



**Издатель**

ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет»  
Российская Федерация, г.Петрозаводск, пр.Ленина,33

Научный электронный журнал

**ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИИ**

<http://ecopri.ru>

**№ 1 (51). Март, 2024**

**Главный редактор**

А. В. Коросов

**Редакционный совет**

В. Н. Большаков  
А. В. Воронин  
Э. В. Ивантер  
Н. Н. Немова  
Г. С. Розенберг  
А. Ф. Титов  
Г. С. Антипина  
В. В. Вапиров  
А. М. Макаров

**Редакционная коллегия**

Т. О. Волкова  
Е. П. Иешко  
В. А. Илюха  
Н. М. Калинкина  
J. P. Kurhinen  
А. Ю. Мейгал  
J. B. Jakovlev  
В. Krasnov  
А. Gugotek  
В. К. Шитиков  
В. Н. Якимов

**Службы поддержки**

А. Г. Марахтанов  
Е. В. Голубев  
С. Л. Смирнова  
Н. Д. Чернышева  
М. Л. Киреева

**ISSN 2304-6465**

**Адрес редакции**

185910, Республика Карелия, г.Петрозаводск, пр. Ленина, 33. Каб. 453

E-mail: [ecopri@psu.karelia.ru](mailto:ecopri@psu.karelia.ru)

<http://ecopri.ru>





УДК УДК 574.3

# ПОПУЛЯЦИОННАЯ СТРУКТУРА ЧУЖЕРОДНОГО И НАТИВНОГО ВИДОВ НАЗЕМНЫХ МОЛЛЮСКОВ В УСЛОВИЯХ ЮГА СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

**АДАМОВА**  
Валерия Владиславовна

кандидат биологических наук, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 308015, Белгородская область, г. Белгород, ул. Победы, д. 85, [valeriavladislavna@gmail.com](mailto:valeriavladislavna@gmail.com)

**ПАНЧЕНКО**  
Ксения Игоревна

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 308015, Белгородская область, г. Белгород, ул. Победы, д. 85, [1389074@bsu.edu.ru](mailto:1389074@bsu.edu.ru)

**ВОРОБЬЕВА**  
Оксана Владимировна

кандидат биологических наук, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 308015, Белгородская область, г. Белгород, ул. Победы, д. 85, [vorobjeva@bsu.edu.ru](mailto:vorobjeva@bsu.edu.ru)

**ГОРБАЧЕВА**  
Анжелика Александровна

кандидат биологических наук, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 308015, Белгородская область, г. Белгород, ул. Победы, д. 85, [gorbacheva@bsu.edu.ru](mailto:gorbacheva@bsu.edu.ru)

**Ключевые слова:**  
демографическая структура  
виды-вселенцы  
*Xeropicta derbentina*  
*Caucasotachea vindobonensis*  
пространственное  
распределение  
биологические инвазии

**Аннотация:** Распространение вида за пределы своего естественного ареала начинается с заноса особей на новую территорию и воспроизведения популяции вселенца. Взаимодействие чужеродного вида с нативными видами является одним из ключевых аспектов инвазионного процесса. За последние десять лет популяции чужеродного наземного моллюска *Xeropicta derbentina* обнаружены в нескольких пунктах Белгородской области в пределах урбанизированных биотопов. Одна из таких популяций населяет биотоп вместе с аборигенным наземным моллюском, имеющим схожие экологические требования, – *Caucasotachea vindobonensis*. В течение сезона активности моллюсков в 2022 и 2023 гг. было проведено исследование демографической структуры и пространственной организации популяций *X. derbentina* и *C. vindobonensis* на юге Белгородской области с использованием метода пробных площадок. Выявлено, что плотность обеих популяций достаточно высока, достигает наибольших значений в начале – середине лета. Во все месяцы наблюдений, за исключением мая 2023 г., были выявлены значимые различия плотности популяций *X. derbentina* и *C. vindobonensis*. При этом плотность популяции выше у чужеродного вида и составляет в среднем 19–28 особей/м<sup>2</sup> в июне – июле. Тем не менее полученные для *C. vindobonensis* показатели

не являются критичными для этого вида: в мае – июле средняя плотность составляет 4–12 особей/м<sup>2</sup>. Эти значения согласуются с нашими предыдущими исследованиями и другими работами. Пространственная структура обеих популяций преимущественно случайного типа, что может быть обусловлено однородностью условий на исследуемом участке и отсутствием взаимодействий между видами. Также нами не было выявлено пространственной кросс-корреляции между двумя популяциями. Полученные данные свидетельствуют об отсутствии негативного воздействия вселенца на аборигенный вид на исследуемой нами территории.

