в России, Кавказского заповедника, до 1990 г. включительно по результатам изучения экземпляров из музейной коллекции.

Материал и методы

Материалом для исследований послужили взрослые особи кавказской жабы, собранные в период размножения (март – апрель) в 1987–1990 гг. на территории Кавказского государственного природного биосферного заповедника (Северо-Западный Кавказ, Россия) и в его охранной зоне (рис. 1) и хранящиеся в фондовой коллекции Сочинского национального парка. Все выборки были сделаны в локалитетах, расположенных на северном макросклоне Кавказа, не изолированы друг от друга географически, и относятся к одной популяции. У экземпляров, зафиксированных в 70% этаноле, электронным штангенциркулем с погрешностью 0.1 мм измеряли длину тела (SVL) и отсекали третью фалангу четвертого пальца задней правой конечности.

Скелетохронологическое исследование осуществляли по стандартной методике (Смирин, 1989; Смирин, Макаров, 1987). Каждую фалангу пальцев очищали от окружающих мягких тканей и затем декальцинировали в 6%-ном растворе HNO_3 в течение 0.2–0.3 ч. Поперечные срезы фаланги толщиной 15–20 мкм изготавливали с использованием замораживающего микротомы, а затем окрашивали гематоксилином Эрлиха. Индивидуальный возраст определяли путем подсчета тонких темных линий остановленного роста, которые образуются в надкостнице во время периода зимней спячки (рис. 2).

Используя методы нелинейной регрессии, модель асимптотического роста фон Бергаланфи (Bertalanffy, 1938) была адаптирована к нашим данным по длине тела в разном возрасте для каждого пола:

$$SVL_t = SVL_{\max} - (SVL_{\max} - SVL_{t_0}) \times e^{-k \times (t - t_0)},$$

где SVL_t – средняя длина тела в определенном возрасте, SVL_{\max} – предельная длина тела (может отличаться от максимальной зарегистрированной длины тела), SVL_{t_0} – средняя длина тела вышедших на метаморфоз молодых жаб, k – коэффициент роста, t – количество пережитых зимовок, t_0 – возраст в начале исследуемого интервала роста.

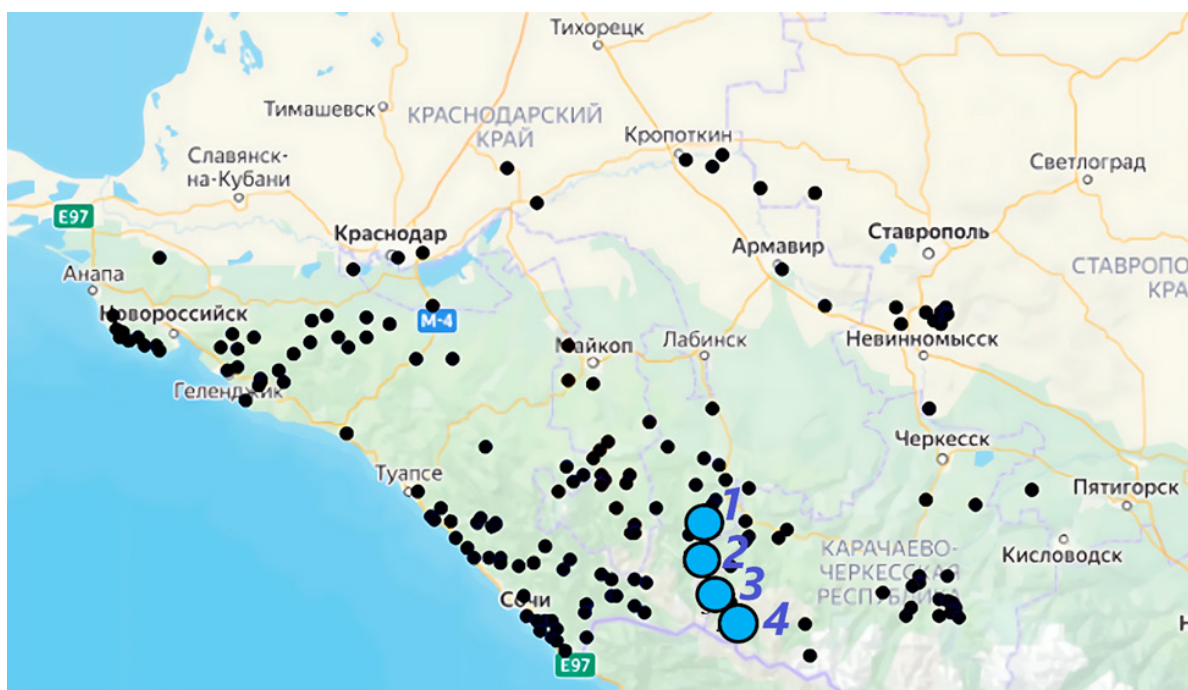


Рис. 1. Находки *Bufo verrucosissimus* на Северо-Западном Кавказе (Кузьмин, 2012; Африн, 2023). Точки сбора животных, задействованных в исследовании: 1 – Черноречье; 2 – Третья Рота; 3 – Карапырь; 4 – Загедан.

Fig. 1. Records of *Bufo verrucosissimus* in the North-Western Caucasus (Kuzmin, 2012; Afrin, 2023). Collection points of animals used in the study: 1 – Chernorechye; 2 – Tretya Rota; 3 – Karapyr; 4 – Zagedan.

