

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ ПОВОЛЖСКИЙ РЕГИОН

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

№ 3 (27)

2019

СОДЕРЖАНИЕ

БОТАНИКА

- Годин В. Н., Архипова Т. В.** Семенная продуктивность *Aegopodium podagraria* (Ariaceae) в Московской области 5
- Большакова Е. В., Емельянова И. С., Лукаткин А. С.** Культивирование орхидеи *Anoetochilus roxburghii* (Wall.) в условиях *ex vitro* 16
- Асташенков А. Ю., Черемушкина В. А., Курочкина Н. Ю.** Особенности онтогенеза и побегообразования эндемика Центральной Азии *Nepeta formosa* Kudr. (Lamiaceae) 24

ЗООЛОГИЯ

- Короткова А. А., Дубинин М. С.** Морфологические аномалии жувелиц в районе линий электропередач в Тульской области 34
- Ибрагимова Д. В., Наконечный Н. В.** Полиморфизм *Rana arvalis* Nils., 1842 Ханты-Мансийского автономного округа – Югры 43
- Африн К. А., Кидов А. А., Матушкина К. А.** Особенности репродуктивной биологии кавказской жабы, *Bufo verrucosissimus* в Карачаево-Черкесии 55
- Кидов А. А., Иванов А. А., Немыко Е. А.** Оценка паразито-хозяйинных отношений иксодового клеща *Ixodes ricinus* и настоящих ящериц (Lacertidae: *Darevskia pontica* и *D. saxicola*) в Псебайском заказнике (Краснодарский край) 67

ЭКОЛОГИЯ

- Стрюков С. А., Корепов М. В., Рыженкина Н. А., Курочкина Н. А., Абдуллина В. В.** Продуктивность поволжской популяции орлов-могильников (*Aquila heliaca*) на территории Ульяновской области 77
- Мазанова Л. Ф., Гичиханова У. А.** Распространение и биотопическое распределение средиземноморской черепахи (*Testudo graeca* Linnaeus, 1758) в предгорьях Дагестана 84

Мазанова Л. Ф., Аскендеров А. Д., Исмаилова З. С. Распространение и биотопическое распределение смиренного эйрениса (<i>Eirenis modestus</i>) в Дагестане	97
Лихачев С. В., Пименова Е. В., Жакова С. Н. Индикация фторидного загрязнения в экологическом мониторинге территории г. Перми с помощью <i>Acer negundo</i> L.	110

UNIVERSITY PROCEEDINGS
VOLGA REGION

NATURAL SCIENCES

№ 3 (27)

2019

CONTENTS

BOTANY

- Godin V. N., Arkhipova T. V.** Seed production of *Aegopodium podagraria* (Apiaceae) in Moscow region 5
- Bol'shakova E. V., Emel'yanova I. S., Lukatkin A. S.** Cultivation of the orchid *Anoectochilus roxburghii* (Wall.) *ex vitro* 16
- Astashenkov A. Yu., Cheremushkina V. A., Kurochkina N. Yu.** Features of ontogenesis and shoot formation of a Central Asian endemic *Nepeta formosa* Kudr. (Lamiaceae) 24

ZOOLOGY

- Korotkova A. A., Dubinin M. S.** Morphological anomalies of carabids in the power line areas in Tula region 34
- Ibragimova D. V., Nakonechnyy N. V.** Polymorphism of *Rana arvalis* Nils., 1842 in Khanty-Mansiysk Autonomous District – Ugra 43
- Afrin K. A., Kidov A. A., Matushkina K. A.** Features of reproductive biology of the caucasian toad, *Bufo verrucosissimus* in Karachay-Cherkessia 55
- Kidov A. A., Ivanov A. A., Nemyko E. A.** Assessment of the parasite-host relationship of the ixodid tick *Ixodes ricinus* and the true lizards (Lacertidae: *Darevskia pontica* and *D. saxicola*) in the Psebay regional reserve (Krasnodar region) 67

ECOLOGY

- Stryukov S. A., Korepov M. V., Ryzhenkina N. A., Kurochkina N. A., Abdullina V. V.** The productivity of the Volga population of the imperial eagle (*Aquila heliaca*) in the territory of Ulyanovsk region 77
- Mazanaeva L. F., Gichikhanova U. A.** Spreading and biotopic distribution of the greek tortoise (*Testudo graeca* Linnaeus, 1758) in the foothills of Dagestan 84

Mazanaeva L. F., Askenderov A. D., Ismailova Z. S. Spreading and biotopic distribution of the dwarf snake (<i>Eirenis modestus</i>) in Dagestan.....	97
Likhachev S. V., Pimenova E. V., Zhakova S. N. Fluorid contamination indication in environmental monitoring of the territory of Perm city using <i>Acer negundo</i> L.	110

УДК 581.6:582.893:581.141:58.08

DOI 10.21685/2307-9150-2019-3-1

В. Н. Годин, Т. В. Архипова

СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ *AEGOPODIUM PODAGRARIA* (APIACEAE) В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация.

Актуальность и цели. Семенная продуктивность – один из важных показателей адаптации вида в различных естественных условиях местообитаний. Данные о семенной продуктивности *Aegopodium podagraria* отрывочны и противоречивы. Цель работы – изучение особенностей завязывания семян и семенной продуктивности *A. podagraria* в Московской области.

Материалы и методы. Наблюдения проводили в естественных условиях Московской области с 2015 по 2018 г. по общепринятым методикам изучения семенного размножения растений.

Результаты. *A. podagraria* относится к растениям с факультативной ксеногамией и характеризуется довольно высокой потенциальной и реальной семенной продуктивностью. Образование плодов при свободном опылении у *A. podagraria* происходит в последовательности согласно порядку цветения двойных зонтиков в составе синфлоресценции, в связи с чем созревание и осыпание плодов растянуты во времени.

Выводы. Строгая последовательность цветения цветков в простых и двойных зонтиках в пределах синфлоресценции, определенная система скрещивания, наличие тычиночных цветков обеспечивают преимущественно ксеногамное завязывание семян у *A. podagraria*.

Ключевые слова: *Aegopodium podagraria*, семенная продуктивность.

V. N. Godin, T. V. Arkhipova

SEED PRODUCTION OF *AEGOPODIUM PODAGRARIA* (APIACEAE) IN MOSCOW REGION

Abstract.

Background. Seed productivity is one of the important indicators of species adaptation in various natural conditions. Data on the seed productivity of *Aegopodium podagraria* is fragmentary and contradictory. The aim of the work is to study the characteristics of seed setting and seed productivity of *A. podagraria* in the Moscow region.

© Годин В. Н., Архипова Т. В., 2019. Данная статья доступна по условиям всемирной лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), которая дает разрешение на неограниченное использование, копирование на любые носители при условии указания авторства, источника и ссылки на лицензию Creative Commons, а также изменений, если таковые имеют место.

Materials and methods. Observations were carried out under natural conditions of the Moscow region from 2015 to 2018 according to generally accepted methods for studying seed propagation of plants.

Results. *A. podagraria* belongs to plants with facultative xenogamy and is characterized by a rather high potential and real seed productivity. The formation of fruits during free pollination in *A. podagraria* occurs in a sequence according to the order of flowering of double umbels as part of a synflorescence, and therefore the ripening and shedding of fruits are stretched in time.

Conclusions. The strict sequence of flowering of flowers in simple and double umbels within the synflorescence, a certain system of crossing, the presence of staminate flowers provide mostly xenogamous setting of seeds in *A. podagraria*.

Keywords: *Aegopodium podagraria*, seed production.

Введение

Большой интерес при изучении биологии и экологии любых видов растений представляют данные о потенциальных возможностях биологической продуктивности растений и степени ее реализации. Семенная продуктивность – один из важных показателей адаптации вида в различных естественных условиях местообитаний. Численность особей и способность их к воспроизведению – одни из самых важных показателей вида. Численность особей вида является функцией многих факторов, но важнейшая из них – присущая виду плодовитость и семенная продуктивность [1, 2].

Представители сем. Ариáceае характеризуются высокими потенциальными возможностями семенной продуктивности. В силу специфических особенностей цветения многих видов данного семейства, заключающихся в одновременном экспонировании протандричных цветков на побегах одного порядка ветвления [3], семена у них завязываются преимущественно в результате ксеногамии. Однако, как отмечают некоторые исследователи [4–6], для многих зонтичных выявлена сравнительно низкая реальная семенная продуктивность. Значительный разрыв между потенциальной и реальной семенной продуктивностью зависит от целого комплекса внешних и внутренних факторов, к которым относятся погодные условия конкретного сезона, недостаточность опыления при неблагоприятных метеорологических условиях, невызреваемость семян из-за короткого или неблагоприятного вегетационного сезона, повреждение семян вредителями и болезнями и т.д.

В качестве объекта наших исследований выбрана *Aegopodium podagraria* L. (сныть обыкновенная) – многолетнее травянистое длиннокорневищное поликарпическое растение [7]. *A. podagraria* имеет европейско-сибирский бореальный ареал, который охватывает почти всю Европу, Кавказ, Малую Азию, некоторые районы Средней Азии и Сибири. В своей основной части ареала *A. podagraria* тяготеет главным образом к широколиственным лесам, однако довольно часто входит под полог смешанных, хвойно-широколиственных и хвойных лесов, доходя до северной окраины материка.

Изучение биологических особенностей *A. podagraria* показало [7], что основную роль в самоподдержании популяций данного вида играет вегетативное размножение, однако семенное размножение наблюдается на вырубках или в крупных окнах перестойных насаждений. Данные о семенной продуктивности *A. podagraria* крайне немногочисленны. Семенная продуктив-

ность в отдельных типах лесов в среднем колеблется в пределах 350–520 семян на особь [8], а на открытых местах – в среднем 1200 [9]. По данным Е. В. Тюриной [4], в окрестностях г. Новосибирска реальная семенная продуктивность *A. podagraria* составляла 663 семени на генеративный побег, а процент семенификации (процент семязачатков, развившихся в семена) – 31,9 %. В рамках всестороннего изучения антэкологии *A. podagraria* [10, 11] нами исследованы особенности завязывания семян и семенная продуктивность в связи с отрывочными и противоречивыми сведениями в литературе.

Материалы и методика

Изучение особенностей завязывания семян и семенной продуктивности *A. podagraria* проведено в естественных условиях Московской области (окрестности п. Павловская Слобода) в течение 2015–2018 гг.

Мы вслед за рядом исследователей [12] используем единую терминологию и систему обозначения для всех зонтиков в пределах синфлоресценции у представителей сем. Ариасеае: простой зонтик; сложный, или двойной, зонтик, состоящий из простых зонтиков; терминальный двойной зонтик заканчивает главный побег.

Подсчет пыльцевых зерен, образуемых обоеполыми цветками *A. podagraria*, проводили по общепринятой методике [13, 14]. Нами проведена оценка числа пыльцевых зерен для пяти цветков с десяти особей. Для анализа брали цветки из разных частей терминального двойного зонтика на главном побеге с разных особей. Для каждого цветка определяли число пыльцевых зерен в одном произвольно выбранном невскрывшемся пыльнике. В связи с относительно небольшой численностью пыльцы производили подсчет всей пыльцы пыльника, для чего из всего его содержимого готовили препарат для световой микроскопии. Подсчет пыльцевых зерен в препаратах проводили с использованием микроскопа «Биомед-5» при увеличении объектива 5× с окуляр-микрометром с сеточкой. Для определения числа пыльцевых зерен, образуемых цветком, полученное содержание пыльцы в пыльнике умножали на число пять (число тычинок в цветке). Поскольку для всего семейства Ариасеае характерно наличие единственного фертильного семязачатка в каждом гнезде завязи [15], отношение числа пыльцевых зерен к числу семязачатков определяли для каждого цветка делением числа пыльцевых зерен в цветке на число плодолистиков (в данном случае два).

Определяли потенциальную семенную продуктивность – число семязачатков на генеративный побег и особь, реальную семенную продуктивность – число завязавшихся семян на генеративный побег и особь и процентное соотношение между этими показателями – процент завязывания семян или процент семенификации по методикам Т. А. Работнова [1], И. В. Вайнагия [16, 17] и Е. В. Тюриной [18]. Для этой цели на 20 модельных особях в естественных местообитаниях учитывали число всех двойных зонтиков в синфлоресценции, число лучей и простых зонтиков на побегах всех порядков ветвления. Число семязачатков в гинецее у видов семейства Ариасеае строго фиксировано – два, так как у большинства видов этого семейства плод сухой колонковидный вислоплодник, распадающийся на два мерикарпия, которые мы будем в дальнейшем называть семенами. В связи с этим мы подсчитывали число всех завязавшихся плодов в пределах как простых зонтиков, так и в пределах

двойных зонтиков на побегах всех порядков ветвления в фазу молочно-восковой спелости, когда нет потерь от осыпания, и хорошо отличаются завязавшиеся плоды от недоразвитых и сформированные семена от недоразвитых семязачатков в пределах плода.

Для изучения систем скрещивания проводили опыты по изоляции цветков и двойных зонтиков для выявления форм опыления. Для определения возможности автофилии двойные зонтики до начала раскрытия самых крайних цветков в соцветии изолировали пергаментными пакетиками. Эффективность исследуемых форм опыления изучали путем учета потенциальной, реальной семенной продуктивности и коэффициента семенификации при свободном цветении и при изоляции растений согласно общепринятым методам [16, 17].

Все полученные данные обработаны методами вариационной статистики [19]. Для каждого изучаемого признака определяли пределы варьирования (min–max), среднее значение (M), его ошибку (m). Сравнение средних арифметических проводили с помощью t -критерия Стьюдента. Результаты вычислений представлены в таблицах.

Результаты и обсуждение

Среди различных аспектов антропоэкологических особенностей нас прежде всего привлекли такие вопросы, как выявление системы скрещивания *A. podagraria*, а также определение потенциальной и реальной семенной продуктивности данного вида.

Подсчет числа пыльцевых зерен, образующихся в обоеполых цветках *A. podagraria*, показал следующее: в среднем в цветке образуется $645,0 \pm 47,5$ пыльцевых зерен. Следовательно, соотношение числа пыльцевых зерен и семязачатков у данного вида составляет от 296 до 366. Согласно классификации, предложенной R. W. Cruden [13], *A. podagraria* относится к растениям с системой скрещивания, варьирующей от факультативной автогамии до факультативной ксеногамии. В результате проведенных экспериментов с разными вариантами опыления и изоляции цветков выявлено следующее (табл. 1). Успешное завязывание и формирование полноценных семян у *A. podagraria* наблюдалось только в двух вариантах опыта: при искусственном опылении цветков двойного зонтика пыльцой с других растений и при свободном опылении цветков двойного зонтика. Таким образом, согласно нашим исследованиям *A. podagraria* относится к растениям с факультативной ксеногамией. При искусственном опылении цветков двойного зонтика собственной пыльцой отмечалось образование небольшого числа невыполненных шуплых семян. В естественных условиях при свободном опылении такой вариант переноса пыльцы у *A. podagraria* невозможен в силу строгой синхронности прохождения протандричными цветками фаз развития, когда пестичная стадия у всех цветков двойного зонтика начинается строго только после окончания тычиночной стадии [10]. Аналогичные данные получены при изоляции цветков всего двойного зонтика без каких-либо дополнительных манипуляций, что свидетельствует об отсутствии апомиктического развития семян у *A. podagraria*. Апомиксис в целом не характерен для сем. Ариасеae, для единичных видов которого отмечено образование семян в результате апогаметофитной эмбрионии [20, 21].

Таблица 1

Особенности образования семян и плодов у *Aegopodium podagraria*

Вариант	Число изученных цветков, шт.	Число завязавшихся плодов, шт.	Завязываемость плодов* (%)
Искусственное опыление пыльцой в пределах двойного зонтика	4600	180	3,9
Искусственное опыление пыльцой с других растений	4780	4570	95,7
Удаление тычинок и изоляция цветков	4570	0	0
Изоляция цветков	4720	20	0,4
Свободное опыление	4830	4560	94,5

Примечание. * – число цветков, развившихся в плоды.

Образование плодов при свободном опылении у *A. podagraria* происходит в последовательности согласно порядку цветения двойных зонтиков в составе синфлоресценции. Первые плоды формируются и созревают в терминальном двойном зонтике на главном побеге. В двойных зонтиках на побегах II порядка ветвления завязывание плодов происходит на 5–7 дней позднее, чем в терминальном двойном зонтике на главном побеге. В двойных зонтиках на побегах III порядка ветвления не образуются плоды, поскольку данные зонтики образованы исключительно тычиночными цветками. Созревание плодов в зависимости от погодных условий происходит через 21–30 дней от начала их формирования. Так, в жаркую и сухую погоду в первой и второй декадах июля 2018 г. созревание семян происходило очень быстро – за 21–24 дня; в прохладную и влажную погоду во второй и третьей декадах июля 2017 г. наблюдалось увеличение срока созревания плодов до 26–30 дней. Плоды в двойных зонтиках на побегах II порядка ветвления созревают на 6–8 дней позже, чем плоды в терминальных двойных зонтиках на главном побеге. После созревания плоды начинают осыпаться через 5–10 дней в зависимости от погодных условий. Например, в третьей декаде июля 2017 г. погода была прохладной и влажной, плоды с терминальных двойных зонтиков на главном побеге осыпались через 7–10 дней; в начале августа 2018 г. в условиях теплой и сухой погоды осыпание плодов с двойных зонтиков на побегах II порядка ветвления наблюдалось через 5 дней после созревания.

A. podagraria обладает довольно высокой потенциальной семенной продуктивностью, которая составляет от 1836 до 8580 семязачатков на одну особь при наличии двух порядков ветвления синфлоресценции и от 6228 до 10 452 семязачатков на одну особь при образовании трех порядков ветвления общего соцветия (табл. 2). Анализ структуры семенной продуктивности показывает, что основную массу семязачатков и семян дают двойные зонтики на побегах второго порядка ветвления у обоих типов особей по степени разветвленности синфлоресценции – от 72 до 86 %. Так, например, двойные зонтики на побегах второго порядка ветвления у особей только с двумя порядками ветвления синфлоресценции образуют в среднем 2793 шт. семян, а терминальные двойные зонтики на главном побеге – 1113 шт. (табл. 2).

Семенная продуктивность особей *Aegorodium podagraria*
с разной степенью разветвленности синфлоресценции

Признак	Min-max	$M \pm m$
1	2	3
Особи с зонтиками на главном побеге и на побегах II порядка		
Терминальные двойные зонтика на главных побегах		
Число терминальных двойных зонтиков, шт.	1	1
Число простых зонтиков в терминальном зонтике, шт.	20–24	22,3 ± 0,5
Число семязачатков в простом зонтике, шт.	44–60	51,3 ± 2,1
Число семян в простом зонтике, шт.	42–58	49,7 ± 2,2
Число семязачатков в терминальном зонтике, шт.	882–1443	1150,7 ± 67,5
Число семян в терминальном двойном зонтике, шт.	838–1392	1113,3 ± 67,5
Процент семенификации, %	95,5–98,1	96,7 ± 0,5
Двойные зонтики на побегах II порядка		
Число двойных зонтиков, шт.	2–7	4,5 ± 0,7
Число простых зонтиков в двойном зонтике, шт.	18–22	21,2 ± 0,6
Число семязачатков в простом зонтике, шт.	11–50	25,5 ± 5,4
Число семян в простом зонтике, шт.	10–48	23,7 ± 5,3
Число семязачатков в двойном зонтике, шт.	198–1100	551,3 ± 123,4
Число семян в двойном зонтике, шт.	180–1056	512,0 ± 121,3
Процент семенификации, %	85,7–96,0	91,3 ± 1,4
В целом на особь		
Число семязачатков, шт.	1836–8580	4132,0 ± 964,8
Число семян, шт.	1751–8232	3906,3 ± 933,1
Процент семенификации, %	91,3–95,9	94,0 ± 0,6
Особи с зонтиками на главном побеге и на побегах II и III порядков		
Терминальные двойные на главных побегах		
Число терминальных двойных зонтиков, шт.	1	1
Число простых зонтиков в терминальном зонтике, шт.	21–23	22,2 ± 0,3
Число семязачатков в простом зонтике, шт.	42–59	51,7 ± 2,4
Число семян в простом зонтике, шт.	42–58	51,2 ± 2,4
Число семязачатков в терминальном зонтике, шт.	924–1379	1147,0 ± 60,6
Число семян в терминальном двойном зонтике, шт.	920–1357	1135,8 ± 59,6
Процент семенификации, %	97,9–100,0	99,0 ± 0,4
Двойные зонтики на побегах II порядка		
Число двойных зонтиков, шт.	5–8	6,2 ± 0,4
Число простых зонтиков в двойном зонтике, шт.	19–23	20,8 ± 0,5
Число семязачатков в простом зонтике, шт.	48–62	55,3 ± 1,9
Число семян в простом зонтике, шт.	47–60	54,0 ± 1,7
Число семязачатков в двойном зонтике, шт.	1008–1260	1150,3 ± 36,0

Окончание табл. 2

1	2	3
Число семян в двойном зонтике, шт.	987–1219	1122,8 ± 33,8
Процент семенификации, %	96,7–98,1	97,6 ± 0,3
Двойные зонтики на побегах III порядка		
Число двойных зонтиков, шт.	5–6	5,5 ± 0,2
Число простых зонтиков в двойном зонтике, шт.	10–12	11,0 ± 0,3
Число семязачатков в простом зонтике, шт.	0	0
Число семян в простом зонтике, шт.	0	0
Число семязачатков в двойном зонтике, шт.	0	0
Число семян в двойном зонтике, шт.	0	0
Процент семенификации, %	0	0
В целом на особь		
Число семязачатков, шт.	6228–10 452	8269,7 ± 604,3
Число семян, шт.	6123–10 261	8092,5 ± 596,3
Процент семенификации, %	97,0–98,3	97,8 ± 0,2

Примечание. Min–max – минимальные и максимальные значения признака; M – среднее арифметическое значение признака; m – его ошибка.

Сравнение основных показателей семенной продуктивности терминальных двойных зонтиков и двойных зонтиков на побегах второго порядка у *A. podagraria* показывает преимущество первых. Это проявляется в сборе семян с одного зонтика. По мере удаления двойных зонтиков на побегах второго порядка ветвления от терминального двойного зонтика на главном побеге отмечается снижение семенной продуктивности. Двойные зонтики на побегах третьего порядка ветвления не образуют семян, поскольку состоят исключительно из тычиночных цветков. Семена, собранные с терминального двойного зонтика на главном побеге, являются наиболее полноценными. Число выполненных семян с терминального двойного зонтика на главном побеге выше, чем с двойных зонтиков на побегах второго порядка ветвления.

A. podagraria характеризуется довольно высокими показателями семенификации (см. табл. 2). Иными словами, процент завязавшихся семян варьирует от 91,3 до 98,3 % в расчете на особь. При этом успешность формирования семян не зависит от особенностей строения синфлоресценции особей: у обоих вариантов процент семенификации оказался высоким.

Полученные нами данные различных показателей семенной продуктивности расходятся с имеющимися в литературе по данному виду. Так, по данным Е. В. Тюриной [18], у *A. podagraria* процент семенификации довольно низкий и составил около 32 %. Подобные различия, по нашему мнению, связаны с особенностями изучения семенной продуктивности у зонтичных, используемыми разными авторами. Подавляющее большинство исследователей при исследовании семенной продуктивности производят подсчет числа цветков на «модельных» счетных единицах (обычно в двойных зонтиках или на генеративных побегах). Однако у многих зонтичных умеренной зоны се-

верного полушария встречается такое явление, как андромоноэция [3, 22, 23], когда в пределах одной особи образуются как обоеполые, так и тычиночные цветки. Последние, к сожалению, также учитываются при подсчете потенциальной семенной продуктивности, хотя по своей природе не могут формировать семязачатки. В результате исследователи получают завышенные показатели потенциальной семенной продуктивности, а как следствие этого – заниженные показатели семенификации. О подобных нюансах при учете потенциальной семенной продуктивности предупреждала Р. Е. Левина [2], настаивавшая на обязательном исключении заведомо бесплодных цветков в соцветиях (например, тычиночных цветков в двойных зонтиках на побегах высокого порядка ветвления у зонтичных). В нашем исследовании мы проводили дифференцированный учет числа обоеполых и тычиночных цветков при определении потенциальной семенной продуктивности, чтобы исключить данную ошибку. Например, у *A. podagraria* в двойных зонтиках на побегах второго порядка доля тычиночных цветков варьирует от 16 до 97 %, а двойные зонтики на побегах третьего порядка состоят исключительно из тычиночных цветков. Использование тычиночных цветков при учете потенциальной семенной продуктивности дали нам показатели семенификации, схожие с имеющимися в литературе.

Заключение

1. На основе проведенных исследований (подсчета соотношения числа пыльцевых зерен и семязачатков, различных вариантов скрещивания) показано, что *A. podagraria* относится к растениям с факультативной ксеногамией.

2. Образование плодов при свободном опылении у *A. podagraria* происходит в последовательности согласно порядку цветения двойных зонтиков в составе синфлоресценции, в связи с чем созревание и осыпание плодов растянуты во времени.

3. *A. podagraria* характеризуется довольно высокой потенциальной и реальной семенной продуктивностью, если исключать из расчетов тычиночные цветки (в центре простых зонтиков и у двойных зонтиков на побегах высокого порядка ветвления), не образующие семязачатков и семян.

Библиографический список

1. **Работнов, Т. А.** Итоги изучения семенного размножения растений на лугах СССР / Т. А. Работнов // Ботанический журнал. – 1969. – Т. 54, № 6. – С. 817–833.
2. **Левина, Р. Е.** Репродуктивная биология растений (Обзор проблемы) / Р. Е. Левина. – Москва : Наука, 1981. – 96 с.
3. **Годин, В. Н.** Биология цветения и половой полиморфизм у видов семейства Ариáceae (Московская область) / В. Н. Годин, Т. В. Перкова // Ботанический журнал. – 2017. – Т. 102, № 1. – С. 35–47.
4. **Тюрина, Е. В.** Интродукция зонтичных в Сибири / Е. В. Тюрина. – Новосибирск : Наука, 1978. – 240 с.
5. **Антипина, Г. С.** Семенная продуктивность инвазионного вида борщевик Сосновского (*Heracleum Sosnowskyi* Manden.) в Южной Карелии / Г. С. Антипина, Е. А. Шуйская // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Сер.: Естественные и технические науки. – 2009. – № 5 (99). – С. 23–25.
6. **Бухаров, А. Ф.** Особенности реализации семенной продуктивности в зависимости от порядка заложения соцветий / А. Ф. Бухаров, Д. Н. Балеев // Вестник

- Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – № 5 (103). – С. 59–63.
7. **Смирнова, О. В.** *Aegopodium podagraria* L. / О. В. Смирнова // Биологическая флора Московской области. – Москва : МГУ, 1974. – Вып. 1. – С. 131–141.
 8. **Работнов, Т. А.** *Aegopodium* L. / Т. А. Работнов // Кормовые растения сенокосов и пастбищ СССР. – Москва ; Ленинград : Гос. изд-во сельскохозяйственной литературы, 1956. – Т. 3. – С. 129–132.
 9. **Perttula, U.** Untersuchungen über die generative und vegetative Vermehrung der Blütenpflanzen in der Wald-, Hain-, Wiesen- und Hainfelsenvegetation / U. Perttula // *Annales Academiae Scientiarum Fennicae. Ser. A.* – 1941. – Vol. 68, № 1. – P. 1–388.
 10. **Годин, В. Н.** Особенности цветения *Aegopodium podagraria* (Ариáceе) в Московской области / В. Н. Годин, С. В. Дозорова, Т. В. Архипова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2018. – № 2 (22). – С. 17–28.
 11. **Годин, В. Н.** Андромоноэция у *Aegopodium podagraria* (Ариáceе) в Московской области / В. Н. Годин, С. В. Дозорова, Т. В. Архипова // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2019. – № 45. – С. 47–68.
 12. **Кузнецова, Т. В.** Соцветие: морфология, эволюция, таксономическое значение (применение комплементарных подходов) / Т. В. Кузнецова, А. К. Тимонин. – Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2017. – 183 с.
 13. **Cruden, R. W.** Pollen-ovule ratios – conservative indicator of breeding systems in flowering plants / R. W. Cruden // *Evolution.* – 1977. – Vol. 31, № 1. – P. 32–46.
 14. **Нуралиев, М. С.** Соотношение числа пыльцевых зерен и семязачатков в цветках пяти азиатских представителей *Schefflera* s.l. (Ариáceе) с разным планом строения цветка и его возможное значение для репродуктивной биологии этих видов / М. С. Нуралиев // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. – 2012. – Т. 117, вып. 4. – С. 48–54.
 15. **Пименов, М. Г.** Зонтичные (Umbelliferae) России / М. Г. Пименов, Т. А. Остроумова. – Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 477 с.
 16. **Вайнагий, И. В.** Методика статистической обработки материала по семенной продуктивности *Potentilla aurea* L. / И. В. Вайнагий // Растительные ресурсы. – 1973. – Т. 9, № 2. – С. 287–296.
 17. **Вайнагий, И. В.** О методике изучения семенной продуктивности растений / И. В. Вайнагий // Ботанический журнал. – 1974. – Т. 59, № 6. – С. 826–831.
 18. **Тюрина, Е. В.** К методике определения семенной продуктивности видов семейства Ариáceе / Е. В. Тюрина // Растительные ресурсы. – 1984. – Т. 20, вып. 4. – С. 572–577.
 19. **Sokal, R. R.** Biometry: the principles and practice of statistics in biological research / R. R. Sokal, F. J. Rohlf. – New York : W. H. Freeman and Co, 2012. – 937 p.
 20. **Хохлов, С. С.** Выявление апомиктических форм во флоре цветковых растений СССР. Программа, методика, результаты / С. С. Хохлов, М. И. Зайцева, П. Г. Курьянов. – Саратов : Изд-во Саратовского ун-та, 1978. – 224 с.
 21. **Naumova, T. N.** Apomixis in Angiosperms. Nucellar and Integumentary Embryony / T. N. Naumova. – Boca Raton : CRC Press, 1993. – 144 p.
 22. **Godin, V. N.** Analysis of sexual polymorphism of the plant from subclass Rosidae in Siberia / V. N. Godin // *Contemporary Problems of Ecology.* – 2012. – Vol. 5, № 3. – P. 337–342.
 23. **Godin, V. N.** Sexual forms and their ecological correlates of flowering plants in Siberia / V. N. Godin // *Russian Journal of Ecology.* – 2017. – Vol. 48, № 5. – P. 433–439.

References

1. Rabotnov T. A. *Botanicheskiy zhurnal* [Botanical journal]. 1969, vol. 54, no. 6, pp. 817–833. [In Russian]

2. Levina R. E. *Reproduktivnaya biologiya rasteniy (Obzor problemy)* [Reproductive biology of plants (Problem review)]. Moscow: Nauka, 1981, 96 p. [In Russian]
3. Godin V. N., Perkova T. V. *Botanicheskiy zhurnal* [Botanical journal]. 2017, vol. 102, no. 1, pp. 35–47. [In Russian]
4. Tyurina E. V. *Introduktsiya zontichnykh v Sibiri* [Introduction of Umbelliferae in Siberia]. Novosibirsk: Nauka, 1978, 240 p. [In Russian]
5. Antipina G. S., Shuyskaya E. A. *Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser.: Estestvennye i tekhnicheskie nauki* [Proceedings of Petrozavodsk State University. Series: Natural and engineering sciences]. 2009, no. 5 (99), pp. 23–25. [In Russian]
6. Bukharov A. F., Baleev D. N. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altay State Agrarian University]. 2013, no. 5 (103), pp. 59–63. [In Russian]
7. Smirnova O. V. *Biologicheskaya flora Moskovskoy oblasti* [Biological flora of Moscow region]. Moscow: MGU, 1974, iss. 1, pp. 131–141. [In Russian]
8. Rabotnov T. A. *Kormovye rasteniya senokosov i pastbishch SSSR* [Forage plants of hayfield and pastures of the USSR]. Moscow; Leningrad: Gos. izd-vo sel'skokhozyaystvennoy literatury, 1956, vol. 3, pp. 129–132. [In Russian]
9. Perttula U. *Annales Academiae Scientiarum Fennicae. Ser. A.* 1941, vol. 68, no. 1, pp. 1–388.
10. Godin V. N., Dozorova S. V., Arkhipova T. V. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Estestvennye nauki* [University proceedings. Volga region. Natural sciences]. 2018, no. 2 (22), pp. 17–28. [In Russian]
11. Godin V. N., Dozorova S. V., Arkhipova T. V. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya* [Bulletin of Tomsk State University. Biology]. 2019, no. 45, pp. 47–68. [In Russian]
12. Kuznetsova T. V., Timonin A. K. *Sotsvetie: morfologiya, evolyutsiya, taksonomicheskoe znachenie (primenenie komplementarnykh podkhodov)* [Inflorescence: morphology, evolution, taxonomic significance (application of complementary approaches)]. Moscow: Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2017, 183 p. [In Russian]
13. Cruden R. W. *Evolution*. 1977, vol. 31, no. 1, pp. 32–46.
14. Nuraliev M. S. *Byulleten' Moskovskogo obshchestva ispytateley prirody. Otdel biologicheskiiy* [Bulletin of the Moscow Society of Naturalists. Biological department]. 2012, vol. 117, iss. 4, pp. 48–54. [In Russian]
15. Pimenov M. G., Ostroumova T. A. *Zontichnye (Umbelliferae) Rossii* [Umbelliferae of Russia]. Moscow: Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2012, 477 p. [In Russian]
16. Vaynagiy I. V. *Rastitel'nye resursy* [Vegetative resources]. 1973, vol. 9, no. 2, pp. 287–296. [In Russian]
17. Vaynagiy I. V. *Botanicheskiy zhurnal* [Botanical journal]. 1974, vol. 59, no. 6, pp. 826–831. [In Russian]
18. Tyurina E. V. *Rastitel'nye resursy* [Vegetative resources]. 1984, vol. 20, iss. 4, pp. 572–577. [In Russian]
19. Sokal R. R., Rohlf F. J. *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. New York: W. H. Freeman and Co, 2012, 937 p.
20. Khokhlov S. S., Zaytseva M. I., Kupriyanov P. G. *Vyyavlenie apomiktichnykh form vo flore tsvetkovykh rasteniy SSSR. Programma, metodika, rezul'taty* [Detection of apomictic forms in flower plants of the USSR]. Saratov: Izd-vo Saratovskogo un-ta, 1978, 224 p. [In Russian]
21. Naumova T. N. *Apomixis in Angiosperms. Nucellar and Integumentary Embryony*. Boca Raton: CRC Press, 1993, 144 p.
22. Godin V. N. *Contemporary Problems of Ecology*. 2012, vol. 5, no. 3, pp. 337–342.
23. Godin V. N. *Russian Journal of Ecology*. 2017, vol. 48, no. 5, pp. 433–439.

Годин Владимир Николаевич

доктор биологических наук, доцент,
профессор кафедры ботаники,
Московский педагогический
государственный университет (Россия,
г. Москва, ул. Малая Пироговская, 1)

E-mail: godinvn@yandex.ru

Godin Vladimir Nikolaevich

Doctor of biological sciences, associate
professor, professor at sub-department
of botany, Moscow Pedagogical State
University (1 Malaya Pirogovskaya street,
Moscow, Russia)

Архипова Татьяна Валентиновна

кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент, кафедра ботаники, Московский
педагогический государственный
университет (Россия, г. Москва,
ул. Малая Пироговская, 1)

E-mail: tata50509@mail.ru

Arkhipova Tat'yana Valentinovna

Candidate of agricultural sciences, associate
professor, sub-department of botany,
Moscow Pedagogical State University
(1 Malaya Pirogovskaya street, Moscow,
Russia)

Образец цитирования:

Годин, В. Н. Семенная продуктивность *Aegopodium podagraria* (Ariaceae) в Московской области / В. Н. Годин, Т. В. Архипова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2019. – № 3 (27). – С. 5–15. – DOI 10.21685/2307-9150-2019-3-1.

КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ОРХИДЕИ *ANOECTOCHILUS ROXBURGHII* (WALL.) В УСЛОВИЯХ *EX VITRO*

Аннотация.

Актуальность и цели. Одним из самых сложных и трудоемких этапов в клональном размножении оздоровленных растений *in vitro* является их перевод в условия *ex vitro* и адаптация к экзогенным факторам. Целью работы было определение наиболее подходящих концентраций индолилуксусной кислоты (ИУК) и длительности экспозиции для улучшения приживаемости, морфогенеза и роста орхидеи *Anoectochilus roxburghii* (Wall.) в условиях *ex vitro*.

Материалы и методы. Пробирочные растения *Anoectochilus roxburghii* (Wall.) высаживали в универсальный грунт для орхидей с предварительной обработкой раствором ИУК в концентрации 0–1 мг/л в течение 15 и 30 мин с последующим определением приживаемости, роста и органогенеза. Анализ данных осуществляли с использованием приложений Microsoft Excel и Statistica.

Результаты. Выявлено, что экспозиция орхидей в растворе ИУК показала лучшие приживаемость и рост растений в условиях *ex vitro*, чем пересадка без предварительной обработки растений-регенерантов.

Выводы. В ходе исследования выяснилось, что 15-минутная экспозиция клонально размноженных растений *Anoectochilus roxburghii* в растворе ИУК с концентрацией 0,5 мг/л показала наилучший отклик растений на перенос в нестерильные условия.

Ключевые слова: *Anoectochilus roxburghii* (Wall.), культивирование *in vitro*, *ex vitro*, индолилуксусная кислота, приживаемость, морфогенез, рост.

Е. В. Bol'shakova, I. S. Emel'yanova, A. S. Lukatkin

CULTIVATION OF THE ORCHID *ANOECTOCHILUS ROXBURGHII* (WALL.) *EX VITRO*

Abstract.

Background. One of the most difficult and time-consuming stages in clonal propagation of regenerated plants is their transfer into *ex vitro* conditions and adaptation to exogenous factors. The aim of the work was to determine the most appropriate concentration of indoleacetic acid (IAA) and the exposure duration to survival, morphogenesis and growth of the orchid *Anoectochilus roxburghii* (Walls.) *ex vitro*.

Materials and methods. Test-tube plants *Anoectochilus roxburghii* (Wall.) was planted in a universal soil for orchids with pretreatment with IAA solution at a concentration from 0 to 1,0 mg/L for 15 and 30 minutes, followed by determination of survival, growth and organogenesis. Data analysis was carried out using Microsoft Excel and Statistica applications.

Results. It is revealed that exposure of orchids in IAA solutions has the best survival and growth of plants in conditions *ex vitro* than transplantation of regenerated plants without IAA pretreatment.

Conclusions. This research showed that a 15-minute exposure of clonally propagated plants *Anoectochilus roxburghii* in 0,5 mg/L IAA solution revealed the best plants response to transfer in non-sterile conditions.

Keywords: *Anoectochilus roxburghii* (Wall.), *in vitro* culture, *ex vitro*, indoleacetic acid, survival, morphogenesis, growth.

Введение

В роду Анектохилус (*Anoectochilus* Bl.) насчитывается около 40 видов орхидей [1]. Из множества культивируемых орхидей эта группа стоит особняком, она ценится не за цветы, а за красоту листьев с бархатистой кожицей и яркой цветной сеточкой жилок, которые образуют самые разнообразные узоры. Они могут быть серебряными, золотыми, цвета красной меди, бронзы и даже иметь разную окраску на одном листе [2].

В настоящее время информации по культивированию орхидей этого рода в культуре *in vitro* очень мало [3, 4], а по их переводу в условия *ex vitro* практически нет. Для растений-регенерантов в условиях *ex vitro* имеется ряд проблем, которые связаны с физиологическими и анатомическими особенностями листьев и корней. К ним относятся слабая фотосинтетическая деятельность; низкая активность устьичного аппарата, как следствие – потеря воды и обезвоживание растений; неспособность к образованию корней второго порядка в условиях *in vitro* [5, 6]. Поэтому при переносе растений-регенерантов в условия *ex vitro* для лучшей адаптации следует поддерживать высокую влажность для надземной части с постепенным ее понижением и подбирать оптимальные условия для роста корней. Проведено множество исследований по оптимизации основных стадий микроразмножения, но на данный момент процесс акклиматизации растений к нестерильным условиям изучен недостаточно [7]. Для ускоренного роста корней клонов растений в качестве стимулятора корнеобразования зачастую используют ИУК, индолилмасляную или нафтилуксусную кислоту [8].

Цель исследования – определение наиболее подходящих концентраций ИУК и длительности экспозиции для улучшения приживаемости, морфогенеза и роста орхидей *Anoectochilus roxburghii* (Wall.) в условиях *ex vitro*.

Материалы и методы исследования

В качестве объекта использовали стерильные пробирочные растения анектохилуса роксбурга *Anoectochilus roxburghii* (Wall.), любезно предоставленные сотрудниками Лаборатории клеточной биотехнологии Центрального ботанического сада НАН Республики Беларусь. Клональное размножение растений *in vitro* проводили на среде по прописи Мурасиге – Скуга (МС) [9] с добавлением активированного угля (1 г/л), регуляторов роста – 0,5 мг/л ИУК и цитокининов (кинетина или 6-бензиламинопурина) в концентрациях 0,5–4,0 мг/л [10] (рис. 1,а). Экспланты с хорошо развитой корневой системой вынимали из пробирок, промывали проточной водой для удаления питательной среды (рис. 1,б) и помещали в раствор ИУК. При этом варьировали концентрацию от 0,1 до 1,0 мг/л и время экспозиции – 15 и 30 мин (контроль вы-

держивали такое же время в воде). Затем растения-регенеранты высаживали в емкости с универсальным грунтом для орхидей, которые для прохождения процесса адаптации накрывали полиэтиленовой пленкой толщиной 6 мкм (для поддержания влажности). Грунт включал в себя смесь верхового и низинного торфов, азофоску марки NPK (MOP) 16:16:16, известняковую муку; pH 5,5–6,5. Выращивание проводили при 16-часовом фотопериоде и температуре 22–24 °С (рис. 1, в).



а)



б)



в)

Рис. 1. *Anoctochilus roxburghii* (Wall.) на разных стадиях культивирования:
а – в культуре *in vitro* на среде МС; б – вне пробирки, перед обработкой раствором ИУК; в – в культуре *ex vitro*, спустя три месяца выращивания

В каждом варианте опыта было по 12–15 растений. Измерения проводили раз в месяц после первых двух недель культивирования в условиях *ex vitro*. При этом учитывали следующие показатели: количество листьев, их размеры, длину побегов. Статистическая обработка полученных данных проведена с использованием программ Microsoft Excell и Statistica. В нижеприведенных таблицах показаны средние арифметические величины 3-месячных растений с их стандартными ошибками. Достоверность различий между вариантами оценивали по критерию Дункана [11].

Результаты и обсуждение

Перевод растений-регенерантов в условия *ex vitro* – самый сложный процесс при работе с пробирочными растениями, так как в естественных условиях (в отличие от условий *in vitro*) на растения влияет множество иных факторов (состав почвенного субстрата, pH, влажность почвы и воздуха, микрофлора и т.д.) [8].

Решающую роль при переносе растений-регенерантов в условия *ex vitro* играет хорошо сформированная корневая система. Поэтому особое внимание уделяют факторам, способным повлиять на ее образование. Для этого пользуются методом гидропонной установки [12], мини-камерами, содержащими почвенный субстрат и помещенными в специальный раствор [13], а также предварительно выдерживают в растворах с регуляторами роста.

Корневая система, сформированная на растениях *in vitro*, при переносе растений в нестерильные почвенные субстраты в большинстве случаев гибнет. Активное участие в формировании корневой системы в условиях *ex vitro* принимают ауксины, поэтому должно быть достаточное их количество [8]. В связи с этим для лучшего формирования корневой системы мы использовали для обработки растений перед высадкой ИУК в концентрациях 0,1–1,0 мг/л.