© Петрозаводский государственный университет

Получена: 25 декабря 2023 года

Подписана к печати: 23 марта 2024 года

## Введение

Биологические инвазии признаны глобальной проблемой ввиду множества последствий для биоты и человека, в частности, их негативного влияния на нативные экосистемы и аборигенные виды (Simberloff et al., 2013; Olden et al., 2004). Однако инвазионный процесс является многоступенчатым, и в самом начале чужеродный вид должен натурализоваться, популяция вселенца должна быть способна к самовозобновлению (Sakai et al., 2001; Blackburn et al., 2011; Алимов, Богуцкая, 2004). На территории Русской равнины за последние десятилетия наблюдается экспансия многих чужеродных видов наземных моллюсков (Шиков, 2016). Среди них существенную долю занимают южные, в частности кавказские, виды. К этой группе вселенцев относится вид *Xeropicta derbentina* (Krynicky, 1836), естественный ареал которого охватывает Кавказ, Крым, Малую Азию (Шилейко, 1978). Его расселение на сегодняшний день наблюдается на территории северного Причерноморья, Приазовья, юга Среднерусской возвышенности, Донецкого края, Приднепровской низменности и Приднепровской возвышенности, а также на северо-востоке Среднедунайской низменности (Гураль-Сверлова, Гураль, 2017; Адамова и др., 2019; Ostrovsky, 2023). Заметим, что на данный момент *X. derbentina*, населяющая в естественном ареале открытые степные биотопы, распространяется на территории с открытыми антропогенными ландшафтами. В частности, ранее нами были проведены исследования популяции *X. derbentina*, населяющей вместе с другими моллюсками-вселенцами этой же экологической группы открытый биотоп в окрестностях мелового карьера Белгорода (Adamova et al., 2022). В указанном исследовании плотность популяции *X. derbentina* за непродолжительный период (2017–2020 гг.) стала сокращаться, в то время как популяция другого вселен-

ца, крымского вида *Brephulopsis cylindrica* (Menke, 1828), росла. Впрочем *X. derbentina* не исчезла с территории Среднерусской возвышенности: популяции моллюска обнаружены нами, помимо Белгорода, еще в двух населенных пунктах южной части Белгородской области (пгт. Волоконовка и г. Шебекино). Других моллюсков-вселенцев на территории этих населенных пунктов пока не наблюдалось. Типичным обитателем открытых биотопов, в т. ч. антропогенных, юга Среднерусской возвышенности является *Caucasotachea vindobonensis* (C. Pfeiffer, 1828) (Шилейко, 1978; Балашёв, 2016). Именно этот вид оказался соседом вселенца *X. derbentina* на исследованной нами территории. Взаимоотношения чужеродного и аборигенных видов могут носить разный характер, и этот аспект является одним из самых важных в инвазионном процессе. В нашем случае, с одной стороны, речь идет о видах с перекрывающимися экологическими нишами, и есть риск вытеснения нативного вида (Алимов, Богуцкая, 2004). С другой стороны, *C. vindobonensis* имеет широкий ареал, который частично совпадает с ареалом *X. derbentina* на Северном Кавказе и в Крыму, где виды успешно сосуществуют (Шилейко, 1978). Целью нашего исследования была оценка состояния двух популяций наземных моллюсков, населяющих один биотоп и имеющих сходные экологические требования: нативного вида *C. vindobonensis* и вселенца *X. derbentina*.

## Материалы

Объектом исследования являлись популяции двух видов наземных моллюсков: *X. derbentina* и *C. vindobonensis*. Популяции совместно населяют рудеральный биотоп (пустырь) поблизости от железнодорожных путей. Исследование проводилось на территории юга Среднерусской возвышенности в пгт. Волоконовка Белгородской области

(50°29'34.6920" N, 37°51'7.8660" E) в 2022 и 2023 гг. В 2022 г. учеты проводили ежемесячно с июня по октябрь, в 2023 г. – с мая по октябрь.

## Методы

Состояние популяции мы оценивали исходя из данных о демографической структуре, плотности популяции, пространственного распределения, в т. ч. взаимного пространственного распределения популяций двух видов.

Для оценки плотности популяций, демографического состава и пространственного распределения использовали метод пробных площадок, расположенных в виде регулярной сетки. Для этого участок учета был разбит на 7 трансект по 10 площадок (0.25 м<sup>2</sup>). Расстояние между соседними площадками составляло 1 м.

Ежемесячно на каждой площадке проводили подсчет общего количества особей каждого вида для определения плотности популяции. Для оценки демографической структуры популяцию каждого вида разделяли на размерно-возрастные классы в зависимости от количества оборотов раковины или наличия сформированного отворота раковины (Шилейко, 1978; Adamova et al., 2022). Для *X. derbentina* было выделено 3 класса: неполовозрелые до двух оборотов раковины, неполовозрелые от 2 до 5 оборотов и половозрелые (5 и более оборотов). Для *C. vindobonensis* – 2 класса: неполовозрелые (не имеющие сформированный отво-

рот раковины) и половозрелые (имеющие сформированный отворот раковины).

Оценка статистической значимости различий плотности популяций двух видов проводилась с использованием непараметрического критерия Вилкоксона – Манна – Уитни в среде R (R Core Team, 2023). Тип пространственного распределения определяли на основе анализа пространственной автокорреляции посредством вычисления глобального индекса Морана (Anselin, 1995) в программе ArcGIS 10.2. Кросс-корреляцию между популяциями двух видов оценивали на основе глобального индекса Морана с использованием пакета «spatialEco» в среде R (Chen, 2015; Evans, Murphy, 2023).

## Результаты

На протяжении двух сезонов наблюдалось существенное различие плотности популяции *X. derbentina* и *C. vindobonensis* (табл. 1). Пик численности популяций обоих видов приходился на июнь – июль. Плотность популяции вида-вселенца достигала максимальных значений 200–215 особей/м<sup>2</sup> в июле, что превосходило таковые значения для *C. vindobonensis* в 4–5 раз. Не было выявлено различий только в мае 2023 г., когда в среднем плотность обеих популяций составляла 12 особей/м<sup>2</sup>. В осенние месяцы плотность популяции снижалась как у *X. derbentina*, так и у *C. vindobonensis*. Однако при этом сохранялось существенное различие в пользу вселенца в среднем в 5–7 раз.