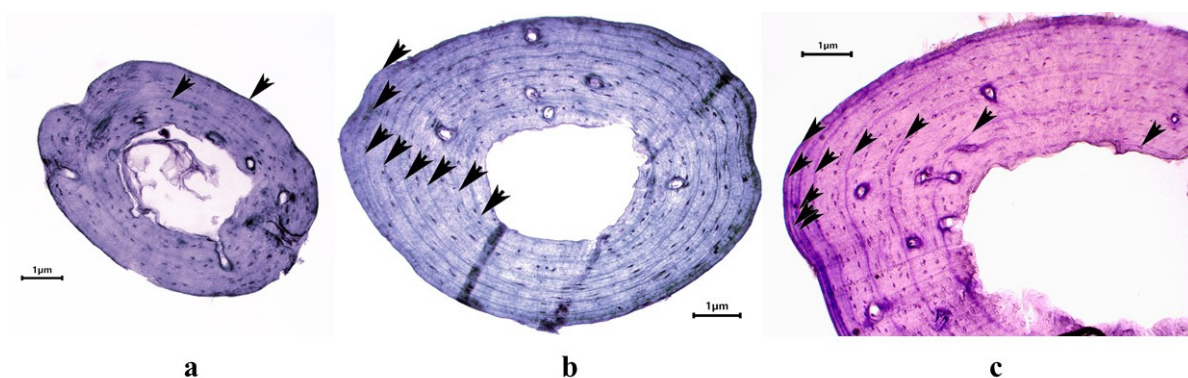


Рис. 2. Окрашенные гематоксилином поперечные срезы фаланг пальцев *Bufo verrucosissimus*. Обозначения: а – двухлетний самец (SVL = 68.8 мм; Карапырь); б – восьмилетний самец (SVL = 74.0 мм; Третья Рота); в – десятилетняя самка (SVL = 104.9 мм; Загедан); стрелки указывают на линии останков роста.

Fig. 2. Hematoxylin-stained cross-sections of *Bufo verrucosissimus* finger phalanges. Designations: а – 2-year old male (SVL = 68.8 mm; Karapyr); б – 8-year old male (SVL = 74.0 mm; Tretya Rota); в – 10-year old female (SVL = 104.9 mm; Zagedan); arrows indicate the lines of arrested growth.

U-критерий Манна-Уитни ($U_{эмп}$) использовался для сравнения средних значений измеренной длины тела между полами (в пределах каждого возраста). Для статистических анализов использовался пакет программ Statistica 8.0 (Dell, USA).

Результаты

В общей сложности были изучены препараты от 16 самок и 51 самца. На всех срезах были хорошо заметны линии остановленного роста, соответствующие зимовкам. Дополнительных линий между ними отмечено не было, что свидетельствует об отсутствии летней спячки.

Возрастная структура *Bufo verrucosissimus* во всех изученных локалитетах была схожей, что особенно наглядно при анализе среднего возраста (табл. 1; Приложение). В целом, в Кавказском заповеднике и его охранной зоне средний возраст самок составил 7.9 ± 1.4 лет при диапазоне 6–10 лет, а самцов – 5.8 ± 1.6 лет и 2–9 лет, соответственно. Самки статистически значимо ($U_{эмп} = 129$; $p < 0.01$) превосходили по этому показателю самцов.

Статистически значимые различия по длине тела между самцами и самками были отмечены в группах семилетних ($U_{эмп} = 4$; $p < 0.05$) и девятилетних ($U_{эмп} = 0$; $p < 0.05$) животных.

Учитывая размеры тела молоди, только что прошедшей метаморфоз (10.9–13.3 мм, в среднем 12.4 ± 0.6), можно считать, что самки к возрасту шести лет прирастают в длину на 392.2–680.4%, к семи годам – на 507.1–747.5%, к восьми годам – на 690.9–722.5%, к девяти годам – на 622.1–842.3%, к десяти годам – на 749.2–788.0%. Самцы от метаморфоза к двум годам вырастают на 454.8%, к трем годам – на 401.6–407.3%, к четырем годам – на 405.6–520.2%, к пяти годам – на 393.5–503.2%, к шести годам – на 403.2–555.6%, к семи годам – на 579.8–508.1%, к восьми годам – на 471.0–557.3%, к девяти годам – на 596.0–566.1%.

Самки относительно равномерно растут в течение всей жизни, тогда как рост самцов существенно замедляется после достижения половой зрелости (рис. 3). Согласно уравнению фон Бергаланфи, максимально возможная длина тела, которую особи из изученной популяции способны достичь в течение жизни,

была определена как 130.9 ± 31.2 мм для самок и 74.6 ± 1.3 мм для самцов. Самцы оказались способны достигать предельной длины тела быстрее, чем самки (к составил 0.722 ± 0.112 для самцов и 0.163 ± 0.085 для самок).

Обсуждение

Длина тела изученных особей с территории Кавказского государственного природного биосферного заповедника (60.8–116.4 мм для самок и 61.2–86.3 мм для самцов) соответствует размерам взрослых особей *Bufo verrucosissimus* из других локалитетов на Северном Кавказе (78.6–119.4 мм для самок и 61.1–88.7 мм для самцов) (Кидов и др., 2015; Африн, 2023). В целом по ареалу для этого вида другими исследователями была указана максимальная длина самок в 154 мм (Кузьмин, 2012) и 170 мм (Ананьева и др., 1998), а для самцов – 96 мм (Кузьмин, 2012) и 120 мм (Ананьева и др., 1998).