В результате исследования выяснили, что наиболее успешно приживались растения анектохилуса, обработанные 0,5 мг/л ИУК в течение 15 мин. Значение данного показателя в этом варианте было почти в 2 раза больше, чем в контроле (табл. 1). При 30-минутной экспозиции наиболее хороший результат по приживаемости был получен в растворе с концентрацией 1,0 мг/л ИУК, но данный показатель был ниже, чем пиковое значение всего опыта (15 мин в растворе 0,5 мг/л ИУК). Следовательно, для успешного перевода растений анектохилуса в условия нестерильной среды из культуры *in vitro* можно использовать обработку 0,5 мг/л ИУК в течение 15 мин.

Таблица 1

Влияние времени экспозиции и концентрации ИУК на приживаемость растений *Anoectochilus roxburghii* (Wall.) в условиях *ex vitro*

Время экспозиции, мин	Концентрация ИУК, мг/л	Приживаемость, %
контроль	0	57
15	0,1	82
	0,5	100
	1,0	94
	0,1	66
30	0,5	79
	1,0	83

При изучении воздействия длительности экспозиции и концентрации ИУК на морфогенез были получены следующие результаты. Выявлено, что по количеству побегов существенных и достоверных различий между вариантами опыта получено не было. В контроле и во всех опытах с 15-минутной экспозицией, кроме концентрации 1,0 мг/л, образовывалось в среднем по одному побегу на растение. В остальных вариантах опыта данный показатель был незначительно выше (в среднем 1,1 шт. на растение).

По влиянию предобработки растений-регенерантов в растворах ИУК на длину побега в условиях *ex vitro* выявлено, что максимальный рост был в варианте с 15-минутной обработкой при концентрации ИУК 0,5 мг/л. Это значение практически в 2 раза больше, чем тот же показатель в контроле и в опыте при той же концентрации, но после 30-минутной выдержки (рис. 2).

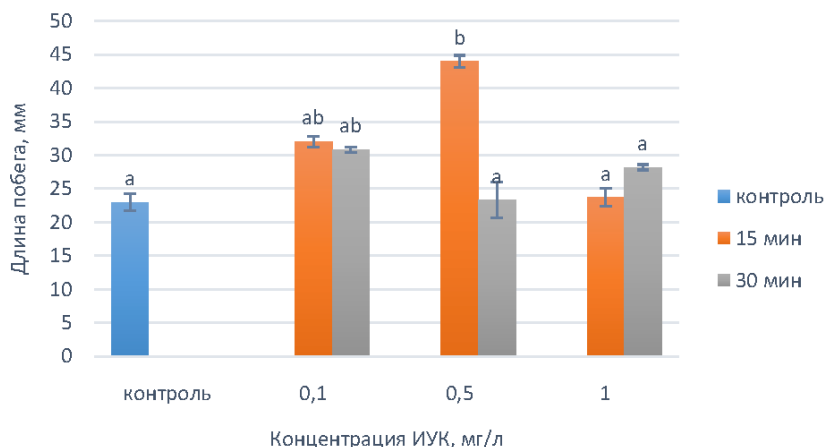


Рис. 2. Зависимость длины побега анектохилуса от времени экспозиции и концентрации ИУК

По количеству образовавшихся листьев можно отметить, что наибольшее их количество было в вариантах с использованием ИУК в концентрации 0,1 мг/л при обеих выдержках, что в среднем на 1 шт. больше, чем в контроле (табл. 2). Максимальная длина листьев была отмечена при той же концентрации, но только при 15-минутной экспозиции.

Таблица 2

Влияние времени экспозиции и концентрации регулятора роста на морфогенез листьев *Anoectochilus roxburghii* (Wall.) в условиях *ex vitro*

Время экспозиции, мин	Концентрация ИУК, мг/л	Количество листьев, шт.	Длина листьев, мм
контроль	0	3,4 ± 0,3	9,7 ± 1
15	0,1	4,4 ± 0,3	12,9 ± 1,1
	0,5	4 ± 0,2	11,4 ± 0,5
	1,0	3,4 ± 0,1	10,5 ± 0,8
	1,0	3,4 ± 0,1	10,5 ± 0,8
30	0,1	4,3 ± 0,2	11,4 ± 0,7
	0,5	3,9 ± 0,3	10,9 ± 0,6
	1,0	3,9 ± 0,1	12,2 ± 0,8

Таким образом, наилучшее действие на морфогенез *Anoectochilus roxburghii* оказало предварительное выдерживание в растворе ИУК с концентрацией 0,5 мг/л и временем 15 мин.

Заключение

Анализ данных показал, что использование индолилуксусной кислоты в качестве агента, стимулирующего рост и приживаемость растений при переносе из культуры *in vitro* в нестерильные условия, оказывает благоприятное воздействие на растения орхидеи *Anoectochilus roxburghii* (Wall.). Приживаемость, органогенез и рост были выражены лучше вследствие 15-минутной экспозиции клонально размноженных растений в 0,5 мг/л ИУК.

Библиографический список

1. **Белицкий, И. В.** Орхидеи / И. В. Белицкий. – Москва : АСТ : Астрель, 2001. – 175 с.
2. **Згурская, М. П.** Орхидеи / М. П. Згурская. – Харьков : Фолио, 2008. – 223 с.
3. Micropropagation of an endangered orchid *Anoectochilus formosanus* / N. V. Ket, E. J. Hanh, S. Y. Park, D. Chakrabarty, K. Y. Paek // *Biologia plantarum*. – 2004. – Vol. 48, № 3. – P. 339–344.
4. Conservation of *Anoectochilus formosanus* Hayata by artificial cross-pollination and *in vitro* culture of seeds / Y.-J. Shiau, A. P. Sagare, U.-C. Chen, S.-R. Yang, H.-S. Tsay // *Botanical Bulletin of Academia Sinica*. – 2002. – Vol. 43. – P. 123–130.
5. Acclimatization of micropropagated plants to *ex vitro* conditions / J. Pospíšilová, I. Tichá, P. Kadleček, D. Haisel, Š. Plzánková // *Biologia Plantarum*. – 1999. – Vol. 42, № 4. – P. 481–497.
6. **Гиголашвили, Т. С.** Условия микроклонирования формируют специфический культуральный фенотип / Т. С. Гиголашвили, О. Н. Родькин, В. Г. Реуцкий // *Биология клеток растений in vitro, биотехнология и сохранение генофонда : тез. докл. VII Междунар. конф.* – Москва, 1997. – С. 413.
7. **Hazarika, B. N.** Acclimatization of tissue-cultured plants / B. N. Hazarika // *Current Science*. – 2003. – Vol. 85, № 12. – P. 1704–1712.
8. **Деменко, В. И.** Адаптация растений, полученных *in vitro*, к нестерильным условиям / В. И. Деменко, В. А. Лебедев // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. – 2011. – № 1. – С. 60–70.
9. **Murashige, T.** A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture / T. Murashige, F. Skoog // *Physiol. Plant*. – 1962. – Vol. 15, № 3. – P. 473–497.
10. **Большакова, Е. В.** Влияние среды и регуляторов роста на органогенез орхидей в культуре *in vitro* / Е. В. Большакова, О. А. Ведяшкина, И. С. Емельянова, А. С. Лукаткин // *Перспективы фитобиотехнологии для улучшения качества жизни на Севере : сб. материалов III науч.-практ. конф. с междунар. участием и Научной школы по клеточной биотехнологии (4–8 июня 2018 г.)*. – Якутск : Изд. дом СВФУ, 2018. – С. 118–122.
11. Большой практикум по ботанике, физиологии и экологии растений : учеб. пособие / А. С. Лукаткин, Д. И. Башмаков, Э. Ш. Шаркаева, Е. В. Мокшин, Т. С. Колмыкова, Т. Б. Силаева, Е. В. Варгот, А. М. Агеева. – Саранск : Изд-во Мордовского ун-та, 2015. – 332 с.
12. **Вечернина, Н. А.** Адаптация растений-регенерантов с использованием гидропонии / Н. А. Вечернина, О. К. Таварткиладзе, И. Д. Бородулина, А. А. Эрст //

Известия Алтайского государственного университета. – 2008. – № 3 (55). – С. 7–10.

13. *Ex vitro* rooting using a mini growth chamber increases root induction and accelerates acclimatization of Kopyor coconut (*Cocos nucifera* L.) embryo culture-derived seedlings / A. A. Husin, T. Julianto, A. Yuniaty, A. Rival, St. W. Adkins // *In Vitro Cellular Developmental Biology – Plant*. – 2018. – Vol. 54, № 5. – P. 508–517.

References

1. Belitskiy I. V. *Orkhidei* [Orchids]. Moscow: AST: Astrel', 2001, 175 p. [In Russian]
2. Zgurskaya M. P. *Orkhidei* [Orchids]. Kharkov: Folio, 2008, 223 p. [In Russian]
3. Ket N. V., Hanh E. J., Park S. Y., Chakrabarty D., Paek K. Y. *Biologia plantarum*. 2004, vol. 48, no. 3, pp. 339–344.
4. Shiau Y.-J., Sagare A. P., Chen U.-C., Yang S.-R., Tsay H.-S. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*. 2002, vol. 43, pp. 123–130.
5. Pospíšilová J., Tichá I., Kadleček P., Haisel D., Plzáková Š. *Biologia Plantarum*. 1999, vol. 42, no. 4, pp. 481–497.
6. Gigolashvili T. S., Rod'kin O. N., Reutskiy V. G. *Biologiya kletok rasteniy in vitro, biotekhnologiya i sokhranenie genofonda: tez. dokl. VII Mezhdunar. konf.* [Biology of plant cells in vitro, biotechnology and gene pool preservation: proceedings of VII International conference]. Moscow, 1997, p. 413. [In Russian]
7. Hazarika B. N. *Current Science*. 2003, vol. 85, no. 12, pp. 1704–1712.
8. Demenko V. I., Lebedev V. A. *Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Proceedings of Timiryazev Agricultural Academy]. 2011, no. 1, pp. 60–70. [In Russian]
9. Murashige T., Skoog F. *Physiol. Plant*. 1962, vol. 15, no. 3, pp. 473–497.
10. Bol'shakova E. V., Vedyashkina O. A., Emel'yanova I. S., Lukatkin A. S. *Perspektivy fitobiotekhnologii dlya uluchsheniya kachestva zhizni na Severe: sb. materialov III nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem i Nauchnoy shkoly po kletochnoy biotekhnologii (4–8 iyunya 2018 g.)* [Prospects of phytobiotechnologies for life quality improvement in the North: proceedings of III scientific and practical conference with international participation and the Scientific school of cell biotechnologies (June 4th–8th, 2018)]. Yakutsk: Izd. dom SVFU, 2018, pp. 118–122. [In Russian]
11. Lukatkin A. S., Bashmakov D. I., Sharkaeva E. Sh., Mokshin E. V., Kolmykova T. S., Silaeva T. B., Vargot E. V., Ageeva A. M. *Bol'shoy praktikum po botanike, fiziologii i ekologii rasteniy: ucheb. posobie*. [Universal tutorial on botany, physiology and ecology of plants: tutorial]. Saransk: Izd-vo Mordovskogo un-ta, 2015, 332 p. [In Russian]
12. Vechernina N. A., Tavartkiladze O. K., Borodulina I. D., Erst A. A. *Izvestiya Altayskogo gosudarstvennogo universiteta* [Proceedings of Altay State University]. 2008, no. 3 (55), pp. 7–10. [In Russian]
13. Husin A. A., Julianto T., Yuniaty A., Rival A., Adkins St. W. *In Vitro Cellular Developmental Biology – Plant*. 2018, vol. 54, no. 5, pp. 508–517.

Большакова Екатерина Викторовна

аспирант, Национальный
исследовательский Мордовский
государственный университет
имени Н. П. Огарева (Россия,
г. Саранск, ул. Большевикская, 68)

E-mail: Fateeva.ek.v@yandex.ru

Bol'shakova Ekaterina Viktorovna

Postgraduate student, Ogarev Mordovia
State University (68 Bolshevistskaya street,
Saransk, Russia)

Емельянова Ирина Сергеевна

аспирант, Национальный
исследовательский Мордовский
государственный университет
имени Н. П. Огарева (Россия,
г. Саранск, ул. Большевистская, 68)

E-mail: emelyanovairina08@rambler.ru

Emel'yanova Irina Sergeevna

Postgraduate student, Ogarev Mordovia
State University (68 Bolshevistskaya street,
Saransk, Russia)

Лукаткин Александр Степанович

доктор биологических наук, профессор,
заведующий кафедрой ботаники,
физиологии и экологии растений,
Национальный исследовательский
Мордовский государственный
университет имени Н. П. Огарева
(Россия, г. Саранск,
ул. Большевистская, 68)

E-mail: aslukatkin@yandex.ru

Lukatkin Aleksandr Stepanovich

Doctor of biological sciences, professor,
head of sub-department of botany,
physiology and ecology of plants,
Ogarev Mordovia State University
(68 Bolshevistskaya street, Saransk,
Russia)

Образец цитирования:

Большакова, Е. В. Культивирование орхидеи *Anoectochilus roxburghii* (Wall.) в условиях *ex vitro* / Е. В. Большакова, И. С. Емельянова, А. С. Лукаткин // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2019. – № 3 (27). – С. 16–23. – DOI 10.21685/2307-9150-2019-3-2.

**ОСОБЕННОСТИ ОНТОГЕНЕЗА И ПОБЕГООБРАЗОВАНИЕ
ЭНДЕМИКА ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ
NEPETA FORMOSA KUDR. (LAMIACEAE)¹**

Аннотация.

Актуальность и цели. Изучение устойчивого существования высокогорных эндемичных видов растений как элементов естественной флоры весьма актуально. Анализ биоморфы и особенностей побегообразования особей в онтогенезе позволят выявить механизмы адаптации растений к условиям обитания. Цель работы – изучение биоморфологических особенностей *Nepeta formosa* Kudr. в различных эколого-ценотических условиях Центральной Азии.

Материалы и методы. Особенности побегообразования и онтогенез особей *N. formosa* изучены в различных географических и эколого-ценотических условиях Памиро-Алая и Тянь-Шаня. Были обследованы среднегорные и высокогорные пояса хребтов: Зеравшанский, Вахшский, Гиссарский, Ферганский. Для изучения биологии прорастания семян их высевали в лабораторных условиях в чашки Петри при различных режимах и непосредственно в открытый грунт.

Результаты. В целом прорастание семян *N. formosa* оказалось низким и составило 7–15 %. Максимальная всхожесть была отмечена в лабораторных условиях без предварительной стратификации. Во всех изученных местообитаниях онтогенез особей *N. formosa* неполный, сложный, включает в себя развитие генетты (семенной особи) и вегетативно возникших неомоложенных парциальных образований (рамет). У особей на начальных этапах онтогенеза формируется каудекс, в зрелом генеративном состоянии – смешанное корневище. Механизм формирования корневища и его структура (короткое или длинное, гипо- или гипозэпигеогенное) отличаются в разных условиях произрастания.

Выводы. Низкие температуры отрицательно влияют на всхожесть семян *N. formosa*. У особей формируется гипозэпигеогенное корневище на крупнокаменистых, щебнистых склонах и в условиях периодического заиливания субстрата (в результате раскрытия почки возобновления), а также на богатых луговых почвах и в нарушенных сообществах (в результате раскрытия спящей почки). Корневище гипозэпигеогенного происхождения формируется на каменисто-галечниковом субстрате на заливаемых бортах рек и на подвижных субстратах.

Ключевые слова: *Nepeta formosa*, адаптация растений, онтогенез, морфология.

¹ Работа выполнена по проекту Государственного задания Центрального сибирского ботанического сада СО РАН №АААА-А17-117012610053-9.

© Асташенков А. Ю., Черемушкина В. А., Курочкина Н. Ю., 2019. Данная статья доступна по условиям всемирной лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), которая дает разрешение на неограниченное использование, копирование на любые носители при условии указания авторства, источника и ссылки на лицензию Creative Commons, а также изменений, если таковые имеют место.

A. Yu. Astashenkov, V. A. Cheremushkina, N. Yu. Kurochkina

**FEATURES OF ONTOGENESIS AND SHOOT FORMATION
OF A CENTRAL ASIAN ENDEMIC
NEPETA FORMOSA KUDR. (LAMIACEAE)**

Abstract.

Background. Study of sustainable existence of high-mountain endemic plant species as elements of natural flora is really important. An analysis of the biomorph and shoot formation pattern of individuals in ontogenesis makes it possible to reveal the mechanisms of plant adaptation to habitat conditions. The aim of the paper is study of biomorphological peculiarities of *Nepeta formosa* Kudr. in different ecological-coenotic conditions of Central Asia.

Materials and methods. The shoot formation pattern and ontogenesis of *N. formosa* individuals were studied in different geographical and ecological-coenotic conditions of the Pamir-Alai and Tien Shan. Middle-mountain and high-mountain belts of the Zeravshansky, Vakhshsky. Gissarsky and Fergansky Ranges were examined. To study germination biology, seeds were sown in Petri dishes in various laboratory conditions and outdoors.

Results. In total, germination of *N. formosa* seeds turned out to be poor and amounted to 7–15 %. The maximum germination was noted in the laboratory conditions without preliminary stratification. In all studied habitats the ontogenesis of *N. formosa* individuals is incomplete, complicated and includes development of a seed individual (a genet) and vegetatively emerging not rejuvenated partial formations (ramets). A caudex is formed in individuals at the initial stages of ontogenesis and a compound rhizome – in the mature generative state. The formation mechanism of a rhizome and its structure (short or long, hypo- or hypoepeigeogenic) differ in various growth conditions.

Conclusions. Low temperatures adversely affect the germinating ability of *N. formosa*. A hypogeogenic rhizome is formed in individuals on large stone, cobble slopes and under conditions of silting up the substrate from time to time (as a result of opening of an innovation bud), as well as in rich meadow soils and in disturbed communities (as a result of opening of a dormant bud). The rhizome of hypoepeigeogenic origin is formed on the stony-pebble substrate on flooded river banks and mobile substrates.

Keywords: *Nepeta formosa*, adaptation of plants, ontogenesis, morphology.

Введение

Особый интерес в экологии вызывает изучение приспособлений эндемичных растений к современным фитоценотическим условиям. К таким растениям относится большинство видов рода *Nepeta*. В сем. Lamiaceae, преобладающая часть представителей которого представляют большой теоретический и практический интерес, род *Nepeta* остается слабо изученным. Многолетние центральноазиатские виды *Nepeta* имеют в основном эндемичные ареалы, связанные с альпийским орогенезом, повлиявшим на их распространение и эволюционное развитие во флоре Центральной Азии. С позиций теории филэмбриогенеза анализ структурных изменений, происходящих в онтогенезе, позволит установить общие тенденции, механизмы и модусы эволюционных преобразований. Анализ видов рода *Nepeta* в связи с поиском взаимоотношений между элементами морфы и фитоценотическим окружением до

сих пор не проводился. Работы, направленные на выявление жизненных стратегий видов, определяющих успех в конкуренции за экологические ниши в современных растительных сообществах Центральной Азии, практически отсутствуют. Цель работы – изучение биоморфологических особенностей особей *Nepeta formosa* Kudr. в различных эколого-ценотических условиях Центральной Азии.

Материалы и методы

N. formosa – высокогорный эндемик Центральной Азии (Пояркова, 1954). Северная граница распространения проходит по Гиссаро-Дарвазу в Таджикистане. Продвигаясь на север, через горные сооружения Памиро-Алая, вид заходит в Центральный Тянь-Шань в Киргизии, где хребет Ферганский очерчивает восточную границу ареала. В северном направлении по цепи горных хребтов *N. formosa* достигает отрогов Западного Тянь-Шаня и проникает на врезывающийся в Балхашскую депрессию хребет Каратау в Казахстане, который оказывается самой северной границей распространения вида. Контур западной границы ареала проходит по западным отрогам хребта Туркустанского в Узбекистане (Пояркова, 1954; Введенский, 1961, Цаголова, 1964; Кочкарева, 1986).

N. formosa обитает от среднегорья до высокогорья в пределах от 1700 до 3000 м над уровнем моря, на северных, северо-восточных и восточных макросклонах и на соответствующих ориентированных им экспозициях гор. Во флоре Памиро-Алая произрастает на каменистых, каменисто-щебнистых субстратах на мелкоземистых почвах, во флоре Тянь-Шаня на почвах, богатых перегноем. Особи *N. formosa* предпочитают тенистые мезофильные местообитания, растут по речным водоразделам, каменистым берегам рек и ручьев, реже – по саям ущелий. *N. formosa* обычна в поясах чернолесья, крупнотравных полусаванн, арчовников, степей и субальпийских лугов. Встречается в составе разнотравных и высокотравных кленовников, ореховых лесов, березняков, экзохордников и юганников, зарослей кустарников (розариях и караганниках), торонников и разнотравных лугов.

Материал по изучению онтогенеза и побегообразования особей *N. formosa* собран в ценопопуляциях (ЦП), находящихся в разнообразных эколого-ценотических, природно-климатических условиях. В Памиро-Алае: Таджикистан – (ЦП 1) хребет Гиссарский, мелкоземистый берег реки, пояс крупнотравных полусаванн в антропогенно нарушенной группировке; (ЦП 2) хребет Вахшский, ущелье р. Гусгеф, крупнокаменистый щебнистый склон, верхняя граница пояса крупнотравных полусаванн в юганновой формации; (ЦП 3) хребет Зеравшанский, ущелье р. Маусариф, мелкоземистый склон у тропы, кустарниковая растительность в арчовниковом поясе; (ЦП 4) хребет Зеравшанский, верховья ущелья р. Маусариф, каменисто-галечный заливаемый пологий берег реки, верхняя граница пояса арчи. В Тянь-Шане: Киргизия – (ЦП 5) хребет Ферганский, на богатой луговой почве, верхняя граница леса в поясе высокотравных лугов в комплексе с розарием (*Rosa kokanica*). Для изучения особенности прорастания семян материал собран в Киргизии, хребет Ферганский, бассейн р. Кугарт на крутом каменистом склоне в лугово-лесном поясе в травянистой группировке под пологом плодовых деревьев.

Для определения лабораторной всхожести и продолжительности прорастания семян их закладывали в чашки Петри на увлажненную фильтровальную бумагу в 3-кратной повторности (по 100 шт. в каждой). Опыт проводился в течение двух месяцев в следующих условиях: при комнатной температуре (20–22 °С); при температуре 30 °С; после стратификации в течение 30 дней при 3–4 °С; после обработки эпином (2,4-эпибрассинолид, 0,025 г/л) при комнатной температуре. Всхожесть определялась как число семян, проросших в течение опыта. Выжившие проростки высаживались в отдельные контейнеры и высаживались после таяния снега в открытый грунт. Полевую всхожесть семян в условиях Западной Сибири определяли непосредственно посевом в почву на опытном участке Центрального сибирского ботанического сада. Сеяли в 3-кратной повторности (по 100 шт. на 1 м погонный).

При изучении онтогенеза была принята концепция дискретного его описания (Работнов, 1950; Уранов, 1975; и др.) и представления о поливариантности онтогенеза (Жукова, 1995 и др.). Организация побега охарактеризована с позиции структурно-функциональной дифференциации, предложенной W. Troll (1964). Вслед за Е. Л. Нухимовским (1997) под резидом мы понимаем сохранившийся базальный участок побега с расположенными на нем пазушными почками. Календарный возраст особей, когда это представлялось возможным, установлен с помощью прямого подсчета сохранившихся ежегодных резидов.

Результаты и обсуждение

Плод – четырехэремный ценобий, распадающийся на односемянные эремы (семена).

Поверхность семян сетчато-ячеистая, цвет от темно-коричневого до черного.

Размеры семян, собранных в популяции с хребта Ферганского, составили: длина $1,628 \pm 0,025$ мм, ширина $0,858 \pm 0,017$ мм; масса 1000 семян $0,311 \pm 0,009$ г. Метрические значения семян, собранных с особей, высаженных рассадой в условиях культуры, отличались незначительно: длина – $1,477 \pm 0,009$ мм, ширина – $0,873 \pm 0,015$ мм, масса 1000 – $0,353 \pm 0,035$ г. В условиях *ex situ* семена прорастали постепенно, в течение 30–35 дней. Максимальная всхожесть отмечена при комнатной температуре – $15,0 \pm 4,6$, минимальная – после стратификации – $7,3 \pm 1,0$. При 30 °С всхожесть составила $13,3 \pm 4,8$, после обработки эпином – $10,3 \pm 1,2$. Таким образом, лабораторная всхожесть семян *N. formosa* характеризуется нами как низкая. Всхожесть семян резко снижается при действии низких температур. Семена, посеянные в почву в 2018 г. на экспериментальном участке, в условиях Западной Сибири не проросли.

Прорастание семян надземное. Проросток представляет собой удлиненный побег с семядолями и одной парой настоящих зеленых листьев. После отмирания семядолей, продолжая нарастать моноподиально, растения в этот же год переходят в ювенильное состояние. Побег не превышает высоты 1,5 см. У ювенильных особей формируется 3–4 пары супротивно накрест расположенных ассимилирующих листьев. В пазухах всех листьев закладываются почки. Гипокотиль и эпикотиль за счет контрактильной деятельности главного корня втягиваются в субстрат. Одна из почек, заложенных в семя-

долях, в течение лета подрастает и становится почкой возобновления. Супротивная ей почка не реализуется, сохраняется и остается спящей. После вегетации надземная часть побега отмирает. Сохранившаяся базальная часть побега – резид, принимает участие в построении подземной многолетней побеговой структуры.

Онтогенез особей *N. formosa* и механизмы формирования биоморфы схематично изображены на рис. 1.

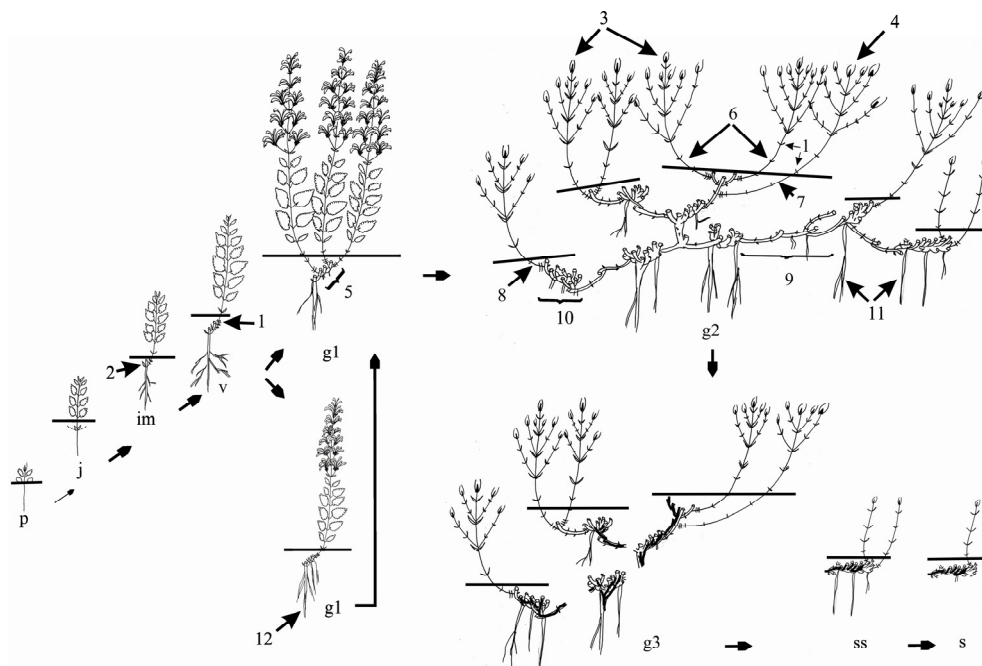


Рис. 1. Онтогенез особей *Nepeta formosa*: 1 – почка возобновления; 2 – почка спящая; 3 – побег, возникший из почки возобновления; 4 – побег, возникший из спящей почки; 5 – элемент корневища удлиненного гипозепигеогенного; 6 – элемент корневища удлиненного гипогегенного; 7 – элемент корневища короткого; 8 – длинное корневище; 9 – короткое корневище; 10 – придаточные корни; 11 – главный корень; черта – уровень субстрата; стрелки – переход из одного онтогенетического состояния в другое. Онтогенетические стояния: p – проросток; j – ювенильное; im – имматурное; v – виргинильное; g1 – молодое генеративное; g2 – зрелое генеративное; g3 – старое генеративное; ss – субсенильное; s – сенильное

На второй год из почки возобновления разворачивается удлиненный ортотропный побег высотой от 4,5 до 7,0 см. Нарастание особи меняется с моноподиального на симподиальное. В базальной части побега формируется зона двух сближенных метамеров с чешуевидными листьями. Выше по оси зона удлиненных метамеров (4–5 метамеров, нижний из которых несет переходные листья, остальные зеленые). Растения переходят в имматурное состояние. В зоне укороченных метамеров закладываются почки возобновления. Нереализованные почки переходят в спящее состояние и сохраняются в течение долгого времени. Главный корень утолщается, ветвится до II–III порядка.

На третий год особи переходят в виргинильное состояние. В этом состоянии особи могут представлять собой куст или оставаться однопобеговыми растениями. В первом случае ветвление особи осуществляется в результате раскрытия 1–2 супротивных почек возобновления и (или) пробуждения одной спящей почки, сохранившейся на резиде первого порядка. Во втором случае из одной почки возобновления разворачивается побег, который замещает предыдущий. Побег текущего года высотой не более 15 см. В его структуре четко выделяется подземная базальная часть со сближенными (2–3) метамерами с чешуевидными листьями и надземная с расставленными (8–9) метамерами, нижний из которых несет переходные листья. Почки возобновления, как правило, формируются в пазухах листьев 2-го укороченного метамера.

В подземной сфере в зависимости от способа нарастания особи формируется разветвленный или неразветвленный каудекс, состоящий из сильно укороченных резидов. На них появляются придаточные корни. Главный корень увеличивается в диаметре и достигает длины 15 см. Длительность состояния 1–2 года.

Первое цветение у *N. formosa* приходится на 4–5-й год. Молодые цветущие растения представляют собой ветвящиеся или однопобеговые особи. Последние после первой генерации также начинают ветвиться и впоследствии формируют хорошо развитый куст. Побегообразование особи осуществляется за счет деятельности почек возобновления и спящих почек. В кусте развиваются от 2 до 5 генеративных и 1–2 скрытогенеративных или вегетативных (с неполным циклом развития) ортотропных моноциклических побегов. Высота генеративных побегов достигает 25 см. В структуре монокарпического побега выделяется укороченная часть из сильно сближенных 2–3 метамеров, несущих чешуевидные листья, и удлиненная – из 9–10 удлиненных метамеров с зелеными листьями, нижний из удлиненных несет переходные листья. Заканчивается побег удлиненным соцветием длиной 15–17 см. Соцветие – открытый кистевидный тирс, состоящий из 6–7 супротивно расположенных двойных дихазиев, нередко редуцированных до монохазиев. Каждый дихазий в элементарном соцветии расположен на хорошо выраженной удлиненной оси.

Каудекс представляет собой симподиальную систему укороченных резидов разного возраста и порядка. Придаточные и боковые корни становятся многолетними и утолщаются. Длина главного корня превышает 20 см. Длительность состояния 4–6 лет.

На 8–11-й год особи переходят в зрелое генеративное состояние. Это состояние наиболее продолжительное и характеризуется формированием корневища и образованием куртины.

В средневозрастном генеративном состоянии у растений насчитывается от 10 до 15 побегов высотой 60,0–80,0 см. Побег возобновления удлиненные моноциклические, генеративные или с неполным циклом развития. Генеративные побеги в надземной части, как правило, ветвятся, образуя параклади, которые заканчиваются частными кистевидными тирсами. Все побеги возобновления отличаются по способу развития (из почки возобновления или из спящей почки), протяженностью и длиной базального участка, что определяет различные варианты построения корневища.

У *N. formosa* за счет симподиального сочленения укороченными резидами, как правило, формируется короткое гипогеогенное корневище. Однако в большинстве случаев у особей образуется смешанное корневище, состоящее из сочетания укороченных и удлиненных элементов гипо- или гипозпигеогенного происхождения. Нами установлено, что механизм формирования смешанного корневища отличается в зависимости от конкретных мест обитания.

Первый вариант связан с возникновением длинного гипогеогенного корневища в результате: 1) функционирования почки возобновления; 2) функционирования спящей почки. Первый способ ярко выражен у особей, растущих на крупнокаменистых и щебнистых склонах (ЦП 4) и в условиях периодического заиливания субстрата (ЦП 2). У особей, находящихся среди камней и на почве с переменным уровнем субстрата, удлиняется геофильная часть побега возобновления, одновременно с этим увеличивается число удлиненных метамеров с чешуевидными листьями. Почка возобновления с укороченных нижних метамеров перемещается на удлиненные верхние. Второй способ хорошо выражен у особей, растущих на богатой луговой почве (ЦП 5). Пробуждение спящей почки, находящейся глубже в почве по отношению к другим, также приводит к развитию удлиненной подземной части побега. После вегетации и плодоношения надземная сфера отмирает до удлиненной подземной части. Почками возобновления становятся почки, также расположенные на последних верхних метамерах. Длина сохранившегося резиды может превышать 6 см. Формирование длинного корневища может быть также связано с антропогенной нагрузкой. Так, у растений, изученных на Гиссарском и Зеравшанском хребтах, в антропогенных нарушенных сообществах (ЦП 1 и ЦП 3) в условиях постоянного затаптывания побегов и уплотнения субстрата активизируются спящие почки. Их раскрытие приводит к образованию длинных подземных участков побеговой сферы.

Второй вариант связан с формированием смешанного корневища в результате полегания побега. Так, на каменистой почве с примесью гальки на заливаемом берегу реки (ЦП 4) из почки возобновления, расположенной в почве, разворачивается побег, базальная часть которого впоследствии полегает. В результате этого нижняя удлиненная часть замывается и засыпается почвой. После вегетации надземная часть отмирает до удлиненных погребенных метамеров с настоящими зелеными листьями – формируется звено корневища гипозпигеогенного происхождения. Почки возобновления перемещаются с нижних укороченных метамеров выше по оси на удлиненные (5–6 метамеры).

На базе удлиненного резиды формируется парциальный куст. Его подземная структура надстраивается укороченными резидами, в результате образуется короткое корневище. Количество длинных участков корневища определяется каменистостью субстрата, богатством и уплотненностью почвы. Так, элементов длинного корневища меньше в условиях незначительного содержания камней, на богатых высокогорных луговых почвах, почве, уплотненной в результате антропогенной нагрузки.

В результате такого побегообразования формируется куртина, состоящая из парциальных образований (центров закрепления). В куртине насчитывается

ваются от 10 до 15 парциальных кустов. Каждый дочерний куст закрепляется лидирующим придаточным корнем (вторичным стержнекорневым) и сохраняет через симподиальную систему резидов связь с материнской особью. Возраст отдельных парциальных кустов может колебаться от 8 до 12 лет.

В старом генеративном состоянии происходит полная партикуляция куртины. Процесс дезинтеграции сначала связан с отмиранием многолетних побеговых структур и главного корня материнской особи. Затем в результате некроза удлиненных резидов корневища обособляются связанные между собой парциальные кусты. В дальнейшем партикуляция может протекать по укороченным резидам. Таким образом, образуется рыхлый клон, состоящий из совокупности неомоложенных партикул, жизнеспособность которых обеспечивается за счет придаточных корней. Диаметр клона может превышать 1 м. Из-за интенсивного некроза многолетних структур подсчитать возраст и продолжительность данного онтогенетического состояния не представляется возможным. Побегообразование у партикул происходит за счет функционирования почек возобновления и спящих почек.

В структуре каждой отдельной партикулы постгенеративного периода различают побеги виргинильного или имматурного облика. Побегообразование осуществляется за счет спящих почек, сохранившихся на корневище. Базальные части побегов надстраивают сохранившийся фрагмент короткого корневища. На последних этапах онтогенеза формируется один побег имматурного облика, который после отмирания завершает онтогенез партикулы.

Заключение

1. Онтогенез особей эндемичного вида *N. formosa* – сложный, неполный, состоит из развития семенной особи и частного онтогенеза партикул.

2. В различных эколого-фитоценологических условиях Центральной Азии у особей *N. formosa* возможны различные варианты формирования многолетних подземных структур: каудекса и корневища. В прегенеративном периоде и в молодом генеративном состоянии образуется каудекс, в зрелом генеративном – корневище. В целом жизненную форму *N. formosa* мы характеризуем как стержнекорневую корневищно-каудексовую.

3. Морфологическая адаптация особей *N. formosa* к условиям обитания связана с механизмами формирования корневища (гипо- или гипозэпигеогенного происхождения, длинное или короткое). Различные варианты образования корневища определяется степенью каменистости и подвижности субстрата, антропогенной нагрузкой и богатством почвы, функционированием спящих почек.

4. Высокая поливариантность развития особей *N. formosa* при относительно низкой всхожести семян обеспечивает устойчивое существование вида в растительных сообществах Центральной Азии.

Библиографический список

1. **Пояркова, А. И.** Семейство Lamiaceae / А. И. Пояркова // Флора СССР. – Москва ; Ленинград : Наука, 1954. – Т. 20. – С. 286–360.
2. **Введенский, А. И.** Семейство Lamiaceae род *Nepeta* / А. И. Введенский // Флора Узбекистана. – Ташкент : Академия наук Узбекской ССР, 1961. – Т. 5. – С. 297–306.

3. **Цаголова, В. Г.** Семейство Lamiaceae род *Nepeta* / В. Г. Цаголова // Флора Казахской ССР. – Алма-Ата : Академия наук Казахской ССР, 1964. – Т. 7. – С. 333–344.
4. **Кочкарева, Т. Ф.** Семейство Lamiaceae / Т. Ф. Кочкарева // Флора Таджикской ССР. – Ленинград : Наука, 1986. – Т. 8. – С. 104–142.
5. **Попова, Л. И.** Семейство Lamiaceae род *Nepeta* / Л. И. Попова // Флора Киргизской ССР. – Фрунзе : Академия наук Киргизской ССР, 1960. – Т. 9. – С. 41–55.
6. **Работнов, Т. А.** Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах / Т. И. Работнов // Труды БИН АН СССР. Сер. 3. Геоботаника. – Москва ; Ленинград : Наука, 1950. – С. 7–204.
7. **Уранов, А. А.** Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов / А. А. Уранов // Биологические науки. – 1975. – № 2. – С. 7–34.
8. **Жукова, Л. А.** Популяционная жизнь луговых растений / Л. А. Жукова. – Йошкар-Ола : РИИК «Ланар», 1995. – 224 с.
9. **Troll, W.** Die Infloreszenzen / W. Troll. – Jena : Fisher Press, 1964. – Bd. 1. – 615 s.
10. **Нухимовский, Е. Л.** Основы биоморфологии семенных растений / Е. Л. Нухимовский. – Москва : Недра, 1997. – Т. 1. – 630 с.

References

1. Poyarkova A. I. *Flora SSSR* [The flora of the USSR]. Moscow; Leningrad: Nauka, 1954, vol. 20, pp. 286–360. [In Russian]
2. Vvedenskiy A. I. *Flora Uzbekistana* [The flora of Uzbekistan]. Tashkent: Akademiya nauk Uzbekskoy SSR, 1961, vol. 5, pp. 297–306. [In Russian]
3. Tsagolova V. G. *Flora Kazakhskoy SSR* [The flora of the Kazakh SSR]. Alma-Ata: Akademiya nauk Kazakhskoy SSR, 1964, vol. 7, pp. 333–344. [In Russian]
4. Kochkareva T. F. *Flora Tadzhikskoy SSR* [The flora of Tajik SSR]. Leningrad: Nauka, 1986, vol. 8, pp. 104–142. [In Russian]
5. Popova L. I. *Flora Kirgizskoy SSR* [The Flora of Kyrgyz SSR]. Frunze: Akademiya nauk Kirgizskoy SSR, 1960, vol. 9, pp. 41–55. [In Russian]
6. Rabotnov T. A. *Trudy BIN AN SSSR. Ser. 3. Geobotanika* [Proceedings of BI of the USSR AS]. Moscow; Leningrad: Nauka, 1950, pp. 7–204. [In Russian]
7. Uranov A. A. *Biologicheskie nauki* [Biological sciences]. 1975, no. 2, pp. 7–34. [In Russian]
8. Zhukova L. A. *Populyatsionnaya zhizn' lugovykh rasteniy* [Population life of meadow plants]. Yoshkar-Ola: RIIK «Lanar», 1995, 224 p. [In Russian]
9. Troll W. *Die Infloreszenzen* [Inflorescence]. Jena: Fisher Press, 1964, vol. 1, 615 p.
10. Nukhimovskiy E. L. *Osnovy biomorfologii semennykh rasteniy* [Basic biomorphology of spermatophytes]. Moscow: Nedra, 1997, vol. 1, 630 p. [In Russian]

Асташенков Алексей Юрьевич

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук (Россия, г. Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101)

E-mail: astal@bk.ru

Astashenkov Aleksey Yur'evich

Candidate of biological sciences, senior researcher, Central Siberian Botanical Garden of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (101 Zolotodolinskaya street, Novosibirsk, Russia)

Черемушкина Вера Алексеевна

доктор биологических наук, главный научный сотрудник, Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук (Россия, г. Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101)

E-mail: cher.51@mail.ru

Cheremushkina Vera Alekseevna

Doctor of biological sciences, principal researcher, Central Siberian Botanical Garden of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (101 Zolotodolinskaya street, Novosibirsk, Russia)

Курочкина Наталья Юрьевна

кандидат биологических наук, младший научный сотрудник, Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук (Россия, г. Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101)

E-mail: polemonium@yandex.ru

Kurochkina Natal'ya Yur'evna

Candidate of biological sciences, junior researcher, Central Siberian Botanical Garden of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (101 Zolotodolinskaya street, Novosibirsk, Russia)

Образец цитирования:

Асташенков, А. Ю. Особенности онтогенеза и побегообразования эндемика Центральной Азии *Nepeta formosa* Kudr. (Lamiaceae) / А. Ю. Асташенков, В. А. Черемушкина, Н. Ю. Курочкина // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2019. – № 3 (27). – С. 24–33. – DOI 10.21685/2307-9150-2019-3-3.

УДК 595.7:574.3

DOI 10.21685/2307-9150-2019-3-4

А. А. Короткова, М. С. Дубинин

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ АНОМАЛИИ ЖУЖЕЛИЦ В РАЙОНЕ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ В ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация.

Актуальность и цели. Целью данного исследования явилось изучение морфологических аномалий у жуужелиц на территориях линий электропередач в Тульской области и оценка качества среды в зоне влияния ЛЭП на основании этого параметра.

Материалы и методы. Материалом для данного исследования послужили 6043 экземпляра жуужелиц, собранных в 2014–2016 гг. на территории двух ЛЭП (напряжением 750 и 220 кВ) и в контрольной зоне.

Результаты. На территориях ЛЭП в Тульской области у жуужелиц выявлено 10 вариантов морфологических аномалий: 9 – в зоне действия ЛЭП-750, 6 – в зоне действия ЛЭП-220 и 5 – на контрольной территории. Доля особей с морфологическими аномалиями на всех территориях лежит в интервале от 2,25 до 3,36 %. На всех исследуемых участках преобладает нарушение жилкования (от 41,82 до 75,00 %). Количественные показатели, характеризующие морфологические аномалии Carabidae, выше на территориях ЛЭП, чем на контрольной территории.

Выводы. Оценка состояния среды на основе частот появления морфологических аномалий у жуужелиц характеризует ее как «умеренное загрязненное», что позволяет предполагать наличие влияния электромагнитного излучения на данный параметр.

Ключевые слова: насекомые, энтомофауна, морфологические аномалии, ЛЭП.

А. А. Korotkova, M. S. Dubinin

MORPHOLOGICAL ANOMALIES OF CARABIDS IN THE POWER LINE AREAS IN TULA REGION

Abstract.

Background. The purpose of this study was to study the morphological anomalies of Carabidae in the areas of power lines in Tula region and assess the quality of the environment in the zone of influence of power lines on the basis of this parameter.

© Короткова А. А., Дубинин М. С., 2019. Данная статья доступна по условиям всемирной лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), которая дает разрешение на неограниченное использование, копирование на любые носители при условии указания авторства, источника и ссылки на лицензию Creative Commons, а также изменений, если таковые имеют место.