Таблица 1. Плотность населения (D) двух видов моллюсков, особей/м<sup>2</sup>

	<i>Xeropicta derbentina</i>			<i>Caucasotachea vindobonensis</i>		
	D <sub>mean</sub>	SD	D <sub>max</sub>	D <sub>mean</sub>	SD	D <sub>max</sub>
<b>2022</b>						
Июнь*	20.66	30.75	169.23	5.05	8.97	30.77
Июль*	19.128	31.80	215.38	3.74	9.23	46.14
Август*	16.26	26.18	184.62	1.76	5.58	30.77
Сентябрь*	17.80	21.86	107.69	1.98	6.37	30.77
Октябрь*	10.11	17.56	92.31	0.44	2.58	15.38
<b>2023</b>						
Май	12.09	24.97	107.69	12.09	24.97	107.69
Июнь*	27.69	30.16	123.08	8.79	14.00	46.15
Июль*	24.62	35.37	200	5.49	11.12	46.15
Август*	21.10	26.48	123.08	5.49	7.87	30.77
Сентябрь*	20.66	30.08	153.85	3.52	7.49	30.77
Октябрь*	13.63	21.68	92.31	1.91	5.81	30.77

Примечание. \* – статистически значимые различия между плотностью популяций двух видов на основе теста Вилкоксона – Манна – Уитни,  $p < 0.05$ .

В обеих популяциях в течение сезона активности происходило изменение соотношения размерно-возрастных классов (рис. 1, 2), но оно имело несколько разный характер у исследуемых видов.

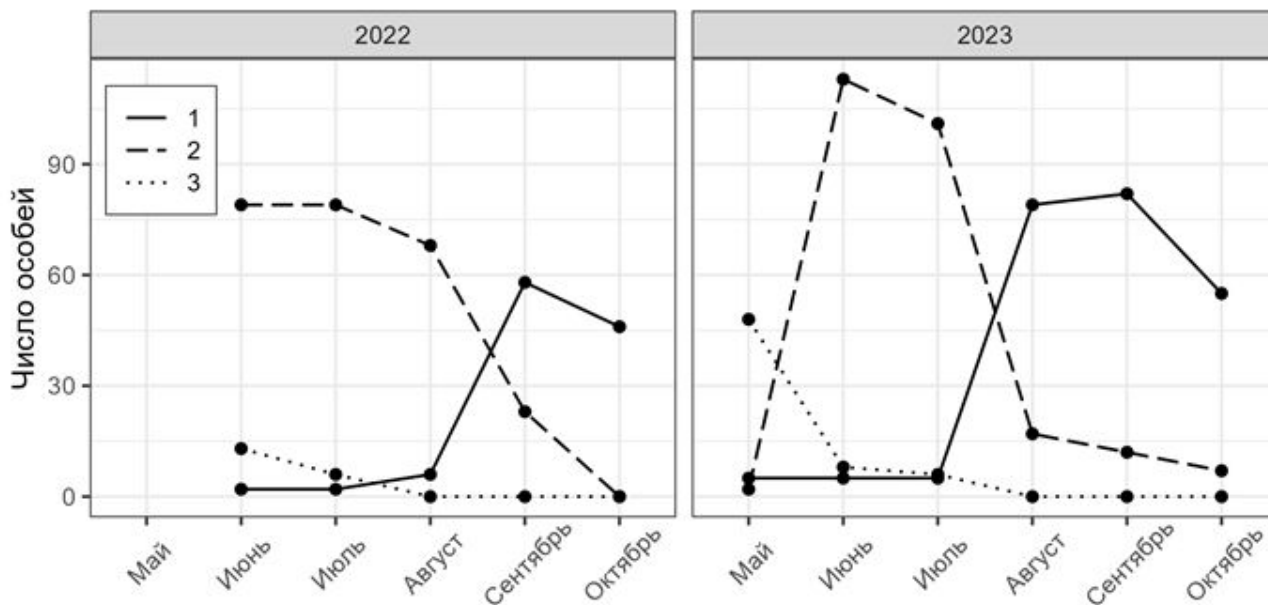


Рис. 1. Число моллюсков *X. derbentina* на учетных площадках: 1 – половозрелые особи, 2 – неполовозрелые особи, имеющие от 2 до 5 оборотов раковины

Fig. 1. Number of *X. derbentina* snails on the sample area: 1 – mature individuals, 2 – immature individuals, having from 2 to 5 shell whorls, 3 – immature individuals, having up to two shell whorls