Таблица 1. Возрастная структура и длина тела особей *Bufo verrucosissimus* на территории Кавказского государственного природного биосферного заповедника (Россия) и в его охранной зоне

Table 1. Age structure and body length of *Bufo verrucosissimus* individuals in the Caucasian State Natural Biosphere Reserve (Russia) and its buffer zone

Локалитет и период сбора	M ± SD (min–max)					
	самки			самцы		
	n	возраст, лет	длина тела, мм	n	возраст, лет	длина тела, мм
Кордон Черноречье, Мостовский район, Краснодарский край, 825 м н.у.м., 1988 г.	–	–	–	30	5.9 ± 1.6 (3–9)	71.6 ± 6.18 (61.2–86.3)
Кордон Третья Рота, Мостовский район, Краснодарский край, 910 м н.у.м., 1987 г.	3	7.3 ± 1.5 (6–9)	89.9 ± 12.9 (75.0–98.2)	1	8.0	81.5
Кордон Карапырь, Урупский район, Карачаево-Черкесская Республика, 1170 м н.у.м., 1990 г.	8	8.3 ± 1.2 (7–10)	102.6 ± 8.9 (89.2–116.4)	17	5.5 ± 1.8 (2–9)	72.6 ± 5.36 (62.9–82.6)
Поселок Загедан, Урупский район, Карачаево-Черкесская Республика, 1330 м н.у.м., 1990 г.	5	7.8 ± 1.8 (6–10)	88.2 ± 16.91 (60.8–104.9)	3	5.3 ± 1.2 (4–6)	74.1 ± 6.96 (67.4–81.3)

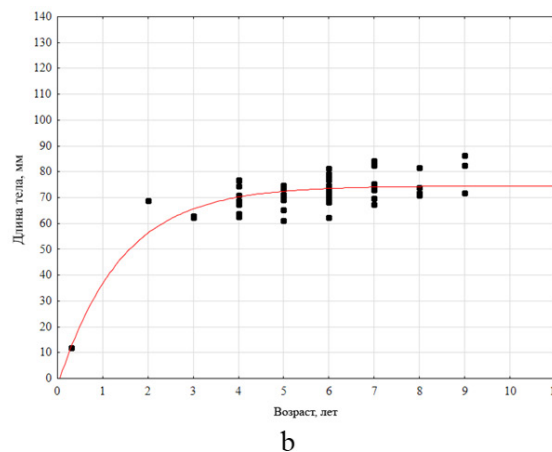
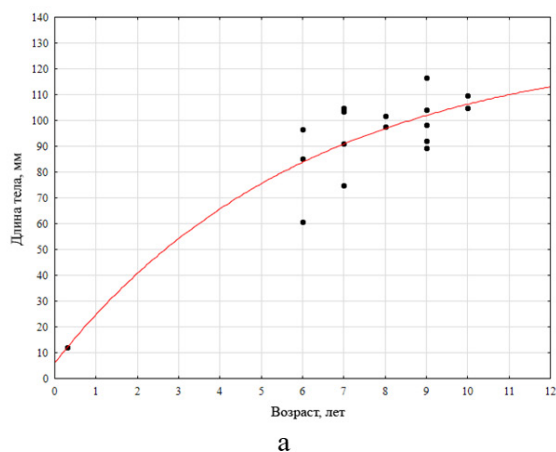


Рис. 3. Траектории роста у самок (а) и самцов (б) *Bufo verrucosissimus* в соответствии с измеренной длиной тела (SVL) в каждой возрастной группе.

Fig. 3. Growth trajectories in females (a) and males (b) of *Bufo verrucosissimus* according to the measured body length (SVL) for each age group.

До настоящего времени возраст и рост *Bufo verrucosissimus* при помощи скелетохронологии исследовали только в Боржомском ущелье (край Самцхе-Джавахети, Грузия) (Gokheshvili & Tarkhishvili, 1994), на горе Стрижамент (Ставропольский край, Россия) (Африн и др., 2022), в окрестностях озер Узунгель (ил (край) Трабзон, Турция) (Kalayci et al., 2019) и Карагель (ил (край) Артвин, Турция) (Dursun & Özdemir, 2022). В Боржоми в высотном градиенте 900–1200 м н.у.м. взрослые самки (n = 56) имели возраст от трех до десяти лет, а самцы (n = 49) – от двух до девяти лет. При этом большинство самок (68%) были 5–7-летними, а самцов (78%) – 3–5-летними (Gokheshvili & Tarkhishvili, 1994). Возраст изученных взрослых самок (n = 7) со Стрижамента (680–700 м н.у.м.) составил 5–12 лет (7-летние особи – 57.1%), а самцов (n = 12) – 3–7 лет (4–5-летние особи – 75%) (Африн и др., 2022). На оз. Узунгель (1090 м н.у.м.) возраст самок (n = 5) составил 2–7 лет (по одной особи (по 20%) в возрасте двух, трех и шести лет и две особи (40%) в возрасте семи лет), а самцов (n = 19) – 3–6 лет (4–5-летние особи – 73.7%). Самки (n = 14) с оз. Карагель (1450–1480 м н.у.м.) имели возраст 5–8 лет (6–7-летние особи – 85.7%), а самцы (n = 15) – 2–7 лет (4–6-летние особи – 80%) (Dursun & Özdemir, 2022).

Для большинства изученных амфибий (Боркин, Тихенко, 1979; Sinsch, 2015; Кидов и др., 2022), включая представителей семейства Bufonidae (Матушкина и др., 2015; Lyarkov et al., 2020, 2021; Kidov et al., 2023), характерна почти полная остановка роста после достижения половой зрелости. Отмечено это явление и для *Bufo verrucosissimus* из других локалитетов (Gokheshvili & Tarkhishvili, 1994; Kalayci et al., 2019; Dursun & Özdemir, 2022; Африн и др., 2022). Рост особей *Bufo verrucosissimus* в Кавказском государственном природном биосферном заповеднике замедляется с наступлением половой зрелости (что особенно заметно для самцов), но не останавливается. При этом самки *B. verrucosissimus* в Кавказском государственном природном биосферном заповеднике относительно равномерно растут и после созревания, что отличает их от самок из других изученных популяций.