Materials and methods. The material for this study was 6043 Carabidae specimens collected in 2014–2016 in the territory of two power transmission lines (750 and 220 kV) and in the control zone.

Results. In the areas of power transmission lines in Tula region Carabidae featured 10 variants of morphological anomalies: 9 – in the area of the TL-750, 6 – in the area of the TL-220 and 5 – in the control area. The proportion of individuals with morphological anomalies in all territories lies in the range from 2,25 to 3,36 %. In all the studied areas, the violation of venation (from 41,82 to 75,00 %) prevails. The quantitative indicators characterizing the morphological anomalies of Carabidae are higher in the areas of power transmission lines than in the control area.

Conclusions. An assessment of the state of the environment based on the frequency of occurrence of morphological anomalies in carabids describes it as “moderately polluted,” which suggests the presence of electromagnetic radiation impact on this parameter.

Keywords: insects, entomofauna, morphological anomalies, power lines.

Введение

В морфологии насекомых нередко встречаются различные отклонения от нормы (тератозы). Аномалии могут быть обусловлены генетическими факторами, механическими, термическими, химическими, радиационными и иными повреждениями развивающегося организма. Однако тератология насекомых малоизучена, в основном на констатирующем уровне [1–3]. Из крупных исследований по этой теме можно выделить работы Ж. Балажука и Ю. А. Присного, которые составили «классификацию уродств» [4, 5]. Несмотря на имеющуюся классификацию, основанную на времени формирования аномалий, конкретные механизмы, условия и причины возникновения тератозов в большинстве случаев остаются неизвестными. На основе анализа частот встречаемости морфологических аномалий вполне возможно производить оценку качества среды [6].

Целью данного исследования явилось изучение морфологических аномалий у жуужелиц на территориях линий электропередач в Тульской области и оценка качества среды в зоне влияния ЛЭП на основании этого параметра.

Материалы и методы

Материалом для данного исследования послужили 6043 экземпляра жуужелиц, собранных в 2014–2016 гг. на территории двух ЛЭП (напряжением 750 и 220 кВ) и в контрольной зоне. Контрольная зона исследования определена на расстоянии 200 м от центра опоры ЛЭП-750 и 100 м от центра опоры ЛЭП-220, где отсутствует влияние ЛЭП (показатели электрического и магнитного полей равны нулю). Измерение показателей проведено с помощью измерителя напряженности поля промышленной частоты (ПК-50). Исследуемые модельные участки расположены вдали от крупных автомагистралей, застроек и предприятий, таким образом, иные техногенные и рекреационные воздействия исключены. Для отлова жуужелиц использовались почвенные ловушки Барбера.

Результаты и обсуждение

В имеющемся материале было определено 63 вида жуужелиц, относящихся к 32 родам. Из них представители 36 видов (57,14 %) из 21 рода в количестве 177 особей (2,93 %) имели различные морфологические аномалии.

Наибольшая частота аномалий отмечена для видов *Poecilus cupreus* (L.), *Amara aenea* (Deg.) и *Carabus cancellatus* (Ill.). Для *Poecilus cupreus* (L.) этот показатель составил 14,69 %, для *Amara aenea* (Deg.) и *Carabus cancellatus* (Ill.) – по 12,43 %.

Согласно известной классификации [5], были выделены две обширные группы морфологических аномалий – механические повреждения и морфологические аномалии (тератозы).

В первую включены повреждения механического происхождения, такие как надломы, проколы, трещины, обрывы и различные деформации. Все они не связаны с загрязнением среды обитания, а являются результатом травмирующего действия на имаго, произведенного после завершения процесса склеротизации. Такие травмы могут служить для оценки рекреационной нагрузки, а также передвижения транспорта, выпаса скота. Механические повреждения были отмечены у 45 экземпляров (25,42 %) Carabidae из 22 видов и 10 родов. Чаще всего этот вариант (24,44 %) повреждений встречается у представителей рода *Poecilus*. Это, вероятнее всего, объясняется тем, что данные особи являются стратобионтами поверхностно-почвенными, обитают на поверхности почвы и в большей степени могут подвергаться травмирующему механическому воздействию.

Наиболее часто встречаемые травмы – деформации (вдавливания), зафиксированные у 22 особей (12,43 %) из 14 видов (рис. 1). Надломы, проколы и трещины отмечены у 20 особей (11,29 %) из 12 видов, обрывы надкрылий и крыльев – у 3 особей (1,69 %) из 3 видов. Механические повреждения в данном случае можно объяснить только естественными причинами в связи с отсутствием какого бы то ни было регулярного антропогенного прессинга.

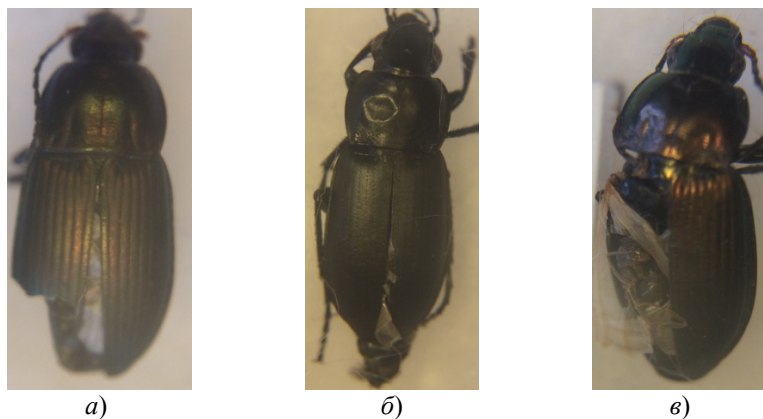


Рис. 1. Механические повреждения Carabidae: а – надлом у *Poecilus cupreus* (L.); б – вдавливание у *Pterostichus punctulatus* (Schall.); в – обрыв у *Poecilus cupreus* (L.)

Вторая крупная группа морфологических аномалий формируется на пре-имагинальном этапе развития, что может быть результатом механического воздействия на куколку и (или) результатом генетических изменений. Данная категория морфологических отклонений разнообразнее и насчитывает семь групп. В имеющемся материале нами выделены общие аномалии и уродства.

К общим аномалиям относятся несколько вариантов тератозов. Наиболее распространено (18 особей, 10,17 %) нарушение пигментации (рис. 2,з), проявляющееся как в виде общей гипомеланизации, так и в локальном отсут-

ствии пигмента или прозрачности покровов. Это обусловлено блокировкой синтеза кутикулярного и гиподермального пигмента в результате каких-либо мутаций, а также нехватки кислорода и гормональных нарушений.

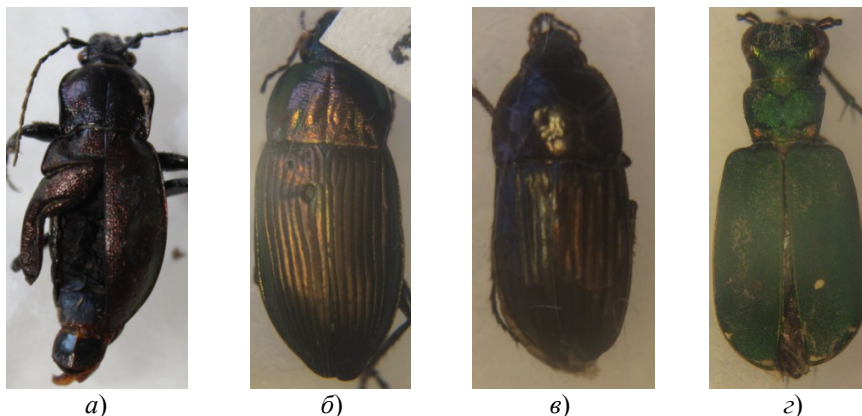


Рис. 2. Общие аномалии у Carabidae: а – деформация надкрылья у *Carabus nemoralis* (Müll.); б – затянutosть у *Poecilus cupreus* (L.); в – гипосклеротизация у *Amara aenea* (Deg.); г – нарушение пигментации у *Cicindela campestris* (L.)

Деформации, вызванные механическим воздействием на куколку или нарушением куколочного экзuvia, отмечены у шести особей (3,39 %). Одним из их проявлений является «измятость» надкрылий (см. рис. 2,а).

Сбой синтеза хитина и процесса склеротизации, приводящие к гипосклеротизации (см. рис. 2,в), встречается на изучаемых территориях реже – в 1,13 % случаев. Нарушение склеротизации на последних ее этапах характеризуются заживлением (затянutosью) (см. рис. 2,б). В наших исследованиях выявлена только одна особь (0,56 %) вида *Poecilus cupreus* (L.).

Вторая группа, отмеченная нами в составе морфологических аномалий, – это уродства. В исследуемом комплексе жуэлищ отмечены аномалии покровов, к которым относятся различные опухоли: грыжи, вздутия, морщинистость и др. (рис. 3,а). Такая аномалия встречается у пяти экземпляров (2,83 %) из четырех видов.

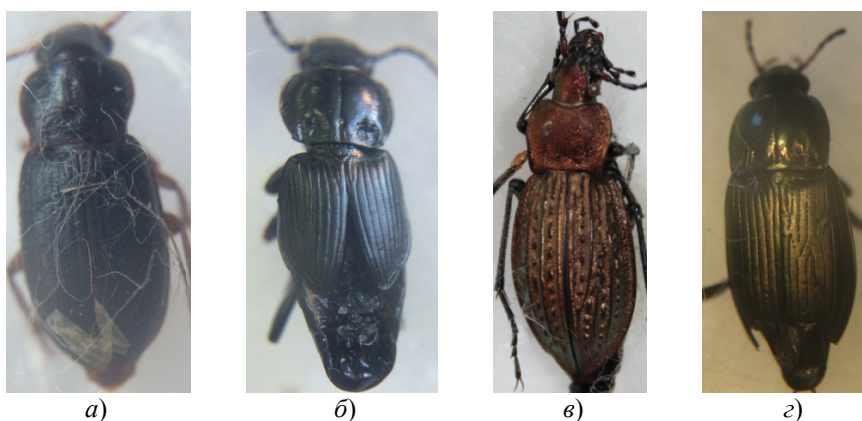


Рис. 3. Уродства у Carabidae: а – морщинистость у *Harpalus luteicornis* (Duft.); б – брахэлитрия у *Pterostichus melanarius* (Ill.); в – аномалия жилкования у *Carabus cancellatus* (Ill.); г – комплексная аномалия у *Poecilus cupreus* (L.)

Выявлены также жужелицы с брахэлитрией, которая характеризуется укорочением или редукцией дистальной части, что приводит к уменьшению размеров надкрылий (см. рис. 3,б). В некоторых случаях это связано с неполным расправлением надкрылий при выходе имаго из куколки. Брахэлитрия установлена у двух экземпляров (1,13 %), относящихся к двум видам (*Pterostichus melanarius* (Ill.), *Poecilus cupreus* (L.)).

Для жужелиц известны также аномалии жилкования, которые проявляются в результате слияния «жилковых» промежутков и в разрывах точечных бороздок (см. рис. 3,в). У всех видов семейства Carabidae жилки надкрылий в норме не ветвятся, что подтверждается ходом трахей, расположенных в «жилковых промежутках». В результате исследований было обнаружено 95 особей (53,67 %) из 19 видов с аномальным жилкованием. Таким образом, данная форма аномалий является самой распространенной. Для 1,69 % особей, относящихся к двум видам (*Poecilus cupreus* (L.), *Anchomenus dorsalis* (Pontop.)), были выявлены случаи комплексных аномалий (см. рис. 3,г).

В результате исследования на всей территории ЛЭП выявлено 149 экземпляров (3,11 %) из 36 видов и 21 рода Carabidae, имеющих 10 вариантов аномалий (табл. 1).

Таблица 1
Относительная встречаемость морфологических аномалий, %

Тип	Вид	Общая территория ЛЭП	ЛЭП-750	ЛЭП-220	Контрольная зона
Механические	Вдавливания	14,09	17,27	5,13	3,57
	Обрывы	2,01	2,73	–	–
	Проколы, надломы, трещины	11,41	12,73	7,69	10,71
Тератозы					
Общие аномалии	Немеханические деформации	4,03	4,54	2,56	–
	Повреждения до завершения склеротизации	0,67	–	2,56	–
	Гипосклеротизация	1,34	1,82	–	–
	Нарушение пигментации	10,74	10,91	10,26	7,14
Уродства	Аномалии покровов	3,36	4,54	–	–
	Брахэлитрия	0,67	0,91	–	3,57
	Нарушение жилкования	49,66	41,82	71,79	75,00
Комплексные аномалии	Пигментация + жилкование	0,67	0,91	–	–
	Деформация + жилкование	0,67	0,91	–	–
	Брахэлитрия + жилкование	0,67	0,91	–	–

Довольно многочисленны травмы механического характера (вдавливания, надломы, трещины). Они отмечены у 41 экземпляра (27,52 %) жуужелиц из 20 видов.

Среди общих аномалий наиболее распространено нарушение пигментации, которое выделено для 16 особей (10,74 %). Различные деформации тела выявлены у шести экземпляров (4,03 %) карабидофауны. Кроме того, на территории ЛЭП отмечены две жуужелицы (1,34 %) с гипосклеротизацией и одна (0,67 %) с повреждениями до завершения склеротизации.

Вблизи ЛЭП обнаружено три варианта уродств. В основном это нарушение жилкования. Таковые встречаются почти у половины экземпляров – 74 особи (49,66 %), относящиеся к 18 видам. Также среди уродств выделены пять экземпляров (3,36 %) с аномалиями покровов и один (0,67 %) с брахэлитрией. Отметим, что вблизи ЛЭП найдены три особи с комплексными аномалиями (2,01 %).

В зонах влияния ЛЭП с напряжением 750 кВ выявлено 110 особей (3,02 %) из 32 видов и 17 родов *Carabidae*, имеющих различные варианты аномалий (см. табл. 1). Общее количество тератозов в пределах ЛЭП-750 составило девять вариантов. Зафиксировано 32,73 % механических повреждений и 67,27 % тератозов.

Среди травм механического характера чаще других встречаются деформации (вдавливания) – 19 особей (17,27 %). Довольно многочисленны проколы, надломы и трещины, отмеченные у 14 особей (12,73 %). Обрывы надкрылий и крыльев выделены у трех представителей (2,73 %) *Carabidae*.

Среди общих аномалий наиболее распространенной является нарушение пигментации. Данный вариант встречается у 12 особей (10,91 %) карабидофауны. Различные деформации тела выявлены у пяти экземпляров (4,54 %) *Carabidae*, а гипосклеротизация – у двух особей (1,82 %).

Наиболее многочисленным вариантом среди уродств на территории ЛЭП-750 является нарушение жилкования (46 особей, 41,82 %). Аномалии покрова (морщинистость и вздутость) отмечены у пяти особей (4,54 %), брахэлитрия – у одного экземпляра (0,91 %), комплексные аномалии – у трех особей (2,73 %).

В результате исследования в зоне действия ЛЭП-220 отмечено 39 особей (3,36 %), относящихся к 12 видам и 10 родам *Carabidae*, с различными вариантами тератоза. Общее количество морфологических аномалий в пределах ЛЭП-220 составило шесть вариантов. Механические повреждения выявлены у 12,82 % особей жуужелиц, тератозы – у 87,18 %.

У трех особей (7,69 %) механические повреждения представлены проколами, надломами и трещинами. Также два экземпляра (5,13 %) имеют деформации типа вдавливания.

Общие аномалии на территории ЛЭП-220 представлены четырьмя особями (10,26 %) с нарушением пигментации. Также отмечено по одной особи (2,56 %) с деформацией и повреждениями покровов до завершения склеротизации.

Среди уродств на данной исследуемой территории отмечен только один вариант аномалий – нарушение жилкования, встречающийся у 28 (71,79 %) особей *Carabidae*.

В контрольной зоне было отмечено 28 особей (2,25 %) из девяти видов и пяти родов с морфологическими аномалиями, причем их количество вариантов наименьшее – пять разновидностей. Механические повреждения (проколы, надломы, трещины, вдавливания) выявлены лишь у 14,29 % особей, в остальных случаях (85,71 %) наблюдаются тератозы.

Из общих аномалий в контрольной группе отмечен только один вариант отклонения – нарушение пигментации, встречающееся у двух особей (7,14 %). Среди уродств по обыкновению преобладают особи с нарушением жилкования. Таковых на данном маршруте насчитывается 21 экземпляр (75,00 %). Также в контрольной группе отмечена одна особь (3,57 %) с брахэлитрией.

Все количественные показатели, характеризующие морфологические аномалии Carabidae, выше вблизи линий электропередач, чем на контрольной территории (табл. 2). В зоне влияния ЛЭП-750 количество вариантов тератозов несколько больше, чем в пределах ЛЭП-220. Доля особей с морфологическими аномалиями на данных модельных участках приблизительно одинаковая (в среднем 3,11 %). Хотя стоит отметить, что относительное количество общих аномалий и уродств у жужелиц несколько выше на территории ЛЭП-220 – 2,93 %. Для ЛЭП-750 данный показатель равен 2,03 %.

Таблица 2

Сравнительная оценка морфологических аномалий Carabidae

Количественные показатели морфологических аномалий	Общая территория ЛЭП	Территория ЛЭП-750	Территория ЛЭП-220	Контрольная территория
Количество вариантов морфологических аномалий	10	9	6	5
Доля особей с морфологическими аномалиями, %	3,11	3,02	3,36	2,25
В том числе:				
доля особей с механическими повреждениями, %	0,85	0,99	0,43	0,32
доля особей с общими аномалиями и уродствами (тератозы), %	2,25	2,03	2,93	1,93

Для оценки качества среды в зоне действия ЛЭП на основе изученных аномалий был проанализирован первичный энтомологический материал этой территории (модельные участки) и контрольной зоны. Оценка состояния исследуемых территорий проводилась по 5-балльной шкале [6].

Доля особей с морфологическими аномалиями на всех территориях лежит в интервале от 2,25 до 3,36 % (табл. 3). В связи с тем, что на контрольной

территории этот показатель низкий (2,25 %) и соответствует по приведенной шкале I–II баллам, качество среды можно оценить как «хорошее». На участках, расположенных в пределах ЛЭП, частота морфологических аномалий выше (3,02–3,36 %), соответствует II баллам, следовательно, качество среды немного хуже. Этот факт также позволяет предполагать наличие влияния электромагнитного излучения линий электропередач на качество среды.

Таблица 3

Оценочная шкала качества среды на основе частот появления морфологических аномалий у жуков (Carabidae)

Доля особей с морфологическими аномалиями, %	Баллы	Характеристики состояния среды обитания
<1,70	I	Отличное / до слабого загрязнения
1,71–2,55	I–II	Хорошее / умеренное загрязнение
2,56–3,40	II	
3,41–4,25	II–III	Удовлетворительное / критическое загрязнение
4,26–5,10	III	
5,11–5,95	III–IV	Плохое / сильное загрязнение
5,96–6,80	IV	
6,81–7,65	IV–V	Очень плохое / очень сильное загрязнение
>	V	

Заключение

В результате исследования морфологических аномалий жуков было выявлено, что количество их вариантов в зоне влияния ЛЭП-750 несколько больше, чем на территории ЛЭП-220. Доля особей с общими аномалиями и уродствами немного выше вблизи ЛЭП-220. На контрольных маршрутах, где воздействие электромагнитного излучения отсутствует, встречаемость аномалий невысока. Частота появлений аномалий, а также оценка состояния среды дают возможность предположить влияние ЭМИ на карабидофауну в зоне действия линий электропередач, что может являться причиной возникновения тератозов у Carabidae.

Библиографический список

1. **Castro Tovar, A.** Nuevos casos de teratologías en Coleoptera (Insecta) / A. Castro Tovar, M. Baena, M. A. López Vergara // *Zoologica baetica*. – 2014. – Vol. 25. – P. 3–12.
2. **Кондратьева, А. М.** Аномалии усиков у клопа-кружевницы *Tingis cardui* (L.) (Heteroptera, Tingidae) / А. М. Кондратьева, В. Б. Голуб, Е. В. Аксёненко // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. – 2014. – Т. 119, № 1. – С. 25–27.
3. **Назаренко, В. Ю.** Морфологические аномалии у долгоносиков подсемейства Molytinae (Coleoptera, Curculionidae) / В. Ю. Назаренко // Украинський ентомологічний журнал. – 2014. – № 1. – С. 69–72.
4. **Balazuc, J.** La teratologie des Hymenopteroides / J. Balazuc // *Annales de la Société entomologique de France*. – 1958. – Vol. 127. – P. 167–203.

5. **Присный, Ю. А.** Использование частот появления морфологических аномалий у жесткокрылых насекомых (Insecta, Coleoptera) в локальном мониторинге : дис. ... канд. биол. наук / Присный Ю. А. – Белгород, 2009. – 238 с.
6. **Присный, Ю. А.** Оценка состояния особо охраняемых природных территорий Белгородской области на основе частот встречаемости аномалий у жуужелиц (Carabidae) / Ю. А. Присный // Научные ведомости. Сер.: Естественные науки. – 2013. – Вып. 7. – С. 72–76.

References

1. Castro Tovar A., Baena M., M. A. López Vergara. *Zoologica baetica*. 2014, vol. 25, pp. 3–12.
2. Kondrat'eva A. M., Golub V. B., Aksenenko E. V. *Byulleten' Moskovskogo obshchestva ispytateley prirody. Otdel biologicheskii* [Bulletin of the Moscow Society of Naturalists. Biological department]. 2014, vol. 119, no. 1, pp. 25–27. [In Russian]
3. Nazarenko V. Yu. *Ukrains'kiy entomologichnyi zhurnal* [Ukrainian entomological journal]. 2014, no. 1, pp. 69–72.
4. Balazuc J. *Annales de la Société entomologique de France* [Annals of the French Society of Entomology]. 1958, vol. 127, pp. 167–203.
5. Prisnyy Yu. A. *Ispol'zovanie chastot poyavleniya morfologicheskikh anomalii u zhestkokrylykh nasekomykh (Insecta, Coleoptera) v lokal'nom monitoringe: dis. kand. biol. nauk* [The use of frequencies of morphological anomaly occurrence in coleopteran (Insecta, Coleoptera) in local monitoring: dissertation to apply for the degree of the candidate of biological sciences]. Belgorod, 2009, 238 p. [In Russian]
6. Prisnyy Yu. A. *Nauchnye vedomosti. Ser.: Estestvennye nauki* [Scientific bulletin. Series: Natural sciences]. 2013, iss. 7, pp. 72–76. [In Russian]

Короткова Анна Альбертовна

доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой биологии и экологии, Тульский государственный педагогический университет имени Л. Н. Толстого (Россия, г. Тула, проспект Ленина, 125)

E-mail: korotkova123@mail.ru

Korotkova Anna Al'bertovna

Doctor of biological sciences, professor, head of sub-department of biology and ecology, Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University (125 Lenina avenue, Tula, Russia)

Дубинин Максим Сергеевич

преподаватель, кафедра биологии и экологии, Тульский государственный педагогический университет имени Л. Н. Толстого (Россия, г. Тула, проспект Ленина, 125)

E-mail: dubinin91@ya.ru

Dubinin Maksim Sergeevich

Lecturer, sub-department of biology and ecology, Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University (125 Lenina avenue, Tula, Russia)

Образец цитирования:

Короткова, А. А. Морфологические аномалии жуужелиц в районе линий электропередач в Тульской области / А. А. Короткова, М. С. Дубинин // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2019. – № 3 (27). – С. 34–42. – DOI 10.21685/2307-9150-2019-3-4.

Д. В. Ибрагимова, Н. В. Наконечный

**ПОЛИМОРФИЗМ *RANA ARVALIS* NILS., 1842
ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА – ЮГРЫ¹****Аннотация.**

Актуальность и цели. Полиморфизм остромордой лягушки в северных широтах Западной Сибири исследован недостаточно. Имеющиеся сведения фрагментарны и не показывают полной картины. Цель настоящего исследования: выявить закономерности в распределении морф в популяциях остромордой лягушки Ханты-Мансийского автономного округа – Югры.

Материалы и методы. Материалом для работы послужили коллекции, собранные авторами в 2005–2016 гг. на большей части территории ХМАО – Югры. Обследовано 1102 особи остромордой лягушки из 14 популяций. Описание морф проведено по схеме, предложенной В. Г. Ищенко (1978), статистическая обработка по методике Л. А. Животовского (1982) и В. Л. Вершинина (2015).

Результаты. В популяциях остромордой лягушки выявлены все 11, характерных для рода *Rana*, морф. Реже всего встречалась чистая морфа. Наиболее полиморфны популяции остромордой лягушки в среднетаежных условиях (в среднем течении р. Оби с притоками). Всего на территории Югры в популяциях остромордой лягушки выявлено 75 комбинаций морф. Среди выявленных фенотипов нет ни одного, который был бы отмечен во всех исследованных популяциях остромордой лягушки. Наиболее широко распространенным является фенотип MRSNcNv. Показатель сходства популяций остромордой лягушки (*r*) варьирует в пределах от 0,733 (между крайними западной и восточной популяциями) до 0,992 (между популяциями Березовского и Кулуманского заказников). При сравнении разнообразия популяций по индексу Мориситы выявлено, что крайние западные популяции остромордой лягушки имеют несколько обособленный морфооблик. Установлено его сходство у близко расположенных популяций, в пойменных заказниках и нарушенных территориях.

Выводы. На территории ХМАО – Югры у остромордой лягушки сильно выражен полиморфизм. Наибольшим разнообразием морф характеризуются популяции территорий, нетронутых хозяйственной деятельностью, независимо от широтной приуроченности. Наибольшее сходство полиморфизма выявлено у лягушек, обитающих в пойме р. Оби.

Ключевые слова: остромордая лягушка, полиморфизм, *Rana arvalis*, Западная Сибирь, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра.

D. V. Ibragimova, N. V. Nakonechnyy

**POLYMORPHISM OF *RANA ARVALIS* NILS., 1842
IN KHANTY-MANSIYSK AUTONOMOUS DISTRICT – UGRA****Abstract.**

Background. The polymorphism of the moor frog in the northern latitudes of Western Siberia has been studied insufficiently. The available information is frag-

¹ Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 16-04-01771).

© Ибрагимова Д. В., Наконечный Н. В., 2019. Данная статья доступна по условиям всемирной лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), которая дает разрешение на неограниченное использование, копирование на любые носители при условии указания авторства, источника и ссылки на лицензию Creative Commons, а также изменений, если таковые имеют место.

mentary and does not show the full picture. The purpose of this study: to identify patterns in the distribution of morphs in populations of moor frogs of the Khanty-Mansiysk Autonomous District – Ugra.

Materials and methods. The material for the work served as a collection collected by the authors 2005–2016 years in most of the territory of the KMAD – Ugra. Research covered a vast territory of the district from south to north and from west to east. A total of 1102 moor frogs from 14 populations were examined. The description of morphs was carried out according to the scheme proposed by V. G. Ischenko (1978), statistical processing by the method of L. A. Zhivotovsky (1982) and V. L. Vershinin (2015).

Results. In populations of moor frogs revealed all 11 morph characteristic for the genus *Rana*. The most rarely encountered is a pure morph. Populations of moor frogs are most polymorphic in middle taiga conditions (in the middle course of the Ob River with tributaries). In total, 75 combinations of morphs were found in the populations of moor frogs on the territory of the Khanty-Mansiysk Autonomous District. Among the identified phenotypes there is no one that would be noted in all studied populations of moor frog. The most common is the phenotype MRSNcNv. The index of similarity of populations of moor frog (r) varies from 0,733 (between the extreme western and eastern populations) to 0,992 (between populations of Berezovsky and Kulumansky reserves). When comparing the diversity of populations by the Morisita index, it was revealed that the extreme western populations of the moor frog have a somewhat detached morphospecies. Its similarity has been established in closely located populations, in floodplain reserves, and disturbed areas.

Conclusions. In the territory of the Khanty-Mansiysk Autonomous Drea – Ugra, the moor frog has a pronounced polymorphism. The greatest diversity of morphs is characterized by populations of territories untouched by economic activity, regardless of latitudinal confinement. The greatest similarity of polymorphism was found in frogs living in the floodplain of the Ob river.

Keywords: moor frog, polymorphism, *Rana arvalis*, Western Siberia, Khanty-Mansiysk Autonomous District – Ugra.

Амфибии в силу своих биологических особенностей являются на сегодняшний день наиболее уязвимым классом позвоночных животных. Истребление видов для нужд человечества, разрушение нерестовых водоемов и местобитаний [1], болезни (например: хитридиомикоз) [2] ведут к повсеместному сокращению численности популяций этих животных. В связи с чем необходимо детальное исследование популяционных особенностей не только малочисленных, но и обычных видов земноводных.

Северные популяции амфибий помимо антропогенного пресса испытывают влияние и природно-климатических особенностей региона, что сказывается на их популяционных характеристиках, в том числе и на внешнем облике животных [3].

Полиморфизм – это явление прерывистого морфологического различия между особями или группами особей в популяции какого-либо вида без изолирующих репродуктивных барьеров [4]. Для изучения данного явления у животных удобны виды с широкой нормой реакции, такие как остромордая лягушка (*Rana arvalis*) [5]. В Ханты-Мансийском автономном округе – Югре (ХМАО – Югре) это обычный или многочисленный вид. Обитает во всех подзонах лесной зоны, населяет антропогенные ландшафты (города, нефтяные месторождения) [6]. Полиморфизм популяций *R. arvalis* в Югре исследовали В. Г. Ищенко [7], Д. В. Андреева и В. П. Стариков [8], В. П. Стариков и

Д. В. Ибрагимова [9], Д. В. Ибрагимова в соавторстве с В. П. Стариковым [3; 10] и А. И. Аслямовой [11]. Однако данные работы рассматривали отдельные популяции, без выявления особенностей распределения морф остромордой лягушки по территории округа.

Цель настоящего исследования – выявить закономерности в распределении морф в популяциях остромордой лягушки Ханты-Мансийского автономного округа – Югры.

Материалы и методы

Материалом для данной работы послужили коллекции, собранные авторами в 2005 – 2016 гг. на большей части территории ХМАО – Югры. В северной тайге учеты проведены в Березовском районе в пойме нижней Оби на территории Березовского заказника (64°09' с.ш. 65°55' в.д.) (в таблицах популяция № 1). В средней тайге исследованы: в Советском районе территория Верхне-Кондинского заказника (61°02' с.ш. 63°10' в.д.) (№ 2); в Кондинском районе окрестности п. Ягодный (59°45' с.ш. 64°56' в.д.) (№ 3) и п. Мортка (59°26' с.ш. 65°23' в.д.) (№ 4); в Ханты-Мансийском районе окрестности п. Цингалы (60°10' с.ш. 69°41' в.д.) (№ 5); в Нефтеюганском районе окрестности п. Салым (60°00' с.ш. 71°17' в.д.) (№ 6) и территория лицензионных участков нефтяной компании Salym Petroleum Development (59°53' с.ш. 70°54' в.д.) (№ 7); в Сургутском районе окрестности д. Юган (60°58' с.ш. 73°39' в.д.) (№ 8), устье р. Вынга (61°16' с.ш. 72°37' в.д.) (№ 9), промышленная зона г. Сургута (61°16' с.ш. 73°25' в.д.) (№ 10) и окрестности п. Федоровский (61°36' с.ш. 73°42' в.д.) (№ 11); в Нижневартовском районе окрестности г. Нижневартовска (60°56' с.ш. 76°33' в.д.) (№ 12), территория Кулуманского заказника (60°37' с.ш. 77°00' в.д.) (№ 13) и окрестности п. Корлики (61°31' с.ш. 82°24' в.д.) (№ 14) (рис. 1).

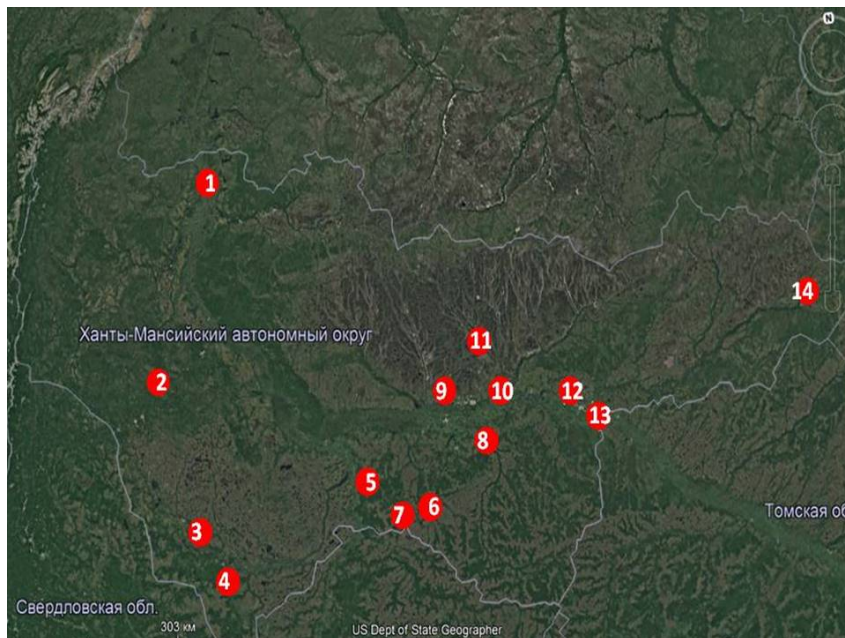


Рис. 1. Карта-схема районов исследований

Всего учтено 1102 особи *Rana arvalis*. Описание морф, характеризующих различие в окраске поверхности тела, проведено по стандартной схеме, предложенной В. Г. Ищенко [5] для видов рода *Rana*: *Maculata* (далее в таблицах – *M*) – пятнистая; *Hemimaculata* (*hm*) – полупятнистая; *Burnsi* (*B*) – чистая; *Punctata* (*P*) – крапчатая; *Hemipunctata* (*hp*) – полукрапчатая; *Striata* (*S*) – полосатая; *Rugosa* (*R*) – бугорчатая; *Nigricollis* (*Nc*) и *Nigriventris* (*Nv*) – темногорлая и темнобрюхая; *Albicollis* (*Ac*) и *Albiventris* (*Av*) – светлогорлая и светлорюхая.

Статистическую обработку данных проводили с помощью пакета статистических программ Microsoft Excel по методике Л. А. Животовского [12]. Рассчитывали: μ – среднее число морф; S_{μ} – их выборочную ошибку; h – долю редких морф; S_h – их выборочную ошибку; r – показатель сходства популяций; I – критерий идентичности. Достоверность критерия идентичности проверяли по таблице значений χ^2 . Степень перекрытия спектров фенотипов двух популяций определяли с помощью модифицированного индекса Мориситы [13].

Результаты и обсуждение

В популяциях *R. arvalis* ХМАО – Югры выявлены все 11 морф, характерных для рода *Rana* (табл. 1). Самыми распространенными, встречающимися во всех изученных популяциях с высокой частотой, являются морфы *R*, *S* и *Nc*. Наиболее редко и с наименьшей частотой встречалась морфа *B* (дикий тип). Лягушки с этой морфой не выявлены в четырех популяциях: обитающих в городах (№ 10, 12), в д. Юган (8) и в пос. Корлики (14). В популяциях Березовского заказника (1) и окрестностей пос. Цингалы (5) частота данной морфы очень низкая (тысячные доли). Среднетаежные популяции характеризуются самым высоким разнообразием морф, кроме самых восточных (12, 14) и из д. Юган (8). В популяции Кулуманского заказника (13) выявлено самое высокое разнообразие морф.

Еще больший интерес представляет разнообразие комбинаций морф (табл. 2). Наибольшее количество комбинаций морф выявлено с территорий Березовского (1) и Кулуманского (13) заказников, из окрестностей пос. Цингалы (5) и пос. Салым (6). Наименьшим разнообразием характеризовались крайние западные популяции (13, 14), популяция из д. Юган (8) и г. Нижневартовска (12). В наибольшей степени генетический потенциал остромордой лягушки проявляется в среднем течении р. Оби с притоками (см. табл. 1 и 2).

Всего на территории Югры в популяциях остромордой лягушки выявлено 75 фенотипов (т.е. комбинаций разных морф). Среди выявленных фенотипов нет ни одного, который был бы отмечен во всех исследованных выборках остромордой лягушки. Самыми редкими фенотипами, выявленными только в одной из изученных группировок, являются: *BRAcAv*, *BRSNcAv*, *BRSNcNv*, *hmPAcAv*, *hmPNcNv*, *hmPRNcNv*, *hmPRSAcAv*, *hmPSNcNv*, *hmRSAcAv*, *hmRSAcAv*, *hmSAcAv*, *hpRNvNc*, *hpRSAcAv*, *MhpNcNv*, *MhpRNcNv*, *MhpSNcNv*, *MRSAcNv*, *PRAcNv*, *PSAcAv*. Наиболее широко распространенными являются фенотипы: *MRSNcNv* (встречен в 12 популяциях), *PRNcNv* и *MRNcNv* (встречены в 11 популяциях). Доминирование различного рода пятнистости на теле лягушек в условиях севера скорее всего является приспособительным механизмом к слабой инсоляции.

Таблица 1

Состав и частоты морф в популяциях *Rana arvalis* ХМАО – Югры

Популяция	Объем выборки	Выборочные значения частот морф														$\mu \pm S_{\mu}$	$h \pm S_h$
		M	hm	P	hp	R	S	B	Nc	Nv	Ac	Av					
1	322	0,10	0,08	0,04	0,01	0,18	0,14	0,00	0,22	0,08	0,01	0,15	8,65 ± 0,26	0,21 ± 0,02			
2	51	0,09	0,00	0,01	0,00	0,20	0,12	0,04	0,05	0,03	0,18	0,19	8,18 ± 0,72	0,26 ± 0,07			
3	26	0,06	0,01	0,14	0,04	0,01	0,18	0,02	0,26	0,07	0,01	0,20	8,52 ± 0,90	0,23 ± 0,08			
4	28	0,05	0,00	0,07	0,04	0,11	0,09	0,11	0,26	0,05	0,00	0,23	8,10 ± 0,92	0,26 ± 0,08			
5	76	0,07	0,01	0,15	0,02	0,20	0,12	0,00	0,11	0,05	0,11	0,17	9,14 ± 0,48	0,17 ± 0,04			
6	102	0,05	0,01	0,03	0,13	0,22	0,05	0,03	0,22	0,09	0,02	0,16	9,19 ± 0,04	0,16 ± 0,04			
7	45	0,11	0,01	0,06	0,07	0,16	0,05	0,02	0,25	0,08	0,02	0,18	9,19 ± 0,61	0,16 ± 0,06			
8	40	0,05	0,01	0,13	0,02	0,19	0,19	0,00	0,21	0,07	0,00	0,13	7,63 ± 0,81	0,31 ± 0,07			
9	125	0,02	0,00	0,05	0,13	0,21	0,11	0,02	0,22	0,18	0,02	0,06	8,41 ± 0,42	0,24 ± 0,04			
10	103	0,10	0,01	0,10	0,01	0,17	0,19	0,00	0,20	0,14	0,01	0,07	8,06 ± 0,48	0,27 ± 0,24			
11	47	0,09	0,00	0,11	0,02	0,21	0,13	0,01	0,17	0,10	0,05	0,11	9,15 ± 0,68	0,17 ± 0,06			
12	19	0,03	0,00	0,14	0,04	0,18	0,19	0,00	0,21	0,04	0,00	0,17	7,21 ± 1,17	0,34 ± 0,11			
13	55	0,11	0,05	0,06	0,03	0,10	0,13	0,01	0,22	0,16	0,04	0,10	9,70 ± 0,47	0,12 ± 0,04			
14	63	0,12	0,03	0,13	0,04	0,16	0,09	0,00	0,22	0,21	0,00	0,01	7,79 ± 0,66	0,29 ± 0,06			

Разнообразие комбинаций морф
в популяциях *Rana arvalis* ХМАО – Югры

Популяция	$\mu \pm S_{\mu}$	$h \pm S_h$
1	26,12 ± 1,99	0,65 ± 0,03
2	14,97 ± 4,20	0,80 ± 0,06
3	11,57 ± 5,31	0,85 ± 0,07
4	13,38 ± 5,43	0,82 ± 0,07
5	24,08 ± 4,02	0,68 ± 0,05
6	20,60 ± 3,31	0,73 ± 0,04
7	18,49 ± 4,82	0,75 ± 0,06
8	8,51 ± 3,77	0,89 ± 0,05
9	19,19 ± 2,93	0,74 ± 0,04
10	15,61 ± 3,00	0,79 ± 0,04
11	18,64 ± 4,73	0,75 ± 0,06
12	6,94 ± 4,98	0,91 ± 0,07
13	24,90 ± 4,76	0,67 ± 0,06
14	19,26 ± 4,13	0,74 ± 0,06

Показатель сходства популяций остромордой лягушки (r) варьирует в пределах от 0,733 (между крайними западной (2) и восточной (14) популяциями) до 0,992 (между популяциями наименее нарушенных местообитаний Березовского (1) и Кулуманского (13) заказников) (табл. 3).

Однако показатель сходства статистически достоверен только между популяциями № 1 и 14; № 2 и 14; № 1 и популяциями, обитающими в центральной части округа, между лягушками г. Сургута (10) и центральной части округа и Верхне-Кондинского заказника (2). Следовательно, изоляция (г. Сургут), охраняемые природные территории (Березовский, Верхне-Кондинский и Кулуманский заказники), а также отдаленность популяций друг от друга (Верхне-Кондинский заказник и пос. Корлики) ведут к значимым различиям в полиморфизме остромордой лягушки.

При сравнении разнообразия популяций по индексу Мориситы установлено, что этот показатель только у лягушек из окрестностей п. Ягодный (3) не перекрывается с данными из Верхне-Кондинского заказника (2) и из окрестностей пос. Федоровский (11) (для них выявлено по одному общему фенотипу) (табл. 4). Наиболее близки по фенотипическому разнообразию популяции окрестностей г. Нижневартовска (12) с д. Юган (8) и пос. Корлики (14), а также Верхне-Кондинского заказника (2) и пос. Цингалы (5). Высоко сходство фенооблика лягушек окрестностей пос. Мортка (4) и пос. Цингалы (5), г. Сургута (10) и окрестностей п. Федоровский (11), Кулуманского заказника (13) и территории лицензионных участков нефтяных месторождений компании SPD (7), пос. Корлики (14) и д. Юган (8). Наименьшее сходство фенооблика популяций выявлено между лягушками Березовского заказника (1) с пос. Ягодный (3) и устья р. Вынга (9). Также слабое сходство фенооблика с другими популяциями проявляют лягушки из окрестностей пос. Салым (6), д. Юган (8), устья р. Вынга (9) и г. Нижневартовска (12).