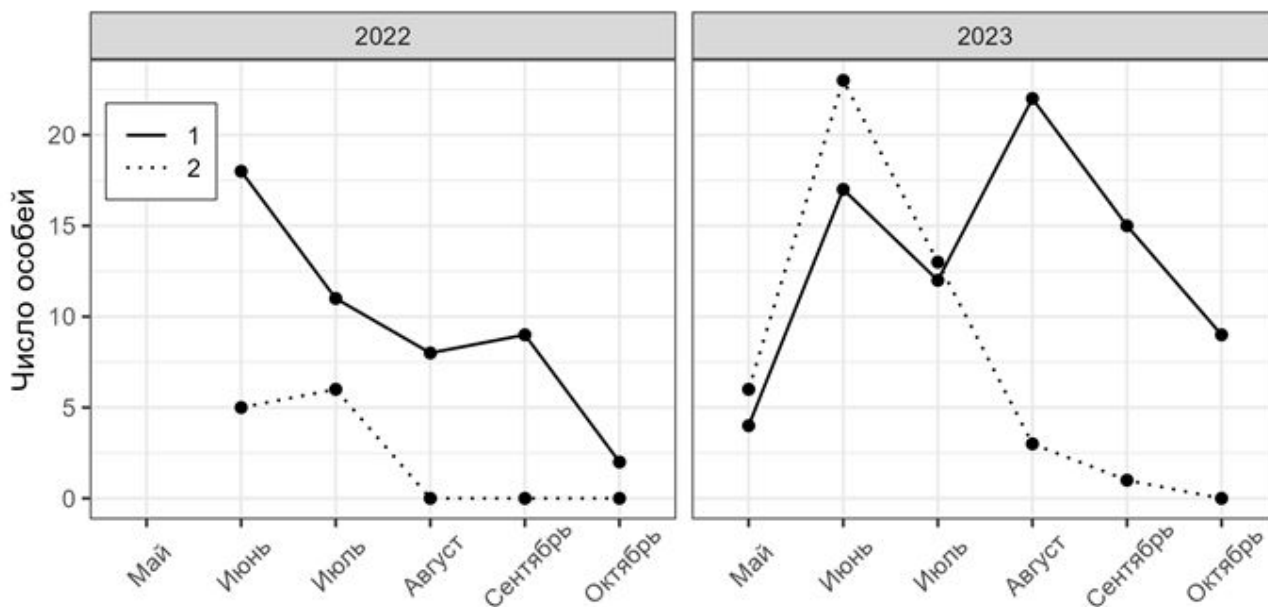


Рис. 2. Число моллюсков *C. vindobonensis* на учетных площадках: 1 – половозрелые особи, 2 – неполовозрелые особи

Fig. 2. Number of *C. vindobonensis* snails on the sample areas: 1 – mature individuals, 2 – immature individuals

В начале сезона активности в популяции *X. derbentina* появляется большое количество молодых особей, которые вылупляются из отложенных в конце прошлого сезона кладок. В течение лета они растут (увеличение доли особей 2-го класса), и осенью большую часть популяции составляют половозрелые особи. В популяции *C. vindobonensis* половозрелые особи составляют основную часть

популяции в течение всего сезона, молодые особи присутствуют только в первой половине сезона.

Пространственное распределение особей в обеих популяциях чаще всего соответствовало случайному (табл. 2). Только в начале и конце учетов 2022 г. в популяции *X. derbentina* наблюдалось групповое (кластерное) распределение.

Таблица 2. Пространственное размещение моллюсков *Xeropicta derbentina* и *Caucasotachea vindobonensis*

Вид	Год	Показатели	месяц						
			май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	
<i>X. derbentina</i>	2022	$I_M$	–	0.165	-0.016	0.007	-0.006	0.229	
		р-значение	–	0.004	0.978	0.688	0.888	<0.001	
		Тип распределения	–	C	R	R	R	C	
	2023	$I_M$	-0.103	0.042	0.057	0.0512	0.073	0.088	
		р-значение	0.154	0.388	0.241	0.308247	0.165	0.107	
		Тип распределения	R	R	R	R	R	R	
	<i>C. vindobonensis</i>	2022	$I_M$	–	0.079	0.021	-0.061	-0.007	-0.026
			р-значение	–	0.149	0.565	0.442	0.897	0.815
			Тип распределения	–	R	R	R	R	R
2023		$I_M$	-0.109	0.030	0.099	-0.040	0.026	0.083	
		р-значение	0.125	0.496	0.078	0.694	0.521	0.108	
		Тип распределения	R	R	R	R	R	R	

Примечание. R – случайный тип распределения, C – кластерный тип распределения,  $I_M$  – глобальный индекс Морана.

Результаты анализа пространственной кросс-корреляции показали отсутствие таковой между двумя популяциями ( $p > 0.05$ ). Кроме того, значения индекса Морана при оценке кросс-корреляции были невысокими: от -0.01 до 0.01.

## Обсуждение

Исходя из полученных данных, можно утверждать, что популяция вида-вселенца значительно превосходит популяцию нативного вида по численности. Высокая численность *X. derbentina* наблюдается в других интродуцированных популяциях, например, в Провансе (Aubry et al., 2005). В ранее исследованной нами белгородской популяции *X. derbentina* мы наблюдали сопоставимые значения плотности на участках, где отсутствовал другой вид-

вселенец (Adamova et al., 2022). Означает ли это, что *X. derbentina* вытесняет *C. vindobonensis*? Такое утверждение было бы преждевременным. У исследуемых видов отличается продолжительность жизни и жизненный цикл. *X. derbentina* обычно имеет однолетний жизненный цикл, хотя и способна переключаться на двулетний при определенных условиях (Kiss et al., 2005). В представленном исследовании мы наблюдали небольшое количество половозрелых особей *X. derbentina* в мае, так же как и в 2020 г. в другой популяции на юге Среднерусской возвышенности (Adamova et al., 2022). По всей видимости, они успешно перезимовали и потенциально могли оставить потомство в течение двух сезонов. Однако это наблюдается у небольшого количества особей в популяции. Напротив,