В целом, сравнивая известные к настоящему времени данные о возрастной структуре и росте *B. verrucosissimus* с другими представителями рода, можно отметить их высокую схожесть. Так, все они поздно достигают половой зрелости (с 2–6 лет, самцы – на 1–2 года раньше самок) и имеют высокий предельный возраст (до 6–15 лет) (Nemelaar,

1988; Schabetsberger et al., 2000; Mi, 2015; Sun et al., 2016; Эпова, Куранова, 2019). Лишь представители некоторых видов, обитающие в южной части ареала рода *Bufo*, могут созревать раньше (уже после первой зимовки), но эти случаи единичны (Kusano et al., 2010; Матушкина и др., 2015).

Заключение

Таким образом, *Bufo verrucosissimus* на всем протяжении ареала при близких размерных показателях демонстрирует схожую возрастную структуру. Первые самцы созревают с возраста двух лет, а большинство – с четырех лет, самки – с трех лет, а в массе – с 5–6 лет. Во всех изученных локалитетах особи характеризуются высокой максимальной продолжительностью жизни: самки до 6–12 лет, а самцы до 7–9 лет. Интересно, что, в отличие от всех остальных изученных популяций, самки *B. verrucosissimus* в Кавказском государственном природном биосферном заповеднике растут поступательно и после достижения половой зрелости, а самые старые особи зачастую оказываются и самыми крупными.

Благодарности

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

Литература

- Ананьева Н.Б., Боркин Л.Я., Даревский И.С., Орлов Н.Л. 1998. Земноводные и пресмыкающиеся. Энциклопедия природы России. М.: АБФ. 576 с.
- Африн К.А. 2023. Распространение, изменчивость, экология и охрана кавказской жабы (*Bufo verrucosissimus*) в Российской Федерации. Дис. ... канд. биол. наук. Москва. 188 с.
- Африн К.А., Степанкова И.В., Кидов А.А. 2022. Возрастная структура кавказской жабы (*Bufo verrucosissimus*) на Ставропольской возвышенности (по результатам изучения погибших на дорогах особей) // Естественные и технические науки. №1(164). С. 89–92. DOI: 10.25633/ETN.2022.01.07
- Банников А.Г., Даревский И.С., Ищенко В.Г., Рустамов А.К., Щербак Н.Н. 1977. Определитель земноводных и пресмыкающихся фауны СССР. М.: Просвещение. 414 с.
- Боркин Л.Я. 1986. О систематике и зоогеографии амфибий Кавказа // Труды Зоологического института АН СССР. Т. 158. С. 47–58.
- 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 // Труды Зоологического института АН СССР. Т. 89. С. 18–54.