Таблица 3

Показатель сходства (r) популяций *Rana arvalis* ХМАО – Югры

	Популяция														Показатель сходства (r)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1		0,856	0,925	0,911	0,944	0,947	0,975	0,978	0,904	0,982	0,976	0,946	0,992	0,939	
2			0,810	0,824	0,961	0,827	0,858	0,834	0,787	0,853	0,928	0,829	0,852	0,733	
3				0,929	0,886	0,878	0,922	0,921	0,865	0,909	0,910	0,921	0,934	0,849	
4					0,864	0,929	0,946	0,911	0,899	0,877	0,909	0,921	0,886	0,817	
5						0,910	0,931	0,928	0,878	0,931	0,979	0,919	0,931	0,854	
6							0,981	0,909	0,962	0,897	0,938	0,908	0,934	0,876	
7								0,933	0,933	0,932	0,962	0,927	0,959	0,903	
8									0,917	0,978	0,964	0,991	0,929	0,926	
9										0,919	0,933	0,912	0,923	0,911	
10											0,979	0,950	0,964	0,960	
11												0,946	0,966	0,924	
12													0,897	0,885	
13														0,939	
14															

Значения критерия идентичности (I – верхняя часть таблицы) и индекса Мориситы (C_M – нижняя часть таблицы) при попарном сравнении популяций *Rana arvalis* с территории ХМАО – Югры

		Сравниваемые популяции													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1		36,9	14,4	13,3	26,5	32,2	7,7	5,5	51,9	10,4	6,2	4,5	2,9	23,1	
2	0,32		23,1	16,7	6,9	33,8	21,9	17,3	46,7	33,2	10,6	11,8	25,6	39,7	
3	0,19	–		7,1	17,5	20,2	10,3	8,9	22,7	14,3	10,9	6,2	9,5	20,4	
4	0,69	0,71	0,62		17,6	10,8	6,6	7,9	17,8	16,2	10,4	4,9	14,2	22,9	
5	0,70	<u>0,93</u>	0,19	<u>0,81</u>		30,7	15,3	8,9	43,7	23,4	4,2	6,3	17,8	30,6	
6	0,28	0,29	0,54	0,58	0,29		4,7	17,7	9,8	39,7	13,4	10,1	19,2	33,1	
7	0,49	0,46	0,44	0,51	0,46	0,60		9,6	16,8	15,9	6,2	6,8	8,1	17,9	
8	0,34	0,48	0,51	0,25	0,46	0,23	0,24		17,1	4,5	3,5	0,8	10,8	13,8	
9	0,18	0,24	0,60	0,49	0,37	0,69	0,41	0,36		32,7	14,9	10,8	0,5	13,5	
10	0,54	0,26	0,46	0,43	0,42	0,40	0,72	0,52	0,41		4,2	4,9	9,9	11,2	
11	0,66	0,52	–	0,64	0,60	0,51	0,59	0,53	0,45	<u>0,88</u>		4,1	6,1	11,3	
12	0,34	0,42	0,66	0,29	0,46	0,29	0,30	<u>0,99</u>	0,34	0,53	0,53		9,4	12,9	
13	0,73	0,49	0,49	0,74	0,54	0,47	<u>0,82</u>	0,75	0,42	0,70	0,07	0,76		11,2	
14	0,45	0,42	0,46	0,58	0,63	0,31	0,72	<u>0,83</u>	0,39	0,54	0,66	<u>0,95</u>	0,68		

Примечание. «–» в популяциях выявлен один общий фенотип; жирным шрифтом выделены статистически достоверные результаты, при $p = 0,01$.

Все вышесказанное может свидетельствовать о некоторой обособленности популяций остромордой лягушки Верхне-Кондинского заказника (2), окрестностей пос. Ягодный (3) и пос. Мортка (4) (западные популяции). Что, возможно, объясняется отсутствием связи с основной водной артерией округа р. Обью.

Преобладание «полных» фенов (M , P , S , Nc , Nv) во всех популяциях остромордой лягушки на исследованной территории связано с большей адаптационной способностью животных с данными морфами. В условиях слабой солнечной радиации, длительной зимней спячки, короткого вегетационного периода, характерных для исследованной территории, более темные тона верхней части туловища и наличие светлой дорсомедиальной полосы дают лягушкам селективные преимущества, что неоднократно подтверждалось в ряде исследований по бурым лягушкам [14–16]. В противовес этому, малая доля лягушек «дикого» типа во всех популяциях, особенно в нарушенных местообитаниях, свидетельствует о слабой жизнеспособности таких животных на территории округа, что также подтверждается другими авторами [17].

Из всех 14 изученных популяций только территории заказников (популяции № 1, 2, 13) можно отнести к ненарушенным местообитаниям. Остальные популяции так или иначе испытывают антропогенный пресс, так как находятся в окрестностях жилых поселков. Самой нарушенной территорией из исследованных является промышленная зона г. Сургута (10). Остромордые лягушки здесь, помимо промышленного загрязнения, испытывают изоляцию

и ежегодное сокращение площади местообитаний, занимаемых популяцией. Наиболее отдаленными от р. Оби популяциями являются 2, 3, 4 и 14, что сказывается на специфике их фенооблика. Сходство фенооблика проявляется у наиболее близко расположенных популяций среди ненарушенных территорий (пойменные заказники № 1, 13), а также испытывающих сильный антропогенный пресс (города № 10, 12 и нефтяные месторождения № 7). Некоторые отступления от выявленной закономерности, на наш взгляд, связаны с малыми выборками (популяции 2, 3, 8 и 12).

Заключение

На территории ХМАО – Югры у остромордой лягушки сильно выражен полиморфизм. В фенооблике выявлено 75 комбинаций морф, распределение которых в разных популяциях неравномерно. Выявлены тенденции в распределении фенотипов в зависимости от степени антропогенной нагрузки и удаленности от главной водной артерии округа р. Оби. Наибольшим разнообразием морф характеризуются популяции территорий, нетронутых хозяйственной деятельностью, независимо от широтной приуроченности. Данные популяции можно рассматривать как резерваты для сохранения генетического разнообразия остромордой лягушки на территории ХМАО – Югры.

Благодарности. Авторы выражают благодарность кандидату биологических наук, доценту, старшему преподавателю кафедры биологии и биотехнологии СурГУ К. А. Берникову за помощь в сборе материала; кандидату биологических наук, ведущему научному сотруднику кафедры биологической эволюции МГУ имени М. В. Ломоносова С. М. Ляпкову за ценные советы.

Библиографический список

1. **Ляпков, С. М.** Сохранение и восстановление разнообразия амфибий европейской части России: разработка общих принципов и эффективных практических мер : науч.-метод. руководство по изучению и охране амфибий / С. М. Ляпков. – Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2003. – 116 с.
2. **Овчинников, Р. С.** Эмерджентные грибковые инфекции животных: новые виды возбудителей / Р. С. Овчинников, М. Г. Маноян, А. Н. Панин // Микология. – 2014. – № 2. – С. 66–73.
3. **Ибрагимова, Д. В.** Итоги трехлетнего мониторинга амфибий г. Сургута / Д. В. Ибрагимова, В. П. Стариков // Северный регион: наука, образование, культура. – 2013. – № 1 (27). – С. 135–149.
4. **Дедю, И. И.** Экологический энциклопедический словарь : свыше 8 тыс. терминов / И. И. Дедю. – Кишинев, 1989. – 408 с.
5. **Ищенко, В. Г.** Динамический полиморфизм бурых лягушек фауны СССР / В. Г. Ищенко. – Москва : Наука, 1978. – 147 с.
6. **Стариков, В. П.** Позвоночные животные Югры (систематико-географический справочник) : справ. пособие / В. П. Стариков [и др.]. – Сургут : Изд. центр СурГУ, 2015.
7. **Ищенко, В. Г.** Популяционная экология бурых лягушек фауны России и сопредельных территорий : автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Ищенко В. Г. – Санкт-Петербург, 1999. – 66 с.
8. **Андреева, Д. В.** Полиморфизм остромордой лягушки *Rana arvalis* Сургута и Сургутского района / Д. В. Андреева, В. П. Стариков // Северный регион: наука, образование, культура. – 2003. – № 2. – С. 46–54.

9. **Стариков, В. П.** Влияние поймы Оби на пространственное распределение и изменчивость амфибий / В. П. Стариков, Д. В. Ибрагимов // Биоразнообразие: проблемы и перспективы сохранения : материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 135-летию со дня рождения И. И. Спрыгина (г. Пенза, 13–16 мая 2008 г.). – Пенза, 2008. – Ч. II. – С. 292–295.
10. **Ибрагимов, Д. В.** Особенности полиморфизма *Rana arvalis* в градиенте урбанизации (на примере города Сургута) / Д. В. Ибрагимов, В. П. Стариков // Экологический мониторинг и биоразнообразие : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. (г. Ишим, 18–19 апреля 2012 г.). – Ишим : Изд-во ИГПИ им. П. П. Ершова, 2012. – С. 90–96.
11. **Ибрагимов, Д. В.** Оценка состояния популяций амфибий окрестностей деревни Юган / Д. В. Ибрагимов, А. И. Аслямова // Север России: стратегии и перспективы развития : материалы второй Всерос. конф. (г. Сургут, 27 мая 2016 г.) : в 4 т. – Сургут : Сургутский гос. ун-т, 2016. – Т. VI. – С. 237–241.
12. **Животовский, Л. А.** Показатели популяционной изменчивости по полиморфным признакам / Л. А. Животовский // Фенетика популяций. – Москва : Наука, 1982. – С. 38–44.
13. **Вершинин, В. Л.** Основы методологии и методы исследования аномалий и патологий амфибий : учеб. пособие / В. Л. Вершинин. – Екатеринбург : Изд-во Уральского ун-та, 2015. – 80 с.
14. **Сибер, Л. С.** Возрастная изменчивость пигментации остромордой лягушки / Л. С. Сибер, В. В. Гуторова // Проблемы экологии. – 1971. – Т. 2. – С. 179–183.
15. **Вершинин, В. Л.** Морфа *striata* у представителей рода *Rana* (Amphibia, Anura) причины адаптивности к изменениям среды / В. Л. Вершинин // Журнал общей биологии. – 2008. – Т. 69, № 1. – С. 65–71.
16. **Лебединский, А. А.** Некоторые особенности популяции травяной лягушки в связи с ее обитанием на урбанизированной территории / А. А. Лебединский, Е. Н. Поморина // Вестник Нижегородского университета имени Н. И. Лобачевского. – 2008. – № 2. – С. 91–95.
17. **Ishchenko, V. G.** Ecological mechanisms determining stability of color polymorphism in the population of Moor frog, *Rana arvalis* Nilss. / V. G. Ishchenko // Russian journal of herpetology. – 1994. – Vol. 1, № 2. – P. 117–120.

References

1. Lyapkov S. M. *Sokhranenie i vosstanovlenie raznoobraziya amfibiy evropeyskoy chasti Rossii: razrabotka obshchikh printsiptov i effektivnykh prakticheskikh mer: nauch.-metod. rukovodstvo po izucheniyu i okhrane amfibiy* [Preservation and restoration of amphibian diversity of the European part of Russia: development of general principles and effective practical measures: guidelines to studying and protecting amphibians]. Moscow: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2003, 116 p. [In Russian]
2. Ovchinnikov R. S., Manoyan M. G., Panin A. N. *Mikologiya* [Mycology]. 2014, no. 2, pp. 66–73. [In Russian]
3. Ibragimova D. V., Starikov V. P. *Severnnyy region: nauka, obrazovanie, kul'tura* [The Northern region: science, education, culture]. 2013, no. 1 (27), pp. 135–149. [In Russian]
4. Dedyu I. I. *Ekologicheskiy entsiklopedicheskiy slovar': svyazhe 8 tys. terminov* [Ecological encyclopedic dictionary: over 8 thousand terms]. Kishinev, 1989, 408 p. [In Russian]
5. Ishchenko V. G. *Dinamicheskiy polimorfizm burykh lyagushek fauny SSSR* [Dynamic polymorphism of the brown frog in the USSR]. Moscow: Nauka, 1978, 147 p. [In Russian]
6. Starikov V. P. et al. *Pozvonochnnye zhivotnye Yugry (sistematiko-geograficheskiy spravochnik): sprav. posobie* [Vertebrates of Ugra (a systematic geographic reference book): handbook]. Surgut: Izd. tsentr SurGU, 2015. [In Russian]

7. Ishchenko V. G. *Populyatsionnaya ekologiya burykh lyagushek fauny Rossii i sopredel'nykh territoriy: avtoref. dis. d-ra biol. nauk* [Population ecology of the brown frog in Russia and adjacent territories: handbook]. Saint-Petersburg, 1999, 66 p. [In Russian]
8. Andreeva D. V., Starikov V. P. *Severnyy region: nauka, obrazovanie, kul'tura* [The Northern region: science, education, culture]. 2003, no. 2, pp. 46–54. [In Russian]
9. Starikov V. P., Ibragimova D. V. *Bioraznoobrazie: problemy i perspektivy sokhraneniya: materialy Mezhdunar. nauch. konf., posvyashch. 135-letiyu so dnya rozhdeniya I. I. Sprygina (g. Penza, 13–16 maya 2008 g.)* [Biodiversity: problems and prospects of preservation: proceedings of an International scientific conference devoted to the 135th birthday of I. I. Sprygin (Penza, May 13th–16th, 2008)]. Penza, 2008, part II, pp. 292–295. [In Russian]
10. Ibragimova D. V., Starikov V. P. *Ekologicheskiy monitoring i bioraznoobrazie: materialy IV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (g. Ishim, 18–19 aprelya 2012 g.)* [Ecological monitoring and biodiversity: proceedings of IV International scientific and practical conference (Ishim, April 18th–19th, 2012)]. Ishim: Izd-vo IGPI im. P. P. Ershova, 2012, pp. 90–96. [In Russian]
11. Ibragimova D. V., Aslyamova A. I. *Sever Rossii: strategii i perspektivy razvitiya: materialy vtoroy Vseros. konf. (g. Surgut, 27 maya 2016 g.): v 4 t.* [The North of Russia: strategies and prospects of development: proceedings of II All-Russian conference (Surgut, May 27th, 2016): in 4 volumes]. Surgut: Surgutskiy gos. un-t, 2016, vol. VI, pp. 237–241. [In Russian]
12. Zhivotovskiy L. A. *Fenetika populyatsiy* [Phenetics of populations]. Moscow: Nauka, 1982, pp. 38–44. [In Russian]
13. Vershinin V. L. *Osnovy metodologii i metody issledovaniya anomalii i patologiy amfibi: ucheb. posobie* [Basic methodology and methods of studying anomalies and pathologies of amphibians: teaching aid]. Ekaterinburg: Izd-vo Ural'skogo un-ta, 2015, 80 p. [In Russian]
14. Siber L. S., Gutorova V. V. *Problemy ekologii* [Problems of ecology]. 1971, vol. 2, pp. 179–183. [In Russian]
15. Vershinin V. L. *Zhurnal obshchey biologii* [Journal of general biology]. 2008, vol. 69, no. 1, pp. 65–71. [In Russian]
16. Lebedinskiy A. A., Pomorina E. N. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta imeni N. I. Lobachevskogo* [Bulletin of Lobachevsky University of Nizhny Novgorod]. 2008, no. 2, pp. 91–95. [In Russian]
17. Ishchenko V. G. *Russian journal of herpetology*. 1994, vol. 1, no. 2, pp. 117–120.

Ибрагимова Динара Владимировна

кандидат биологических наук,
преподаватель, кафедра биологии
и биотехнологии, Сургутский
государственный университет (Россия,
Тюменская область, г. Сургут,
проспект Ленина, 1)

E-mail: DV_Ibragimova@mail.ru

Ibragimova Dinara Vladimirovna

Candidate of biological sciences, lecturer,
sub-department of biology and
biotechnology, Surgut State University
(1 Lenina avenue, Surgut, Tyumen region,
Russia)

Наконечный Николай Владимирович

кандидат биологических наук, ведущий
научный сотрудник, Сургутский
государственный университет (Россия,
Тюменская область, г. Сургут,
проспект Ленина, 1)

E-mail: yyd@list.ru

Nakonechnyy Nikolay Vladimirovich

Candidate of biological sciences, leading
researcher, Surgut State University
(1 Lenina avenue, Surgut, Tyumen region,
Russia)

Образец цитирования:

Ибрагимова, Д. В. Полиморфизм *Rana arvalis* Nils., 1842 Ханты-Мансийского автономного округа – Югры / Д. В. Ибрагимова, Н. В. Наконечный // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2019. – № 3 (27). – С. 43–54. – DOI 10.21685/2307-9150-2019-3-5.

К. А. Африн, А. А. Кидов, К. А. Матушкина

ОСОБЕННОСТИ РЕПРОДУКТИВНОЙ БИОЛОГИИ КАВКАЗСКОЙ ЖАБЫ, *BUFO VERRUCOSISSIMUS* В КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕСИИ

Аннотация.

Актуальность и цели. Кавказская жаба, *Bufo verrucosissimus* – узкоареальный уязвимый вид, внесенный в Красную книгу Российской Федерации. В Карачаево-Черкесии находится северо-восточная периферия ареала. Цель данного исследования – репродуктивная характеристика кавказской жабы в Карачаево-Черкесии.

Материалы и методы. Исследования проводили в ущелье реки Большая Лаба между поселком Азиатский и устьем реки Водопадная. Животных учитывали на утренних экскурсиях и на ночных маршрутах. Также отмечали жаб, погибших под колесами автотранспорта. Изучение размерно-весовых показателей взрослых земноводных, яиц, личинок и молоди после метаморфоза осуществляли по стандартным методикам.

Результаты. Размножение кавказской жабы отмечено с конца марта по начало мая. Самцы во время репродуктивной миграции по численности преобладают над самками. Большинство пар образуется на суше в период передвижения к водоемам. Наибольшее количество животных наблюдалось в период с 19:30 до 22:00. Миграция отмечена в диапазоне температур от 5,5 до 12,5 °С. За 5 сут исследований на 8,3 км проселочной дороги было найдено 63 жабы, погибшие под колесами автотранспорта. Размножение наблюдалось в разнообразных слабопроточных и непроточных водоемах. Обычно жабы размножались в лужах, наполненных дождевой водой. Гидрохимические показатели водоемов: рН = 6,2–7,2; gН = 3–21°; кН = 2–15°. Длина тела взрослых размножающихся самок кавказской жабы составляла 100,5–119,4 мм, а масса – 103,8–227,8 г. Длина тела взрослых самцов 70,7–88,7 мм, масса – 36,8–67,7 г. Откладка яиц происходила в диапазоне температур от 6,0 до 20,0 °С. Плодовитость составила 3166,0–7914,0 яиц. Длительность инкубации 4–5 сут. Первые личинки при температуре 19,0–22,0 °С переходили на экзогенное питание через 10–11 сут после откладки яиц. Общая длина личинок при начале питания равнялась 10,5–14,1 мм. Выход молодых жаб на сушу наблюдался в конце июля и начале августа. Длина тела жаб после метаморфоза – 9,0–11,3 мм, а масса – 0,05–0,13 г.

Ключевые слова: кавказская жаба, *Bufo verrucosissimus*, репродуктивная биология, Карачаево-Черкесия.

FEATURES OF REPRODUCTIVE BIOLOGY OF THE CAUCASIAN TOAD, *BUFO VERRUCOSISSIMUS* IN KARACHAY-CHERKESSIA

Abstract.

Background. The Caucasian toad, *Bufo verrucosissimus* – vulnerable species listed in the Red Data Book of the Russian Federation. In Karachay-Cherkessia is the North-Eastern periphery of the areal. Objective: reproductive characteristics of the Caucasian toad in Karachay-Cherkessia.

Materials and methods. Studies were conducted in the gorge of the Bolshaya Laba River between the Aziatskiy Settlement and the mouth of the Vodopadnaya river (the Karachay-Cherkess Republic, Urupskiy District). The animals were taken into account on the morning excursions and on the night routes. Also noted toads who died under the wheels of vehicles. The study of size-weight parameters of adult amphibians, eggs, larvae and juveniles after metamorphosis was carried out by standard methods.

Results. Reproduction of the Caucasian toad is noted from end of March to beginning of May. Males were more numerous than females during reproductive migration. Most pairs of toads formed on land during the movement to the breeding sites. The greatest number of animals was observed in the period from 19:30 to 22:00. Migration was noted in the temperature range from 5,5 to 12,5 °C. For 5 days of research on 8,3 km of the country road, 63 toads were found which had died under the wheels of vehicles. Reproduction was observed in a variety of low-flow and non-flowing water reservoirs. Usually, toads breed in puddles filled with rainwater. Hydrochemical parameters of water bodies: pH = 6,2–7,2; gH = 3–21°; kH = 2–15°. The body length of adult females of the Caucasian toad was 100,5–119,4 mm, and the weight was 103,8–227,8 g. Body length of adult males 70,7–88,7 mm, weight – 36,8–67,7 g. Egg-laying took place in the temperature range from 6,0 to 20,0 °C. The fertility of females was 3166–7914 eggs. Duration of incubation was 4–5 days. The first larvae at a temperature of 19,0–22,0 °C passed to exogenous feeding after 10–11 days after oviposition. The total length of larvae at the starting of feeding was 10,5–14,1 mm. The output of young toads on land was observed in late July and early August. Body length of toads after metamorphosis – 9,0–11,3 mm, and weight – 0,05–0,13 g.

Keywords: the Caucasian toad, *Bufo verrucosissimus*, reproductive biology, Karachay-Cherkessia.

Введение

Кавказская жаба, *Bufo verrucosissimus* (Pallas, 1814) – эндемик Кавказского экорегиона, приуроченная в своем распространении к предгорным и горным лесам [1]. Вид известен с территории ряда северокавказских субъектов Российской Федерации (Краснодарский край, Ставропольский край, Адыгея, Карачаево-Черкесия, Ингушетия, Чечня), а также из Азербайджана, Южной Осетии, Абхазии, Грузии, Турции [2–5]. Как и другие автохтонные земноводные лесного пояса Кавказа [6–8], кавказская жаба сокращает свое распространение и численность из-за трансформации биотопов, включая вырубки, загрязнение нерестовых водоемов, возрастание рекреационной нагрузки, строительство автодорог, а в западной части ареала – в связи с вселе-

нием инвазийного енота-полоскуна, *Procyon lotor* Linnaeus, 1758 [9]. Учитывая негативную динамику состояния вида, *B. verrucosissimus* внесена в Красную книгу Российской Федерации [10].

Несмотря на повышенный интерес к вопросам систематики и филогении вида [11–12], многие аспекты его биологии сложно назвать изученными достаточно полно. Так, сведения о размножении кавказской жабы базируются на небольшом числе работ [4, 9]; чуть более представительный материал собран в искусственных условиях [13–15].

В Карачаево-Черкесии расположена северо-восточная периферия сплошного ареала *B. verrucosissimus*, приуроченная к восточной части бассейна реки Кубань [16]. К настоящему времени вид известен из Карачаевского, Усть-Джегутинского, Зеленчукского и Урупского районов республики [17]. Последние годы активизировались исследования кавказской жабы в республике, были осуществлены новые точки находок и охарактеризована морфометрическая изменчивость [18], произведена оценка состояния вида в Тебердинском заповеднике [19].

Цель данного исследования – репродуктивная характеристика кавказской жабы в Карачаево-Черкесии.

Материалы и методы

Основные исследования в период размножения жаб проводили в два этапа: с 26 марта по 4 апреля и с 5 по 8 мая 2015 г. включительно в ущелье реки Большая Лаба вдоль грунтовой автомобильной дороги, соединяющей поселки Псемён и Пхия (Урупский район, Карачаево-Черкесская Республика), непосредственно между поселком Азиатский (43°54' с. ш.; 40°57' в. д.; 870 м над уровнем моря) и устьем реки Водопадная (43°53' с. ш.; 40°56' в. д.; 902 м над уровнем моря). Материалом служили взрослые кавказские жабы, которых отлавливали в период репродуктивной миграции, и их потомство. Также учитывали погибших под колесами автотранспорта животных. Изучение выходящей на сушу молоди осуществляли в июле-августе 2015, 2016 и 2018 гг.

В утренние часы проводили обзорные экскурсии, а в вечерние – маршруты по изучению особенностей репродуктивной миграции жаб. Были проложены два маршрута, причем началом каждого служило устье реки Грушевая Балка (43°53' с. ш., 40°56' в. д.; 900 м над уровнем моря), где располагается крупнейшее по числу особей место размножения кавказской жабы в ущелье Большой Лабы [16, 18].

Первый маршрут (1700 м) проходил вдоль левого берега Малой Лабы по грунтовой дороге в сторону поселка Азиатский. Второй маршрут проходил до места впадения реки Водопадная в Малую Лабу и имел протяженность 6552 м.

Маршрут осуществляли силами двух или трех исследователей. Ширина учетной полосы – вся проезжая часть (~5 м). Обычно маршрут начинали после 19:30 (Мск.), так как, по нашим наблюдениям, именно в этот период первые животные появлялись на поверхности.

Каждый маршрут проходили туда и обратно, собирая всех пойманных животных (табл. 1). Спиртовым термометром определяли температуру поверхности почвы с погрешностью 0,5 °С в начале и конце маршрута, а также

в каждом случае находки жаб. Длину тела (L) измеряли штангенциркулем с погрешностью 0,1 мм, а массу – с помощью электронных лабораторных весов с погрешностью 0,1 г. После всех процедур животных выпускали в местах поимки.

Таблица 1

Характеристика маршрутов
для изучения репродуктивной миграции кавказской жабы

Номер маршрута	Дата	Временной интервал прохождения маршрута (начало маршрута – окончание маршрута)		Температура поверхности почвы, °С (начало маршрута – окончание маршрута)	
		туда	обратно	туда	обратно
1	28.03.15	19:45–20:40	21:15–21:55	12,5–9,0	9,0–10,0
	29.03.15	19:45–20:55	21:10–21:50	9,0–9,0	9,0–5,0
	30.03.15	19:45–20:40	21:30–22:20	7,5–7,0	6,0–5,0
	31.03.15	19:45–20:45	20:50–21:25	7,0–6,5	6,5–6,0
2	01.04.15	19:20–20:40	20:45–22:20	9,0–7,0	7,0–6,0
	02.04.15	19:45–20:35	21:00–22:15	10,0–7,5	7,5–6,0
	06.05.15	19:55–21:10	21:15–22:05	11,5–10,0	10,0–12,0

В водоемах, в которых в период проведения исследований были обнаружены кладки яиц, предличинки и личинки кавказской жабы, с помощью колориметрических тестов для морской и пресной воды фирмы *Sera GmbH* (Германия) были исследованы гидрохимические показатели воды (кислотность – рН, общая жесткость – гН°, карбонатная жесткость – кН°).

Для определения плодовитости самок, как и в предыдущих исследованиях [20–21], во время нерестовой миграции отлавливали пары в амплексусе и пересаживали их в наполненные водой и установленные на штативе рыбодневные пакеты емкостью 5 л.

Количество яиц в шнурах устанавливали полным поштучным подсчетом, а суммарную длину шнуров измеряли рулеткой с погрешностью до 1 см.

Инкубацию яиц, выдерживание предличинок и выращивание личинок проводили по стандартным методикам [13–14] в лабораторном кабинете зоокультуры кафедры зоологии РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева (г. Москва). За длительность эмбриогенеза принимали отрезок времени от откладки яиц до перехода личинки на экзогенное питание.

Результаты

Массовая миграция животных к водоемам была отмечена на изучаемой территории с 27 марта (табл. 2), однако, учитывая найденных на автодороге погибших под колесами автотранспорта и впоследствии существенно высохших животных, началась раньше.

Таблица 2

Численность кавказских жаб на маршрутах

Номер маршрута	Дата	Количество встреченных жаб, экз.				
		самки			самцы	
		перед икрометанием		после икрометания	одиночные	в амplexусе
		одиночные	в амplexусе			
1	28.03.2015	1	6	1	36	6
	29.03.2015	1	3	1	23	3
	30.03.2015	0	0	0	5	0
	31.03.2015	0	5	0	12	5
2	01.04.2015	1	3	1	22	3
	02.04.2015	3	5	2	15	5
	06.05.2015	1	0	1	5	0

Самцы, встреченные на маршрутах, по численности существенно преобладали над самками. По-видимому, это объясняется тем, что самцы держатся поблизости от водоемов весь период размножения, в то время как самки покидают воду сразу после икрометания.

подавляющее большинство встреченных самок находились в амplexусе. Это позволяет утверждать, что многие пары образуются еще на пути к водоемам. Как передвигающиеся к местам размножения, так и уже оттаившие самки наблюдались в марте-апреле и в начале мая.

Активные животные обоих полов встречались в диапазоне температур от 5,5 до 12,5 °C, в среднем $9,1 \pm 0,25$ ($SD = 2,15$; $n = 77$) – для самцов и $8,3 \pm 0,54$ ($SD = 1,78$; $n = 12$) – для самок. В целом наибольшее число жаб на поверхности почвы наблюдали при температуре 6,0–10,5 °C (рис. 1).

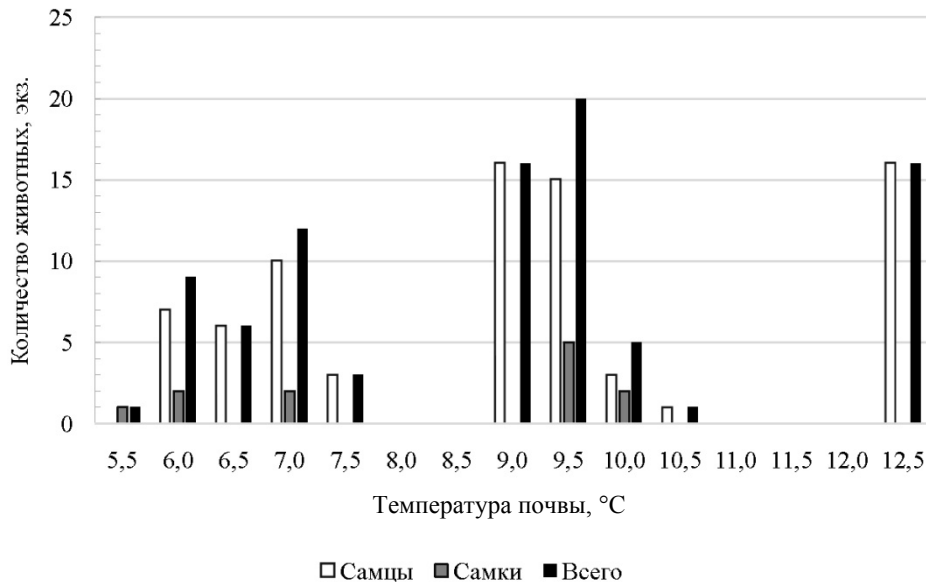


Рис. 1. Температурные условия репродуктивной миграции кавказской жабы в марте-апреле

Наибольшее количество животных наблюдалось в период с 19:31 до 22:00 (рис. 2).

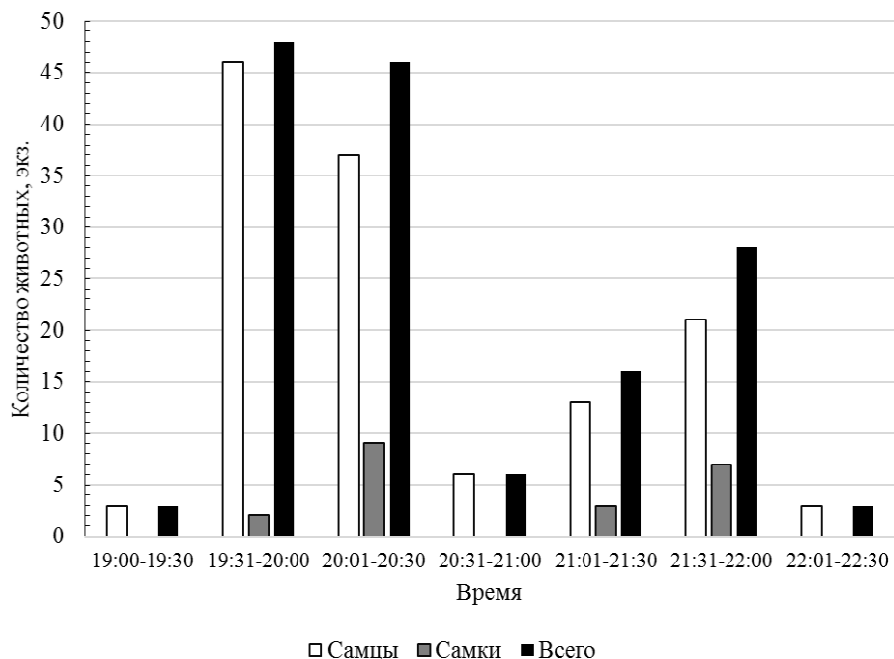


Рис. 2. Встречаемость кавказских жаб на маршрутах в различные временные интервалы

Для перемещения к водоемам жабы стараются использовать открытые участки, в том числе – автомобильные дороги. Очевидно, что в этот период наблюдалась и их максимальная гибель под колесами (табл. 3).

Таблица 3

Гибель кавказской жабы под колесами автотранспорта

Номер маршрута	Дата	Количество животных			
		самцы	самки	пол не определен	всего
1	27.03.2015*	23	4	8	35
	28.03.2015	1	0	0	1
	29.03.2015	6	8	3	17
	31.03.2015	6	0	0	6
2	31.03.2015	2	2	0	4
Итого		38	14	11	63

Примечание. Так как это были первые сутки исследований, то учтены все найденные на дороге мертвые животные, в том числе и погибшие существенно ранее, что приводило к завышению показателя.

Всего за период проведения исследований на отрезке 8,3 км (сумма двух маршрутов) было найдено 63 погибшие жабы, т.е. 7,6 животных на 1 км.

Уже с 1 апреля мертвых жаб на этом участке не отмечалось, что, вероятно, объясняется снижением интенсивности миграции этих животных.

Размножение кавказской жабы наблюдалось в разнообразных слабопроточных (бочаги ручьев, старицы Большой Лабы) и непроточных (придорожные канавы, тракторные колеи, лужи) водоемах. Обычно они характеризовались глинистым дном с толстым слоем листового опада, а также низкой или средней прозрачностью воды.

Всего нами подробно были обследованы семь водоемов, расположенных вдоль маршрутов и используемых кавказской жабой для икрометания (табл. 4). Большинство из них (2, 3, 5, 6, 7) – лужи дождевого питания, образовавшиеся в понижениях возле автомобильной дороги. Водоем 1 – искусственный, в пойме Малой Лабы, полученный путем выемки гравия, с обрывистыми берегами, каменистым дном и полным отсутствием водной растительности. Водоем 4 – старица реки Большая Лаба, наполняющаяся в период половодья, с глинистым дном, покрытым толстым слоем листового опада.

Таблица 4

Гидрологическая и гидрохимическая характеристика нерестовых водоемов кавказской жабы

Показатель	Маршрут 1					Маршрут 2	
	водоем 1	водоем 2	водоем 3	водоем 4	водоем 5	водоем 6	водоем 7
Наибольшая длина, м	99,0	20,7	7,2	117,0	3,9	33,3	29,7
Наибольшая ширина, м	18,9	2,4	4,5	22,5	1,2	2,5	4,5
Наибольшая глубина, м	0,7	0,2	0,2	0,7	0,2	0,2	0,2
Водородный показатель (рН)	7,2	7,2	7,0	7,2	6,2	7,2	7,2
Общая жесткость (гН°)	4	6	3	3	3	21	4
Карбонатная жесткость (кН°)	4	6	2	4	3	15	3

Нерестовые водоемы кавказской жабы характеризовались преимущественно слабощелочной, реже – слабокислой реакцией (диапазон значений рН = 6,2–7,2, в среднем $7,0 \pm 0,15$; $SD = 0,37$). Минерализация этих водоемов варьировала в широких пределах. Так, общая жесткость составляла 3–21° (в среднем $6,3 \pm 2,68$; $SD = 6,58$), а карбонатная – 2–15° (в среднем $5,3 \pm 1,82$; $SD = 4,46$).

В обследованных нами водоемах, используемых кавказской жабой для икрометания, в марте-апреле были обнаружены кладки и предличинки малоазиатской лягушки, *Rana macrocnemis* Boulenger, 1885, а также взрослые малоазиатские тритоны, *Ommatotriton ophryticus* (Berthold, 1846). В мае в этих водоемах отмечались взрослые восточные квакши, *Hyla orientalis* Bedriaga, 1890. В сухопутных биотопах синтопичными для кавказской жабы видами

в районе исследований являются: кавказская крестовка, *Pelodytes caucasicus* Boulenger, 1896; скальная ящерица, *Darevskia saxicola* (Eversmann, 1834), понтийская ящерица, *D. pontica* (Lantz et Cyren, 1919); обыкновенный уж, *Natrix natrix* Laurenti, 1768; водяной уж, *N. tessellata* (Laurenti, 1768).

Уже с первого дня исследований (26 марта) в водоемах были найдены пары в амplexусе и кладки яиц кавказской жабы на начальных стадиях развития. Глубина залегания обнаруженных кладок варьировала от поверхности воды до глубины 5–11 см. Шнуры располагались на дне, а также на погруженных стеблях и корнях растений. В начале апреля эмбрионы в шнурах находились на начальных стадиях развития, но уже к началу мая отмечались разновозрастные личинки, перешедшие на экзогенное питание.

Размерно-весовые показатели кавказской жабы из изученной популяции лежали в пределах изменчивости, указанной в целом для вида [4; 22]. Также наблюдался характерный для серых жаб Кавказа половой диморфизм [2, 4, 9, 18, 20, 21] по длине тела и массе (табл. 5).

Таблица 5

Размерно-весовые показатели взрослых кавказских жаб

Показатель	$M \pm m (SD)$ min–max	
	самки (n = 23)	самцы (n = 58)
Длина тела (L) взрослых особей, мм	$108,5 \pm 1,06 (4,98)$ 100,5–119,4	$79,5 \pm 0,57 (4,31)$ 70,7–88,7
Масса, г	$173,3 \pm 7,47 (35,08)$ 103,8–227,8	$53,3 \pm 0,98 (7,45)$ 36,8–67,7

Примечание. Здесь и далее: *M* – среднее арифметическое значение признака; *m* – его ошибка; *SD* – стандартное отклонение; min–max – размах признака.

Из девяти пар отловленных животных от пяти пар кладки яиц были получены через 1–10 сут (табл. 6). Икрометание происходило в диапазоне температур от 6,0 до 20,0 °C.

Таблица 6

Репродуктивные показатели кавказской жабы

Показатель	n	$M \pm m (SD)$ min–max
Количество яиц, шт.	5	$5759,2 \pm 1049,02 (2098,05)$ 3166–7914
Суммарная длина икранных шнуров, см	5	$990,4 \pm 102,17 (204,35)$ 734,0–1202,0
Диаметр зародыша без оболочки, мм	45	$2,2 \pm 0,04 (0,27)$ 1,6–2,8

В лабораторных условиях при температуре 6,0–20,0 °C длительность инкубации от откладки яиц до вылупления первых предличинок составляла

от 4 до 5 сут. Первые личинки при температуре 19,0–22,0 °С переходили на экзогенное питание через 10–11 сут после откладки яиц.

Личинки при переходе на экзогенное питание ($n = 100$) имели общую длину тела с хвостом 10,5–14,1 мм, в среднем $12,8 \pm 0,07$ мм ($SD = 0,78$).

Личинки при появлении почек задних конечностей ($n = 27$) в природе имели длину тела 9,0–13,0 мм (в среднем $10,8 \pm 0,18$; $SD = 0,94$), длину хвоста 8,9–17,7 мм ($12,6 \pm 0,36$; $SD = 1,81$), массу тела – 0,14–0,35 г ($0,23 \pm 0,01$; $SD = 0,05$).

В лабораторных условиях при выращивании по стандартным методикам [13] продолжительность развития от появления первых питающихся личинок до выхода первых молодых жаб на сушу составила 45 сут. В природе выход молоди наблюдался нами во второй половине июля и начале августа. Длина тела молодых жаб после метаморфоза ($n = 29$) в природе составила 9,0–11,3 мм (в среднем $10,1 \pm 0,09$; $SD = 0,51$), а масса – 0,05–0,13 г ($0,09 \pm 0,003$; $SD = 0,010$).

Библиографический список

1. **Туниев, Б. С.** Герпетофауна уникальных колхидских лесов и ее современные рефугиумы / Б. С. Туниев // Почвенно-биогеоценологические исследования на Северо-Западном Кавказе : сб. науч. тр. / отв. ред. В. В. Снакин. – Пушкино, 1990. – С. 55–70.
2. **Орлова, В. Ф.** К систематике кавказских серых жаб группы *Bufo bufo verrucosissimus* (Pallas) (Amphibia, Anura, Bufonidae) / В. Ф. Орлова, Б. С. Туниев // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. – 1989. – Т. 94, № 3. – С. 13–23.
3. **Литвинчук, С. Н.** Молекулярно-биохимические и цитогенетические аспекты микроэволюции у бесхвостых амфибий фауны России и сопредельных стран / С. Н. Литвинчук, Ю. М. Розанов, Л. Я. Боркин, Д. В. Скоринов // Вопросы герпетологии : материалы III съезда Герпетологического общества имени А. М. Никольского. – Санкт-Петербург : Зоологический ин-т РАН, 2008. – С. 247–257.
4. **Кузьмин, С. Л.** Земноводные бывшего СССР / С. Л. Кузьмин. – Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 369 с.
5. Амфибии и рептилии Южной Осетии / Б. С. Туниев, К. Ю. Лотиев, С. Б. Туниев, В. Н. Габаев, А. А. Кидов // Nature Conservation Research. Заповедная наука. – 2017. – Т. 2, № 2. – С. 1–23.
6. Distribution and conservation status of the Caucasian newt, *Lissotriton lantzi* (Wolterstorff 1914) / D. V. Skorinov, I. V. Doronin, A. A. Kidov, B. S. Tuniyev, S. N. Litvinchuk // Russian Journal of Herpetology. – 2014. – Vol. 21, № 4. – P. 251–268.
7. **Литвинчук, С. Н.** Распространение и природоохранный статус малоазиатского тритона, *Ommatotriton ophryticus* (Amphibia: Caudata) / С. Н. Литвинчук // Nature Conservation Research. Заповедная наука. – 2017. – Т. 2, № 1. – С. 1–6.
8. **Litvinchuk, S. N.** Distribution and conservation status of the Caucasian parsley frog, *Pelodytes caucasicus* (Amphibia: Anura) / S. N. Litvinchuk, A. A. Kidov // Nature Conservation Research. Заповедная наука. – 2018. – Т. 3, № 1. – С. 51–60.
9. **Туниев, Б. С.** Редкие виды земноводных и пресмыкающихся Сочинского национального парка / Б. С. Туниев, С. Б. Туниев // Инвентаризация основных таксономических групп и сообществ, зоологические исследования Сочинского национального парка – первые итоги первого в России национального парка : монография. – Москва : Престиж, 2006. – С. 205–225.
10. **Кузьмин, С. Л.** Кавказская жаба *Bufo verrucosissimus* / С. Л. Кузьмин // Красная книга Российской Федерации (животные). – Москва : Астрель, 2001. – С. 318–319.

11. **Litvinchuk, S. N.** A new species of common toads from the Talysh mountains, south-eastern Caucasus: genome size, allozyme, and morphological evidences / S. N. Litvinchuk, L. J. Borkin, D. V. Skorinov, J. M. Rosanov // Russian Journal of Herpetology. – 2008. – Vol. 15, № 1. – P. 19–43.
12. Multilocus species tree analyses resolve the radiation of the widespread *Bufo bufo* species group (Anura, Bufonidae) / E. Recuero, D. Canestrelli, J. Vörös, K. Szabo, N. A. Poyarkov, J. W. Arntzen, J. Crnobrnja-Isailovic, A. A. Kidov, D. Cogălniceanu, F. P. Caputo, G. Nascetti, I. Martinez-Solano // Molecular Phylogenetics and Evolution. – 2012. – Vol. 62, № 1. – P. 71–86.
13. Лабораторное разведение серых жаб Кавказа (*Bufo eichwaldi* и *B. verrucosissimus*) без применения гормональной стимуляции / А. А. Кидов, К. А. Матушкина, К. А. Африн, С. А. Блинова, А. Л. Тимошина, Е. Г. Коврина // Современная герпетология. – 2014. – Т. 14, № 1/2. – С. 19–26.
14. **Кидов, А. А.** Плодовитость самок кавказской жабы, *Bufo verrucosissimus* (Pallas, 1814) в искусственных условиях / А. А. Кидов, К. А. Матушкина // Вестник Бурятского государственного университета. – 2015. – № 4-1. – С. 75–80.
15. Некоторые морфологические особенности развития личинок талышской (*Bufo eichwaldi* Litvinchuk, Rosanov, Borkin et Skorinov, 2008) и кавказской (*B. verrucosissimus* (Pallas, 1814)) жаб в лабораторных условиях / О. В. Ткаченко, А. А. Кидов, К. А. Матушкина, С. А. Блинова, К. А. Африн // Вестник Московского государственного областного университета. Сер.: Естественные науки. – 2015. – № 2. – С. 6–13.
16. **Кидов, А. А.** К распространению земноводных и пресмыкающихся в Карачаево-Черкесии / А. А. Кидов, К. А. Матушкина // Вестник Тамбовского университета. Сер.: Естественные и технические науки. – 2016. – Т. 21, № 5. – С. 1781–1785.
17. **Доронин, И. В.** Кавказская жаба, *Bufo verrucosissimus* (Pallas, [1814]) / И. В. Доронин // Красная книга Карачаево-Черкесской Республики. – Черкесск : Нартпресс, 2013. – С. 332–333.
18. **Кидов, А. А.** К изучению распространения и изменчивости кавказской жабы, *Bufo verrucosissimus* (Pallas, 1814) в Карачаево-Черкесии / А. А. Кидов, К. А. Матушкина, К. А. Африн // Вестник Тамбовского университета. Сер.: Естественные и технические науки. – 2017. – Т. 22, № 5-1. – С. 917–920.
19. **Туниев, Б. С.** Земноводные и пресмыкающиеся / Б. С. Туниев, И. В. Доронин, С. Б. Туниев // Флора и фауна заповедников. Позвоночные животные Тебердинского заповедника. Рыбы, земноводные, пресмыкающиеся, птицы, млекопитающие (Аннотированный список видов). – Москва, 2015. – С. 8–27.
20. **Матушкина, К. А.** Размножение талышской жабы, *Bufo eichwaldi* Litvinchuk, Rosanov, Borkin et Skorinov, 2008 (Amphibia: Anura: Bufonidae) в горах и предгорьях Азербайджанского Талыша / К. А. Матушкина, А. А. Кидов // Вестник Тамбовского университета. Сер.: Естественные и технические науки. – 2013. – Т. 18, № 6-1. – С. 3042–3044.
21. **Матушкина, К. А.** Репродуктивная биология талышской жабы (*Bufo eichwaldi*) в Ленкоранской низменности / К. А. Матушкина, А. А. Кидов // Современная герпетология. – 2013. – Т. 13, № 1/2. – С. 27–33.
22. **Кидов, А. А.** Стандартные методы морфометрии в прижизненном изучении изменчивости кавказской жабы, *Bufo verrucosissimus* (Pallas, 1814) на Северо-Западном Кавказе / А. А. Кидов, К. А. Матушкина, К. А. Африн, С. А. Блинова // Вестник Московского государственного областного университета. Сер.: Естественные науки. – 2015. – № 1. – С. 22–28.