*C. vindobonensis* достигает репродуктивного возраста лишь к концу второго года жизни при продолжительности жизни до семи лет (Staikou, 1998). Плотность популяции этого вида на исследуемой нами территории в сравнении с данными других работ даже можно назвать высокой: так, на севере Греции средняя плотность популяции этого вида составляла  $2.80 \pm 0.67$  особей/м<sup>2</sup> (Staikou, 1998). Средние значения плотности волоконовской популяции *C. vindobonensis* также сопоставимы с плотностью популяций *Cerpea nemoralis* L. (от 0.9 до 5 особей/м<sup>2</sup>) (Williamson et al., 1977). Количество ювенильных особей в волоконовской популяции *C. vindobonensis* также довольно большое, особенно в начале сезона активности.

Пространственная структура обеих популяций преимущественно соответствовала случайному типу распределения. В предыдущем исследовании в белгородской популяции *X. derbentina* при высокой плотности чаще наблюдалось агрегированное распределение особей (Adamova et al., 2022), случайное распределение было отмечено при сокращении плотности. В приведенном ранее исследовании на территории северной Греции популяция *C. vindobonensis* имела равномерную пространственную структуру, при этом автор указывает, что для других видов моллюсков, обитающих в этих же условиях, характерен случайный или групповой тип распределения (Staikou, 1998). Пространственное распределение наземных моллюсков зависит от многих факторов среды. На ряде видов показано влияние распределения растительности и физико-химических свойств почвы на распределение особей наземных моллюсков (Крамаренко и др., 2014). В этой же работе выявлено, для ксерофильных моллюсков характерна пространственная агрегированность. Однако в нашем исследовании только в июне и октябре 2022 г. в популяции *X. derbentina* наблюдалось групповое распределение особей на участке. Это может быть обусловлено изменением условий среды (например, увеличением влажности) и концентрацией моллюсков на некоторых участках. Взаимодействие особей, как внутри-, так и межвидовое, также оказывает влияние на распределение улиток (Cameron, Carter, 1979). Между исследованными нами популяциями не было выявлено взаимной пространственной корреляции,

что указывает на отсутствие прямого взаимодействия между видами. Возможно, это обстоятельство, а также однородность условий среды на исследованном участке могут обуславливать случайное размещение моллюсков.

*X. derbentina* известна как чужеродный вид в некоторых регионах Европы, но отрицательного влияния на аборигенную малакофауну к настоящему моменту не выявлено (De Mattia, 2007; Gojšina et al., 2022; Wagner, Bertrand, 2021). В частности, в западном Средиземноморье показано даже увеличение разнообразия сообществ моллюсков в региональном масштабе, хотя отмечено, что локально вид-вселенец способен подавлять некоторые нативные виды ввиду высокой численности (Aubry et al., 2005). *C. vindobonensis* также успешно осваивает новые территории. Известны чужеродные популяции этого вида в центральной части Русской равнины (Egorov, 2014) и в Северной Америке (Hausdorf et al., 2021). Как и *X. derbentina*, *C. vindobonensis* проявляет экологическую пластичность и населяет разнообразные открытые биотопы (Mierzwa, 2009). Кроме того, приуроченность к антропогенным биотопам, ряд биологических особенностей (в частности, способность прикрепляться к различным предметам) обуславливают распространение этих видов человеком, что вообще характерно для многих наземных моллюсков (Cowie, Robinson, 2003). Так, распространение особей *X. derbentina* за счет их прикрепления к транспорту показано в северо-западном Средиземноморье (Aubry et al., 2006). Антропохорное распространение *C. vindobonensis* на территории Европы подтверждается молекулярно-генетическим анализом популяций (Kajtoch et al., 2017). Исследуемые нами популяции населяют прилегающую к железнодорожным путям территорию, что позволяет предположить занос вселенца транспортом и в этом случае. Обобщая эти данные, можно предположить, что оба вида могут не только существовать на исследованной нами территории, не конкурируя друг с другом, но и расселяться на новые для них территории.

## Заключение

Состояние популяций *X. derbentina* и *C. vindobonensis* на исследуемой нами территории характеризуется высокой плотностью, преобладанием ювенильных особей в начале сезона активности моллюсков, случай-

ным размещением особей. При этом аборигенный вид *C. vindobonensis* не испытывает негативного воздействия со стороны вселенца. Оба вида адаптированы к обитанию в антропогенных биотопах, что позволяет предположить их дальнейшее сосуществование на территории юга Среднерусской возвышенности.