- Верещагин Н.К. 1959. Млекопитающие Кавказа (история формирования фауны). М.; Л.: Издательство АН СССР. 703 с.
- Кидов А.А., Матушкина К.А., Аффрин К.А., Блинова С.А. 2015. Стандартные методы морфометрии в прижизненном изучении изменчивости кавказской жабы, *Bufo verrucosissimus* (Pallas, 1814) на Северо-Западном Кавказе // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. №1. С. 22–28.
- Кидов А.А., Иволга Р.А., Кондратова Т.Э., Иванов А.А. 2022. Возраст, рост и плодовитость у лягушки Терентьева (*Pelophylax terentievi*, Amphibia, Ranidae) // Зоологический журнал. Т. 101(12). С. 1384–1393. DOI: 10.31857/S004451342211006X
- Клевезаль Г.А., Смирин Э.М. 2016. Регистрирующие структуры наземных позвоночных. Краткая история и современное состояние исследований // Зоологический журнал. Т. 95(8). С. 872–896. DOI: 10.7868/S0044513416080079
- Клейнбергер С.Е., Смирин Э.М. 1969. К методике определения возраста амфибий // Зоологический журнал. Т. 48(7). С. 1090–1094.
- Красная книга Российской Федерации. Животные. М.: АСТ Астрель, 2001. 864 с.
- Красная книга Российской Федерации. Животные. 2-е изд. М.: ВНИИ Экология, 2021. 1128 с.
- Кузьмин С.Л. 2012. Земноводные бывшего СССР. Москва: Товарищество научных изданий КМК. 370 с.
- Матушкина К.А., Янчуревич О.В., Кидов А.А. 2015. Возраст и рост тальшской жабы (*Bufo eichwaldi* Litvinchuk, Borkin, Skorinov et Rosanov, 2008) в Ленкоранской низменности (Юго-Восточный Азербайджан) // Современная герпетология. Т. 15(3–4). С. 114–119.
- Орлова В.Ф., Туниев Б.С. 1989. К систематике кавказских серых жаб группы *Bufo bufo verrucosissimus* (Pallas) (Amphibia, Anura, Bufonidae) // Бюллетень МОИП. Т. 94(3). С. 13–24.
- Смирин Э.М. 1989. Методика определения возраста амфибий и рептилий по слоям в кости // Руководство по изучению земноводных и пресмыкающихся. Киев. С. 144–153.
- Смирин Э.М., Макаров А.Н. 1987. Об установлении соответствия числа слоев в трубчатых костях у амфибий возрасту особей // Зоологический журнал. Т. 66(4). С. 599–604.
- Терентьев П.В., Чернов С.А. 1949. Определитель пресмыкающихся и земноводных. Третье дополненное издание. М.: Советская Наука. 340 с.
- Туниев Б.С., Туниев С.Б. 2006. Редкие виды земноводных и пресмыкающихся Сочинского национального парка // Инвентаризация основных таксономических групп и сообществ, зоологические исследования Сочинского национального парка – первые итоги первого в России национального парка. М.: Престиж. С. 205–225.
- Туниев Б.С., Туниев С.Б. 2013. Последствия инвазии ента-полоскуна (*Procyon lotor* L., 1758) в Краснодарском крае // Сборник научных трудов Сочинского научно-исследовательского центра РАН. Сочи: РИО СНИЦ РАН. С. 180–186.
- Эпова Л.А., Куранова В.Н. 2019. Некоторые аспекты демографической структуры популяций обыкновенной жабы, *Bufo bufo* (Anura, Amphibia) Кузнецкого Алатау в градиенте высотной зональности // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. №1(25). С. 181–197. DOI: 10.21685/2307-9150-2019-1-18
- Bertalanffy L. 1938. A quantitative theory of organic growth (Inquiries on growth laws. II) // Human Biology. Vol. 10(2). P. 181–213.
- Dursun C., Özdemir N. 2022. Morphological variability and age structure in a population of *Bufo verrucosissimus* (Anura: Bufonidae) from Artvin, Turkey // Phyllomedusa. Vol. 21(1). P. 31–49. DOI: 10.11606/issn.2316-9079.v21i1p31-49
- Dursun C., Özdemir N., Gül S. 2023. Easternmost distribution of *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758) in Türkiye: implications for the putative contact zone between *B. bufo* and *B. verrucosissimus* // Genetica. Vol. 151(1). P. 11–27. DOI: 10.1007/s10709-022-00175-5
- Ehret D.J. 2007. Skeletochronology: a method for determining the individual age and growth of modern and fossil tortoises (Reptilia: Testudines) // Bulletin of the Florida Museum of Natural History. Vol. 47(2). P. 49–72.
- Gokheshvili R.K., Tarkhishvili D.N. 1994. Age structure of six Georgian anuran populations and its dynamics during two consecutive years // Herpetozoa. Vol. 7(1/2). P. 11–18.
- Hemelaar A. 1988. Age, growth and other population characteristics of *Bufo bufo* from different latitudes and altitudes // Journal of Herpetology. Vol. 22(4). P. 369–388. DOI: 10.2307/1564332
- Jablonski D., Sadek R.A. 2019. The Caucasian toad, *Bufo verrucosissimus* (Pallas, 1814) in the Levant: evidence from mitochondrial DNA // Herpetozoa. Vol. 32. P. 255–258. DOI: 10.3897/herpetozoa.32.e37560
- Kalayci T.E., Gül S., Dursun C., Karaoğlu H., Özdemir N. 2019. Age structure and body size variation in common toad (*Bufo bufo*, Linnaeus 1758) from three different altitudes in Turkey // Russian Journal of Ecology. Vol. 50(4). P. 397–403. DOI: 10.1134/S106741361904009X
- Kidov A.A., Matushkina K.A., Litvinchuk S.N. 2020. Distribution and conservation status of the Eichwald's toad, *Bufo eichwaldi* in Azerbaijan // Russian Journal of Herpetology. Vol. 27(1). P. 11–18. DOI: 10.30906/1026-2296-2020-27-1-11-18
- Kidov A.A., Lyapkov S.M., Stepankova I.V., Afrin K.A., Kidova E.A., Kondratova T.E., Litvinchuk S.N. 2023. Age structure and growth rate of the triploid Batura toad, *Bufo fotes baturae* (Anura: Bufonidae), inhabitant of a high altitude hot spring in the Eastern Pamirs (Tajikistan) // Russian Journal of Herpetology. Vol. 30(2). P. 79–87. DOI: 10.30906/1026-2296-2023-30-2-79-87
- Kusano T., Maruyama K., Kaneko S. 2010. Body size and age structure of a breeding population of the Japanese common toad, *Bufo japonicus formosus* (Amphibia: Bufonidae) // Current Herpetology. Vol. 29(1). P. 23–31. DOI: 10.3105/018.029.0103