References

1. Tuniev B. S. *Pochvenno-biogeotsenologicheskie issledovaniya na Severo-Zapadnom Kavkaze: sb. nauch. tr.* [Biogeocenological research of soil in the North-Western Caucasus: collected articles]. Pushchino, 1990, pp. 55–70. [In Russian]

2. Orlova V. F., Tuniev B. S. *Byulleten' Moskovskogo obshchestva ispytateley prirody. Otdel biologicheskij* [Bulletin of the Moscow Society of Naturalists. Biological section]. 1989, vol. 94, no. 3, pp. 13–23. [In Russian]
3. Litvinchuk S. N., Rozanov Yu. M., Borkin L. Ya., Skorinov D. V. *Voprosy gerpetologii: materialy III s"ezda Gerpetologicheskogo obshchestva imeni A. M. Nikol'skogo* [Issues of herpetology: proceedings of III congress of the Nikolsky Herpetological Society]. Saint-Petersburg: Zoologicheskij in-t RAN, 2008, pp. 247–257. [In Russian]
4. Kuz'min S. L. *Zemnovodnye byvshego SSSR* [Amphibians of the former USSR]. Moscow: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2012, 369 p. [In Russian]
5. Tuniev B. S., Lotiev K. Yu., Tuniev S. B., Gabaev V. N., Kidov A. A. *Nature Conservation Research. Zapovednaya nauka* [Nature conservation research. Nature conservation science]. 2017, vol. 2, no. 2, pp. 1–23. [In Russian]
6. Skorinov D. V., Doronin I. V., Kidov A. A., Tuniyev B. S., Litvinchuk S. N. *Russian Journal of Herpetology*. 2014, vol. 21, no. 4, pp. 251–268.
7. Litvinchuk S. N. *Nature Conservation Research. Zapovednaya nauka* [Nature conservation research. Nature conservation science]. 2017, vol. 2, no. 1, pp. 1–6. [In Russian]
8. Litvinchuk S. N., Kidov A. A. *Nature Conservation Research. Zapovednaya nauka* [Nature conservation research. Nature conservation science]. 2018, vol. 3, no. 1, pp. 51–60. [In Russian]
9. Tuniev B. S., Tuniev S. B. *Inventarizatsiya osnovnykh taksonomicheskikh grupp i soobshchestv, sozologicheskie issledovaniya Sochinskogo natsional'nogo parka – pervye itogi pervogo v Rossii natsional'nogo parka: monografiya* [Inventory of the main taxonomic groups and communities, zoological studies of Sochi National Park – first results of the first National Park in Russia: monograph]. Moscow: Prestizh, 2006, pp. 205–225. [In Russian]
10. Kuz'min S. L. *Krasnaya kniga Rossiyskoy Federatsii (zhivotnye)* [The Red Book of the Russian Federation (animals)]. Moscow: Astrel', 2001, pp. 318–319. [In Russian]
11. Litvinchuk S. N., Borkin L. J., Skorinov D. V., Rosanov J. M. *Russian Journal of Herpetology*. 2008, vol. 15, no. 1, pp. 19–43.
12. Recuero E., Canestrelli D., Vörös J., Szabo K., Poyarkov N. A., Arntzen J. W., Crnobrnja-Isailovic J., Kidov A. A., Cogălniceanu D., Caputo F. P., Nascetti G., Martinez-Solano I. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 2012, vol. 62, no. 1, pp. 71–86.
13. Kidov A. A., Matushkina K. A., Afrin K. A., Blinova S. A., Timoshina A. L., Kovrina E. G. *Sovremennaya gerpetologiya* [Modern herpetology]. 2014, vol. 14, no. 1/2, pp. 19–26. [In Russian]
14. Kidov A. A., Matushkina K. A. *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Buryatia State University]. 2015, no. 4-1, pp. 75–80. [In Russian]
15. Tkachenko O. V., Kidov A. A., Matushkina K. A., Blinova S. A., Afrin K. A. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Ser.: Estestvennye nauki* [Bulletin of Moscow State Regional University. Series: Natural sciences]. 2015, no. 2, pp. 6–13. [In Russian]
16. Kidov A. A., Matushkina K. A. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Ser.: Estestvennye i tekhnicheskie nauki* [Bulletin of Tambov University. Series: Natural and engineering sciences]. 2016, vol. 21, no. 5, pp. 1781–1785. [In Russian]
17. Doronin I. V. *Krasnaya kniga Karachaevo-Cherkesskoy Respubliki* [The Red Book of the Karachay-Cherkessk Republic]. Cherkessk: Nartpress, 2013, pp. 332–333. [In Russian]
18. Kidov A. A., Matushkina K. A., Afrin K. A. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Ser.: Estestvennye i tekhnicheskie nauki* [Bulletin of Tambov University. Series: Natural and engineering sciences]. 2017, vol. 22, no. 5-1, pp. 917–920. [In Russian]
19. Tuniev B. S., Doronin I. V., Tuniev S. B. *Flora i fauna zapovednikov. Pozvonochnye zhivotnye Teberdinskogo zapovednika. Ryby, zemnovodnye, presmykayushchiesya, pti-*

- tsy, mlekopitayushchie (Annotirovannyy spisok vidov)* [Flora and fauna of nature reserves. Vertebrates of the Teberdinskiy nature reserve. Fish, amphibians, vermigrades, birds, mammals (Annotated species list)]. Moscow, 2015, pp. 8–27. [In Russian]
20. Matushkina K. A., Kidov A. A. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Ser.: Estestvennye i tekhnicheskie nauki* [Bulletin of Tambov State University. Series: Natural and engineering sciences]. 2013, vol. 18, no. 6-1, pp. 3042–3044. [In Russian]
21. Matushkina K. A., Kidov A. A. *Sovremennaya gerpetologiya* [Modern herpetology]. 2013, vol. 13, no. 1/2, pp. 27–33. [In Russian]
22. Kidov A. A., Matushkina K. A., Afrin K. A., Blinova S. A. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Ser.: Estestvennye nauki* [Bulletin of Moscow State Regional University. Series: Natural sciences]. 2015, no. 1, pp. 22–28. [In Russian]

Африн Кирилл Александрович

аспирант, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева (Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49)

E-mail: afrin_ka@rambler.ru

Afrin Kirill Aleksandrovich

Postgraduate student, Russian State Agrarian University – МТАА (49 Timiryazevskaya street, Moscow, Russia)

Кидов Артем Александрович

кандидат биологических наук, доцент, кафедра зоологии, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева (Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49)

E-mail: kidov_a@mail.ru

Kidov Artem Aleksandrovich

Candidate of biological sciences, associate professor, sub-department of zoology, Russian State Agrarian University – МТАА (49 Timiryazevskaya street, Moscow, Russia)

Матушкина Ксения Андреевна

кандидат биологических наук, старший преподаватель, кафедра зоологии, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева (Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49)

E-mail: matushkinaka@gmail.com

Matushkina Kseniya Andreevna

Candidate of biological sciences, senior lecturer, sub-department of zoology, Russian State Agrarian University – МТАА (49 Timiryazevskaya street, Moscow, Russia)

Образец цитирования:

Африн, К. А. Особенности репродуктивной биологии кавказской жабы, *Bufo verrucosissimus* в Карачаево-Черкесии / К. А. Африн, А. А. Кидов, К. А. Матушкина // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2019. – № 3 (27). – С. 55–66. – DOI 10.21685/2307-9150-2019-3-6.

**ОЦЕНКА ПАРАЗИТО-ХОЗЯИННЫХ ОТНОШЕНИЙ
ИКСОВОДОГО КЛЕЩА *IXODES RICINUS* И НАСТОЯЩИХ
ЯЩЕРИЦ (LACERTIDAE: *DAREVSKIA PONTICA* И *D. SAXICOLA*)
В ПСЕБАЙСКОМ ЗАКАЗНИКЕ (КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ)**

Аннотация.

Актуальность и цели. Иксодовый клещ *Ixodes ricinus* – переносчик трансмиссивных заболеваний человека и домашних животных (боррелиоз, бабезиоз крупного рогатого скота, лихорадка Западного Нила, вирусный клещевой энцефалит). Хозяевами для имаго служат крупные млекопитающие и птицы, а личинки и нимфы клеща паразитируют на различных мелких позвоночных. Одними из распространенных хозяев молоди клеща являются настоящие ящерицы семейства Lacertidae. Цель работы: оценка паразитарного пресса европейского лесного клеща на ящерицах *Darevskia pontica* и *D. saxicola* (Lacertidae) в Псебайском заказнике. Задачи: определить встречаемость клещей у двух видов скальных ящериц; выявить обилие клещей на ящерицах; охарактеризовать локализацию клещей.

Материалы и методы. Ящериц отлавливали в III декаде июля 2017 г. на отрогах хребта Бамбак в окрестностях поселка Никитино (Мостовский район, Краснодарский край). Определяли встречаемость, обилие и локализацию клещей. Всего было обследовано 20 особей *D. pontica* (13 самок, 4 самца и 3 годовика) и 115 особей *D. saxicola* (52 самки, 32 самца, 15 полувзрослых и 16 годовиков).

Результаты. Среди *D. pontica* наиболее поражены клещами были взрослые самки (54 %). У взрослых самцов этого вида была поражена только одна особь (25 %). На годовалых ящерицах не было отмечено ни одного иксодового клеща. У *D. saxicola* были наиболее поражены клещами взрослые самцы (84,4 % от обследованной выборки). Среди взрослых самок была поражена несколько меньшая доля особей (71,2 %). У полувзрослых ящериц этот вид эктопаразитов обнаружен на 60 % изученных животных. Для годовалых ящериц была отмечена самая низкая встречаемость клещей – всего у 25 %. В группе *D. pontica* 66 % всех клещей располагались вокруг передних конечностей. Относительно сильно были поражены также бока у этих ящериц (26 % всех найденных клещей). Меньше всего клещей было отмечено на шее (8 %). У *D. saxicola* клещи также встречались преимущественно вокруг передних конечностей (56,3 %). Относительно сильно была поражена также шея ящериц (25,3 % всех найденных клещей) и бока (18,2 %). Меньше всего паразитов прикреплялось на брюхе (0,2 %).

Выводы. Ящерицы в Псебайском заказнике играют важную роль в питании преимагинальных стадий иксодового клеща *I. ricinus*. Личинки и нимфы поражают существенную часть ящериц у обоих обследованных видов (40 % – у *D. pontica*, 67 % – у *D. saxicola*). Почти все пораженные ящерицы были

взрослыми. Клещи локализуются преимущественно вокруг пояса передних конечностей, на боках и шее ящериц.

Ключевые слова: иксодовые клещи, *Ixodes ricinus*, скальные ящерицы, *Darevskia pontica*, *Darevskia saxicola*, паразито-хозяйинные отношения.

A. A. Kidov, A. A. Ivanov, E. A. Nemyko

ASSESSMENT OF THE PARASITE-HOST RELATIONSHIP OF THE IXODID TICK *IXODES RICINUS* AND THE TRUE LIZARDS (LACERTIDAE: *DAREVSKIA PONTICA* AND *D. SAXICOLA*) IN THE PSEBAY REGIONAL RESERVE (KRASNODAR REGION)

Abstract.

Background. Ixodid tick *Ixodes ricinus* – vector of transmissible diseases of humans and animals (borreliosis, babesiosis of cattle, West Nile fever, and viral tick-borne encephalitis). The hosts for the imago are large mammals and birds, and the larvae and nymphs of the tick parasitize on various small vertebrates. One of the common hosts of the young tick is the true lizard from the family Lacertidae. The purpose of the work is to evaluate the parasitic press of the European forest tick on the true lizards (*Darevskia pontica* and *D. saxicola*) in the Psebay Regional Reserve. The objectives are to determine the occurrence of ticks in populations of rock lizards, to identify the abundance of ticks on lizards and to characterize the localization of ticks.

Materials and methods. The lizards were caught in the III decade of July 2017 on the spurs of the Bambak ridge in the vicinity of Nikitino Settlement (Mostovskiy district, Krasnodar region). The occurrence, abundance, and localization of ticks were determined. A total of 20 individuals of *D. pontica* (13 females, 4 males, and 3 yearlings) and 115 *D. saxicola* (52 females, 32 males, 15 subadults, and 16 yearlings) were examined.

Results. Among lizards *D. pontica* the most infected ticks were adult females (54 %). In adult males of this species, only one individual was affected (25 %). On one-year-old lizards Ixodes ticks were not found. In *D. saxicola*, the most infected by ticks were adult males (84,4 %). Among adult females, a slightly smaller proportion of individuals were affected (71,2 %). As for subadult lizards, ectoparasites of this species were found on 60 % of the studied animals. The lowest occurrence of ticks was noted (25 %) on year-old lizards. In the group of *D. pontica*, 66 % of all ticks were located around the forelimbs. The sides of these lizards were also relatively strongly affected (26 % of all ticks found). The least ticks were noted on the neck (8 %). At *D. saxicola* ticks were also found mainly around the forelimbs (56,3 %). The neck (25,3 % of all mites found) and sides (18,2 %) of lizards were also relatively strongly affected. The least parasites were attached on the belly (0,2 %).

Conclusions. Lizards play an important role in the food of larval stages of the Ixodid tick *I. ricinus* in the Psebay Regional Reserve. The larvae and nymphs affect a significant part of lizards in both examined species (40 % – at *D. pontica*, 67 % – *D. saxicola*). Almost all of the affected lizards were adults. The ticks were localized mainly around the forelimbs, on the sides and neck of lizards.

Keywords: Ixodid ticks, *Ixodes ricinus*, rock lizards, *Darevskia pontica*, *Darevskia saxicola*, parasite-host relationship.

Введение

Европейский лесной, или собачий клещ, *Ixodes ricinus* Linnaeus, 1758 является переносчиком трансмиссивных заболеваний человека и животных, таких как боррелиоз, бабезиоз крупного рогатого скота, лихорадка Западного Нила, вирусный клещевой энцефалит. Прокормителями имаго этого эктопаразита служат крупные млекопитающие и птицы, однако на преимагинальных стадиях (личинки и нимфы) его хозяевами являются разнообразные мелкие эктотермные и эндотермные животные [1]. Одними из распространенных прокормителей молоди клеща считаются настоящие ящерицы семейства Lacertidae, особенно в местах их высокого скопления [2]. К настоящему времени уже установлено, что данные ящерицы в Европе и Западной Сибири являются не только прокормителями иксодовых клещей [3–6], но и резервуарными хозяевами возбудителей трансмиссивных заболеваний, переносимых ими [7–11]. Появились и первые работы, затрагивающие паразито-хозяйинные отношения иксодид и лацертид на Кавказе [12–17].

Псебайский заказник образован 23 августа 1971 г. и занимает площадь 37 080,6 га в Мостовском районе Краснодарского края. Целью создания заказника являлось сохранение уникальных природных ландшафтов заказника; сохранение и восстановление видов животных и растений, занесенных в Красную книгу Краснодарского края и Красную книгу Российской Федерации, а также видов, охраняемых в рамках международных соглашений, заключенных между Российской Федерацией и зарубежными странами, среды их обитания; охрана и воспроизводство диких копытных животных и пушных зверей, а также иных объектов животного мира и среды их обитания; поддержание необходимого экологического баланса и стабильности функционирования экосистем [18]. В заказнике высокая численность потенциальных прокормителей для имаго иксодовых клещей, в частности – копытных (европейская косуля, *Capreolus capreolus* Linnaeus, 1758; серна, *Rupicapra rupicapra* (Linnaeus, 1758); кабан, *Sus scrofa* Linnaeus, 1758).

На территории заказника и у его границ отмечены четыре вида настоящих ящериц (*Lacerta agilis* Linnaeus, 1758; *Darevskia derjugini* Nikolsky, 1898; *D. pontica* (Lantz et Cyren, 1919); *D. saxicola* (Eversmann, 1834)) [19–21], причем последние два характеризуются высокой численностью [13].

В связи с обилием хозяев для взрослых иксодид (копытные) представляется интересным установить роль настоящих ящериц в питании преимагинальных стадий *I. ricinus* – личинок и нимф.

Целью представленной работы являлась кратковременная оценка паразитарного пресса европейского лесного клеща на два вида настоящих ящериц (*D. pontica* и *D. saxicola*) в Псебайском заказнике в летний период. В соответствии с целью в задачи исследования входило: определить встречаемость клещей в популяциях настоящих ящериц; выявить обилие клещей на ящерицах; определить локализацию клещей.

Материалы и методы

Ящериц двух видов отлавливали в III декаде июля 2017 г. на выходящих к левому берегу реки Малая Лаба отрогах хребта Бамбак напротив поселка Никитино. У пойманных животных измеряли длину тела (*L*) по стандартной методике [22], а после осматривали их на наличие клещей.

Определяли встречаемость, обилие и локализацию клещей по общепринятым методам [1]. Всего было обследовано 20 особей понтийской ящерицы, в том числе – 13 самок, 4 самца и 3 годовика. У скальной ящерицы изученная выборка составила 115 особей, в том числе – 52 самки, 32 самца, 15 полувзрослых и 16 годовиков.

Результаты

Как и в других исследованиях в пределах Кавказа [12–17], на обследованных в Псебайском заказнике ящерицах были обнаружены личинки и нимфы лишь одного вида иксодид – европейского лесного, или собачьего клеща.

Всего из обследованных 20 особей луговой ящерицы пораженными были 8 животных (40 %), а у скальной ящерицы – из 115 экземпляров 77 (67 %).

В группе луговых ящериц наиболее поражены клещами были взрослые самки (54 % от всех самок). Среди взрослых самцов была поражена только одна особь (25 %). На годовиках не было отмечено ни одного иксодового клеща.

У скальных ящериц наблюдалась несколько другая закономерность: наиболее поражены клещами оказались взрослые самцы (84,4 % от всех самцов). Среди взрослых самок была поражена несколько меньшая доля особей – 71,2 %. У полувзрослых ящериц этот вид эктопаразитов обнаружен на 60 % изученных животных. У годовиков была отмечена самая низкая встречаемость клещей – всего 25 % (табл. 1).

Таблица 1

Обилие клещей (экз. на 1 особь) на обследованных ящерицах

Вид	Группа	n	Количество клещей, шт. $M \pm m (SD)$ min–max	
			на пораженных ящерицах	в целом для группы
Понтийская ящерица	взрослые самки	13	$2,6 \pm 0,81 (1,99)$ 1–5	$1,4 \pm 0,55 (1,94)$ 0–5
	взрослые самцы	4	6	$1,5 \pm 1,73 (3,00)$ 0–6
	годовики	3	0	0
Скальная ящерица	взрослые самки	52	$7,5 \pm 1,1 (6,61)$ 1–30	$5,3 \pm 0,91 (6,48)$ 0–30
	взрослые самцы	32	$11,8 \pm 3,12 (15,90)$ 1–71	$10,0 \pm 2,73 (15,21)$ 0–71
	полувзрослые	15	$5,1 \pm 1,34 (3,79)$ 1–13	$3,1 \pm 1,03 (3,86)$ 0–13
	годовики	16	$1,0 \pm 0,00 (0,00)$ 1–1	$0,3 \pm 0,12 (0,45)$ 0–1

Примечание. Здесь и далее: M – среднее арифметическое значение признака; m – его ошибка; SD – стандартное отклонение; min–max – размах признака.

У самок и самцов понтийской ящерицы пораженные и непораженные особи не различались по длине тела (табл. 2). Незначительные различия были по этому показателю и у обследованных скальных ящериц. В ряде других исследований, проведенных на Кавказе ранее [15; 17], наиболее крупные животные чаще остальных подвергались нападению иксодид.

Таблица 2

Сравнительная характеристика размерных показателей пораженных и непораженных ящериц разных половозрастных групп

Вид	Группа		<i>n</i>	Длина тела, мм $M \pm m (\sigma)$ min–max
Понтийская ящерица	взрослые самки	пораженные	7	$54,0 \pm 0,96 (2,35)$ 50,5–57,0
		непораженные	6	$53,0 \pm 1,84 (4,12)$ 48,0–60,0
	взрослые самцы	пораженные	1	50,5
		непораженные	3	$50,5 \pm 0,35 (0,50)$ 50,0–61,0
Скальная ящерица	взрослые самки	пораженные	37	$57,6 \pm 0,59 (3,57)$ 52,0–63,5
		непораженные	15	$55,0 \pm 0,96 (3,58)$ 52,0–63,0
	взрослые самцы	пораженные	27	$60,1 \pm 0,67 (3,40)$ 53,5–67,0
		непораженные	5	$57,6 \pm 1,99 (3,97)$ 55,0–63,0
	полувзрослые	пораженные	9	$48,5 \pm 0,55 (1,56)$ 46,0–51,0
		непораженные	6	$45,3 \pm 1,29 (2,88)$ 42,0–50,0
	годовики	пораженные	4	$38,8 \pm 0,96 (1,66)$ 36,5–40,5
		непораженные	12	$38,9 \pm 0,46 (1,54)$ 36,0–40,5

66 % всех обнаруженных на понтийских ящерицах клещей локализовались в области пояса передних конечностей, что связано, вероятнее всего, с трудностью самоочищения (стряхивания, выкусывания) для ящериц этой области (табл. 3). Относительно сильно были поражены также бока ящериц (26 % всех найденных клещей). Меньше всего клещей было отмечено на шее ящериц – 8 %.

У скальных ящериц клещи также чаще всего встречались вокруг пояса передних конечностей – 56,3 % всех обнаруженных паразитов. Относительно сильно была поражена также шея ящериц (25,3 % всех найденных клещей) и бока (18,2 %). Меньше всего паразитов прикреплялось на брюхе – 0,2 %.

Локализация клещей на теле обследованных ящериц

Вид	Группа	Место прикрепления клещей									
		шея		под передней правой лапой		под передней левой лапой		левый бок		правый бок	
		экз.	%	экз.	%	экз.	%	экз.	%	экз.	%
Понтийская ящерица	взрослые самцы	2	11	5	28	5	28	5	28	1	5
	взрослые самки	0	0	3	50	3	50	0	0	0	0
	в целом для выборки	2	8	8	33	8	33	5	21	1	5
Скальная ящерица	взрослые самцы	84	27	67	22	91	30	43	13	20	7
	взрослые самки	72	26	74	27	87	32	15	6	24	9
	полувзрослые особи	3	6	15	33	17	37	11	24	0	0
	годовики	0	0	3	75	0	0	0	0	1	25
	в целом для выборки	159	25,3	159	25,3	195	31	69	11	45	7,2

Таким образом, ящерицы в Псебайском заказнике играют важную роль в питании преимагинальных стадий иксодового клеща *I. ricinus* в летний период: личинки и нимфы поражают существенную часть ящериц у обоих обследованных видов (40 % – у *D. pontica*, 67 % – у *D. saxicola*). Почти все пораженные ящерицы были взрослыми, а годовалая молодежь либо совсем не подвергалась нападению клещей (*D. pontica*), либо их роль в прокормлении была небольшой (*D. saxicola*). Полученные данные в целом доказывают утверждение Г. В. Колонина [2] о важном лимитирующем значении размера пресмыкающегося для успешного прокормления иксодового клеща.

Благодарности. Авторы выражают искреннюю признательность А. В. Тюкаеву и Т. В. Латышевой (Московский зоопарк, г. Москва) за содействие в проведении полевых работ.

Библиографический список

1. **Балашов, Ю. С.** Паразитизм клещей и насекомых на наземных позвоночных / Ю. С. Балашов. – Санкт-Петербург : Наука, 2009. – 357 с.
2. **Kolonin, G. V.** Reptiles as hosts of ticks / G. V. Kolonin // Russ. J. Herpetol. – 2004. – Vol. 11, № 3. – P. 177–180.
3. **Равкин, Е. С.** Ящерицы как прокормители *Ixodes persulcatus* P. Sch. в Северо-Восточном Алтае / Е. С. Равкин // Перелетные птицы и их роль в распространении арбовирусов. – Новосибирск : Наука, 1969. – С. 170–173.
4. **Bauwens, D.** The lizards *Lacerta agilis* and *L. vivipara* as hosts to larvae and nymphs of the tick *Ixodes ricinus* / D. Bauwens, H. Strijbosch, A. H. Stumpel // Ecography. – 1983. – Vol. 6, № 1. – P. 32–40.

5. **Scali, S.** *Lacerta bilineata* (Reptilia, Lacertidae) as a host of *Ixodes ricinus* (Acari, Ixodidae) in a protected area of northern Italy / S. Scali, M. T. Manfredi, F. Guidali // *Parassitologia*. – 2001. – Vol. 43, № 4. – P. 165–168.
6. **Gomes, V.** A case of massive infestation of a male green lizard *Lacerta viridis/bilineata* by castor bean tick *Ixodes ricinus* (Linnaeus, 1758) / V. Gomes, A. Tagar, M. A. Carretero // *Natura Sloveniae*. – 2013. – Vol. 15, № 2. – P. 57–61.
7. **Gryczynska-Siemiakowska, A.** Infestation of sand lizards (*Lacerta agilis*) resident in the Northeastern Poland by *Ixodes ricinus* (L.) ticks and their infection with *Borrelia burgdorferi* sensu lato / A. Gryczynska-Siemiakowska, A. Siedlecka, J. Stanczak, M. Barkowska // *Acta Parasitol.* – 2007. – Vol. 52. – P. 165–170.
8. Роль ящериц (Sauria, Lacertidae) в очагах природных инфекций антропогенно трансформированных систем юго-востока Западной Сибири / В. Н. Куранова, В. В. Ярцев, Ю. В. Кононова, Е. В. Протопопова, С. Н. Коновалова, В. А. Терновой, И. С. Тавкина, В. Н. Романенко, В. Б. Локтев, Н. С. Москвитина // *Вопросы герпетологии : материалы IV съезда Герпетологического общества имени А. М. Никольского*. – Санкт-Петербург, 2011. – С. 129–135.
9. Anaplasmataceae and *Borrelia burgdorferi* sensu lato in the sand lizard *Lacerta agilis* and co-infection of these bacteria in hosted *Ixodes ricinus* ticks / A. Ekner-Grzyb, K. Dudek, Z. A. Chyleńska, V. Majlathova, I. Majláth, P. Tryjanowski // *Parasites & Vectors*. – 2011. – Vol. 4, № 1. – P. 182.
10. Role of the lizard *Teira dugesii* as a potential host for *Ixodes ricinus* tick-borne pathogens / R. de Sousa, I. Lopes de Carvalho, A. S. Santos, C. Bernardes, N. Milhano, J. Jesus, Menezes N., M. S. Nuncio // *Applied and Environmental Microbiology*. – 2012. – Vol. 78, № 10. – P. 3767–3769.
11. **Wodecka, B.** Identification of host blood-meal sources and *Borrelia* in field-collected *Ixodes ricinus* ticks in north-western Poland / B. Wodecka, B. Skotarczak // *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*. – 2016. – Vol. 23, № 1. – P. 59–63.
12. **Кидов, А. А.** Паразитизм европейского лесного клеща, *Ixodes ricinus* (Linnaeus, 1758) (Acari, Parasitiformes: Ixodidae) на ящерице Браунера, *Darevskia brauneri* (Mehely, 1909) (Reptilia, Sauria: Lacertidae) / А. А. Кидов, А. Л. Тимошина, К. А. Матушкина, Е. Г. Коврина // *Вестник Бурятского государственного университета*. – 2013. – № 4. – С. 165–166.
13. Настоящие ящерицы (Reptilia: Sauria: Lacertidae) – хозяева европейского лесного клеща, *Ixodes ricinus* (Linnaeus, 1758) (Acari: Parasitiformes: Ixodidae) на Северо-Западном Кавказе / А. Л. Тимошина, К. А. Матушкина, А. А. Кидов, А. В. Ковалев, Е. Г. Коврина // *Вестник Тамбовского университета. Сер.: Естественные и технические науки*. – 2013. – Т. 18, № 6-1. – С. 3082–3084.
14. Паразитизм собачьего клеща, *Ixodes ricinus* на синтопических ящерицах азалиевых дубрав Северо-Западного Кавказа / А. А. Кидов, Е. Г. Коврина, А. Л. Тимошина, К. А. Матушкина, А. А. Бакшеева, К. А. Африн, С. А. Блинова // *Вестник Бурятского государственного университета*. – 2014. – № 4-2. – С. 44–48.
15. Роль настоящих ящериц (Reptilia: Lacertilia: Lacertidae) в прокормлении иксодовых клещей (Acari: Parasitiformes: Ixodidae) на Северном Кавказе / А. А. Кидов, Е. Г. Коврина, К. А. Матушкина, А. Л. Тимошина, А. А. Бакшеева, К. А. Африн, С. А. Блинова // *Доклады Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. – 2015. – Вып. 286, ч. I. – С. 260–262.
16. **Кидов, А. А.** Паразито-хозяйинные отношения иксодового клеща (*Ixodes ricinus* L.) и терской ящерицы (*Lacerta boemica* S.) в Северной Осетии / А. А. Кидов, Е. Г. Коврина, А. Л. Тимошина, К. А. Матушкина // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. – 2016. – № 5. – С. 81–90.
17. **Кидов, А. А.** Паразито-хозяйинные отношения иксодового клеща, *Ixodes ricinus* (Linnaeus, 1758) и гирканской луговой ящерицы, *Darevskia praticola hyrcanica*

- (Tuniyev, Doronin, Kidov et Tuniyev, 2011) в Талышских горах (юго-восточный Азербайджан) / А. А. Кидов // Российский паразитологический журнал. – 2018. – № 1. – С. 27–34.
18. Об организации Псебайского заказника в Лабинском районе по охране и воспроизводству диких копытных животных и пушных зверей : решение исполнительного комитета Краснодарского краевого Совета народных депутатов от 23.08.1971 № 560. – URL: <http://oort.aari.ru/doc> (дата обращения: 19.10.2018).
19. Кидов, А. А. О восточной степной гадюке *Vipera (Peliás) renardi* Christoph, 1861 (Reptilia, Serpentes: Viperidae) в северо-западных предгорьях Большого Кавказа / А. А. Кидов // Научные исследования в зоологических парках. – 2009. – Вып. 25. – С. 161–165.
20. Tuniyev, S. B. Systematic and geographical variability of meadow lizard, *Darevskia praticola* (Reptilia: Sauria) in the Caucasus / S. B. Tuniyev, I. V. Doronin, A. A. Kidov, B. S. Tuniyev // Russ. J. Herpetol. – 2011. – Vol. 18, № 4. – P. 295–316.
21. Кидов, А. А. Размножение лесной артвинской ящерицы, *Darevskia derjugini sylvatica* (Bartenjev et Rjesnikowa, 1931) в долине р. Малая Лаба (Северо-Западный Кавказ) / А. А. Кидов, Е. Г. Коврина, А. Л. Тимошина, А. А. Бакшеева, К. А. Матушкина, С. А. Блинова, К. А. Африн // Современная герпетология. – 2014. – Т. 14, № 3/4. – С. 103–109.
22. Определитель земноводных и пресмыкающихся фауны СССР / А. Г. Банников, И. С. Даревский, В. Г. Ищенко, А. К. Рустамов, Н. Н. Щербак. – Москва : Просвещение, 1977. – 415 с.

References

1. Balashov Yu. S. *Parazitizm kleshchey i nasekomykh na nazemnykh pozvonochnykh* [Parasitism of ticks and insects on terrestrial vertebrates]. Saint-Petersburg: Nauka, 2009, 357 p. [In Russian]
2. Kolonin G. V. *Russ. J. Herpetol.* 2004, vol. 11, no. 3, pp. 177–180.
3. Ravkin E. S. *Pereletnye ptitsy i ikh rol' v rasprostranenii arbovirusov* [Migratory birds and their role in spreading arboviruses]. Novosibirsk: Nauka, 1969, pp. 170–173. [In Russian]
4. Bauwens D., Strijbosch H., Stumpel A. H. *Ecography.* 1983, vol. 6, no. 1, pp. 32–40.
5. Scali S., Manfredi M. T., Guidali F. *Parassitologia* [Parasitology]. 2001, vol. 43, no. 4, pp. 165–168.
6. Gomes V., Ťagar A., Carretero M. A. *Natura Sloveniae.* 2013, vol. 15, no. 2, pp. 57–61.
7. Gryczynska-Siemiatkowska A., Siedlecka A., Stanczak J., Barkowska M. *Acta Parasitol.* 2007, vol. 52, pp. 165–170.
8. Kuranova V. N., Yartsev V. V., Kononova Yu. V., Protopopova E. V., Konovalova S. N., Ternovoy V. A., Tavkina I. S., Romanenko V. N., Loktev V. B., Moskvitina N. S. *Voprosy gerpetologii: materialy IV s"ezda Gerpetologicheskogo obshchestva imeni A. M. Nikol'skogo* [Issues of herpetology: proceedings of IV congress of the Nikolsky Herpetological Society]. Saint-Petersburg, 2011, pp. 129–135. [In Russian]
9. Ekner-Grzyb A., Dudek K., Chyleńska Z. A., Majlathova V., Majláth I., Tryjanowski P. *Parasites & Vectors.* 2011, vol. 4, no. 1, p. 182.
10. R. de Sousa, I. Lopes de Carvalho, Santos A. S., Bernardes C., Milhano N., Jesus J., Menezes N., Nuncio M. S. *Applied and Environmental Microbiology.* 2012, vol. 78, no. 10, pp. 3767–3769.
11. Wodecka B., Skotarczak B. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine.* 2016, vol. 23, no. 1, pp. 59–63.
12. Kidov A. A., Timoshina A. L., Matushkina K. A., Kovrina E. G. *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Buryatia State University]. 2013, no. 4, pp. 165–166. [In Russian]

13. Timoshina A. L., Matushkina K. A., Kidov A. A., Kovalev A. V., Kovrina E. G. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Ser.: Estestvennye i tekhnicheskie nauki* [Bulletin of Tambov University. Series: Natural and engineering sciences]. 2013, vol. 18, no. 6-1, pp. 3082–3084. [In Russian]
14. Kidov A. A., Kovrina E. G., Timoshina A. L., Matushkina K. A., Baksheeva A. A., Afrin K. A., Blinova S. A. *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Buryatia State University]. 2014, no. 4-2, pp. 44–48. [In Russian]
15. Kidov A. A., Kovrina E. G., Matushkina K. A., Timoshina A. L., Baksheeva A. A., Afrin K. A., Blinova S. A. *Doklady Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Reports of Timiryazev Agricultural Academy]. 2015, iss. 286, part. I, pp. 260–262. [In Russian]
16. Kidov A. A., Kovrina E. G., Timoshina A. L., Matushkina K. A. *Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Proceedings of Timiryazev Agricultural Academy]. 2016, no. 5, pp. 81–90. [In Russian]
17. Kidov A. A. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal* [Russian parasitological journal]. 2018, no. 1, pp. 27–34. [In Russian]
18. *Ob organizatsii Psebaynskogo zakaznika v Labinskom rayone po okhrane i vosproizvodstvu dikikh kopytnykh zhivotnykh i pushnykh zverey: reshenie ispolnitel'nogo komiteta Krasnodarskogo kraevogo Soveta narodnykh deputatov ot 23.08.1971 № 560* [On organization of the Psebay reserve in Labinsk district for protection and reproduction of wild hoofed animals and fur-bearing animals: the decision of the executive committee of the Krasnodar Regional Council of People's Deputies of 23.08.1971 No 560]. Available at: <http://oopt.aari.ru/doc> (accessed Oct. 19, 2018). [In Russian]
19. Kidov A. A. *Nauchnye issledovaniya v zoologicheskikh parkakh* [Research in zoological parks]. 2009, iss. 25, pp. 161–165. [In Russian]
20. Tuniyev S. B., Doronin I. V., Kidov A. A., Tuniyev B. S. *Russ. J. Herpetol.* 2011, vol. 18, no. 4, pp. 295–316.
21. Kidov A. A., Kovrina E. G., Timoshina A. L., Baksheeva A. A., Matushkina K. A., Blinova S. A., Afrin K. A. *Sovremennaya gerpetologiya* [Modern herpetolog]. 2014, vol. 14, no. 3/4, pp. 103–109. [In Russian]
22. Bannikov A. G., Darevskiy I. S., Ishchenko V. G., Rustamov A. K., Shcherbak N. N. *Opredelitel' zemnovodnykh i presmykayushchikhsya fauny SSSR* [Identification guide of amphibians and vermigrades of the USSR]. Moscow: Prosveshchenie, 1977, 415 p. [In Russian]

Кидов Артем Александрович

кандидат биологических наук, доцент,
кафедра зоологии, Российский
государственный аграрный университет –
МСХА имени К. А. Тимирязева (Россия,
г. Москва, ул. Тимирязевская, 49)

E-mail: kidov_a@mail.ru

Kidov Artem Aleksandrovich

Candidate of biological sciences, associate
professor, sub-department of zoology,
Russian State Agrarian University – МТАА
(49 Timiryazevskaya street, Moscow,
Russia)

Иванов Андрей Алексеевич

магистрант, Российский
государственный аграрный университет –
МСХА имени К. А. Тимирязева (Россия,
г. Москва, ул. Тимирязевская, 49)

E-mail: andrew.01121899@gmail.com

Ivanov Andrey Alekseevich

Master degree student, Russian State
Agrarian University – МТАА
(49 Timiryazevskaya street, Moscow,
Russia)

Немыко Елена Александровна

инженер, кафедра зоологии, Российский
государственный аграрный университет –
МСХА имени К. А. Тимирязева (Россия,
г. Москва, ул. Тимирязевская, 49)

E-mail: nemyko_e@mail.ru

Nemyko Elena Aleksandrovna

Engineer, sub-department of zoology,
Russian State Agrarian University – МТАА
(49 Timiryazevskaya street, Moscow,
Russia)

Образец цитирования:

Кидов, А. А. Оценка паразито-хозяйственных отношений иксодового клеща *Ixodes ricinus* и настоящих ящериц (Lacertidae: *Darevskia pontica* и *D. saxicola*) в Псебайском заказнике (Краснодарский край) / А. А. Кидов, А. А. Иванов, Е. А. Немько // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2019. – № 3 (27). – С. 67–76. – DOI 10.21685/2307-9150-2019-3-7.

УДК 574.34

DOI 10.21685/2307-9150-2019-3-8

С. А. Стрюков, М. В. Корепов,
Н. А. Рыженкина, Н. А. Курочкина, В. В. Абдуллина

ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОВОЛЖСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ ОРЛОВ-МОГИЛЬНИКОВ (*AQUILA HELIACA*) НА ТЕРРИТОРИИ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация.

Актуальность и цели. Орел-могильник, или солнечный орел, или карагуш, или императорский орел (*Aquila heliaca*, Savigny, 1809) является редким уязвимым видом пернатых хищников. В рамках программы по сохранению повожской популяции и вида на территории Ульяновской области ежегодно проводятся мониторинг известных гнездовых участков и инвентаризация гнездопригодных биотопов. Цель работы – изучение продуктивности орлов-могильников повожской популяции на территории Ульяновской области в 2018 г.

Материалы и методы. В течение 2018 г. проводились пешие, велосипедные и автомобильные маршруты по территории региона с осмотром гнездопригодных биотопов на предмет выявления гнезд, а также мониторинг известных гнездовых территорий. Все собранные сведения внесены в кадастр. Обследование гнездовых участков проводилось в два этапа (весенний и летний). Содержимое гнезд изучалось с помощью квадрокоптера.

Результаты. На территории Ульяновской области изучены успешность размножения и продуктивность орлов-могильников в 2018 г. Проведен мониторинг 102 гнездовых участков. На 52 гнездовых территориях (50 %) была обнаружена гнездовая активность. Успешное размножение отмечено в 31 активном гнезде (59,6 %), в которых в сумме выявлено 48 птенцов. Наибольшая успешность размножения отмечена в Заволжье и в Засызранской лесостепи. Успешность размножения в среднем составила 0,94 птенца на одну территориальную пару. Суммарное количество птенцов орлов-могильников, выведенное в 2018 г. на территории Ульяновской области, оценивается в 95–105 особей.

Ключевые слова: орел-могильник, Ульяновская область, продуктивность популяции.

S. A. Stryukov, M. V. Korepov,
N. A. Ryzhenkina, N. A. Kurochkina, V. V. Abdullina

THE PRODUCTIVITY OF THE VOLGA POPULATION OF THE IMPERIAL EAGLE (*AQUILA HELIACA*) IN THE TERRITORY OF ULYANOVSK REGION

Abstract.

Background. The Imperial Eagle (*Aquila heliaca*, Savigny, 1809) is a rare vulnerable species of feathered predator. As part of the program to preserve the Volga population of the species in the territory of Ulyanovsk region, the monitoring of known nesting sites and the inventory of nesting biotopes are conducted annually. The purpose of the work is to study the productivity of the Volga population of the imperial eagle in Ulyanovsk region in 2018.

Materials and methods. During 2018, the authors were taking walking, cycling and road trips throughout the region examining with nesting-appropriate habitats to spot nests and monitoring of known nesting sites. The survey of nesting sites was carried out in two stages (spring and summer). The contents of the nests were studied using a quadrocopter.

Results. In 2018, in the territory of Ulyanovsk region, the breeding success and productivity of the imperial eagle were studied. 102 nesting sites were monitored. The nesting activity was detected in 51 nesting areas (50 %). Successful breeding was noted in 31 active nests (59,6 %), in which a total of 48 chicks were found. The greatest success of reproduction was noted in the Trans-Volga region and in the Zasyzran forest-steppe. The breeding success averaged 0,94 chicks per territorial pair. The total number of chicks of the imperial eagle, bred in 2018 in the territory of Ulyanovsk region, estimated 95–105 individuals.

Keywords: Imperial eagle, Ulyanovsk region, productivity.

Введение

Орел-могильник, или солнечный орел, или карагуш, или императорский орел [1, 2] (*Aquila heliaca*, Savigny, 1809) является редким уязвимым видом пернатых хищников Палеарктики, занесен в Красный список МСОП (Категория VU), Красные книги России (Категория 2) и Ульяновской области (Категория 3). На территории Ульяновской области с 2009 г. ведется программа по сохранению поволжской популяции вида. Охранные мероприятия данной программы связаны с четырьмя основными направлениями работы: 1) сохранение мест гнездования орлов; 2) снижение гибели птиц от антропогенных воздействий; 3) проведение современных исследований биологии и экологии вида; 4) экологическое просвещение населения.