## Библиография

- Адамова В. В., Снегин Э. А., Украинский П. А. Морфометрическая и генетическая изменчивость популяций моллюска-вселенца *Xeropicta derbentina* (Gastropoda, Pulmonata, Hygromiidae) // *Ruthenica*. 2019. Т. 29, № 3. С. 149–160.
- Алимов А. Ф., Богущкая Н. Г. Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. 436 с.
- Балашёв И. А. Фауна Украины. Моллюски. Стебельчатоглазые (Stylommatophora). Киев: Наукова Думка, 2016. Т. 29, № 5. 591 с.
- Гураль-Сверлова Н. В., Гураль Р. И. Расширение ареалов наземных моллюсков рода *Xeropicta* (Gastropoda, Hygromiidae) на территории Украины // *Российский журнал биологических инвазий*. 2017. Т. 10, № 2. С. 20–27.
- Крамаренко С. С., Кунах О. Н., Жуков А. В., Андрусевич Е. В. Анализ паттернов пространственной организации популяций наземных моллюсков: подход с использованием методов геостатистики // *Бюллетень Дальневосточного малакологического общества*. 2014. Т. 18. С. 5–40.
- Шиков Е. В. Адвентивные виды наземной малакофауны центра Русской равнины // *Ruthenica*. 2016. Т. 26, № 3-4. С. 153–164.
- Шилейко А. А. Наземные моллюски надсемейства Helicoidea. Фауна СССР. Моллюски. Л.: Наука, 1978. Т. 3, № 6. 384 с.
- Adamova V. V., Ukrainskiy P. A., Krymskaya O. V. Demographic and spatial structure at the stage of expansion in the populations of some alien land snails in Belgorod city (Central Russian Upland) // *Ruthenica. Russian Malacological Journal*. 2022. Vol. 32, № 1. P. 21–39.
- Anselin L. Local indicators of spatial association – LISA // *Geographical analysis*. 1995. Vol. 27, № 2. P. 93–115.
- Aubry S., Labaune C., Magnin F., Kiss L. Habitat and integration within indigenous communities of *Xeropicta Derbentina* (Gastropoda: Hygromiidae) a recently introduced land snail in south-eastern France // *Diversity and Distributions*. 2005. Vol. 11. P. 539–547.
- Aubry S., Labaune C., Magnin F., Roche P., Kiss L. Active and passive dispersal of an invading land snail in Mediterranean France // *Journal of Animal Ecology*. 2006. Vol. 75, № 3. P. 802–813.
- Blackburn T. M., Pyšek P., Bacher S., Carlton J. T., Duncan R. P., Jarošík V., Wilson J. R. U., Richardson D. M. A proposed unified framework for biological invasions // *Trends in Ecology & Evolution*. 2011. Vol. 26, № 7. P. 333–339.
- Cameron R. A. D., Carter M. A. Intra- and Interspecific Effects of population density on growth and activity in some Helicid land snails (Gastropoda: Pulmonata) // *The Journal of Animal Ecology*. 1979. P. 48–237. DOI: 10.2307/4111.
- Chen Y. A new methodology of spatial cross-correlation analysis // *PLOS ONE*. 2015. Vol. 10, № 5. P. 1–20.
- Cowie R. H., Robinson D. G. Pathways of introduction of nonindigenous land and freshwater snails and slugs // *Invasive species: vectors and management strategies*. 2003. P. 93–122.
- De Mattia W. *Xeropicta derbentina* (Krynicky, 1836) (Gastropoda, Hygromiidae) in Italy and along the Croatian coast, with notes on its systematics and nomenclature // *Basteria*. 2007. Vol. 71, № 1-3. P. 1–12.
- Egorov R. The first record of *Cepaea vindobonensis* (Pfeiffer, 1828) (Stylommatophora: Helicidae) in the central part of European Russia // *Malacologica Bohemoslovaca*. 2014. Vol. 13. P. 110–113.
- Evans J. S., Murphy M. A. R package version 2.0-2 // *spatialEco*. URL: <https://github.com/jeffrejevans/spatialEco> (дата обращения: 22.12.2023).
- Gojšina V., Páll-Gergely B., Vujić M., Dedov I. First record of the genus *Xeropicta* Monterosato, 1892 (Gastropoda: Eupulmonata: Geomitridae) in Serbia // *Folia Malacologica*. First record of the genus *Xeropicta* Monterosato, 1892 (Gastropoda). 2022. Vol. 30, № 1. P. 47–53.
- Hausdorf B., Parr M., Shappell L. J., Oldeland J., Robinson D. G. The introduction of the European *Caucasotachea vindobonensis* (Gastropoda: Helicidae) in North America, its origin and its potential range // *Biological Invasions. The introduction of the European Caucasotachea vindobonensis* (Gastropoda). 2021. Vol. 23, № 11. P. 3281–3289.
- Kajtoch Ł., Davison A., Grindon A., Deli T., Sramkó G., Gwardjan M., Kramarenko S., Mierzwa-Szymkowiak D., Ruta R., Ścibior R., Tóth J. P., Wade C., Kolasa M., Egorov R. V., Fehér Z. Reconstructed historical distribution and phylogeography unravels non-steppic origin of *Caucasotachea vindobonensis* (Gastropoda: Helicidae) // *Organisms Diversity & Evolution*. Reconstructed historical distribution and phylogeography unravels non-steppic origin of *Caucasotachea vindobonensis* (Gastropoda). 2017. Vol. 17, № 3. P. 679–692.