- Legendre S. 2004. Age structure, mating system, and population viability // Evolutionary Conservation Biology / R. Ferrière, U. Dieckmann, D. Couvet (Eds.). Cambridge: Cambridge University Press. P. 41–58.
- Litvinchuk S.N., Borkin L.J., Skorinov D.V., Rosanov J.M. 2008. A new species of common toads from the Talysh mountains, south-eastern Caucasus: genome size, allozyme, and morphological evidences // Russian Journal of Herpetology. Vol. 15(1). P. 19–43.
- 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, *Bufoles latastii* (Anura: Bufonidae) // Russian Journal of Herpetology. Vol. 27(3). P. 165–171. DOI: 10.30906/1026-2296-2020-27-3-165-17
- Lyapkov S.M., Kidov A.A., Stepankova I.V., Afrin K.A., Litvinchuk S.N. 2021. Age structure and growth in the Zamda toad, *Bufoles zamdaensis* (Anura, Bufonidae) // Russian Journal of Herpetology. Vol. 28(3). P. 138–144. DOI: 10.30906/1026-2296-2021-28-3-138-144
- Mi Z.P. 2015. Age structure and body size in a breeding population of Asiatic toad (*Bufo gargarizans*) in southwestern China // North-Western Journal of Zoology. Vol. 11(1). P. 178–182.
- Özdemir N., Dursun C., Üzüm N., Kutrup B., Gül S. 2020. Taxonomic assessment and distribution of common toads (*Bufo bufo* and *B. verrucosissimus*) in Turkey based on morphological and molecular data // Amphibia-Reptilia. Vol. 41(3). P. 399–411. DOI: 10.1163/15685381-bja10009
- Recuero E., Canestrelli D., Vörös J., Szabó K., Poyarkov N.A., Arntzen J.W., Crnobrnja-Isailovic J., Kidov A.A., Cogălniceanu D., Caputo F.P., Nascetti G., Martínez-Solano I. 2012. Multilocus species tree analyses resolve the radiation of the widespread *Bufo bufo* species group (Anura, Bufonidae) // Molecular Phylogenetics and Evolution. Vol. 62(1). P. 71–86. DOI: 10.1016/j.ympev.2011.09.008
- Schabetsberger R., Langer H., Jersabek C.D., Goldschmid A. 2000. On age structure and longevity in two populations of *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758), at high altitude breeding sites in Austria // Herpetozoa. Vol. 13(3/4). P. 187–191.
- Sinsch U. 2015. Review: skeletochronological assessment of demographic life-history traits in amphibians // Herpetological Journal. Vol. 25(1). P. 5–13.
- Smirina E.M. 1994. Age determination and longevity in Amphibians // Gerontology. Vol. 40(2–4). P. 133–146. DOI: 10.1159/000213583
- Sun Y., Xiong J., Lv Y., Zhang Y. 2016. Age, body size, and growth in a population of the Asiatic toad *Bufo gargarizans* from Central China // Russian Journal of Herpetology. Vol. 23(1). P. 35–40.
- Stavropol upland (based on study of road killed specimens). *Natural and Technical Sciences* 1(164): 89–92. DOI: 10.25633/ETN.2022.01.07 [In Russian]
- Ananjeva N.B., Borkin L.J., Darevsky I.S., Orlov N.L. 1998. *Amphibians and reptiles. Encyclopedia of Russian Nature*. Moscow: ABF. 576 p. [In Russian]
- Bannikov A.G., Darevsky I.S., Ishchenko V.G., Rustamov A.K., Shcherbak N.N. 1977. *A Determinant Key of Amphibians and Reptiles of Fauna of the USSR*. Moscow: Prosveshchenie. 414 p. [In Russian]
- Bertalanffy L. 1938. A quantitative theory of organic growth (Inquires on growth laws. II). *Human Biology* 10(2): 181–213.
- Borkin L.J. 1986. On the systematics and zoogeography of amphibians of the Caucasus. *Proceedings of the Zoological Institute AS USSR* 158: 47–58. [In Russian]
- Borkin L.J., Tikhenko N.D. 1979. Some aspects of morphological variation, color polymorphisms, growth, population structure, and daily activity in *Rana lessonae* in the northern range limit. *Proceedings of the Zoological Institute AS USSR* 89: 18–54. [In Russian]
- Dursun C., Özdemir N. 2022. Morphological variability and age structure in a population of *Bufo verrucosissimus* (Anura: Bufonidae) from Artvin, Turkey. *Phyllomedusa* 21(1): 31–49. DOI: 10.11606/issn.2316-9079.v21i1p31-49
- Dursun C., Özdemir N., Gül S. 2023. Easternmost distribution of *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758) in Türkiye: implications for the putative contact zone between *B. bufo* and *B. verrucosissimus*. *Genetica* 151(1): 11–27. DOI: 10.1007/s10709-022-00175-5
- Ehret D.J. 2007. Skeletochronology: a method for determining the individual age and growth of modern and fossil tortoises (Reptilia: Testudines). *Bulletin of the Florida Museum of Natural History* 47(2): 49–72.
- Epova L.A., Kuranova V.N. 2019. Some aspects of demographic structure of the Common toad populations, *Bufo bufo* (Anura, Amphibia), of the Kuznetsk Alatau mountains (Russia) in an altitude gradient. *University Proceedings. Volga Region. Natural Sciences* 1(25): 181–197. DOI: 10.21685/2307-9150-2019-1-18 [In Russian]
- Gokhelashvili R.K., Tarkhishvili D.N. 1994. Age structure of six Georgian anuran populations and its dynamics during two consecutive years. *Herpetozoa* 7(1/2): 11–18.
- Hemelaar A. 1988. Age, growth and other population characteristics of *Bufo bufo* from different latitudes and altitudes. *Journal of Herpetology* 22(4): 369–388. DOI: 10.2307/1564332
- Jablonski D., Sadek R.A. 2019. The Caucasian toad, *Bufo verrucosissimus* (Pallas, 1814) in the Levant: evidence from mitochondrial DNA. *Herpetozoa* 32: 255–258. DOI: 10.3897/herpetozoa.32.e37560
- Kalayci T.E., Gül S., Dursun C., Karaoğlu H., Özdemir N. 2019. Age structure and body size variation in common toad (*Bufo bufo*, Linnaeus 1758) from three different altitudes in Turkey. *Russian Journal of Ecology* 50(4): 397–403. DOI: 10.1134/S106741361904009X
- Kidov A.A., Ivolga R.A., Kondratova T.E., Ivanov A.A. 2022. Age, growth and fertility in Terentiev's frog (*Pelophylax terentievi*, Amphibia, Ranidae). *Zoologicheskii Zhurnal* 101(12): 1384–1393. DOI: 10.31857/S004451342211006X [In Russian]