Одним из основных инструментов природоохранной деятельности на территории Ульяновской области является кадастр гнездовых участков орлов-могильников. Он дает возможность оценить динамику размещения птиц на конкретной территории за любой промежуток времени, выяснить биологические возможности местной популяции и определить степень их реализации в изменчивых условиях среды обитания. Для каждой гнездовой территории в кадастре заведена отдельная карточка, в которой отражены: кадастровый номер участка, количество гнездовых построек, координаты, административно-хозяйственная привязка, биотоп, локализация гнезд, карта и история заселенности гнездового участка [3].

Продуктивность является одним из основных популяционных показателей, но при изучении успешности размножения орлов-могильников особенности локализации их гнездовых построек (на большой высоте в предвершинных развилках сосен) зачастую создают сложности в точном определении количества птенцов в гнезде. В данном исследовании для решения этой проблемы нами применен метод авиаобследования с использованием квадрокоптера.

Материалы и методы

Полевые исследования включали в себя пешие, велосипедные и автомобильные маршруты по территориям региона с осмотром гнездопригодных биотопов на предмет выявления гнезд, а также мониторинг известных гнездовых территорий.

За 2018 г. был проведен мониторинг 102 гнездовых территорий. Гнездовые территории обследовались в два этапа:

- весенний (апрель-май) – определялась занятость гнездовой территории орлами и активность на гнездовой постройке;
- летний (июль-август) – определялась успешность размножения.

Содержимое гнезд изучалось с помощью квадрокоптера DJI MAVIC PRO, фотографировалось (рис. 1, 2) и впоследствии анализировалось. Полученные данные вносились в кадастр.



Рис. 1. Снимок гнезда орла-могильника с тремя птенцами с квадрокоптера

Результаты успешности размножения орлов-могильников на территории Ульяновской области представлены в табл. 1.

При камеральной обработке проводился анализ продуктивности активных гнездовых территорий (средний размер выводка, количество выживших птенцов на одну пару) и экстраполяция полученных данных на территорию всей Ульяновской области исходя из общего количества известных гнездовых территорий орлов-могильников в регионе.



Рис. 2. Снимок гнезда орла-могильника с неуспешным размножением с квадрокоптера

Таблица 1

Успешность размножения орлов-могильников на территории Ульяновской области в 2018 г.

Успешность размножения (количество птенцов)	Кадастровый номер гнездового участка
0	СУР 01, УЛЬ 03, СТМ 01, КАР 01, КАР 08, КАР 11, МЕЛ 12, НМК 05, КУЗ 02, КУЗ 06, КУЗ 08, КУЗ 09, ТЕР 02, ТЕР 06, СЕН 03, РАД 03, РАД 12, РАД 15, РАД 17, РАД 24
1	КАР 02, ЧЕР 01, ЧЕР 02, ЧЕР 04, ЧЕР 06, МЕЛ 03, НМК 03, КУЗ 01, КУЗ 10, ТЕР 07, РАД 01, РАД 02, РАД 05, РАД 16, РАД 20
2	СТМ 04, СТМ 07, КАР 05, МАЙ 02, МЕЛ 04, НМК 01, БАР 01, БАР 03, СЕН 02, СТК 04, РАД 06, РАД 09, РАД 18, РАД 21, РАД 26
3	ЧЕР 09

Примечание. Условные обозначения к табл. 1: кадастровые названия гнездовых участков – аббревиатуры названий районов Ульяновской области: СУР – Сурский; УЛЬ – Ульяновский; СТМ – Старомаинский; КАР – Карсунский; МАЙ – Майнский; ЧЕР – Чердаклинский; МЕЛ – Мелекесский; НМК – Новомалыклинский; БАР – Барышский; КУЗ – Кузоватовский; ТЕР – Теренгульский; СЕН – Сенгилеевский; СТК – Старокулаткинский; РАД – Радищевский.

Результаты

В 2018 г. на территории Ульяновской области из известных 128 гнездовых участков было проверено 102. Из них только на 52 гнездовых территориях была обнаружена активность на гнезде. Во время летней проверки успешности размножения было установлено, что только в 31 активном гнездовом участке размножение оказалось успешным (59,6 %).

Наибольшая успешность размножения в 2018 г. отмечена в Левобережье (Заволжье) – 78 % успешных гнезд ($n = 14$). Сопоставимая ситуация оказалась и в Засызранской лесостепи на юге области – 68 % ($n = 16$). Наименьшая доля гнездовых участков с успешным размножением зафиксирована в Центральной части Ульяновской области – 45 % ($n = 22$) (рис. 3).

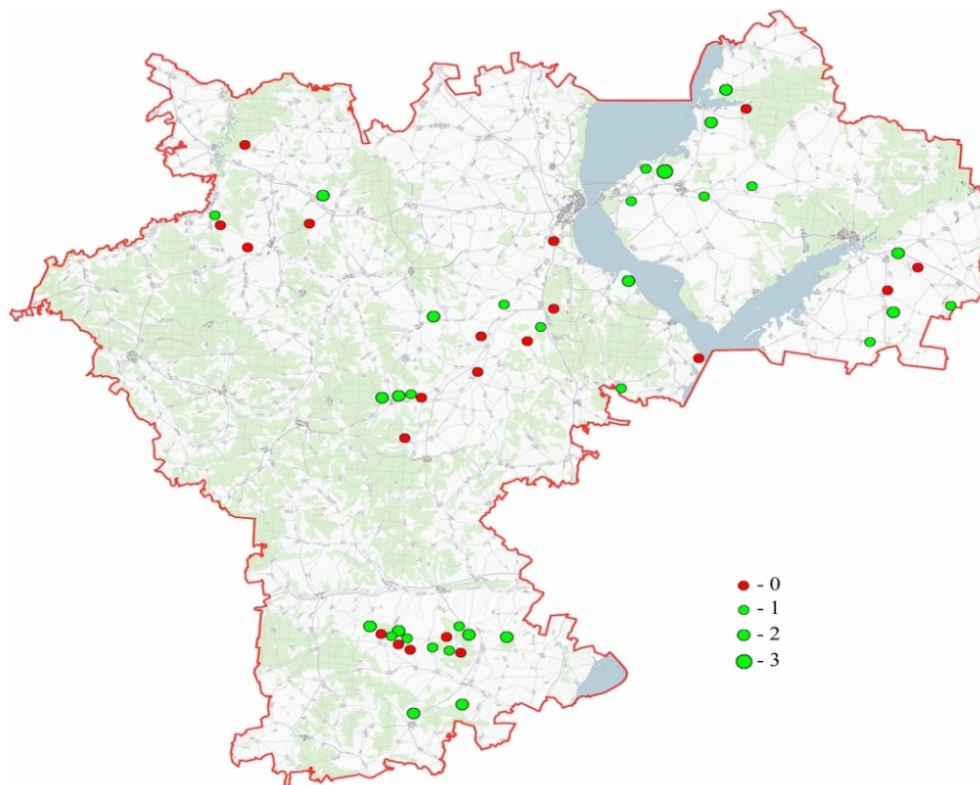


Рис. 3. Успешность размножения орлов-могильников в Ульяновской области (2018 г.).

Красным цветом обозначены гнездовые участки с неуспешным размножением, зеленым – с успешным. Размеры зеленых кругов соответствуют количеству птенцов

Всего в результате проведенных исследований в 31 успешном гнезде было выявлено 48 птенцов. Соотношение активных гнездовых территорий с разным количеством птенцов на них оказалось следующим ($n = 52$): наибольшее количество гнезд было без птенцов (39,2 %), по 1 и по 2 птенца было в одинаковом количестве гнезд (по 29,4 %), только в одном случае было отмечено 3 птенца в гнезде (1,9 %). Средний размер выводка составил $1,54 \pm 0,10$ особи. Количество выживших птенцов на одну территориальную пару составило $0,94 \pm 0,12$ особи.

Учитывая общее количество гнездовых территорий орлов-могильников на территории Ульяновской области (оценочно 140–150), среднемноголетний показатель занятости гнездовых участков (75 %) и успешность размножения в текущем сезоне (0,94 птенца в среднем на одно занятое гнездо), продуктивность орлов-могильников в 2018 г. на территории Ульяновской области составила порядка 95–105 птенцов.

Заключение

По результатам исследований в 2018 г. на территории Ульяновской области орлами-могильниками было выведено порядка 95–105 птенцов. Наиболее успешное размножение отмечено в Заволжье, наименее – в Центральной части Ульяновской области. Средний размер выводка составил 1,54 особи.

Библиографический список

1. **Коблик, Е. А.** Фауна птиц стран Северной Евразии в границах бывшего СССР: списки видов / Е. А. Коблик, В. Ю. Архипов // Зоологические исследования. – 2014. – № 14. – С. 108, 109.
2. **Белик, В. П.** История формирования научной номенклатуры и валидность современных имен некоторых видов орлов рода *Aquila* / В. П. Белик, В. М. Галущин // Зоологический журнал. – 2019. – Т. 98, № 1. – С. 79–88.
3. **Корепов, М. В.** Использование кадастра гнездовых участков орлов-могильников (*Aquila heliaca*) для изучения и охраны вида в Ульяновской области / М. В. Корепов, Д. А. Корепова, С. А. Стрюков // Проблемы региональной экологии. – 2015. – № 3. – С. 34–39.

References

1. Koblik E. A., Arkhipov V. Yu. *Zoologicheskie issledovaniya* [Zoological research]. 2014, no. 14, pp. 108, 109. [In Russian]
2. Belik V. P., Galushin V. M. *Zoologicheskii zhurnal* [Zoological journal]. 2019, vol. 98, no. 1, pp. 79–88. [In Russian]
3. Korepov M. V., Korepova D. A., Stryukov S. A. *Problemy regional'noy ekologii* [Problems of regional ecology]. 2015, no. 3, pp. 34–39. [In Russian]

Стрюков Станислав Андреевич

сотрудник, отдел природы, Ульяновский областной краеведческий музей имени И. А. Гончарова (Россия, г. Ульяновск, ул. Спасская, 22)

E-mail: Stanislav_str@mail.ru

Stryukov Stanislav Andreevich

Employee, department of nature, Ulyanovsk Regional Museum of Local Lore named after I. A. Goncharov (22 Spasskaya street, Ulyanovsk, Russia)

Корепов Михаил Владимирович

кандидат биологических наук, доцент, кафедра биологии и химии, Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова (Россия, г. Ульяновск, площадь 100-летия со дня рождения В. И. Ленина, 4)

E-mail: botanika_ulspu@bk.ru

Korepov Mikhail Vladimirovich

Candidate of biological sciences, associate professor, sub-department of biology and chemistry, Ulyanovsk State Pedagogical University named after I. N. Ulyanov (4 100-letiya so dnya rozhdeniya V. I. Lenina square, Ulyanovsk, Russia)

Рыженкина Надежда Александровна

студентка, Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова (Россия, г. Ульяновск, площадь 100-летия со дня рождения В. И. Ленина, 4)

E-mail: egf_73@mail.ru

Ryzenkina Nadezhda Aleksandrovna

Student, Ulyanovsk State Pedagogical University named after I. N. Ulyanov (4 100-letiya so dnya rozhdeniya V. I. Lenina square, Ulyanovsk, Russia)

Курочкина Наталья Алексеевна
магистрант, Ульяновский
государственный педагогический
университет имени И. Н. Ульянова
(Россия, г. Ульяновск, площадь 100-летия
со дня рождения В. И. Ленина, 4)

E-mail: botanika_ulspu@bk.ru

Абдуллина Влада Валерьяновна
студентка, Ульяновский
государственный педагогический
университет имени И. Н. Ульянова
(Россия, г. Ульяновск, площадь 100-летия
со дня рождения В. И. Ленина, 4)

E-mail: egf_73@mail.ru

Kurochkina Natal'ya Alekseevna
Master degree student, Ulyanovsk State
Pedagogical University named after
I. N. Ulyanov (4 100-letiya so dnya
rozhdeniya V. I. Lenina square,
Ulyanovsk, Russia)

Abdullina Vlada Valer'yanovna
Student, Ulyanovsk State Pedagogical
University named after I. N. Ulyanov
(4 100-letiya so dnya rozhdeniya
V. I. Lenina square, Ulyanovsk, Russia)

Образец цитирования:

Продуктивность поволжской популяции орлов-могильников (*Aquila heliaca*) на территории Ульяновской области / С. А. Стрюков, М. В. Корепов, Н. А. Рыженкина, Н. А. Курочкина, В. В. Абдуллина // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2019. – № 3 (27). – С. 77–83. – DOI 10.21685/2307-9150-2019-3-8.

**РАСПРОСТРАНЕНИЕ И БИОТОПИЧЕСКОЕ
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДИЗЕМНОМОРСКОЙ ЧЕРЕПАХИ
(*TESTUDO GRAECA* LINNAEUS, 1758)
В ПРЕДГОРЬЯХ ДАГЕСТАНА**

Аннотация.

Актуальность и цели. *Testudo graeca* распространена в Северной Африке, Южной Европе, Юго-Западной Азии и на Кавказе. Как вид с неуклонно сокращающейся численностью и ареалом она включена в Красные книги Российской Федерации, Чеченской Республики, Краснодарского края, Республики Дагестан. В середине XX в. была широко распространена на Приморской низменности и в предгорьях Дагестана. Из-за освоения Приморской низменности исчезла на значительной части ее территории. В последние годы наблюдается нарастающее хозяйственное развитие нижних предгорий, где находятся основные местообитания в республике. Цель работы – изучить распространение *T. graeca* в предгорьях, определить относительную плотность популяций, примерную площадь сохранившихся и деградированных местообитаний, дать рекомендации к территориальной охране вида в этой части ареала.

Материалы и методы. Исследования проведены в 2010–2018 гг. в предгорьях Дагестана. Изучали распространение и ландшафтную приуроченность биотопов, высчитывали примерную площадь местообитаний с использованием программы QGIS2.18, определяли численность. В местообитаниях изучали рельеф местности, определяли экспозицию склонов и описывали тип растительности.

Результаты. Черепаха распространена в нижних предгорьях на высотах от 150 до 700 м над уровнем моря. Общая площадь ареала черепахи здесь составляет более 100 000 га, из них площадь сохранившихся и частично деградированных местообитаний 71 910 га, антропогенно трансформированных – 27 580 га. Средняя плотность в предгорьях составляет 0,2 экз./га, что значительно ниже ранее приведенных в литературе. Наиболее оптимальные местообитания сохранились на территории местности «Шурдере», в окрестностях с. Шаласы и бархана Сарыкум.

Выводы. Для сохранения популяций *T. graeca* необходимо создать новые ООПТ, включив в них сохранившиеся местообитания в местности «Шурдере» и в Каякентском районе, расширить границы существующих федеральных ООПТ – заповедник «Дагестанский» и заказник «Самурский».

Ключевые слова: Дагестан, предгорье, *T. graeca*, ареал, численность, охрана.

L. F. Mazanaeva, U. A. Gichikhanova

SPREADING AND BIOTOPIC DISTRIBUTION OF THE GREEK TORTOISE (*TESTUDO GRAECA* LINNAEUS, 1758) IN THE FOOTHILLS OF DAGESTAN

Abstract.

Background. *Testudo graeca* is common in North Africa, Southern Europe, South-West Asia and the Caucasus. As a species with steadily decreasing numbers and range, it is included in the Red Books of the Russian Federation, the Chechen Republic, Krasnodar region, and the Republic of Dagestan. In the middle of the 20th century it was widespread on the Primorsky lowland and in the foothills of Dagestan. Due to the development of the Primorsky lowland has disappeared in a large part of its territory. In recent years there has been an increasing development of the lower foothills, where the main habitats are located in the republic. The aim of the work is to study the distribution of *T. graeca* in the foothills, to determine the relative density of populations, the approximate area of preserved and degraded habitats, to make recommendations for the territorial protection of the species in this part of the range.

Materials and methods. Studies were conducted in 2010–2018 in the foothills of Dagestan. They studied the distribution and landscape association of biotopes, calculated the approximate area of habitats using the QGIS2.18 program, and determined their numbers. The habitats studied the terrain, determined the exposure of the slopes and described the type of vegetation.

Results. The turtle is common in the lower foothills at altitudes from 150 to 700 m above sea level. The total area of its turtle range here is more than 100 000 hectares, of which 71 910 hectares of preserved and partially degraded habitats, anthropogenically transformed – 27 580 hectares. The average density in the foothills is 0,2 samples per hectare, which is significantly lower than previously reported in the literature. The most optimal habitats have been preserved in the territory of the “Shurdere” locality, in the vicinity of the village of Shalasi and the Sarykum dune.

Conclusions. To preserve its populations *T. graeca*, it is necessary to create new protected areas, incorporating preserved habitats in the “Shurdere” area and in the Kayakentsky district, expanding the borders of the existing federal specially protected natural areas – the “Dagestan reserve” and the “Samursky”.

Keywords: Dagestan, foothills, *T. graeca*, area, number, protection.

Введение

Ареал *Testudo graeca*, Linnaeus, 1758 занимает Северную Африку, Южную Европу, Юго-Западную Азию и Кавказ [1]. Согласно последним данным, на Кавказе распространены два подвида *T. g. iberica* и *T. g. armeniaca*, последний таксон указывается для территории Дагестана [1, 2].

В середине прошлого столетия *T. graeca* была довольно обычна на всей кавказской части ареала, но к концу прошлого столетия ее численность сократилась [4, 6–10]. Она включена в Красные книги Российской Федерации [11], Чеченской Республики [12], Краснодарского края [13, 14], Республики Дагестан [15], а также Азербайджана [16], Грузии [17] и Армении [18] как вид с неуклонно сокращающейся численностью, отдельные популяции которого находятся на грани исчезновения. В Красном списке МСОП–2018 ей придан статус – уязвимый вид (категория VU) [19].

В Дагестане *T. graeca* распространена на северной периферии ареала, в середине XX в. она широко населяла Приморскую низменность и прилегающие предгорья, где была довольно обычным видом. Из-за активного хозяйственного освоения этих территорий в начале XXI в. ее численность на большей части ареала сократилась, низменные и предгорные популяции оказались местами изолированы антропогенно трансформированными ландшафтами шириной в несколько, а местами – в несколько десятков километров [14, 16, 20, 21, 33].

Большинство исследователей, работавших в Дагестане, изучало распространение и местообитания черепахи на Приморской низменности [3, 5–7, 20–23]. Относительно слабо изучено распространение, биотопическое распределение и состояние популяций *T. graeca* в предгорьях Дагестана. В последние десятилетия из-за продолжающегося хозяйственного и рекреационного освоения территории Приморской низменности черепаха исчезла на значительной площади ранее известных местообитаний, что привело к фрагментации ее ареала [20, 23, 24]. В последние годы наблюдается нарастающее развитие территорий в нижних предгорьях, где к настоящему времени находятся основные местообитания средиземноморской черепахи в республике. В связи с чем мы изучили распространение *T. graeca* в предгорьях, установили примерную площадь сохранившейся и деградированной части ареала, определили относительную ее плотность в различных биотопах и дали рекомендации к сохранению наиболее оптимальных местообитаний. Полученные сведения приводим в данной статье.

Материалы и методы

Исследования проводили в 2010–2018 гг. в предгорьях Магарамкентского, Табасаранского, Дербентского, Каякентского, Сергокалинского, Карабудахкентского, Кумторкалинского районов. Предгорья занимают нижние ступени внешнего макросклона передовых хребтов, протянувшихся с северо-запада на юго-восток по периферии горного Дагестана в виде непрерывной цепи, смыкающейся с массивами Бокового хребта. На высотах от 150–200 до 500–600 м над уровнем моря распространены аридные ландшафты (глинистые полупустыни, сухие предгорные степи, шибляки), а на 600–1200 м над уровнем моря – предгорные леса. Между степными и лесными ландшафтами распространены нагорные ксерофиты, которые в наиболее засушливых частях занимают большие площади [25–27]. Центральные предгорья сильно расчленены продольными и поперечными долинами рек Шураозень, Черкесозень, Бураганозень, Параулозень, Губденозень, Манасозень, Инчхеозень, Гимриозень и их притоками. На относительно крутых и обрывистых склонах речных долин обнажаются третичные отложения (детритусовые известняки, глины, песчаники) и меловые известняки с множеством пустот и трещин. Юго-восточные предгорья расчленены долинами рек Самур, Гюльгеричай, Рубас, Уллучай и их притоками. В междуречье Уллучай и Карчагсу (приток р. Рубас) рельеф состоит из небольших холмов (200–350 м над уровнем моря), сложенных песчано-глинистыми акчагельскими (палеогеновыми) отложениями, легко поддающимися размыву. Климат в целом умеренно теплый со сравнительно мягкой зимой и довольно жарким летом [25–29]. Годовое количество осадков 300–400 мм, средние температуры воздуха в июле +19,7–21,8 °С, в январе – 0,8–1,0 °С.

В ходе исследования использовали геоботаническое описание ландшафтов [26, 30, 31]. Изучение распространения и биотопов проводили по общепринятым методам [32–34]. При анализе ландшафтной приуроченности биотопов изучали рельеф местности, определяли экспозицию склонов, высчитывали примерную площадь с использованием программы QGIS2.18. При описании биотопов особое внимание обращали на растительные сообщества и определяли видовой состав растений с помощью определителей «Флора Северного Кавказа» [35] и «Определитель растений Кавказа» [36]. Учеты численности проводили по общепринятым методикам [33, 34, 37]. Длина трансекты составляла 2000 м, ширина в полупустынных и сухостепных – 200 м, на склонах с шибляковой растительностью – 100 м. В местообитаниях с расчлененным рельефом подсчитывали число особей на площадках размером 50 × 50 м [33, 34, 37–39]. Для исключения повторов проводили мечение особей путем надпиливания плевральных щитков панциря в определенной последовательности по схеме, разработанной М. В. Пестовым, – правые плевральные щитки нумеровались как единицы, а левые – десятки (персональное сообщение). Учеты проводили несколько раз в сезон – весной и летом – в период их наибольшей активности. В учет брались только половозрелые особи из-за скрытного образа жизни сеголеток и молодых особей.

Результаты

В результате изучения распространения и местообитаний *T. graeca* в предгорном Дагестане с юга на север получены следующие данные.

В Магарамкентском районе на южном пределе предгорий черепаха населяет склоны Келегской платообразной возвышенности в междуречье Гюльгеричай и Самур на высотах 200–500 м над уровнем моря. Она обитает на обрывисто-ступенчатых юго-восточных склонах р. Самур между селами Мугерган и Гапцах, покрытых полупустынной растительностью, на днищах балок представлены ксерофитные кустарники (*Rhamnus*, *Spiraea*, *Pyrus*). Выше по склонам она встречается в шибляках (*Quercus*, *Crataegus*). Подобные биотопы черепаха населяет и на северо-западных склонах ущелья р. Гюльгеричай между с. Целягюн и федеральной трассой «Кавказ». Местообитания черепахи в предгорьях северо-восточнее федеральной трассы «Кавказ» (около 4230 га) трансформированы в агроландшафты. Естественные местообитания в предгорьях этого района сохраняются на 5120 га. Численность черепахи на полупустынных участках составляет 0,05–0,15 экз./га, на шибляковых склонах – 0,3–0,43 экз./га. В биотопах черепахи отмечены *Zamenis hohenackeri*, *Lacerta strigata*, *Pseudopus apodus*, *Paralaudakia caucasia* и др.

В Сулейман-Стальском районе черепаха распространена на восточных склонах Куркентской платообразной возвышенности в междуречье Гюльгеричай и Карчагсу (200–400 м над уровнем моря). Севернее этой возвышенности черепаха населяет местность «Шурдере» (около 13 060 га), которая тянется на территорию соседнего Табасаранского района. Она состоит из холмов и глубоких балок, сложенных песчано-глинистыми акчагыльскими (палеогеновыми) отложениями, легко поддающимся размыву (180–450 м над уровнем моря). Здесь представлены сухостепные фитоценозы (попынно-злаковые и разнотравно-злаковые) с полупустынными формациями в балках (с видами *Stipa*, *Artemisia*, *Festuca*, *Andropogon* и др.) и кустарником *Paliurus spina-christi*. Восточнее этой местности биотопы (около 3310 га) освоены под

сельхозугодия. Численность черепахи в «Шурдере» составляет 0,1–0,55 экз./га. Здесь она симпатрична с *Macrovipera lebetina*, *Platyceps najadum*, *Telescopus fallax*, *Vipera ursinii*, *Natrix natrix*, *N. tessellata*, *P. apodus*, *L. strigata*, *Eremias velox*, *Mauremys caspica*, *E. orbicularis* и др.

В Табасаранском районе, помимо местности «Шурдере», черепаха довольно редко встречается ниже с. Ерси (250–400 м над уровнем моря) в злаково-полянно-разнотравных степях и дубовых редколесьях (0,01 экз./га).

В Дербентском районе черепаха распространена на левобережье р. Рубас и в междуречье Камышчая и Рубаса (150–370 м над уровнем моря). Здесь на 8240 га представлены возвышенности и холмы с округлыми вершинами и пологими склонами с полянно-эфемеровыми ассоциациями и на днищах – солянковыми группировками на днищах (*Artemisia*, *Reaumuria*, *Halocnemum*, *Peganum*, *Salsola*). Численность на сухостепных участках составляет 0,15 экз./га, в полупустынных – 0,03 экз./га. Черепаха здесь симпатрична с *P. apodus*, *L. strigata*, *E. velox*, *Eirenis collaris*, *Typhlops vermicularis*, *Ophisops elegans*, *Eumeces schneideri*, *M. lebetina*, *Dolichophis schmidtii*, *E. orbicularis*, *M. caspica* и др. В окрестностях г. Дербент черепаха населяет склоны Сабново-Джалганского хребта (350–550 м над уровнем моря) с аридным редколесьем (*Quercus*, *Carpinus*, *Crataegus*, *Acer*, *Fraxinus*), площадью 1920 га. Северо-восточней этого хребта местообитания черепахи (1600 га) деградированы из-за хозяйственного освоения. Численность в аридных редколесьях составляет 0,15–0,4 экз./га.

На сопредельных территориях Дербентского, Кайтагского и Каякентского районов местообитания черепахи (около 14 550 га) деградированы в результате хозяйственного освоения. Северо-западнее ареал тянется по нижним предгорьям Каякентского, Сергокалинского, Карабудахкентского и Кумторкалинского районов.

В Каякентском районе значительная часть местообитаний черепахи деградирована из-за хозяйственного освоения и работы многочисленных санкционированных и несанкционированных каменных карьеров (рис. 1). В настоящее время естественные местообитания черепахи (6650 га) сохранились в окрестностях с. Шаласы на север до р. Гамриозень на возвышенностях с нагорными ксерофитами и полянно-злаковыми степями, а склонах северной и северо-западной экспозиции с шибляками (*Kochia*, *Capparis*, *Paliurus*, *Rhamnus*, *Spiraea*, *Pyrus*) на высотах 150–400 м над уровнем моря. Численность на степных участках и в нагорных ксерофитах – 0,05–0,15 экз./га, в шибляках – 0,3–0,43 экз./га. Северо-западнее черепаха обитает в таких же биотопах на территории Сергокалинского района (300–500 м над уровнем моря) на 9840 га, средняя численность – 0,3 экз./га. Местообитания на 3880 га деградированы из-за хозяйственного освоения.

Севернее реки Джангакулачай ареал черепахи лентообразно тянется по хребту Канабуру (северо-западнее г. Избербаш) и переходит на Нараттюбинский хребет, где она распространена до окрестностей с. Новая Урада. Черепаха обитает на восточном и западном макросклонах хребта Канабуру, а также на склонах г. Кукуртбаш, в Талгинском ущелье и на северо-восточном макросклоне Нараттюбинского хребта. В этой части ареала черепаха распространена спорадически на высотах 150–600 м над уровнем моря (на г. Кукуртбаш до 700 м), населяя различные биотопы: песчаные и глинистые степи, долины рек, нагорные ксерофиты, шибляки, дубовые, сосновые и арчевые редколесья

(*Kochia*, *Capparis*, *Paliurus*, *Rhamnus*, *Spiraea*, *Quercus*, *Acer*, *Cornus*, *Pyrus*, *Berberis*, *Cotoneaste*, *Rosa*, *Lonicera*) и др. Ее численность на этом участке ареала (36 920 га.) в сухостепных биотопах составляет 0,03 экз./га, в шибляках и аридных редколесьях – 0,3 экз./га. Черепаха симбиотопична с *P. apodus*, *P. caucasia*, *L. strigata*, *E. arguta*, *E. velox*, *N. natrix*, *N. tessellata*, *E. collaris*, *E. modestus*, *T. vermicularis*, *Telescopus fallax*, *M. lebetina*, *D. caspius*, *D. schmidtii*, *Eryx jaculus*, *Emys orbicularis*, *M. caspica*.



Рис. 1. Добыча природного камня в естественных местообитаниях черепахи:
а – Каякентский район, б – Талгинское ущелье

Обсуждение

Согласно полученным данным, черепаха распространена в нижних предгорьях на высотах от 150 до 700 м над уровнем моря (рис. 2). Южная граница ареала проходит по левобережью р. Самур между селами Мугерган и Гапцах, южнее ареал тянется на сопредельную территорию Азербайджана. Северная граница проходит по склонам Нараттюбинского хребта в окрестностях с. Новая Урада. По нашим данным, площадь ареала в нижних предгорьях более 100 000 га. Естественные и частично деградированные местообитания сохранились на 71 910 га (72,5 %), на площади 27 570 га (27,5 %) местообитания полностью деградированы. В настоящее время ареал фрагментирован на три участка: первый расположен в юго-восточных предгорьях от левобережья р. Самур до северо-восточных склонов Сабново-Джалганского хребта (около 28 340 га), второй – в центральных предгорьях включает окрестности с. Шаласи до р. Гамриозень (6650 га), третий включает склоны хребтов Канабуру и Нараттюбе (36 920 га). В отличие от низменной части ареала в предгорьях черепаха занимает широкий спектр биотопов – от полупустынных ландшафтов до аридных редколесий, что соответствует ранее опубликованным данным (рис. 3) [8, 20, 24]. Проведенные учеты численности показали, что средняя численность в пределах первого, второго и третьего участков составляет 0,2, 0,3 и 0,15 экз./га, соответственно, средняя плотность – 0,2 экз./га, что значительно ниже приведенных в литературе данных [20]. Наиболее оптимальные местообитания сохранились на территории местности «Шурдере», в окрестностях с. Шаласи и северо-восточных склонах Нараттюбинского хребта (в окрестностях бархана Сарыкум). Согласно нашим данным, популяция, сохранившаяся в песчаных дюнах в окрестностях оз. Аджи (Папас) на Приморской низменности, изолирована от предгорных популяций [23].

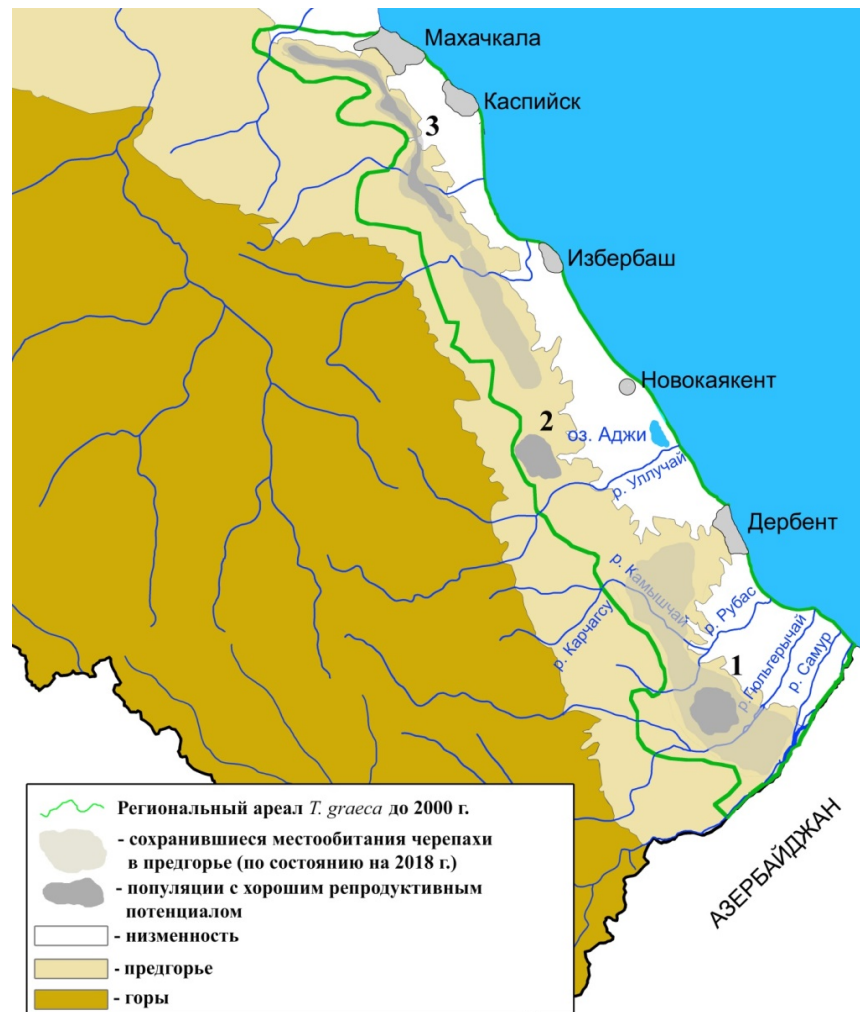


Рис. 2. Ареал *T. graeca* в предгорьях Дагестана по состоянию на 2018 г.: 1 – местообитания в местности «Шурдере»; 2 – местообитания в окрестностях села Шаласы; 3 – местообитания на склонах хребта Нараттубе



Рис. 3. Местообитания *T. graeca*: а – местность «Шурдере» в юго-восточных предгорьях; б – в Талгинском ущелье; в – на Нараттубинском хребте; г – опустыненные степи юго-восточных предгорий (начало)



Рис. 3. Местообитания *T. graeca*: а – местность «Шурдере» в юго-восточных предгорьях; б – в Талгинском ущелье; в – на Нараттюбинском хребте; г – опустыненные степи юго-восточных предгорий (окончание)

Заключение

Для сохранения жизнеспособных популяций *T. graeca* в предгорьях необходимо обеспечить территориальную охрану их местообитаний, организовав новые ООПТ. Существующие заказники «Сергокалинский» и «Каякентский» не соответствуют своему статусу, так как значительная часть их территорий освоена. Федеральный заповедник «Дагестанский», имея небольшую площадь (2480 га), также не способствует сохранению ключевых местообитаний вида. Для сохранения вида на северном пределе ареала необходимо расширить его границы за счет включения в него как кластера Нараттюбинский хребет. Сохранению вида в юго-восточных предгорьях будет способствовать включение местности «Шурдере» (16 380 га) в качестве кластера в федеральный заказник «Самурский». Для сохранения вида в центральных предгорьях необходимо организовать ООПТ в Каякентском районе, включив в него сохранившиеся естественные местообитания черепахи в окрестностях с. Шаласи (6650 га.). Помимо территориальной охраны, необходимо проводить мониторинг популяций с репродуктивным потенциалом, а также продолжить сбор кадастровых данных по распространению и численности в предгорьях. Охране вида будет также способствовать экологическое просвещение местного населения.

Библиографический список

1. Turtles of the World: Annotated Checklist and Atlas of Taxonomy, Synonymy, Distribution, and Conservation Status : Chelonian Research Monographs / A. G. J. Rhodin, J. B. Iverson, R. Bour, U. Fritz, A. Georges, H. B. Shaffer, P. P. van Dijk // Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises: A Compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group / eds.: A. G. J. Rhodin, J. B. Iverson, P. P. van Dijk, R. A. Saumure, K. A. Buhlmann, P. C. H. Pritchard, R. A. Mittermeier. – 2017. – P. 1–292.
2. The Reptile Database / eds.: P. Uetz, P. Freed, Jiri Hošek. – URL: <http://www.reptile-database.org> (дата обращения: 14.11.2018).
3. **Красовский, Д. Б.** Материалы к познанию фауны наземных позвоночных Рутульского кантона Дагестанской АССР / Д. Б. Красовский // Известия II Северо-Кавказского педагогического института. – 1932. – Т. 9. – С. 185–218.

4. **Банников, А. Г.** Материалы к познанию биологии кавказских черепах / А. Г. Банников // Известия Московского городского педагогического института имени В. П. Потемкина. – 1951. – Т. 18. – С. 129–167.
5. Определитель земноводных и пресмыкающихся фауны СССР / А. Г. Банников, И. С. Даревский, В. Г. Ищенко, А. К. Рустамов, Н. Н. Щербак. – Москва : Просвещение, 1977. – 414 с.
6. **Leontyeva, O. A.** Comparative ecological and morphological characteristics of *Testudo graeca nikolskii* and *T. g. ibera* in the Caucasus / O. A. Leontyeva, R. R. Gallamov, I. V. Slavinskaya // Current studies in Herpetology / eds.: C. Miaud, R. Guyetant. – Le Bourget du Lac : SEN, 1998. – P. 263–268.
7. **Костина, Г. Н.** Некоторые морфологические особенности средиземноморской черепахи из Южного Дагестана / Г. Н. Костина, М. В. Галиченко // Влияние антропогенных факторов на структуру и функционирование биоценозов и их отдельных компонентов : межвуз. сб. науч. тр. – Москва, 1998. – С. 80–84.
8. **Mazanaeva, L. F.** Distribution, state of populations and problems of protection of *Testudo graeca ibera* in Dagestan (the south-eastern north Caucasus, Russia) / L. F. Mazanaeva // Chelonii. – 2001. – Vol. 3. – P. 59–66.
9. **Туниев, Б. С.** Пресмыкающиеся / Б. С. Туниев, С. Б. Туниев // Красная книга Краснодарского края. Животные. – Краснодар, 2007. – С. 336–357.
10. **Орлова, В. Ф.** Распространение и состояние популяций средиземноморской черепахи (*Testudo graeca nikolskii* Chkhikvadze et Tuniyev, в Краснодарском крае) / В. Ф. Орлова, В. Г. Старков, Л. Ф. Мазанаева // Вопросы герпетологии : материалы IV съезда Герпетологического общества имени А. М. Никольского / под ред. В. Ф. Орлова. – Санкт-Петербург : Русская коллекция, 2011. – № 203. – С. 203–207.
11. Красная книга Российской Федерации (животные). – Москва : АСТ : Астрель, 2001. – 862 с.
12. Красная книга Чеченской Республики: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных. – Грозный : Южный издательский дом, 2007. – 432 с.
13. Красная книга Краснодарского края (животные). – Изд. 2-е. – Краснодар : Центр развития ПТР Краснодарского края, 2007. – 504 с.
14. Красная книга Краснодарского края. Животные. – Изд 3-е. – Краснодар : Адм. Краснодарского края, 2017. – 720 с.
15. Красная книга Республики Дагестан. – Махачкала : Республиканская газетно-журнальная типография, 2009. – 552 с.
16. Красная Книга Азербайджана. – Баку, 2013. – 493 с.
17. Красная книга Грузинской ССР: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных и растений. Некоторые памятники неорганической природы. – Тбилиси : Сабчота Сакартвело, 1982. – 255 с.
18. Красная книга Армянской ССР: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных. – Ереван : Айастан, 1987. – 123 с.
19. Common Tortoise. – URL: <https://www.iucnredlist.org/species/21646/9305693>
20. **Мазанаева, Л. Ф.** Средиземноморская черепаха, *Testudo graeca* Linnaeus, 1758 / Л. Ф. Мазанаева // Редкие позвоночные животные заповедника «Дагестанский» (под ред. Г. С. Джамирзоева и С. А. Букреева) : тр. заповедника «Дагестанский». – Махачкала, 2013. – Вып. 6. – С. 48–55.
21. **Банник, М. В.** Редкие виды рептилий Приморской низменности Дагестана: состояние популяций и необходимость охраны / М. В. Банник, Г. С. Джамирзоев, А. А. Атемасов, Г. Л. Гончаров // Геоэкологические и биоэкологические проблемы Северного Причерноморья : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Тирасполь, 2000. – С. 18–20.
22. **Джамирзоев, Г. С.** Материалы по распространению и численности средиземноморской черепахи (*Testudo graeca* Linn., 1758) в Дагестане / Г. С. Джамирзоев,

- М. Ф. Тертышников // Герпетологический вестник. – 2000. – Т. II, № 3/4. – С. 23–25.
23. **Мазанаева, Л. Ф.** О сокращении ареала и численности средиземноморской черепахи (*Testudo graeca* Linnaeus, 1758) (Testudinidae, Reptilia) на Приморской низменности Дагестана и проблемы ее охраны / Л. Ф. Мазанаева, У. А. Гичиханова // Современная герпетология. – 2018. – Т. 18, № 3/4. – С. 34–45.
24. **Mazanaeva, L. F.** Distribution and Status of Mediterranean Tortoise (*Testudo graeca*, Linnaeus, 1758) in Russia / L. F. Mazanaeva, V. F. Orlova, E. V. Pijina, V. G. Starkov // Status and Protection of Globally Threatened Species in the Caucasus. – Tbilisi : CEPF, WWF. Contour Ltd., 2009. – P. 143–150.
25. **Шифферс, Е. В.** Природная кормовая растительность горного Дагестана / Е. В. Шифферс // Сельское хозяйство Дагестана. – Москва ; Ленинград : Изд-во АН СССР, 1946. – 396 с.
26. **Чиликина, Л. Н.** Карта растительности ДАССР с объяснительным текстом / Л. Н. Чиликина, Е. В. Шифферс. – Москва ; Ленинград : Изд-во АН СССР, 1962. – 94 с.
27. **Гурлев, И. А.** Природные зоны Дагестана / И. А. Гурлев. – Махачкала : Дагучпедгиз, 1972. – 212 с.
28. **Гюль, К. К.** Физическая география Дагестанской АССР / К. К. Гюль, С. В. Власова, И. М. Кисин, А. А. Тертеров. – Махачкала, 1959. – 250 с.
29. **Эльдаров, М. М.** Физическая география низменного Дагестана / М. М. Эльдаров. – Махачкала : Дагучпедгиз, 1972. – 178 с.
30. **Гулисашвили, В. З.** Растительность Кавказа / В. З. Гулисашвили, Л. Б. Махатадзе, Л. И. Прилипко. – Москва : Наука, 1975. – 233 с.
31. **Атаев, З. В.** Ландшафты предгорного Дагестана и вопросы их агрохозяйственной оптимизации : автореф. дис. ... канд. геогр. наук / Атаев З. В. – Воронеж : Изд-во Воронежского гос. ун-та, 2002. – 27 с.
32. **Шляхтин, Г. В.** Методика полевых исследований экологии амфибий и рептилий / Г. В. Шляхтин, В. Л. Голикова. – Саратов : Изд-во Саратовского ун-та, 1986. – 77 с.
33. **Щербак, Н. Н.** Количественный учет / Н. Н. Щербак // Руководство по изучению земноводных и пресмыкающихся. – Киев, 1989. – С. 121–125.
34. Измерение и мониторинг биологического разнообразия: стандартные методы для земноводных / В. Р. Хейер, М. А. Доннелли, Р. В. Мак-Дайермид, Л.-Э. С. Хэйек, М. С. Фостер. – Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2003. – 380 с.
35. **Галушко, А. И.** Флора Северного Кавказа : определитель. Т. 1 / А. И. Галушко ; отв. ред. д-р биол. наук С. К. Черепанов. – Ростов-на-Дону : Изд-во Ростовского ун-та, 1978. – 320 с.
36. **Гроссгейм, А. А.** Определитель растений Кавказа / А. А. Гроссгейм. – Москва : Советская наука, 1949. – 748 с.
37. **Даревский, И. С.** Охрана амфибий и рептилий в заповедниках Кавказа / И. С. Даревский // Амфибии и рептилии заповедных территорий. – Москва, 1987. – С. 85–101.
38. **Новиков, Г. А.** Полевые исследования экологии наземных позвоночных животных / Г. А. Новиков. – Москва : Советская наука, 1949. – 662 с.
39. **Динесман, Л. Т.** Методы количественного учета амфибий и рептилий / Л. Т. Динесман, М. Л. Калецкая // Методы учета и географическое распределение наземной фауны. – Москва, 1952. – С. 329–340.