- Kiss L., Labaune C., Magnin F., Aubry S. Plasticity of the life cycle of *Xeropicta derbentina* (Krynicky, 1836), a recently introduced snail in mediterranean France // *Journal of Molluscan Studies*. 2005. Vol. 71, № 3. P. 221–231.
- Mierzwa D. *Cepaea vindobonensis* (Férussac, 1821) (Gastropoda: Pulmonata: Helicidae) in central, northwestern and western Poland // *Folia Malacologica*. 2009. Vol. 17, № 4. P. 185–198.
- Olden J. D., LeRoy Poff N., Douglas M. R., Douglas M. E., Fausch K. D. Ecological and evolutionary consequences of biotic homogenization // *Trends in Ecology & Evolution*. 2004. Vol. 19, № 1. P. 18–24.
- Ostrovsky A. M. *Xeropicta derbentina* (Krynicky, 1836) (Gastropoda: Eupulmonata: Geomitridae) in Belarus – new data // *Folia Malacologica*. 2023. Vol. 31, № 1. P. 43–47. DOI: 10.12657/fofmal.031.006.
- R Core Team (2023). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/> (дата обращения: 22.12.2023).
- Sakai A. K., Allendorf F. W., Holt J. S., Lodge D. M., Molofsky J., With K. A., Vaughman S., Cabin R. J., Cohen J. E., Ellstrand N. C., McCauley D. E., O'Neil P., Parker I. M., Thompson J. N., Weller S. G. The population biology of invasive species // *Annual Review of Ecology and Systematics*. 2001. Vol. 32, № 1. P. 305–332.
- Simberloff D., Martin J. L., Genovesi P., Maris V., Wardle D. A., Aronson J., Courchamp F., Galil B., García-Berthou E., Pascal M., Pyšek P., Sousa R., Tabacchi E., Vilà M. Impacts of biological invasions: what's what and the way forward // *Trends in Ecology & Evolution*. 2013. Vol. 28, № 1. P. 58–66.
- Staikou A. E. Aspects of life cycle, population dynamics, growth and secondary production of the pulmonate snail *Cepaea vindobonensis* (Férussac, 1821) in northern Greece // *Journal of Molluscan Studies*. 1998. Vol. 64, № 3. P. 297–308.
- Wagner A., Bertrand A. Première observation de l'Hélicelle des Balkans, *Xeropicta derbentina* (Krynicky, 1836) (Mollusca, Gastropoda, Geomitridae) en Alsace (France, Grand Est, Bas-Rhin) // *Folia Conchyliologica*. 2021. Vol. 66. P. 73–76.
- Williamson P., Cameron R., Carter M. Population dynamics of the landsnail *Cepaea nemoralis* L.: A six-year study // *The Journal of Animal Ecology*. 1977. P. 181–194.

# POPULATION STRUCTURE OF ALIEN AND NATIVE SPECIES OF LAND SNAILS IN THE CONDITIONS OF THE SOUTH OF THE CENTRAL RUSSIAN UPLAND

**ADAMOVA**  
Valeria Vladislavovna

*PhD, Belgorod State National Research University, 85, Pobedy St., Belgorod, 308015, Russia, valeriavladislavna@gmail.com*

**PANCHENKO**  
Ksenia Igorevna

*Belgorod State National Research University, 85, Pobedy St., Belgorod, 3, 1389074@bsu.edu.ru*

**VOROBYOVA**  
Oksana Vladimirovna

*PhD, Belgorod State National Research University, 85, Pobedy St., Belgorod, 3, vorobjeva@bsu.edu.ru*

**GORBACHEVA**  
Anzhelika Alexandrovna

*PhD, Belgorod State National Research University, 85, Pobedy St., Belgorod, 3, gorbacheva@bsu.edu.ru*

## Keywords:

demographic structure  
invasive species  
*Xeropicta derbentina*  
*Caucasotachea vindobonensis*  
spatial distribution  
biological invasions

**Summary:** The spread of a species beyond its natural range begins with the introduction of individuals into a new territory and the reproduction of the invader population. One of the key aspects of the invasion process is the interaction of an invading species with native one. Over the past ten years, populations of the alien land snail *Xeropicta derbentina* have been discovered in several locations in the Belgorod region within urbanized biotopes. One of these populations inhabits the biotope together with an indigenous land snail that has similar ecological requirements – *Caucasotachea vindobonensis*. During the mollusk activity season in 2022 and 2023, a study of the demographic structure and spatial organization of the populations of *X. derbentina* and *C. vindobonensis* was carried out in the south of the Belgorod region using the quadrant sampling method. It was revealed that the density of both populations is quite high, reaching its highest values in early to mid-summer. In all months of observation, with the exception of May 2023, significant differences in the population densities of *X. derbentina* and *C. vindobonensis* were revealed. At the same time, the population density is higher in the invasive species and averages 19-28 individuals/m<sup>2</sup> in June-July. Nevertheless, the indicators obtained for *C. vindobonensis* are not critical for this species: in May-July, the average density is 4-12 individuals/m<sup>2</sup>. These values are consistent with our previous research and other studies. The spatial structure of both populations is predominantly of a random type, which may be due to the uniformity of conditions in the study area and the lack of interactions between species. We also did not detect any spatial cross-correlation between the two populations. The data obtained indicate the absence of a negative impact of the invader on the native species in the territory we studied.

Received on: 25 December 2023

Published on: 23 March 2024

## References

- Adamova V. V., Snegin E. A., Ukrainskiy P. A. Morphometric and genetic variability of populations of the alien mollusk *Xeropicta derbentina* (Gastropoda, Pulmonata, Hygromiidae), Ruthenica. 2019. T. 29, No. 3. C. 149–160.
- Adamova V. V., Ukrainskiy P. A., Krymskaya O. V. Demographic and spatial structure at the stage of expansion in the populations of some alien land snails in Belgorod city (Central Russian Upland), Ruthenica. Russian Malacological Journal. 2022. Vol. 32, No. 1. P. 21–39.