References

- Afrin K.A. 2023. *Distribution, variability, ecology and conservation of the Caucasian toad (Bufo verrucosissimus) in the Russian Federation*. PhD Thesis. Moscow. 188 p. [In Russian]
- Afrin K.A., Stepankova I.V., Kidov A.A. 2022. Age structure of the Caucasian toad (*Bufo verrucosissimus*) on the

- Kidov A.A., Matushkina K.A., Litvinchuk S.N. 2020. Distribution and conservation status of the Eichwald's Toad, *Bufo eichwaldi* in Azerbaijan. *Russian Journal of Herpetology* 27(1): 11–18. DOI: 10.30906/1026-2296-2020-27-1-11-18
- Kidov A.A., Lyapkov S.M., Stepankova I.V., Afrin K.A., Kidova E.A., Kondratova T.E., Litvinchuk S.N. 2023. Age structure and growth rate of the triploid Batura toad, *Bufo baturae* (Anura: Bufonidae), inhabitant of a high altitude hot spring in the Eastern Pamirs (Tajikistan). *Russian Journal of Herpetology* 30(2): 79–87. DOI: 10.30906/1026-2296-2023-30-2-79-87
- Kidov A.A., Matushkina K.A., Afrin K.A., Blinova S.A. 2015. Standard methods of morphometry in lifetime studies of variability of Caucasian toad *Bufo verrucosissimus* (Pallas, 1814) in the Northwestern Caucasus. *Bulletin of the Moscow Region State University. Series: Natural Sciences* 1: 22–28. [In Russian]
- Kleinenberg S.E., Smirina E.M. 1969. A contribution to the method of age determination in amphibians. *Zoologicheskii Zhurnal* 48(7): 1090–1094. [In Russian]
- Klevezal G.A., Smirina E.M. 2016. Recording structures of terrestrial vertebrates. A sketch of history and the current state of investigations. *Zoologicheskii Zhurnal* 95(8): 872–896. DOI: 10.7868/S0044513416080079 [In Russian]
- Kusano T., Maruyama K., Kaneko S. 2010. Body size and age structure of a breeding population of the Japanese common toad, *Bufo japonicus formosus* (Amphibia: Bufonidae). *Current Herpetology* 29(1): 23–31. DOI: 10.3105/018.029.0103
- Kuzmin S.L. 2012. *Amphibians of the Former Soviet Union*. Moscow: Moscow: KMK Scientific Press Ltd. 370 p. [In Russian]
- Legendre S. 2004. Age Structure, Mating System, and Population Viability. In: R. Ferrière, U. Dieckmann, D. Couvet (Eds.): *Evolutionary Conservation Biology*. Cambridge: Cambridge University Press. P. 41–58.
- Litvinchuk S.N., Borkin L.J., Skorinov D.V., Rosanov J.M. 2008. A new species of common toads from the Talysh mountains, south-eastern Caucasus: genome size, allozyme, and morphological evidences. *Russian Journal of Herpetology* 15(1): 19–43.
- 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, *Bufo latastii* (Anura: Bufonidae). *Russian Journal of Herpetology* 27(3): 165–171. DOI: 10.30906/1026-2296-2020-27-3-165-17
- Lyapkov S.M., Kidov A.A., Stepankova I.V., Afrin K.A., Litvinchuk S.N. 2021. Age structure and growth in the Zamda toad, *Bufo zamdaensis* (Anura, Bufonidae). *Russian Journal of Herpetology* 28(3): 138–144. DOI: 10.30906/1026-2296-2021-28-3-138-144
- Matushkina K.A., Yanchurevich O.V., Kidov A.A. 2015. Age and growth of the Eichwald's toad (*Bufo eichwaldi* Litvinchuk, Borkin, Skorinov et Rosanov, 2008) in the Lenkoran Lowland (Southeastern Azerbaijan). *Current Studies in Herpetology* 15(3–4): 114–119. [In Russian]
- Mi Z.P. 2015. Age structure and body size in a breeding population of Asiatic toad (*Bufo gargarizans*) in southwestern China. *North-Western Journal of Zoology* 11(1): 178–182.
- Orlova V.F., Tuniyev B.S. 1989. On the taxonomy of the Caucasian common toads belonging to the group *Bufo bufo verrucosissimus* (Pallas) (Amphibia, Anura, Bufonidae). *Bulletin of Moscow Society of Naturalists* 94(3): 13–24. [In Russian]
- Özdemir N., Dursun C., Üzümlü N., Kutrup B., Gül S. 2020. Taxonomic assessment and distribution of common toads (*Bufo bufo* and *B. verrucosissimus*) in Turkey based on morphological and molecular data. *Amphibia-Reptilia* 41(3): 399–411. DOI: 10.1163/15685381-bja10009
- Recuero E., Canestrelli D., Vörös J., Szabó K., Poyarkov N.A., Arntzen J.W., Crnobrnja-Isailovic J., Kidov A.A., Cogălniceanu D., Caputo F.P., Nascetti G., Martínez-Solano I. 2012. Multilocus species tree analyses resolve the radiation of the widespread *Bufo bufo* species group (Anura, Bufonidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 62(1): 71–86. DOI: 10.1016/j.ympev.2011.09.008
- Red Data Book of the Russian Federation. Animals. Moscow: Astrel, 2001. 862 p. [In Russian]
- Red Data Book of the Russian Federation. Animals. Moscow: VNII Ecologiya, 2021. 1128 p. [In Russian]
- Schabetsberger R., Langer H., Jersabek C.D., Goldschmid A. 2000. On age structure and longevity in two populations of *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758), at high altitude breeding sites in Austria. *Herpetozoa* 13(3/4): 187–191.
- Sinsch U. 2015. Review: skeletochronological assessment of demographic life-history traits in amphibians. *Herpetological Journal* 25(1): 5–13.
- Smirina E.M. 1989. A technique for determining the age of amphibians and reptiles by layers in bones. In: *A Guide to the Study of Amphibians and Reptiles*. Kiev. P. 144–153. [In Russian]
- Smirina E.M. 1994. Age determination and longevity in Amphibians. *Gerontology* 40(2–4): 133–146. DOI: 10.1159/000213583
- Smirina E.M., Makarov A.N. 1987. On ascertainment of accordance between the number of layers in tubular bones of amphibians and the age of individuals. *Zoologicheskii Zhurnal* 66(4): 599–604. [In Russian]
- Sun Y., Xiong J., Lv Y., Zhang Y. 2016. Age, body size, and growth in a population of the Asiatic toad *Bufo gargarizans* from Central China. *Russian Journal of Herpetology* 23(1): 35–40.
- Terentyev P.B., Chernov A.S. 1949. *Key for Determination of Reptiles and Amphibians*. 3rd supplemented edition. Moscow: Sovetskaya Nauka. 340 p. [In Russian]
- Tuniyev B.S., Tuniyev S.B. 2006. Rare species of amphibians and reptiles of the Sochi National Park. In: *Inventory of the main taxonomic groups and communities, zoological studies of the Sochi National Park – the first outcomes of the first Russian national park*. Moscow: Prestizh. P. 205–225. [In Russian]
- Tuniyev B.S., Tuniyev S.B. 2013. Consequences of raccoon (*Procyon lotor* L., 1758) invasion in the Krasnodarsky Krai. In: *Proceedings of the Sochi Scientific Centre of the RAS*. Sochi: Sochi Scientific Centre of the RAS. P. 180–186. [In Russian]
- Vereshchagin N.K. 1959. *Mammals of the Caucasus (a history of the fauna evolution)*. Moscow; Leningrad: AS USSR. 703 p. [In Russian]