References

1. Rhodin A. G. J., Iverson J. B., Bour R., Fritz U., Georges A., Shaffer H. B., P. P. van Dijk. *Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises: A Compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group*. 2017, pp. 1–292.

2. *The Reptile Database*. Eds.: P. Uetz, P. Freed, Jiri Hošek. Available at: <http://www.reptile-database.org> (accessed Nov. 14, 2018).
3. Krasovskiy D. B. *Izvestiya II Severo-Kavkazskogo pedagogicheskogo instituta* [Proceedings of II North Caucasian Pedagogical Institute]. 1932, vol. 9, pp. 185–218. [In Russian]
4. Bannikov A. G. *Izvestiya Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo instituta imeni V. P. Potemkina* [Proceedings of Moscow City Pedagogical Institute named after V. P. Potemkin]. 1951, vol. 18, pp. 129–167. [In Russian]
5. Bannikov A. G., Darevskiy I. S., Ishchenko V. G., Rustamov A. K., Shcherbak N. N. *Opredelitel' zemnovodnykh i presmykayushchikhsya fauny SSSR* [Identification guide of amphibians and vermigrades of the USSR]. Moscow: Prosveshchenie, 1977, 414 p. [In Russian]
6. Leontyeva O. A., Gallamov R. R., Slavinskaya I. V. *Current studies in Herpetology*. Le Bourget du Lac: SEH, 1998, pp. 263–268.
7. Kostina G. N., Galichenko M. V. *Vliyanie antropogennykh faktorov na strukturu i funktsionirovanie biotsenozov i ikh otdel'nykh komponentov: mezhvuz. sb. nauch. tr.* [The impact of anthropogenic factors on the structure and functioning of biocoenoses and their separate components: interuniversity collected papers]. Moscow, 1998, pp. 80–84. [In Russian]
8. Mazanaeva L. F. *Chelonii*. 2001, vol. 3, pp. 59–66.
9. Tuniev B. S., Tuniev S. B. *Krasnaya kniga Krasnodarskogo kraya. Zhivotnye* [The Red Book of Krasnodar region. Animals]. Krasnodar, 2007, pp. 336–357. [In Russian]
10. Orlova V. F., Starkov V. G., Mazanaeva L. F. *Voprosy gerpetologii: materialy IV s"ezda Gerpetologicheskogo obshchestva imeni A. M. Nikol'skogo* [Issues of herpetology: proceedings of IV congress of the Nikolsky Herpetological Society]. Saint-Petersburg: Russkaya kolleksiya, 2011, no. 203, pp. 203–207. [In Russian]
11. *Krasnaya kniga Rossiyskoy Federatsii (zhivotnye)* [The Red Book of the Russian Federation (animals)]. Moscow: AST: Astrel', 2001, 862 p. [In Russian]
12. *Krasnaya kniga Chechenskoj Respubliki: Redkie i nakhodyashchiesya pod ugrozoy ischeznoveniya vidy rasteniy i zhivotnykh* [The Red Book of the Chechen Republic: Rare and endangered species of plants and animals]. Groznyy: Yuzhnyy izdatel'skiy dom, 2007, 432 p. [In Russian]
13. *Krasnaya kniga Krasnodarskogo kraja (zhivotnye)* [The Red Book of Krasnodar region (animals)]. 2nd ed. Krasnodar: Tsentr razvitiya PTR Krasnodarskogo kraja, 2007, 504 p. [In Russian]
14. *Krasnaya kniga Krasnodarskogo kraja. Zhivotnye* [The Red Book of Krasnodar region. Animals]. 3rd ed. Krasnodar: Adm. Krasnodarskogo kraja, 2017, 720 p.
15. *Krasnaya kniga Respubliki Dagestan* [The Red Book of the Republic of Dagestan]. Makhachkala: Respublikanskaya gazetno-zhurnal'naya tipografiya, 2009, 552 p. [In Russian]
16. *Krasnaya Kniga Azerbaydzhana* [The Red Book of Azerbaijan]. Baku, 2013, 493 p. [In Russian]
17. *Krasnaya kniga Gruzinskoy SSR: Redkie i nakhodyashchiesya pod ugrozoy ischeznoveniya vidy zhivotnykh i rasteniy. Nekotorye pamyatniki neorganicheskoy prirody* [The Red Book of the Georgian SSR: Rare and endangered species of animals and plants. Certain monuments of non-organic nature]. Tbilisi: Sabchota Sakartvelo, 1982, 255 p. [In Russian]
18. *Krasnaya kniga Armyanskoy SSR: Redkie i nakhodyashchiesya pod ugrozoy ischeznoveniya vidy zhivotnykh* [The Red Book of the Armenian SSR: Rare and endangered species of animals]. Erevan: Ayastan, 1987, 123 p. [In Russian]
19. *Common Tortoise*. Available at: <https://www.iucnredlist.org/species/21646/9305693>
20. Mazanaeva L. F. *Redkie pozvonochnye zhivotnye zapovednika «Dagestanskiy» (pod red. G. S. Dzhamirzoeva i S. A. Bukreeva): tr. zapovednika «Dagestanskiy»* [Rare vertebra-

- tes of the “Dagestanskiy” nature reserve (edited by G. S. Dzhmirzoev and S. A. Bukreev): proceedings of the “Dagestanskiy” nature reserve]. Makhachkala, 2013, iss. 6, pp. 48–55. [In Russian]
21. Banik M. V., Dzhmirzoev G. S., Atemasov A. A., Goncharov G. L. *Geoekologicheskie i bioekologicheskie problemy Severnogo Prichernomor'ya: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Geocological and bioecological problems of the Northern Black Sea region: proceedings of an International scientific and practical conference]. Tiraspol, 2000, pp. 18–20. [In Russian]
 22. Dzhmirzoev G. S., Tertyshnikov M. F. *Gerpetologicheskiy vestnik* [Herpetological bulletin]. 2000, vol. II, no. 3/4, pp. 23–25. [In Russian]
 23. Mazanaeva L. F., Gichikhanova U. A. *Sovremennaya gerpetologiya* [Modern herpetology]. 2018, vol. 18, no. 3/4, pp. 34–45. [In Russian]
 24. Mazanaeva L. F., Orlova V. F., Iljina E. V., Starkov V. G. *Status and Protection of Globally Threatened Species in the Caucasus*. Tbilisi: CEPF, WWF. Contour Ltd., 2009, pp. 143–150.
 25. Shiffers E. V. *Sel'skoe khozyaystvo Dagestana* [Agriculture of Dagestan]. Moscow; Leningrad: Izd-vo AN SSSR, 1946, 396 p. [In Russian]
 26. Chilikina L. N., Shiffers E. V. *Karta rastitel'nosti DASSR s ob'yasnitel'nym tekstom* [The vegetation map of the DASSR with explanations]. Moscow; Leningrad: Izd-vo AN SSSR, 1962, 94 p. [In Russian]
 27. Gurlev I. A. *Prirodnye zony Dagestana* [Native zones of Dagestan]. Makhachkala: Daguchpedgiz, 1972, 212 p. [In Russian]
 28. Gyu'l' K. K., Vlasova S. V., Kisin I. M., Terterov A. A. *Fizicheskaya geografiya Dagestanskoy ASSR* [Physical geography of the Dagestan ASSR]. Makhachkala, 1959, 250 p. [In Russian]
 29. El'darov M. M. *Fizicheskaya geografiya nizmennogo Dagestana* [Physical geography of a lowland Dagestan]. Makhachkala: Daguchpedgiz, 1972, 178 p. [In Russian]
 30. Gulisashvili V. Z., Makhatadze L. B., Prilipko L. I. *Rastitel'nost' Kavkaza* [Vegetation of the Caucasus]. Moscow: Nauka, 1975, 233 p. [In Russian]
 31. Ataev Z. V. *Landshafty predgornogo Dagestana i voprosy ikh agrokhozyaystvennoy optimizatsii: avtoref. dis. kand. geogr. nauk* [Landscapes of a piedmont Dagestan and problems of their agricultural optimization: author's abstract of dissertation to apply for the degree of the candidate of geographical sciences]. Voronezh: Izd-vo Voronezhskogo gos. un-ta, 2002, 27 p. [In Russian]
 32. Shlyakhtin G. V., Golikova V. L. *Metodika polevykh issledovaniy ekologiy amfibiyy i reptiliy* [The methodology of field studying the ecology of amphibians and reptiles]. Saratov: Izd-vo Saratovskogo un-ta, 1986, 77 p. [In Russian]
 33. Shcherbak N. N. *Rukovodstvo po izucheniyu zemnovodnykh i presmykayushchikhsya* [Guidelines on studying amphibians and vermigrades]. Kiev, 1989, pp. 121–125.
 34. Kheyer V. R., Donnelly M. A., Mak-Dayermid R. V., Kheyer L.-E. S., Foster M. S. *Izmerenie i monitoring biologicheskogo raznoobraziya: standartnye metody dlya zemnovodnykh* [Measuring and monitoring biodiversity: standard methods for amphibians]. Moscow: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2003, 380 p. [In Russian]
 35. Galushko A. I. *Flora Severnogo Kavkaza: opredelitel'. T. 1* [The flora of the North Caucasus: identification guide. Vol. 1]. Rostov-on-Don: Izd-vo Rostovskogo un-ta, 1978, 320 p. [In Russian]
 36. Grossgeym A. A. *Opredelitel' rasteniy Kavkaza* [Plants identification guide of the Caucasus]. Moscow: Sovetskaya nauka, 1949, 748 p. [In Russian]
 37. Darevskiy I. S. *Amfibii i reptilii zapovednykh territoriy* [Amphibians and reptiles of nature reserves]. Moscow, 1987, pp. 85–101. [In Russian]
 38. Novikov G. A. *Polevye issledovaniya ekologiy nazemnykh pozvonochnykh zhivotnykh* [Field studying of the ecology of terrestrial vertebrates]. Moscow: Sovetskaya nauka, 1949, 662 p. [In Russian]

39. Dinesman L. T., Kaletskaya M. L. *Metody ucheta i geograficheskoe raspredelenie nazemnoy fauny* [Record methods and geographical distribution of the terrestrial fauna]. Moscow, 1952, pp. 329–340. [In Russian]
-

Мазанаева Людмила Фейзулаевна

кандидат биологических наук, доцент,
заведующий кафедрой зоологии
и физиологии, Дагестанский
государственный университет (Россия,
г. Махачкала, ул. Гаджиева, 43А)

E-mail: mazanaev@mail.ru

Mazanaeva Lyudmila Feyzulaevna

Candidate of biological sciences, associate
professor, head of sub-department of
zoology and physiology, Dagestan State
University (43A M. Gadzhieva street,
Makhachkala, Russia)

Гичиханова Узлипат Адилмирзаевна

аспирант, Дагестанский государственный
университет (Россия, г. Махачкала,
ул. Гаджиева, 43А)

E-mail: uzlipat92@mail.ru

Gichikhanova Uzlipat Adilmirzaevna

Postgraduate student, Dagestan State
University (43A M. Gadzhieva street,
Makhachkala, Russia)

Образец цитирования:

Мазанаева, Л. Ф. Распространение и биотопическое распределение средиземноморской черепахи (*Testudo graeca* Linnaeus, 1758) в предгорьях Дагестана / Л. Ф. Мазанаева, У. А. Гичиханова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2019. – № 3 (27). – С. 84–96. – DOI 10.21685/2307-9150-2019-3-9.

**РАСПРОСТРАНЕНИЕ И БИОТОПИЧЕСКОЕ
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СМИРНОГО ЭЙРЕНИСА
(*EIRENIS MODESTUS*) В ДАГЕСТАНЕ**

Аннотация.

Актуальность и цели. Ареал *Eirenis modestus* (Martin, 1838) охватывает обширную территорию от островов Эгейского и Средиземного морей на западе, до Восточной Турции, Сирии, Израиля, Ирака, Западного Ирана, Восточного Закавказья на востоке. На территории Российской Федерации встречается изолированно от основной части ареала в горных районах Дагестана. Сведения о распространении *E. modestus* в опубликованной литературе последних десятилетий недостаточны и ограничены лишь перечислением пунктов его находок в предгорных и горных районах без характеристики местообитаний. В связи с чем целью работы было изучить распространение и биотопическое распределение *E. modestus* в Дагестане и провести картирование мест находок.

Материалы и методы. Сбор материала проводили в весенне-летний период 2005–2018 гг. в предгорных и горных районах Дагестана общепринятыми методами прижизненного изучения змей. Видовую принадлежность устанавливали по внешним морфологическим признакам. Полученные сведения о распространении наносили на картосхему с использованием Qgis 2.18. Систематизацию полученных сведений о биотопическом распределении проводили с использованием схемы природных зон, предложенной А. И. Гурлевым, и карты растительности Дагестана Л. Н. Чиликиной и Е. В. Шифферс.

Результаты. Получены новые данные о распространении *E. modestus* в 26 новых пунктах во Внешнегорном, Внутригорном и Высокогорном районах Дагестана, подтверждено его обитание в 12 из 15 локалитетов, известных по литературным данным. Изучено высотное распределение. Проведено картирование ареала и определена его площадь. Дана характеристика мест обитания во всех пунктах находок.

Выводы. В Дагестане *E. modestus* распространен в аридных нижних предгорьях Внешнегорного района и в семиаридных котловинах Внутригорного и Высокогорного районов в диапазоне высот 60–1900 м над уровнем моря. Общая площадь регионального ареала составляет около 163 100 га, что составляет 5,8 % от площади горного Дагестана и 3,2 % – от общей площади всей территории республики. Местообитания приурочены к аридным ландшафтам со скальными выходами, осыпями и глинистыми склонами с аридными редколесьями, ксерофитными горными степями, остепненными лугами и нагорными ксерофитами, по северным склонам вид проникает в сосново-березовые горные леса.

Ключевые слова: *Eirenis modestus*, распространение, картирование ареала, места обитания, горный Дагестан.

SPREADING AND BIOTOPIC DISTRIBUTION OF THE DWARF SNAKE (*EIRENIS MODESTUS*) IN DAGESTAN

Abstract.

Background. The habitat of *Eirenis modestus* (Martin, 1838) covers a vast territory from the islands of the Aegean and Mediterranean seas in the west to Eastern Turkey, Syria, Israel, Iraq, Western Iran, and Eastern Transcaucasia in the east. In the territory of the Russian Federation, it occurs in isolation from the main part of the range in the mountainous regions of Dagestan. The information on the distribution of *E. modestus* in the published literature of the last decades is insufficient and limited only to the listing of items of its finds in the foothill and mountainous areas without habitat characteristics. In this connection, the purpose of the work was to study the distribution and biotopic distribution of *E. modestus* in Dagestan, as well as to map the range.

Materials and methods. The collection of material was carried out in the spring-summer period 2005–2018 in the foothills and mountainous regions of Dagestan by generally accepted methods of studying serpents in vivo. Species affiliation was determined by external morphological features. The distribution information obtained was plotted on a map using Qgis2.18. Systematization of the obtained information on the biotopic distribution was performed using the scheme of natural zones proposed by A. I. Gurlev and the maps of vegetation of Dagestan L. N. Chilikina and E. V. Schiffers.

Results. New data on the distribution of *E. modestus* in 26 new points in Extramountain (foothill), Intermountain and Alpine (highmountain) regions of Dagestan were obtained, its dwelling in 12 out of 15 known localities according to literature data was confirmed. The altitude distribution was studied. Area mapping was carried out and its habitat was determined. The characteristic of habitats in all points of spotting was given.

Conclusions. In Dagestan, *E. modestus* is distributed in the arid lower foothills of the Extramountain region and in the semiarid hollows of the Intermountain and Highmountain regions in the altitude range of 60–1900 meters above sea level. The total area of the regional range is about 163 100 hectares, which is 5,8 % of the area of mountainous Dagestan and 3,2 % of the total area of the entire territory of the republic. Its habitats are confined to arid landscapes with rocky outcrops, scree and clay slopes with arid light forests, xerophytic mountain steppes, steppe meadows and upland xerophytes, through the northern slopes it penetrates into birch-pine forests.

Keywords: *Eirenis modestus*, distribution, mapping of habitat, habitat, mountain Dagestan.

Ареал смиренного эйрениса, *Eirenis modestus* (Martin, 1838), включает острова Эгейского и Средиземного морей на западе, до Восточной Турции, Сирии, Израиля, Ирака, Западного Ирана, Восточного Закавказья на востоке, в пределах Российской Федерации – горный Дагестан. В кавказской части ареала (восточная Грузия, Армения и Азербайджан) спорадически распространен номинативный подвид *E. m. modestus* и в отрыве от основного ареала он встречается на Северном Кавказе – в горной части Дагестана [1–5].

Впервые в Дагестане *E. modestus*, по-видимому, был обнаружен Г. И. Радде в 1885 г. в окрестностях с. Гуниб [6]. Судя по музейным коллек-

циям, эту змею в аридных ущельях рек Андийское и Аварское Койсу добывали Л. Ф. Млокосевич, И. С. Даревский, В. В. Криклий и В. И. Ведмедеря. Последние харьковские исследователи и З. П. Хонякина находили *E. modestus* в предгорьях в окрестностях г. Махачкалы. Для этих же локалитетов, а также для окрестностей г. Избербаш, сел Зизик, Сиртич, Целягюн, Унцукуль, Зирани, Ирганай, Аракани, Гергебили, Агвали, Хуштада и Тлярата приводит М. М. Алхасов [7, 8]. В опубликованной литературе последних десятилетий сведения о распространении *E. modestus* в Дагестане недостаточны и в основном ограничены лишь перечислением пунктов его находок в предгорных и горных районах без указания точных местообитаний [1, 7–9]. В связи с чем целью работы было изучить распространение и биотопическое распределение *E. modestus* в Дагестане, а также провести картирование ареала. Полученные данные приводим в данном сообщении.

Материалы и методы

Материалы и методы. Материал собирали в весенне-летний период 2005–2018 гг. в ходе комплексных экспедиций, организованных кафедрой зоологии и физиологии Дагестанского государственного университета и Сочинским национальным парком (А. Д. Аскендеров, З. С. Исмаилова, Л. Ф. Мазанаева, С. Б. Туниев и Б. С. Туниев). Сбор и обработку материала проводили общепринятыми методами прижизненного изучения змей. Видовую принадлежность устанавливали по внешним морфологическим признакам [4, 15–20]. В ходе исследования использовали геоботаническое описание ландшафтных выделов [21, 22]. При выборе локализации географической точки в том или ином районе мы исходили и из целесообразности проверки и подтверждения имеющихся у нас литературных данных и устных сообщений коллег. Все полученные сведения о распространении *E. modestus* в Дагестане наносили на картосхему с помощью Qgis 2.18. При составлении кадастра находок названия населенных пунктов Дагестана уточняли по справочнику «Кавказ: географические названия и объекты» [23], «Физической карте Республики Дагестан» [24]. Высота над уровнем моря и географические координаты определяли с помощью 12-канального GPS приемника Etrex. Описание биотопов проводили общепринятыми методиками [19, 20]: определяли высоту над уровнем моря, экспозицию склонов, тип растительности. Систематизацию полученных сведений о биотопическом распределении проводили с использованием схемы природных зон, предложенной А. И. Гурлевым [25] и карты растительности Дагестана Л. Н. Чиликиной и Е. В. Шифферс [26].

Район исследования. Исследования проводили в горной части Дагестана. По особенностям рельефа и природно-климатическим условиям эту часть Дагестана принято делить на три физико-географических района: Внешнегорный, Внутригорный и Высокогорный [21, 25, 27–31].

Внешнегорный район представлен передовыми хребтами (1200–3000 м над уровнем моря) и полосой предгорий (150–1200 м). Предгорья по высоте принято делить на две части: нижние (150–600 м) и верхние (600–1200 м). Климат умеренно континентальный со среднегодовой температурой воздуха +9,6–11,3 °С (января – –1,9 °С и августа – +23,8 °С) и годовым количеством осадков 400–600 мм (на северо-западе 700–800 мм).

Внутригорный район образован широкими плато и узкими монокли-нальными гребнями с расположенными между ними глубокими и обширными котловинами (700–2500 м). Его принято делить на две части: известняковую с резко расчлененным скалистым рельефом и сланцевую с мягкими формами рельефа с широкими речными долинами. Климат сухой и континентальный с резко выраженной засушливостью на склонах южной экспозиции. Среднегодовая температура воздуха составляет +6,1–9,8 °С (января – около –3,0–5,0 °С, августа – +15,8–20,4 °С) с годовым количеством осадков 350–600 мм.

Высокогорный район образован северным склоном Главного Кавказского и Боковым хребтами, связанными между собой короткими меридиональными хребтами. Климат характеризуется слабо выраженной континентальностью со среднегодовой температурой воздуха +6,5–9,1 °С (января –4 °С, августа +16,2 °С) и годовым количеством осадков 400–600 мм (на высоких гребнях до 1000 мм и более).

Результаты

Распространение. Согласно литературным и музейным данным *E. modestus* известен в Дагестане по находкам из 15 пунктов: 6 – во Внешнегорном районе; 8 – во Внутригорном известняковом районе; 1 – в Высокогорном районе. Нами найден в 26 новых, а также подтверждено его обитание во всех ранее известных пунктах, за исключением трех в юго-восточных предгорьях (рис. 1).

Во Внешнегорном районе *E. modestus* был известен по находкам на хребтах Тарки-Тау и Нараттубе возле г. Махачкалы, в окрестностях г. Избербаш, а также в юго-восточных предгорьях. Нами обнаружены новые местообитания на северо-восточных макросклонах этих хребтов, а также в ущелье нижнего течения р. Количи, прорезающей уступы древнекаспийских террас в окрестностях г. Избербаш. В юго-восточных предгорьях, в известных пунктах (окрестностях сел Зизик и Целягюн), а также окрестностях г. Дербент *E. modestus* нами не обнаружен. Он найден в юго-западных предгорьях в окрестностях с. Зубутль в каньоне р. Сулак (в том числе по левому борту), а также в окрестностях пос. Дубки на юго-западных склонах хребта Надыр-Бек возле Чиркейского водохранилища, которые расположены в 20 км западнее известных местообитаний в окрестностях г. Махачкалы. В предгорьях южнее Махачкалы *E. modestus* найден в Талгинском ущелье (ущелье Истису-Кака) г. Кукуртбаш (894 м над уровнем моря).

Во Внутригорном районе *E. modestus* был известен по находкам в ущельях рек Андийское Койсу, Аварское Койсу и Каракойсу в его известняковой части. В ущелье р. Андийское Койсу известен по находкам в окрестностях сел Ботлих, Карата и Агвали в верхнем ее течении. Мы подтвердили эти находки, а также нашли его в окрестностях сел Чирката, Ашильта, Нижнее Инхо, Годобери, Верхнее Гаквари, Хуштада, Эчеда (1100–1900 м). В ущелье р. Аварское Койсу известен по находкам в окрестностях сел Унцукуль, Ирганай, Аракани и ее притока Каракойсу в окрестностях сел Гергебил и Гуниб. Мы подтвердили обитание *E. modestus* в этих пунктах, а также нашли его в ущелье р. Аварского Койсу в окрестностях с. Зирани (620 м), а также выше по течению в окрестностях сел Большой Гоцатль, Маали, Кара-

дах, Датуна и Хотода (740–1300 м) и в ущелье р. Каракойсу в окрестностях с. Унты (1100 м). Судя по литературным данным, по семиаридным ландшафтам р. Аварское Койсу *E. modestus* проникает в северо-западную часть Высокогорного района по притоку р. Джурмут в окрестностях с Тлярата (1480 м).

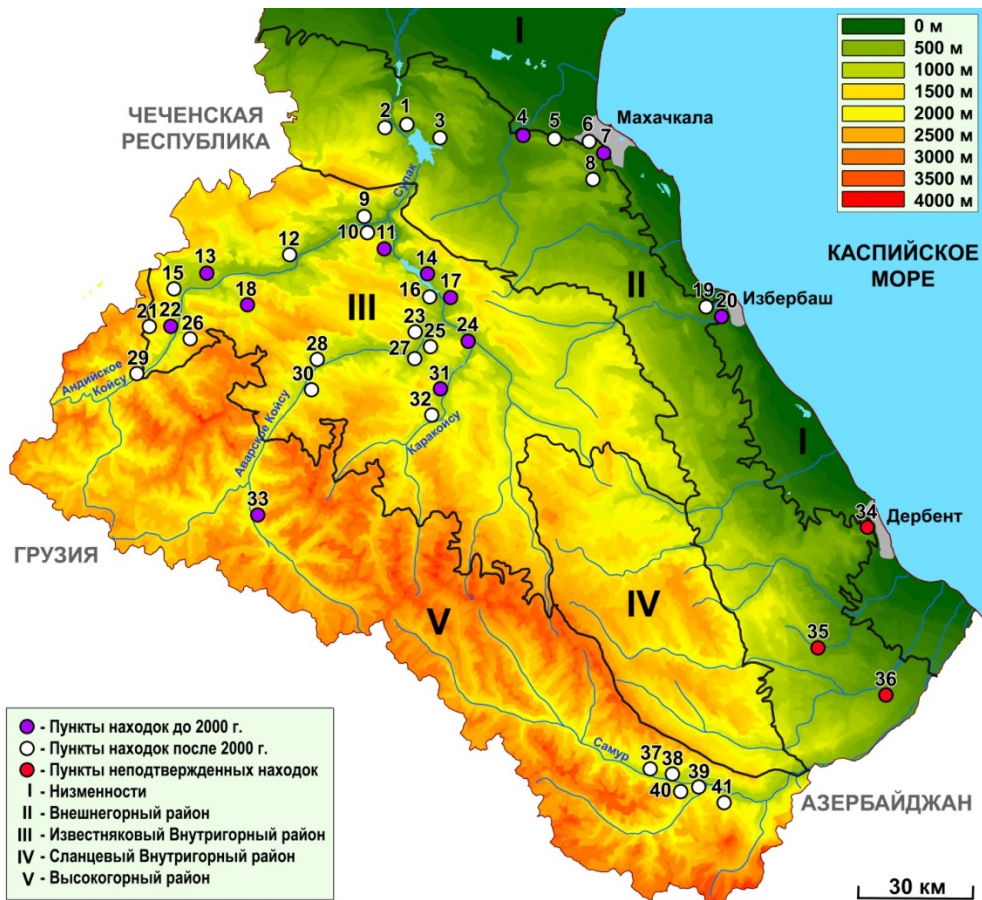


Рис. 1. Распространение *E. modestus* в Дагестане:

1. Дубки, 500 м над уровнем моря, N 42°59' E 46°51'; 2. Зубутль, 420 м над уровнем моря, N 43°00' E 46°48'; 3. Чиркей, 450 м над уровнем моря, N 42°58' E 46°57'; 4. Кумторкала, 310 м над уровнем моря, N 42°59' E 47°13'; 5. Ленинкент, 360 м над уровнем моря, N 42°57' E 47°21'; 6. Альбурикент, 135 м над уровнем моря, N 42°58' E 47°28'; 7. Тарки, 250 м над уровнем моря, N 42°56' E 47°30'; 8. Талги, 340 м над уровнем моря, N 42°52' E 47°26'; 9. Чирката, 480 м над уровнем моря, N 42°47' E 46°43'; 10. Ашильта, 1385 м над уровнем моря, N 42°44' E 46°46'; 11. Унцукуль, 790 м над уровнем моря, N 42°43' E 46°47'; 12. Нижнее Инхо, 650 м над уровнем моря, N 42°41' E 46°30'; 13. Ботлих, 1090 м над уровнем моря, N 42°39' E 46°13'; 14. Ирганай, 640 м над уровнем моря, N 42°38' E 46°55'; 15. Годобери, 1160 м над уровнем моря, N 42°38' E 46°07'; 16. Зирани, 620 м над уровнем моря, N 42°36' E 46°56'; 17. Аракани, 815 м над уровнем моря, N 42°36' E 46°58'; 18. Карата, 1270 м над уровнем моря, N 42°35' E 46°20'; 19. долина р. Количи, 115 м над уровнем моря, N 42°34' E 47°48'; 20. Избербаш, 60 м над уровнем моря, N 42°33' E 47°51' (Алхасов, 1980); 21. Верхнее Гаквари, 1880 м над уровнем моря, N 42°32' E 46°02'; 22. Агвали, 1052 м над уровнем моря, N 42°32' E 46°07'; 23. Большой Гоцатль, 1110 м над уровнем моря, N 42°31' E 46°53'; 24. Хуштада, 1505 м над уровнем моря, N 42°31'

Е 46°10'; **25.** Гергебиль, 930 м над уровнем моря, N 42°30' E 47°04'; **26.** Маали, 950 м над уровнем моря, N 42°29' E 46°54'; **27.** Датуна, 885 м над уровнем моря, N 42°28' E 46°37'; **28.** Карадах, 740 м над уровнем моря, N 42°28' E 46°51'; **29.** Эчеда, 1135 м над уровнем моря, N 42°25' E 46°00'; **30.** Хотода, 1290 м над уровнем моря, N 42°43' E 46°33'; **31.** Гуниб, 1050 м над уровнем моря, N 42°22' E 46°57'; **32.** Унты, 1102 м над уровнем моря, N 42°19' E 46°55'; **33.** Глярата, 1480 м над уровнем моря, N 42°06' E 46°21'; **34.** Дербент, 160 м над уровнем моря, N 42°03' E 48°16'; **35.** Зизик, 460 м над уровнем моря, N 41°46' E 48°07'; **36.** Целягон, 310 м над уровнем моря, N 41°41' E 48°21'; **37.** Зрых, 1340 м над уровнем моря, N 41°30' E 47°33'; **38.** Кака, 1260 м над уровнем моря, N 41°29' E 47°38'; **39.** Ахты, 1330 м над уровнем моря, N 41°27' E 47°42'; **40.** Гдынк, 1495 м над уровнем моря, N 41°27' E 47°40'; **41.** Джаба, 1390 м над уровнем моря, N 41°25' E 47°46'

В литературе нет сведений о распространении *E. modestus* в южной части горного Дагестана. Нами найдена его популяция в аридном ущелье р. Самур в окрестностях сел Зрых, Кака, Ахты, Гдынк и Джаба (1250–1500 м), занимающая площадь около 9000 га. Эта популяция находится на значительном удалении (по прямой около 105 км) от таковых в ущелье рек Андийское и Аварское Койсу и изолирована от них Боковым хребтом.

Биотопы. Местообитания *E. modestus* в Дагестане, как и по общему видовому ареалу, приурочены к предгорным и горным ландшафтам. Ниже приводим описание характерных биотопов.

В северо-западных предгорьях (окрестности с. Зубутль) в каньоне р. Сулак обитает на склонах юго-восточной экспозиции (240–500 м) с выходами твердых пород (рис. 2), поросших шибляком и дубовым редколесьем (*Paliurus spina-christi*, *Rhamnus pallasii*, *Pyrus salicifolia*, *Quercus petraea*, *Q. pubescens*, *Crataegus* spp. и др.). Здесь вид симбиотопичен с *Macrovipera lebetina*, *Zamenis hohenackeri*, *Anguis fragilis*, *Darevskia daghestanica*, *Lacerta strigata*, *Coronella austriaca*, *Natrix natrix*, *N. tessellata*. В окрестностях пос. Дубки обитает на каменистых склонах юго-западной экспозиции хребта Надыр-Бек с нагорно-ксерофитной растительностью и зарослями гемиксерофитных кустарников по днищам балок и оврагов (*P. spina-christi*, *R. pallasii*, *Prunus spinosa*, *Spirea hypericifolia*, *P. salicifolia*, *Crataegus* spp.). В окрестностях п. Чиркей обитает на склонах южной экспозиции с нагорными ксерофитами и сухими разнотравно-полынно-злаковыми степями (*Festuca sulcata*, *Stipa* spp., *Andropogon ischaemum*, *Artemisia taurica*, *Bromus* spp., *Aegilops* spp., *Helianthemum salicifolium*, *Xeranthemum* spp., *Scabiosa micrantha* и др.) на высотах 380–550 м. Здесь он симбиотопичен с *Paralaudakia caucasia* и *L. strigata*.

На северо-восточном макросклоне хребта Нараттубе населяет выходы песчаника и известняка по гребням балок и ущелий, преимущественно на склонах восточной и северо-восточной экспозиции (130–500 м). По верхнему краю обитает в сосново-дубовых, дубовых и можжевельниковых редколесьях (*Pinus kochiana*, *Q. petraea*, *Juniperus oblonga*, *Populus tremula*, *Cotinus coggygri*, *Cotoneaster* spp.), ниже в шибляках (*P. spina-christi*, *Ulmus elliptica*), в подножье – в сухих степях (разнотравные, бородачехо-типчачковые, полынно-злаковые и др.). Здесь он симбиотопичен с *Testudo graeca*, *P. caucasia*, *Pseudopus apodus*, *L. strigata*, *Eryx jaculus*, *C. austriaca*, *Elaphe dione*, *E. sauromates*, *Z. hohenackeri*, *Platyceps najadum*, *Hemorrhhois ravergieri*, *Dolichophis caspius*,

D. schmidti, *N. natrix*, *N. tessellata*, *Telescopus fallax* и *M. lebetina*. На хребте Тарки-Тау в окрестностях Махачкалы встречается на восточных и юго-восточных склонах (200–400 м), покрытых шибляком (*P. spina-christi*, *R. pal-lasi*, *P. spinosa*, *S. hypericifolia*, *P. salicifolia*, *Crataegus* spp.) и дубово-грабовым редколесьем (*Q. petraea*, *Q. pubescens*, *Carpinus betulus* и др.) с фруктовыми дичками (*Prunus cerasifera*, *Malus sylvestris*, *Cydonia oblonga*). В этих же биотопах отмечены *P. apodus*, *L. strigata*, *P. najadum*, *C. austriaca*, *E. sauro-mates*, *D. caspius*, *N. natrix*, *N. tessellata*, *T. fallax*. Юго-западнее г. Махачкалы на г. Кукуртбаш в Талгинском ущелье обитает на щебнистых юго-западных склонах с нагорными ксерофитами и зарослями кустарников (spp. *Spiraea*, *Cornus*, *Berberis*, *Cotoneaste*, *Lonicera*, *Rosa* и др.), на северо-восточных склонах – в дубово-грабовых лесах (*Q. petraea*, *Q. pubescens*, *Acer campestre*, *P. salicifolia*, *Berberis vulgaris*, *C. coggygria*, *C. betulus* и др.). В верховьях ущелья встречается на щебнисто-скальных меловых известняках с можжевеловыми редколесьями (*Juniperus polycarpus* и *J. oblonga*). В этих ландшафтах он симпатричен с *N. natrix*, *N. tessellata*, *C. austriaca*, *P. najadum*, *H. ravergeri*, *E. sauro-mates*, *Z. hohenackeri*, *Hierophis schmidti*, *H. caspius*, *T. fallax*, *E. jaculus*, *Pelias renardi*, *P. caucasia*, *P. apodus*, *A. fragilis*, *L. strigata*, *D. daghestanica*, *Eremias arguta*, *T. graeca*.



Рис. 2. Местообитание *E. modestus*
(шибляк и дубовое редколесье, окрестности с. Зубуль)

В окрестностях г. Избербаш в ущелье р. Количи (110–130 м) встречается в осыпях камней на шибляковых склонах (*P. spina-christi*, *Q. robur*, *B. vulgaris*, *P. spinosa* и др.). Здесь он симпатричен с *Emys orbicularis*, *Mauremys caspica* и *T. graeca*, *P. apodus*, *L. strigata*, *E. jaculus*, *P. najadum*, *E. sauro-mates*, *D. schmidti*, *N. natrix*, *N. tessellata*, *T. fallax* и *M. lebetina*.

Во Внутригорном районе в ущелье рек Андийское Койсу (в окрестностях сел Чирката, Нижнее Инхо, Ботлих, Годобери, Верхнее Гаквари, Агвали, Карата и Хуштада), Аварское Койсу (в окрестностях сел Унцукуль, Ирганай, Зирани, Аракани, Большой Гоцатль, Маали, Карадах, Датуна и Хотода) и Каракойсу (в окрестностях сел Гергебиль, Гуниб и Унты) *E. modestus* населяет южные каменисто-щебнистые склоны с нагорными ксерофитами и сухими степями (стройно-пырейные, бородачево-шалфейно-полынные) с зарослями

кустарников (*P. spina-christi*, *R. pallasii*, sp. *Spiraea*, *Berberis*, *Crataegus*, *Rosa*) по днищам и ущельям, а также в сообществах эспарцета и астрагалов с можжевельником продолговатым (*Onobrychis cornuta*, *Astragalus denudate*, *J. oblonga*) на высотах 480–1200 м. Здесь он симпатричен с *D. daghestanica*, *Lacerta media*, *P. najadum*, *H. ravergieri*, *Pelias lotievi*. На склонах северной экспозиции населяет окраины горных лесов (*Betula litwinovii*, *P. kochiana*) с остепенно-луговыми фитоценозами (рис. 3). Здесь он симбиотопичен с *D. daghestanica*, *P. najadum*, *H. ravergieri*, *P. lotievi*.



Рис. 3. Местообитание *E. modestus* (остепенный горный луг и сосново-березовый лес, окрестности с. Ашильта)

В Высокогорном районе в долине р. Самур *E. modestus* населяет южные и северные макросклоны ущелья. На щебнистых склонах южной и юго-западной экспозиции обитает в нагорных ксерофитах с трагакантовыми астрагалами (*J. sabina*, *A. denudatus*, *A. marschallianus*, *A. beckerianus*, *A. aureus*), на остепенных лугах и в зарослях шибляка по пойме реки на высотах 1200–1500 м над уровнем моря (рис. 4). Здесь *E. modestus* симпатричен с *P. caucasia*, *D. daghestanica*, *L. media*, *L. strigata*, *P. najadum*, *H. ravergieri*, *C. austriaca*, *N. natrix*, *N. tessellata* и *P. lotievi*.



Рис. 4. Местообитание *E. modestus* (нагорные ксерофиты, окрестности с. Ахты)

Обсуждение

Судя по нашим данным, *E. modestus* распространен во всех физико-географических районах горного Дагестана, за исключением сланцевой части Внутригорного района и в западной части Высокогорного района. Региональный ареал состоит из трех изолированных участков: 1) аридные нижние предгорья Внешнегорного района, площадью около 31 600 га; 2) семиаридные котловины рек Андийское Койсу, Аварское Койсу и Каракойсу известняковой части Внутригорного района площадью около 117 000 га; 3) семиаридная котловина р. Самур в юго-восточной части Высокогорного района, площадью около 14 500 га. Все участки ареала более и менее изолированы и привязаны к нижним предгорным и среднегорным аридным ландшафтам в диапазоне высот 60–1900 м над уровнем моря. Суммарная примерная площадь регионального ареала 163 100 га (5,8 % от площади горного Дагестана и 3,2 % от общей площади всей территории республики). В Закавказье эта змея распространена преимущественно в предгорных районах до высот 1260 м в Азербайджане [12] и отчасти в горных районах до 2100 м в Армении [14], где населяет сухие, каменистые склоны, с редкой травянистой растительностью и места усеянные камнями. В Дагестане, как и в Закавказье, местообитания *E. modestus* приурочены к аридным предгорным и горным ландшафтам со скальными выходами, осыпями и глинистыми склонами. Населяет аридные редколесья, в ксерофитные горные степи, местами заходит на участки остепненных лугов и горных сосново-березовых лесов.

Заключение

Судя по полученным нами данным, *E. modestus* в Дагестане занимает значительно более широкий спектр биотопов, чем в Закавказье. Встречается в диапазоне высот 60–1900 м над уровнем моря, населяя аридные и семиаридные биотопы с выходами материнских пород и наличием осыпей в сухих подгорных степях, в полынно-злаковых и злаково-разнотравных предгорных степях, нагорных ксерофитах и сосново-березовых лесах по верхнему краю меридиональных хребтов во Внутригорном Дагестане.

Библиографический список

1. **Туниев, Б. С.** Змеи Кавказа: таксономическое разнообразие, распространение, охрана / Б. С. Туниев, Н. Л. Орлов, Н. Б. Ананьева, А. Л. Агасян. – Санкт-Петербург ; Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2009. – 223 с.
2. **Mahlow, K.** An annotated checklist, description and key to the dwarf snakes of the genus *Eirenis* Jan, 1863 (Reptilia: Squamata: Colubridae), with special emphasis on the dentition / K. Mahlow, F. Tillack, J. F. Schmidtler, J. Muller // *Vertebrate zoology*. – 2013. – Vol. 63, № 1. – P. 41–85.
3. **Wallach, V.** Snakes of the World. A Catalogue of Living and Extinct Species / V. Wallach, K. L. Williams, J. Boundy. – Boca Raton : CRC Press ; Taylor and Francis Group, 2014. – 1227 p.
4. **Дунаев, Е. В.** Земноводные и пресмыкающиеся России: Атлас-определитель / Е. В. Дунаев, В. Ф. Орлова. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Москва : Фитон XXI, 2017. – 328 с.
5. The Reptile Database / ed. P. Uetz. – URL: <http://www.reptile-database.org> (дата обращения: 10.12.2018).

6. **Радде, Г. И.** Коллекции кавказского музея, обработанные совместно с учеными специалистами и изданные др. / Г. И. Радде. – Тифлис : Типография Канцелярии главноначальствующаго гражд. ч. на Кавказе, 1899. – 521 с.
7. **Алхасов, М. М.** Видовой состав и распространение змей в Дагестане / М. М. Алхасов // Биологическая продуктивность дельтовых экосистем Прикаспийской низменности Кавказа. – Махачкала, 1978. – С. 174–176.
8. **Алхасов, М. М.** Распространение некоторых видов змей в Дагестане / М. М. Алхасов // Биологическая продуктивность ландшафтов Дагестана. – Махачкала, 1980. – Вып. III. – С. 80–82.
9. Атлас пресмыкающихся Северной Евразии (таксономическое разнообразие, географическое распространение и природоохранный статус) / Н. Б. Ананьева, Н. Л. Орлов, Р. Г. Халиков, И. С. Даревский, С. А. Рябов, А. В. Барабанов. – Санкт-Петербург : Зоологический ин-т РАН, 2004. – 232 с.
10. **Соболевский, Н. Н.** Герпетофауна Тальша и Ленкоранской низменности (опыт зоогеографической монографии) / Н. Н. Соболевский // Мемуары зоологического отделения Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии. – Москва, 1929. – Вып. 5. – 143 с.
11. **Алекперов, А. М.** Герпетогеографическое районирование Азербайджана / А. М. Алекперов // Ученые записки Азербайджанского государственного университета имени С. М. Кирова. – 1958. – № 1. – С. 65–83.
12. **Алекперов, А. М.** Земноводные и пресмыкающиеся Азербайджана / А. М. Алекперов. – Баку : Элм, 1978. – 262 с.
13. **Мухелишвили, Т. А.** Пресмыкающиеся Восточной Грузии / Т. А. Мухелишвили. – Тбилиси, 1970. – 241 с.
14. Herpetofauna of Armenia and Nagorno-Karabakh / M. S. Arakelyan, F. D. Danielyan, S. Corti, R. Sindaco, A. E. Leviton. – Salt Lake City : SSAR, 2011. – 154 p.
15. Определитель земноводных и пресмыкающихся фауны СССР / А. Г. Банников, И. С. Даревский, В. Г. Ищенко, А. К. Рустамов, Н. Н. Щербак. – Москва : Просвещение, 1977. – 389 с.
16. **Ананьева, Н. Б.** Земноводные и пресмыкающиеся. Энциклопедия природы России / Н. Б. Ананьева, Л. Я. Боркин, И. С. Даревский, Н. Л. Орлов. – Москва, 1998. – 576 с.
17. **Банников, А. Г.** Земноводные и пресмыкающиеся СССР / А. Г. Банников, И. С. Даревский, А. К. Рустамов. – Москва : Мысль, 1971. – 304 с.
18. **Шляхтин, Г. В.** Методика полевых исследований экологии амфибий и рептилий / Г. В. Шляхтин, В. Л. Голикова. – Саратов : Изд-во Саратовского ун-та, 1986. – 77 с.
19. Руководство по изучению земноводных и пресмыкающихся / отв. ред. Н. Н. Щербак. – Киев, 1989. – 172 с.
20. Измерение и мониторинг биологического разнообразия: стандартные методы для земноводных / В. Р. Хейер, М. А. Донелли, Р. В. Мак-Дайермид, Л.-Э. С. Хейек, М. С. Фостер. – Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2003. – 380 с.
21. **Шифферс, Е. В.** Растительность Северного Кавказа и его природные кормовые угодья / Е. В. Шифферс. – Орджоникидзе, 1953. – 198 с.
22. **Гулисашвили, В. З.** Растительность Кавказа / В. З. Гулисашвили, В. З. Махатадзе, Л. И. Прилипко. – Москва : Наука, 1975. – 233 с.
23. Кавказ: географические названия и объекты : алфавитный указатель к пятиверстной карте Кавказского края / сост. Ю. Л. Меницкий, Т. Н. Попова. – Нальчик : Изд-во М. и В. Котляровых, 2007. – 336 с.
24. Физическая карта Республики Дагестан. – Махачкала, 2007.
25. **Гурлев, И. А.** Природные зоны Дагестана / И. А. Гурлев. – Махачкала : Дагучпедгиз, 1972. – 212 с.

26. **Чиликина, Л. Н.** Карта растительности Дагестанской АССР с объяснительным текстом / Л. Н. Чиликина, Е. В. Шифферс. – Москва ; Ленинград : Изд-во АН СССР, 1962. – 94 с.
27. **Кузнецов, Н. И.** Принципы деления Кавказа на ботанико-географические провинции / Н. И. Кузнецов. – 1909. – Т. 24, № 1. – 174 с. – (Записки Императорской Академии наук. По физико-математическому отделению).
28. **Агаханянц, О. Е.** Аридные горы СССР. Природа и географические модели флорогенеза / О. Е. Агаханянц. – Москва : Мысль, 1981. – 270 с.
29. **Гюль, К. К.** Физическая география Дагестанской АССР / К. К. Гюль, С. В. Власова, И. М. Кисин, А. А. Тертеров. – Махачкала, 1959. – 250 с.
30. **Федина, А. Е.** Основные закономерности ландшафтной дифференциации горного Дагестана и их влияние на хозяйственное использование территории / А. Е. Федина // Вопросы ландшафтоведения. – Алма-Ата : Изд-во Академии наук Казахской ССР, 1963. – С. 35–49.
31. **Акаев, Б. А.** Физическая география Дагестана / Б. А. Акаев, З. В. Атаев, Б. С. Гаджиев [и др.]. – Махачкала, 1996. – 382 с.

References

1. Tuniev B. S., Orlov N. L., Anan'eva N. B., Agasyan A. L. *Zmei Kavkaza: taksonomicheskoe raznoobrazie, rasprostranenie, okhrana* [Snakes of the Caucasus: taxonomic diversity, spreading, protection]. Saint-Petersburg; Moscow: Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2009, 223 p. [In Russian]
2. Mahlow K., Tillack F., Schmidler J. F., Muller J. *Vertebrate zoology*. 2013, vol. 63, no. 1, pp. 41–85.
3. Wallach V., Williams K. L., Boundy J. *Snakes of the World. A Catalogue of Living and Extinct Species*. Boca Raton: CRC Press; Taylor and Francis Group, 2014, 1227 p.
4. Dunaev E. V., Orlova V. F. *Zemnovodnye i presmykayushchiesya Rossii: Atlas-opredelitel'* [Amphibians and vermigrades of Russia: Atlas-identification guide]. 2nd ed., rev. and suppl. Moscow: Fiton XXI, 2017, 328 p. [In Russian]
5. *The Reptile Database*. Ed. P. Uetz. Available at: <http://www.reptile-database.org> (accessed Dec. 10, 2018).
6. Radde G. I. *Kollektsii kavkazskogo muzeya, obrabotannye sovместно s uchenymi spetsialistami i izdannye dr.* [Collections of the Caucasian museum, arranged jointly with experts and issued]. Tiflis: Tipografiya Kantselyarii glavnonachal'stvuyushchago grazhd. ch. na Kavkaze, 1899, 521 p. [In Russian]
7. Alkhasov M. M. *Biologicheskaya produktivnost' del'tovykh ekosistem Prikaspiyskoy nizmennosti Kavkaza* [Biological productivity of deltaic ecosystems of the Caspian Lowland of the Caucasus]. Makhachkala, 1978, pp. 174–176. [In Russian]
8. Alkhasov M. M. *Biologicheskaya produktivnost' landshaftov Dagestana* [Biological productivity of the landscapes of Dagestan]. Makhachkala, 1980, iss. III, pp. 80–82. [In Russian]
9. Anan'eva N. B., Orlov N. L., Khalikov R. G., Darevskiy I. S., Ryabov S. A., Barabanov A. V. *Atlas presmykayushchikhsya Severnoy Yevrazii (taksonomicheskoye raznoobrazie, geo-graficheskoye rasprostraneniye i prirodookhranny status)* [An atlas of vermigrades of Northern Eurasia (taxonomic diversity, geographical distribution and preservation status)]. Saint-Petersburg: Zoologicheskii in-t RAN, 2004, 232 p. [In Russian]
10. Sobolevskiy N. N. *Memuary zoologicheskogo otdeleniya Obshchestva lyubiteley estestvoznaniya, antropologii i etnografii* [Memoirs of the zoological department of the Society of Devotees of Natural science, Anthropology and Ethnography]. Moscow, 1929, iss. 5, 143 p. [In Russian]
11. Alekperov A. M. *Uchenye zapiski Azerbaydzhanskogo gosudarstvennogo universiteta imeni S. M. Kirova* [Proceedings of Azerbaijan State University named after S. M. Kirov]. 1958, no. 1, pp. 65–83. [In Russian]

12. Alekperov A. M. *Zemnovodnye i presmykayushchiesya Azerbaydzhana* [Amphibians and vermigrades of Azerbaijan]. Baku: Elm, 1978, 262 p. [In Russian]
13. Muskhelishvili T. A. *Presmykayushchiesya Vostochnoy Gruzii* [Vermigrades of Eastern Georgia]. Tbilisi, 1970, 241 p. [In Russian]
14. Arakelyan M. S., Danielyan F. D., Corti C., Sindaco R., Leviton A. E. *Herpetofauna of Armenia and Nagorno-Karabakh*. Salt Lake City: SSAR, 2011, 154 p.
15. Bannikov A. G., Darevskiy I. S., Ishchenko V. G., Rustamov A. K., Shcherbak N. N. *Opredelitel' zemnovodnykh i presmykayushchikhsya fauny SSSR* [Identification guide of amhibians and vermigrades of the USSR]. Moscow: Prosveshchenie, 1977, 389 p. [In Russian]
16. Anan'eva N. B., Borkin L. Ya., Darevskiy I. S., Orlov N. L. *Zemnovodnye i presmykayushchiesya. Entsiklopediya prirody Rossii* [Amphibians and vermigrades. Encyclopedia of the Russian nature]. Moscow, 1998, 576 p. [In Russian]
17. Bannikov A. G., Darevskiy I. S., Rustamov A. K. *Zemnovodnye i presmykayushchiesya SSSR* [Amphibians and vermigrades of the USSR]. Moscow: Mysl', 1971, 304 p. [In Russian]
18. Shlyakhtin G. V., Golikova V. L. *Metodika polevykh issledovaniy ekologii amfibiy i reptily* [The methodology of field studying the ecology of amphibians and reptiles]. Saratov: Izd-vo Saratovskogo un-ta, 1986, 77 p. [In Russian]
19. *Rukovodstvo po izucheniyu zemnovodnykh i presmykayushchikhsya* [Guidelines on studying amphibians and vermigrades]. Execut. ed. N. N. Shcherbak. Kiev, 1989, 172 p.
20. Kheyer V. R., Donelli M. A., Mak-Dayermid R. V., Kheyek L.-E. S., Foster M. S. *Izmerenie i monitoring biologicheskogo raznoobraziya: standartnye metody dlya zemnovodnykh* [Measuring and monitoring biodiversity: standard methods for amphibians]. Moscow: Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2003, 380 p. [In Russian]
21. Shiffers E. V. *Rastitel'nost' Severnogo Kavkaza i ego prirodnye kormovye ugod'ya* [The vegetation of the North Caucasus and its natural forage lands]. Ordzhonikidze, 1953, 198 p. [In Russian]
22. Gulisashvili V. Z., Makhatadze V. Z., Prilipko L. I. *Rastitel'nost' Kavkaza* [The vegetation of the Caucasus]. Moscow: Nauka, 1975, 233 p. [In Russian]
23. *Kavkaz: geograficheskie nazvaniya i ob"ekty: alfavitnyy ukazatel' k pyativerstnoy karte Kavkazskogo kraya* [The Caucasus: geographical names and objects: an alphabetical index of the five-verst map of the Caucasus region]. Comp. by Yu. L. Menitskiy, T. N. Popova. Nalchik: Izd-vo M. i V. Kotlyarovykh, 2007, 336 p. [In Russian]
24. *Fizicheskaya karta Respubliki Dagestan* [The physical map of the Republic of Dagestan]. Makhachkala, 2007. [In Russian]
25. Gurlev I. A. *Prirodnye zony Dagestana* [Native zones of Dagestan]. Makhachkala: Daguchpedgiz, 1972, 212 p. [In Russian]
26. Chilikina L. N., Shiffers E. V. *Karta rastitel'nosti Dagestanskoy ASSR s ob"yasnitelnym tekstom* [The vegetation map of the Dagestan ASSR with explanations]. Moscow; Leningrad: Izd-vo AN SSSR, 1962, 94 p. [In Russian]
27. Kuznetsov N. I. *Printsipy deleniya Kavkaza na botaniko-geograficheskie provintsii* [The principles of dividing the Caucasus into botanical and geographical provinces]. 1909, vol. 24, no. 1, 174 p. (Zapiski Imperatorskoy Akademii nauk. Po fiziko-matematicheskomu otdeleniyu). [In Russian]
28. Agakhanyants O. E. *Aridnye gory SSSR. Priroda i geograficheskie modeli florogeneza* [Arid mountains of the USSR. The nature and geographical models of florogenesis]. Moscow: Mysl', 1981, 270 p. [In Russian]
29. Gyul' K. K., Vlasova S. V., Kisin I. M., Terterov A. A. *Fizicheskaya geografiya Dagestanskoy ASSR* [Physical geography of the Dagestan ASSR]. Makhachkala, 1959, 250 p. [In Russian]
30. Fedina A. E. *Voprosy landshaftovedeniya* [Issues of landscape studies]. Alma-Ata: Izd-vo Akademii nauk Kazakhskoy SSR, 1963, pp. 35–49. [In Russian]

31. Акаев В. А., Атаев З. В., Гаджиев В. С. et al. *Fizicheskaya geografiya Dagestana* [Physical geography of Dagestan]. Makhachkala, 1996, 382 p. [In Russian]

Мазанаева Людмила Фейзулаевна

кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой зоологии и физиологии, Дагестанский государственный университет (Россия, г. Махачкала, ул. Гаджиева, 43А)

E-mail: mazanaev@mail.ru

Mazanaeva Lyudmila Feyzulaevna

Candidate of biological sciences, associate professor, head of sub-department of zoology and physiology, Dagestan State University (43A Gadzhiev street, Makhachkala, Russia)

Аскендеров Азим Даниялович

кандидат биологических наук, старший преподаватель, кафедра зоологии и физиологии, Дагестанский государственный университет (Россия, г. Махачкала, ул. Гаджиева, 43А); научный сотрудник, лаборатория экологии животных, Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра Российской академии наук (Россия, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 45)

E-mail: askenderov@mail.ru

Askenderov Azim Daniyalovich

Candidate of biological sciences, senior lecturer, sub-department of zoology and physiology, Dagestan State University (43A Gadzhiev street, Makhachkala, Russia); researcher, laboratory of animal ecology, Caspian Institute of Biological Resources of the Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences (45 M. Gadzhiev street, Makhachkala, Russia)

Исмаилова Зулфия Султановна

кандидат биологических наук, старший преподаватель, кафедра зоологии и физиологии, Дагестанский государственный университет (Россия, г. Махачкала, ул. Гаджиева, 43А)

E-mail: ismailovazs@mail.ru

Ismailova Zul'fiya Sultanovna

Candidate of biological sciences, senior lecturer, sub-department of zoology and physiology, Dagestan State University (43A Gadzhiev street, Makhachkala, Russia)

Образец цитирования:

Мазанаева, Л. Ф. Распространение и биотопическое распределение смирного эйрениса (*Eirenis modestus*) в Дагестане / Л. Ф. Мазанаева, А. Д. Аскендеров, З. С. Исмаилова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2019. – № 3 (27). – С. 97–109. – DOI 10.21685/2307-9150-2019-3-10.

ИНДИКАЦИЯ ФТОРИДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ ТЕРРИТОРИИ г. ПЕРМИ С ПОМОЩЬЮ *ACER NEGUNDO* L.

Аннотация.

Актуальность и цели. Проблема загрязнения атмосферного воздуха в г. Перми стоит достаточно остро. Одними из загрязнителей атмосферного воздуха являются соединения фтора, обладающие фитотоксичностью. *Acer negundo* L. является устойчивым к загрязнению атмосферного воздуха инвазивным видом, имеющим широкое распространение на территории г. Перми. К настоящему времени исследования о возможности использования *Acer negundo* в экологическом мониторинге фторидного загрязнения практически отсутствуют. По этой причине целью исследований являлась оценка возможности использования *Acer negundo* в качестве фитоиндикатора загрязнения атмосферного воздуха соединениями фтора.

Материалы и методы. Исследования проведены на территориях, прилегающих к стационарным постам наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха. Объектом исследований являлся *Acer negundo*. Оценивали морфологические изменения листьев и рассчитывали коэффициент их флуктуирующей асимметрии. Определяли активность каталазы, содержание фотосинтетических пигментов и фторидов в листьях на протяжении вегетационного периода. Выявляли зависимость определяемых показателей от интенсивности загрязнения атмосферного воздуха соединениями фтора.

Результаты. На «городском фоновом» посту № 20 г. Перми, где часто фиксировались превышения ПДК по фториду водорода, *Acer negundo* интенсивно накапливал соединения фтора из атмосферного воздуха. В качестве индикаторов фторидного загрязнения может быть использовано содержание фотосинтетических пигментов в листьях *Acer negundo*, высокий коэффициент флуктуирующей асимметрии (КФА) листьев и сравнительно низкая активность каталазы в них.

Выводы. На территории г. Перми повсеместно распространен *Acer negundo*; данный вид может быть использован как удобный фитоиндикатор фторидного загрязнения на урбанизированных территориях.

Ключевые слова: биоэкологический мониторинг, фторидное загрязнение, *Acer negundo* L., флуктуирующая асимметрия, растительные пигменты, каталазная активность.

S. V. Likhachev, E. V. Pimenova, S. N. Zhakova

FLUORID CONTAMINATION INDICATION IN ENVIRONMENTAL MONITORING OF THE TERRITORY OF PERM CITY USING *ACER NEGUNDO* L.

Abstract.

Background. There is an acute problem of air pollution in Perm. In particular, phytotoxic fluoride compounds are one of the major pollutants. *Acer negundo* is

a soil-resistant invasive plant species widely spread in Perm. However, the literature on the possible use of *Acer negundo* in environmental monitoring of fluoride pollution is practically absent. The purpose of this paper is to assess the possibility of usage of *Acer negundo* as a phytoindicator of free air pollution.

Materials and methods. Our research was conducted in territories adjacent to stationary posts of free air pollution monitoring. The research focused on *Acer negundo*. We estimated morphological changes of the leaves and calculated their fluctuating asymmetry coefficient. We found catalase activity, determined the content of photosynthetic pigments and fluorides in leaves throughout the vegetative period. Our findings reveal the dependence of the measures defined above from the free air pollution.

Results. *Acer negundo* accumulates fluoride compounds in its leaves as indicated by the background monitoring station 20 in Perm. The amount of photosynthetic pigments in the leaves, the high fluctuating asymmetry coefficient and a rather low catalase activity can all be used as fluoride pollution indicators.

Conclusions. *Acer negundo* is widespread in Perm and can thus be used as a convenient phytoindicator of fluoride pollution in the urbanized territories.

Keywords: bioenvironmental monitoring, fluoride pollution, *Acer negundo* L., the fluctuating asymmetry, vegetable pigments, activity of a catalase.

Оценка состояния окружающей среды наиболее эффективно проводится сочетанием химических, физических и биологических методов мониторинга. Биологические объекты обладают высокой чувствительностью к воздействию загрязняющих веществ [1], что позволяет оценить достоверность получаемых другими методами данных о загрязнении воздуха [2, 3]. Использование растений как биотесторов называется фитоиндикацией.

При экологическом мониторинге урбанизированных территорий чаще всего оценивают морфологические, физиологические и биохимические изменения в растениях [3, 4]. Для целей экологического мониторинга можно использовать свойство растений к концентрированию загрязняющих веществ [3, 5, 6], например фторидов [7]. Из физиологических показателей чаще оценивают интенсивность фотосинтеза и дыхания. Среди биохимических показателей исследуется активность ферментов (каталазы, пероксидазы, инвертазы) [2, 4, 8], количество и соотношение пигментов, таких как хлорофиллы *a* и *b*, каротиноиды [2, 4, 8].

По результатам исследований, проведенных разными авторами, *Acer negundo* рекомендуется использовать в биомониторинге загрязнения почв [9] и атмосферного воздуха [10, 11] тяжелыми металлами. Кроме этого, в биомониторинге рекомендуется использовать показатель флуктуирующей асимметрии листьев [9], морфометрические показатели побегов [12] и активность ферментов [11] в листьях, в частности каталазы [13, 14].

Проблема загрязнения атмосферного воздуха в г. Перми стоит достаточно остро [1, 4, 15]. Одними из загрязнителей атмосферного воздуха, по которым часто наблюдаются превышения предельно допустимых концентраций (ПДК), являются соединения фтора. Как известно, фториды в большой степени обладают свойством фитотоксичности [6, 7].

Целью исследований являлась оценка возможности использования *Acer negundo* L. в экологическом мониторинге фторидного загрязнения атмосферного воздуха в г. Перми.

Материалы и методы

Исследования проведены в 2015 г. на территориях, прилегающих к постам наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха (ПНЗ) № 14 («промышленный»), № 16 и 20 («городские фоновые»).

Объектом исследований являлся клен ясенелистный (*Acer negundo* L.), поскольку этот вид распространен вблизи мониторинговых постов наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха на территории г. Перми.

Оценивали морфологические изменения листьев – хлорозы, некрозы, продырявливание, рассчитывали коэффициент флуктуирующей асимметрии листьев [16]. Активность каталазы в листьях определяли по методу А. Ш. Галстяна [16], содержание фотосинтетических пигментов – по методике К. И. Степанова [17] с использованием формул Винтерманса и Де Мотса, содержание фторидов в растениях – ионометрическим методом [18]. Повторность исследований трехкратная. Математическая обработка проведена с применением вариационного анализа.

Результаты и обсуждение

По данным Пермского центра гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды, уровень загрязнения атмосферного воздуха г. Перми в 2015 г. по значению индекса загрязнения атмосферы (ИЗА) характеризовался как повышенный [15].

Всего за 2015 г. на всех семи ПНЗ г. Перми отмечено 173 случая превышения предельной допустимой концентрации (ПДК) по фторидам, 40 из них (23 %) наблюдалось на «городском фоновом» ПНЗ № 20 (рис. 1).

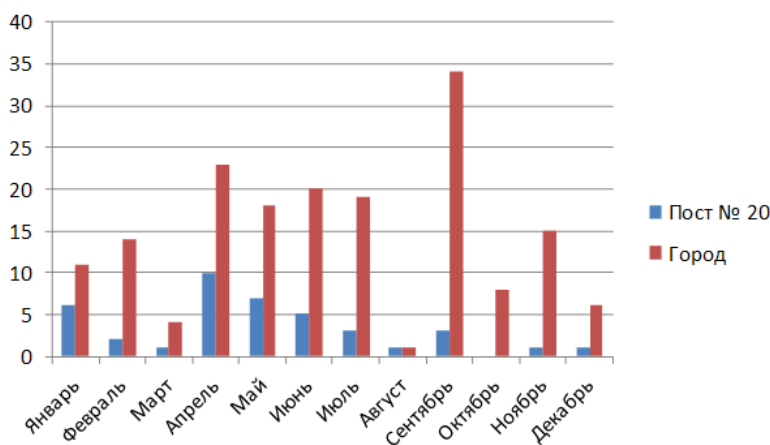


Рис. 1. Количество превышений ПДК содержания фторидов

На «промышленном» ПНЗ № 14, который находится в зоне влияния предприятий химической отрасли, связанных с производством фторированных материалов, в 2015 г. превышений ПДК не фиксировалось. За исследуемый период (июнь-сентябрь) на ПНЗ № 14 отмечено четыре превышения ПДК_{м.р.} (фенол, HCl, формальдегид); на ПНЗ № 16 отмечено 10 превышений (HCl, ксилолы, этилбензол, взвешенные вещества); на ПНЗ № 20 отмечено 21 превышение ПДК (HF, формальдегид, фенол), при этом 18 превышений

отмечено по фтористому водороду [15]. На «фоновом» ПНЗ № 20 наиболее часто превышения ПДК по фтористому водороду фиксировались в апреле–июле и в сентябре, в августе они были минимальными (см. рис. 1).

Учитывая высокую фитотоксичность фторидов, можно предположить, что именно они оказывают негативное влияние на растения на территории, прилегающей к ПНЗ № 20. Было решено изучить реакцию растений на загрязнение воздуха соединениями фтора и ее возможную зависимость от частоты превышений ПДК по фтористому водороду, отмечаемой на ПНЗ № 20. Кроме того, необходимо было проверить возможность использования *Acer negundo* в качестве индикатора фторидного загрязнения.

Древесные растения имеют свойство поглощать и вовлекать в метаболизм газообразные загрязняющие вещества [2, 3, 6, 14], в частности, из воздуха интенсивно поглощаются соединения фтора [6, 12, 25], что приводит к их накоплению. Содержание фторидов в листьях *Acer negundo* на ПНЗ № 20 уже в июне было почти в десять раз выше, чем на промышленном ПНЗ № 14 и почти в 30 раз выше, чем на фоновом ПНЗ № 16. На ПНЗ № 14 и 16 содержание фторидов в листьях оставалось примерно одинаковым на протяжении всего времени исследований (от $5,4 \pm 0,5$ мг/кг в июне до $6,9 \pm 0,3$ мг/кг в июле на ПНЗ № 14 и от $1,5 \pm 0,1$ мг/кг до $1,4 \pm 0,1$ мг/кг на ПНЗ № 16). На ПНЗ № 20 содержание фторидов возрастало от $47,9 \pm 0,1$ мг/кг в июне до $65,1 \pm 0,9$ мг/кг в июле, затем в августе снизилось до $39,4 \pm 1,0$ мг/кг. Данные о накоплении фторидов в листьях *Acer negundo* согласуются с данными об их концентрации в воздухе, полученными с ПНЗ. *Acer negundo* интенсивно поглощает соединения фтора из воздуха.

Таким образом, сравнивая данные по разным ПНЗ, можно отметить, что со снижением частоты фиксируемых превышений ПДК фторидов в воздухе уменьшается их содержание в листьях *Acer negundo* (табл. 1).

Таблица 1

Содержание фторидов в листьях *Acer negundo*, мг/кг

ПНЗ №	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
14	$5,4 \pm 0,5$	$6,9 \pm 0,3$	$5,8 \pm 0,5$	$3,7 \pm 0,1$
16	$1,5 \pm 0,1$	$1,4 \pm 0,1$	$1,2 \pm 0,1$	$1,1 \pm 0,1$
20	$47,9 \pm 0,1$	$65,1 \pm 0,9$	$39,4 \pm 1,0$	$26,3 \pm 1,0$

В результате исследований морфологических показателей листьев *Acer negundo* на «фоновых» и «промышленных» ПНЗ отмечен хлороз листьев (от 37 до 42 %), некроз (от 17 до 24 %), продырявленность (от 26 до 30 %), повреждение насекомыми (от 0 на ПНЗ № 14 до 10 %). Доля неповрежденных листьев варьировала от 4 до 10 % по всем ПНЗ. Таким образом, вблизи «городских фоновых» и «промышленных» ПНЗ повреждение листьев не имело существенных различий. Результаты исследований, проведенных в 2014 и 2015 гг., оказались сходными. По данным Е. С. Денисовой, [5] *Acer negundo* является устойчивым к загрязнению атмосферного воздуха.

На «промышленном» ПНЗ величина КФА составила 0,0714, на «фоновых» ПНЗ № 16 и 20 – 0,0622 и 0,0645 соответственно. На ПНЗ № 20 КФА в 2014 и 2015 г. были практически одинаковыми. КФА характеризует уровень

загрязнения воздуха вблизи всех исследуемых постов по шкале А. Б. Стрельцова [16] как «очень грязно». Коэффициент флуктуирующей асимметрии *Acer negundo* можно использовать в биоэкологическом мониторинге.

Загрязняющие вещества могут изменять количество и соотношение пигментов в листьях [2]. Каждый вид имеет свое оптимальное соотношение пигментов, которое может меняться в зависимости от экологических условий и уровня загрязнения атмосферного воздуха. Отношение хлорофиллов *a*, *b* и каротиноидов в норме стабильно, но при действии неблагоприятных, в основном антропогенных факторов резко изменяется, причем эти изменения могут быть разными. Так, при хроническом действии небольших доз загрязняющих веществ отмечается уменьшение количества хлорофилла и каротиноидов [1, 4], в то же время при фотоокислительном стрессе, по данным О. Л. Воскресенской [2], содержание каротиноидов в листьях увеличивается.

Нами определено содержание пигментов в растительном материале. Содержание пигментов и их соотношение менялось по времени.

В листьях, отобранных вблизи ПНЗ № 20, отношение хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* в июле и в сентябре оказалось максимальным по сравнению с другими постами и составило 0,25 и 3,45 соответственно (табл. 2).

Таблица 2
Содержание фотосинтетических пигментов (мг/кг) и их соотношение

Месяц	ПНЗ №	Хлорофилл			Каротиноиды	Соотношение хлорофилл / каротиноиды
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a / b</i>		
Июль	14	0,21 ± 0,03	1,42 ± 0,04	0,15	0,62 ± 0,02	2,63
	16	0,28 ± 0,04	2,02 ± 0,07	0,14	0,78 ± 0,01	2,95
	20	0,21 ± 0,01	1,83 ± 0,09	0,25	0,19 ± 0,01	10,74
Сентябрь	14	0,29 ± 0,06	0,11 ± 0,05	2,63	0,16 ± 0,01	2,50
	16	0,45 ± 0,03	0,15 ± 0,05	3,00	0,32 ± 0,02	1,88
	20	0,38 ± 0,03	0,11 ± 0,01	3,45	0,15 ± 0,01	3,27

В июле содержание каротиноидов в листьях вблизи ПНЗ № 20 было минимальным, соотношение «хлорофиллы : каротиноиды» в листьях составляло 10,7, в то время как на других участках – 2,69 и 2,95. В сентябре различия между площадками стали менее заметны (2,0–3,3) вследствие того, что снизилось содержание хлорофилла *b* в листьях, отобранных вблизи ПНЗ № 20.

Таким образом, содержание фотосинтетических пигментов в листьях *Acer negundo* может быть использовано как индикаторный показатель загрязнения.

Каталаза – компонент комплексной ферментативной защиты растения, прежде всего от токсичных соединений кислорода [2, 4]. Изменение активности антиоксидантных систем наблюдается в ответ на действие неблагоприятных факторов среды, в том числе и на загрязнение атмосферного воздуха [2, 3, 8, 13, 14]. Для большинства растений каталазная активность выше в зоне с минимальным антропогенным воздействием, а в промышленной зоне ее активность резко падает [2, 8, 13].

Самая высокая каталазная активность в листьях *Acer negundo* на всех ПНЗ наблюдалась в июле и снижалась к сентябрю. На «промышленном» ПНЗ № 14 зафиксированы самые низкие значения активности каталазы. На «городских фоновых» ПНЗ значения активности каталазы выше, чем на «промышленном», при этом на ПНЗ № 20 на протяжении всего периода исследований она была несколько ниже, чем на ПНЗ № 16 (табл. 3).

Таблица 3

Активность каталазы в листьях, мг О₂/г × мин

ПНЗ №	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
14	14,3 ± 0,4	14,8 ± 0,7	13,8 ± 0,2	12,7 ± 0,5
16	17,8 ± 0,4	18,2 ± 0,2	17,1 ± 0,5	15,9 ± 0,2
20	16,5 ± 0,4	17,2 ± 0,5	15,8 ± 0,5	14,4 ± 0,5
20 (2014 г.)	–	17,0 ± 0,2	–	–

Полученные значения подтверждают, что каталазная активность выше на участках с минимальным антропогенным воздействием, а в зоне с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха ее значения существенно снижаются. Активность каталазы в листьях *Acer negundo*, отобранных вблизи «городского фонового» ПНЗ № 20, ниже по сравнению с таковой на «городском фоновом» ПНЗ № 16, что может быть связано с действием фторидов.

Заключение

Acer negundo L. является устойчивым к загрязнению атмосферного воздуха инвазивным видом, имеющим широкое распространение на территории г. Перми. Данный вид интенсивно накапливает соединения фтора из атмосферного воздуха, что позволяет предложить его для целей биомониторинга как концентратора фторидов. Кроме того, в качестве индикаторного показателя загрязнения воздуха могут быть использованы КФА листьев, содержание в них фотосинтетических пигментов и активность каталазы.

Библиографический список

1. **Боброва, А. В.** Анализ состояния березы повислой и клена ясенелистного на территории ООПТ «Черняевский лес» г. Перми / А. В. Боброва, Е. В. Пименова // Антропогенная трансформация природной среды. – 2017. – № 3. – С. 31–33.
2. **Воскресенская, О. Л.** Изменение активности антиоксидантных ферментов у интродуцированных хвойных растений в условиях городской среды / О. Л. Воскресенская, Е. В. Сарбаева, Е. А. Старикова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 2 (30). – С. 56–59.
3. **Gorelova, S. V.** The use of higher plants in biomonitoring and environmental bioremediation / S. V. Gorelova, M. V. Frontasyeva // Phytoremediation: Management of Environmental Contaminants. – 2017. – Vol. 5. – С. 103–155. – DOI 10.1007/978-3-319-52381-1_5.
4. **Жакова, С. Н.** Экологический мониторинг зеленых насаждений и урбаноземов некоторых скверов и парков г. Перми / С. Н. Жакова, Э. Ф. Сатаев // Пермский аграрный вестник. – 2017. – № 3 (19). – С. 4–9.
5. **Денисова, Е. С.** Газопоглотительная способность клена ясенелистного в условиях Западной Сибири / Е. С. Денисова // Динамика систем, механизмов и машин. – 2014. – № 4. – С. 205–208.

6. **Рунова, Е. М.** Влияние фтористых соединений на состояние городской растительности / Е. М. Рунова, Л. В. Аношкина, Г. А. Аверина // Системы. Методы. Технологии. – 2012. – № 2 (14). – С. 126–129.
7. Fluoride distribution and contamination in the water, soil and plants continuum and its remedial technologies, an Indian perspective – a review / G. Singh, B. Kumari, G. Synam, K. Kriti, N. Kumar, S. Mallick // Environmental Pollution. – 2018. – Vol. 239. – С. 95–108. – DOI 10.1016/j.envpol.2018.04.002.
8. **Alqurainy, Ali Akram.** Activities of antioxidants in plants under environmental stress / Ali Akram Alqurainy. – Riyadh : King Saud University, 2007. – 50 p.
9. **Савинов, А. Б.** Биоиндикационный аспект изменчивости листьев *Acer negundo* L. при загрязнении городских почв тяжелыми металлами / А. Б. Савинов, Ю. Д. Никитин, Е. А. Ерофеева // Проблемы региональной экологии. – 2018. – № 5. – С. 45–47.
10. **Турлибекова, Д. М.** Содержание тяжелых металлов у *Acer negundo* в условиях промышленного загрязнения города Орска / Д. М. Турлибекова // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2014. – № 6 (167). – С. 148–149.
11. **Бухарина, И. Л.** Динамика активности медьсодержащих ферментов в листьях древесных растений в условиях крупного промышленного центра (Среднее Поволжье) / И. Л. Бухарина, А. М. Кузьмина, П. А. Кузьмин // Растительные ресурсы. – 2018. – Т. 54, № 2. – С. 280–289.
12. **Виноградова, Е. Н.** Морфометрический анализ годичного побега растений *Acer negundo* L., произрастающих в условиях техногенного загрязнения среды в Донбассе / Е. Н. Виноградова // Самарский научный вестник. – 2016. – № 3 (16). – С. 13–17.
13. **Жакаева, А. М.** Активность каталазы в листьях *Acer negundo* и *Ulmus parvifolia* в районах города Орска с разной антропогенной нагрузкой / А. М. Жакаева, О. А. Саблина // Системы контроля окружающей среды – 2016 : сб. тр. Междунар. науч.-техн. конф. – Ставрополь : Ин-т природно-технических систем, 2016. – С. 155.
14. **Prysedskij, Y.** Changes in catalase activity in leaves of wood and bushy plants in the conditions of air pollution by compounds of fluorine, sulfur and nitrogen / Y. Prysedskij // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2016. – Т. 24, № 2. – С. 295–301.
15. О состоянии и об охране окружающей среды Пермского края в 2015 году : доклад. – 2016. – URL: <http://www.permecology.ru/> (дата обращения: 10.04.2018).
16. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование / ред.: О. П. Мелехова, Е. И. Сарапульцева. – Москва : Академия, 2010. – 288 с.
17. **Степанов, К. И.** Методические указания по определению элементов фотосинтетической продуктивности растений / К. И. Степанов, Л. В. Недранко. – Кишинев : Штиинца, 1988. – 36 с.
18. Практикум по агрохимии / под ред. В. Г. Минеева, В. Г. Сычева. – Москва : Изд-во МГУ, 2001. – 688 с.

References

1. Bobrova A. V., Pimenova E. V. *Antropogennaya transformatsiya prirodnoy sredy* [Antropogenic transformation of the natural environment]. 2017, no. 3, pp. 31–33. [In Russian]
2. Voskresenskaya O. L., Sarbaeva E. V., Starikova E. A. *Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of Ulyanovsk State Agricultural Academy]. 2015, no. 2 (30), pp. 56–59. [In Russian]
3. Gorelova S. V., Frontasyeva M. V. *Phytoremediation: Management of Environmental Contaminants*. 2017, vol. 5, pp. 103–155. DOI 10.1007/978-3-319-52381-1_5.
4. Zhakova S. N., Sataev E. F. *Permskiy agrarnyy vestnik* [Perm agrarian bulletin]. 2017, no. 3 (19), pp. 4–9. [In Russian]

5. Denisova E. S. *Dinamika sistem, mekhanizmov i mashin* [Dynamics of systems, mechanisms and machines]. 2014, no. 4, pp. 205–208. [In Russian]
6. Runova E. M., Anoshkina L. V., Averina G. A. *Sistemy. Metody. Tekhnologii* [Systems. Methods. Technologies]. 2012, no. 2 (14), pp. 126–129. [In Russian]
7. Singh G., Kumari B., Sinam G., Kriti K., Kumar N., Mallick S. *Environmental Pollution*. 2018, vol. 239, pp. 95–108. DOI 10.1016/j.envpol.2018.04.002.
8. Alqurainy Ali Akram. *Activities of antioxidants in plants under environmental stress*. Riyadh: King Saud University, 2007, 50 p.
9. Savinov A. B., Nikitin Yu. D., Erofeeva E. A. *Problemy regional'noy ekologii* [Problems of regional ecology]. 2018, no. 5, pp. 45–47. [In Russian]
10. Turlibekova D. M. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Orenburg State University]. 2014, no. 6 (167), pp. 148–149. [In Russian]
11. Bukharina I. L., Kuz'mina A. M., Kuz'min P. A. *Rastitel'nye resursy* [Vegetative resources]. 2018, vol. 54, no. 2, pp. 280–289. [In Russian]
12. Vinogradova E. N. *Samarskiy nauchnyy vestnik* [Samara scientific bulletin]. 2016, no. 3 (16), pp. 13–17. [In Russian]
13. Zhakaeva, A. M., Sablina O. A. *Sistemy kontrolya okruzhayushchey sredy – 2016: sb. tr. Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf.* [Systems of environmental control – 2016: proceedings of an International scientific and technical conference]. Stavropol: In-t prirodno-tekhnicheskikh sistem, 2016, p. 155. [In Russian]
14. Prysedskiy Y. *Visnik Dnipropetrovs'kogo universitetu. Biologiya. Ekologiya* [Bulletin of Dnepropetrovsk University. Biology. Ecology]. 2016, vol. 24, no. 2, pp. 295–301.
15. *O sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchey sredy Permskogo kraya v 2015 godu: doklad* [On the condition and environmental protection of Perm region in 2015: a report]. 2016. Available at: <http://www.permecology.ru/> (accessed Apr. 10, 2018). [In Russian]
16. *Biologicheskii kontrol' okruzhayushchey sredy: bioindikatsiya i biotestirovanie* [Biological control of the environment: bioindication and biotesting]. Eds.: O. P. Melekhova, E. I. Sarapul'tseva. Moscow: Akademiya, 2010, 288 p. [In Russian]
17. Stepanov K. I., Nedranko L. V. *Metodicheskie ukazaniya po opredeleniyu elementov fotosinteticheskoy produktivnosti rasteniy* [Instructional guidelines on identifying elements of photosynthetic productivity of plants]. Kishinev: Shtiintsa, 1988, 36 p. [In Russian]
18. *Praktikum po agrokhimii* [Agrochemistry tutorial]. Eds. V. G. Mineev, V. G. Sychev. Moscow: Izd-vo MGU, 2001, 688 p. [In Russian]

Лихачев Сергей Васильевич

кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент, кафедра экологии, Пермский
государственный аграрно-
технологический университет
имени академика Д. Н. Прянишникова
(Россия, г. Пермь, ул. Петропавловская, 23)

E-mail: slichachev@yandex.ru

Likhachev Sergey Vasil'evich

Candidate of agricultural sciences, associate
professor, sub-department of ecology, Perm
State Agro-Technological University named
after Academician D. N. Pryanishnikov
(23 Petropavlovskaya street, Perm,
Russia)

Пименова Елена Валентиновна

кандидат химических наук, доцент,
заведующий кафедрой экологии,
Пермский государственный аграрно-
технологический университет
имени академика Д. Н. Прянишникова
(Россия, г. Пермь, ул. Петропавловская, 23)

E-mail: evpimenova@mail.ru

Pimenova Elena Valentinovna

Candidate of chemical sciences, associate
professor, sub-department of ecology, Perm
State Agro-Technological University named
after Academician D. N. Pryanishnikov
(23 Petropavlovskaya street, Perm,
Russia)

Жакова Светлана Николаевна

кандидат биологических наук, доцент,
кафедра экологии, Пермский
государственный аграрно-
технологический университет
имени академика Д. Н. Прянишникова
(Россия, г. Пермь, ул. Петропавловская, 23)

E-mail: zhakova@pgsha.ru

Zhakova Svetlana Nikolaevna

Candidate of biological sciences, associate
professor, sub-department of ecology, Perm
State Agro-Technological University named
after Academician D. N. Pryanishnikov
(23 Petropavlovskaya street, Perm,
Russia)

Образец цитирования:

Лихачев, С. В. Индикация фторидного загрязнения в экологическом мониторинге территории г. Перми с помощью *Acer negundo* L. / С. В. Лихачев, Е. В. Пименова, С. Н. Жакова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2019. – № 3 (27). – С. 110–118. – DOI 10.21685/2307-9150-2019-3-11.

Вниманию авторов!

Редакция журнала «Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки» приглашает специалистов опубликовать на его страницах оригинальные статьи, содержащие новые научные результаты в области биологии, а также обзорные статьи по тематике журнала.

Статьи, ранее опубликованные, а также принятые к опубликованию в других журналах, редколлекцией не рассматриваются.

Редакция принимает к рассмотрению статьи, подготовленные с использованием текстового редактора Microsoft Word for Windows (тип файла – RTF, DOC).

Необходимо представить статью в электронном виде (VolgaVuz@mail.ru) и дополнительно на бумажном носителе в двух экземплярах. Оптимальный объем рукописи 10–14 страниц формата А4. Основной шрифт статьи – Times New Roman, 14 pt через полуторный интервал. Статья **обязательно** должна содержать индекс УДК, ключевые слова и развернутую аннотацию объемом от 100 до 250 слов, имеющую четкую структуру **на русском** (Актуальность и цели. Материалы и методы. Результаты. Выводы) **и английском** (Background. Materials and methods. Results. Conclusions) **языках**.

Обращаем внимание авторов на то, что в соответствии с этическим кодексом журнала для обеспечения единообразия перевод фамилии, имени, отчества каждого автора на английский язык (в сведениях об авторах и списке литературы) осуществляется автоматически с использованием программы транслитерации в кодировке BGN (сайт translit.ru).

Рисунки и таблицы должны быть размещены в тексте статьи и представлены в виде отдельных файлов (растровые рисунки в формате TIFF, BMP с разрешением 300 dpi, векторные рисунки в формате Corel Draw с минимальной толщиной линии 0,75 pt). Рисунки должны сопровождаться подписанными подписями.

Формулы в тексте статьи **обязательно** должны быть набраны в редакторе формул Microsoft Word Equation (версия 3.0) или MathType. Символы греческого и русского алфавитов должны быть набраны прямо, нежирно; латинского – курсивом, нежирно; обозначения векторов и матриц – прямо, жирно; цифры – прямо, нежирно. Наименования химических элементов набираются прямо, нежирно. Эти же требования **необходимо** соблюдать и в рисунках. Допускается вставка в текст специальных символов (с использованием шрифтов Symbol).

В списке литературы **нумерация источников** должна соответствовать **очередности ссылок** на них в тексте ([1], [2], ...). Номер источника указывается в квадратных скобках. **Требования к оформлению списка литературы** на русские и иностранные источники: **для книг** – фамилия и инициалы автора, название, город, издательство, год издания, том, количество страниц; **для журнальных статей, сборников трудов** – фамилия и инициалы автора, название статьи, полное название журнала или сборника, серия, год, том, номер, страницы; **для материалов конференций** – фамилия и инициалы автора, название статьи, название конференции, город, издательство, год, страницы.

К материалам статьи **должна** прилагаться следующая информация: фамилия, имя, отчество, ученая степень, звание и должность, место и юридический адрес работы (на русском и английском языках), e-mail, контактные телефоны (желательно совые).

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается. Рукопись, полученная редакцией, не возвращается. Редакция оставляет за собой право проводить редакционную и допечатную правку текстов статей, не изменяющую их основного смысла, без согласования с автором.

Статьи, оформленные без соблюдения приведенных выше требований, к рассмотрению не принимаются.

Уважаемые читатели!

Для гарантированного и своевременного получения журнала «**Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки**» рекомендуем вам оформить подписку.

Журнал выходит 4 раза в год по тематике • биология.

Стоимость одного номера журнала – 500 руб. 00 коп.

Для оформления подписки через редакцию необходимо заполнить и отправить заявку в редакцию журнала: тел./факс (841-2) 36-84-87; E-mail: VolgaVuz@mail.ru

Подписку можно оформить по объединенному каталогу «Пресса России», тематические разделы: «Научно-технические издания. Известия РАН. Известия вузов», «Природа. Мир животных и растений. Экология», «Химия. Нефтехимия. Нефтегазовая промышленность». Подписной индекс – 70238.

ЗАЯВКА

Прошу оформить подписку на журнал «Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки» на 20__ г.

№ 1 – _____ шт., № 2 – _____ шт., № 3 – _____ шт., № 4 – _____ шт.

Наименование организации (полное) _____

ИНН _____ КПП _____

Почтовый индекс _____

Республика, край, область _____

Город (населенный пункт) _____

Улица _____ Дом _____

Корпус _____ Офис _____

ФИО ответственного _____

Должность _____

Тел. _____ Факс _____ E-mail _____

Руководитель предприятия _____

(подпись)

(ФИО)

Дата «___» _____ 20__ г.