Приложение. Длина тела взрослых особей *Bufo verrucosissimus* в различных возрастных группах на территории Кавказского государственного природного биосферного заповедника (Россия).

Supplement. Body length of adult *Bufo verrucosissimus* individuals of various age groups in the Caucasian State Natural Biosphere Reserve, Russia.

Возраст, лет	Длина тела (SVL), мм					
	самки			самцы		
	n	M ± SD	min–max	n	M ± SD	min–max
Черноречье						
3	–	–	–	1	62.2	–
4	–	–	–	6	69.8 ± 6.13	62.7–76.8
5	–	–	–	6	69.2 ± 5.15	61.2–74.8
6	–	–	–	6	69.0 ± 3.68	62.4–73.1
7	–	–	–	7	76.3 ± 5.23	69.8–84.3
8	–	–	–	2	73.0 ± 1.48	71.9–74.0
9	–	–	–	2	79.1 ± 10.25	71.8–86.3
Третья Рота						
6	1	96.4	–	–	–	–
7	1	75	–	–	–	–
8	–	–	–	1	81.5	–
9	1	98.2	–	–	–	–
Карапырь						
2	–	–	–	1	68.8	–
3	–	–	–	1	62.9	–
4	–	–	–	3	71.7 ± 7.05	63.7–76.9
5	–	–	–	2	69.7 ± 0.85	69.1–70.3
6	–	–	–	7	75.4 ± 2.77	71.3–79.1
7	3	99.8 ± 7.45	91.2–104.7	1	67.3	–
8	1	101.6	–	1	70.8	–
9	3	103.3 ± 13.62	89.2–116.4	1	82.6	–
10	1	109.7	–	–	–	–
Загедан						
4	–	–	–	1	67.4	–
6	2	73.1 ± 17.32	60.8–85.3	2	77.5 ± 5.37	73.7–81.3
8	1	97.7	–	–	–	–
9	1	92.1	–	–	–	–
10	1	104.9	–	–	–	–

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

Artem A. Kidov^{1,*} , Kirill A. Afrin¹ , Irina V. Stepankova¹ ,
Kseniya A. Matushkina¹ , Boris S. Tuniyev² 

¹Russian State Agrarian University – K.A. Timiryazev Moscow Agricultural Academy, Russia

*e-mail: kidov@rgau-msha.ru

²Sochi National Park, Russia

Bufo verrucosissimus is an endangered species in the Russian Federation. One of the largest protected areas where *B. verrucosissimus* is preserved is the Caucasian State Nature Biosphere Reserve. The paper presents data on age structure and growth of *B. verrucosissimus* collected in the Caucasian State Nature Biosphere Reserve in 1987–1990 and stored in the collection of Sochi National Park. The age of 16 females and 51 males was determined using the method of skeletochronology. The age of adult females was 6–10 years (on average 7.9 years), and males 2–9 years (on average 5.8 years). Females were statistically significantly superior to males in average age. In terms of body length, significant differences between males and females were noted in groups of seven- and ten-year-old animals. The body length of studied animals (60.8–116.4 mm for females and 61.2–86.3 mm for males) corresponds to the size of adult toads from other localities in the North Caucasus. Females grow evenly throughout their lives, while the growth of males slows down significantly after reaching puberty. Males were able to reach the maximum body length faster than females (the growth coefficient was 0.722 for males and 0.163 for females). According to the von Bertalanffy equation, the maximum possible body length was 130.9 mm for females and 74.6 mm for males.

Key words: demography, growth rate, life longevity, North Caucasus, skeletochronology, tailless amphibians