- Alimov A. F. Boguckaya N. G. Biological invasions in aquatic and terrestrial ecosystems. M.: Tovarischestvo nauchnyh izdaniy KMK, 2004. 436 p.
- Anselin L. Local indicators of spatial association – LISA, Geographical analysis. 1995. Vol. 27, No. 2. P. 93–115.
- Aubry S., Labaune C., Magnin F., Kiss L. Habitat and integration within indigenous communities of *Xeropicta derbentina* (Gastropoda: Hygromiidae) a recently introduced land snail in south-eastern France, Diversity and Distributions. 2005. Vol. 11. P. 539–547.
- Aubry S., Labaune C., Magnin F., Roche P., Kiss L. Active and passive dispersal of an invading land snail in Mediterranean France, Journal of Animal Ecology. 2006. Vol. 75, No. 3. P. 802–813.
- Blackburn T. M., Pyšek P., Bacher S., Carlton J. T., Duncan R. P., Jarošík V., Wilson J. R. U., Richardson D. M. A proposed unified framework for biological invasions, Trends in Ecology & Evolution. 2011. Vol. 26, No. 7. P. 333–339.
- Cameron R. A. D., Carter M. A. Intra- and Interspecific Effects of population density on growth and activity in some Helicid land snails (Gastropoda: Pulmonata), The Journal of Animal Ecology. 1979. P. 48–237. DOI: 10.2307/4111.
- Chen Y. A new methodology of spatial cross-correlation analysis, PLOS ONE. 2015. Vol. 10, No. 5. P. 1–20.
- Cowie R. H., Robinson D. G. Pathways of introduction of nonindigenous land and freshwater snails and slugs, Invasive species: vectors and management strategies. 2003. P. 93–122.
- De Mattia W. *Xeropicta derbentina* (Krynicky, 1836) (Gastropoda, Hygromiidae) in Italy and along the Croatian coast, with notes on its systematics and nomenclature, Basteria. 2007. Vol. 71, No. 1-3. P. 1–12.
- Egorov R. The first record of *Cepaea vindobonensis* (Pfeiffer, 1828) (Stylommatophora: Helicidae) in the central part of European Russia, Malacologica Bohemoslovaca. 2014. Vol. 13. P. 110–113.
- Evans J. S., Murphy M. A. R package version 2.0-2, spatialEco. URL: <https://github.com/jeffrejevans/spatialEco> (data obrascheniya: 22.12.2023).
- Fauna of Ukraine. Shellfish. Stalk-eyed (Stylommatophora). Kiev: Naukova Dumka, 2016. T. 29, No. 5. 591 p.
- Gojšina V., Páll-Gergely B., Vujić M., Dedov I. First record of the genus *Xeropicta* Monterosato, 1892 (Gastropoda: Eupulmonata: Geomitridae) in Serbia, Folia Malacologica. First record of the genus *Xeropicta* Monterosato, 1892 (Gastropoda). 2022. Vol. 30, No. 1. P. 47–53.
- Hausdorf B., Parr M., Shappell L. J., Oldeland J., Robinson D. G. The introduction of the European *Caucasotachea vindobonensis* (Gastropoda: Helicidae) in North America, its origin and its potential range, Biological Invasions. The introduction of the European *Caucasotachea vindobonensis* (Gastropoda). 2021. Vol. 23, No. 11. P. 3281–3289.
- Kajtoch Ł., Davison A., Grindon A., Deli T., Sramkó G., Gwardjan M., Kramarenko S., Mierzwa-Szymkowiak D., Ruta R., Ścibior R., Tóth J. P., Wade C., Kolasa M., Egorov R. V., Fehér Z. Reconstructed historical distribution and phylogeography unravels non-steppic origin of *Caucasotachea vindobonensis* (Gastropoda: Helicidae), Organisms Diversity & Evolution. Reconstructed historical distribution and phylogeography unravels non-steppic origin of *Caucasotachea vindobonensis* (Gastropoda). 2017. Vol. 17, No. 3. P. 679–692.
- Kiss L., Labaune C., Magnin F., Aubry S. Plasticity of the life cycle of *Xeropicta derbentina* (Krynicky, 1836), a recently introduced snail in mediterranean France, Journal of Molluscan Studies. 2005. Vol. 71, No. 3. P. 221–231.
- Kramarenko S. S. Kunah O. N. Zhukov A. V. Andrushevich E. V. Analysis of patterns of spatial organization of terrestrial mollusk populations: an approach using geostatistics methods, Byulleten' Dal'nevostochnogo malakologicheskogo obschestva. 2014. T. 18. C. 5–40.
- Mierzwa D. *Cepaea vindobonensis* (Férussac, 1821) (Gastropoda: Pulmonata: Helicidae) in central, northwestern and western Poland, Folia Malacologica. 2009. Vol. 17, No. 4. P. 185–198.
- Olden J. D., LeRoy Poff N., Douglas M. R., Douglas M. E., Fausch K. D. Ecological and evolutionary consequences of biotic homogenization, Trends in Ecology & Evolution. 2004. Vol. 19, No. 1. P. 18–24.
- Ostrovsky A. M. *Xeropicta derbentina* (Krynicky, 1836) (Gastropoda: Eupulmonata: Geomitridae) in Belarus – new data, Folia Malacologica. 2023. Vol. 31, No. 1. P. 43–47. DOI: 10.12657/folmal.031.006.
- R Core Team (2023). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/> (data obrascheniya: 22.12.2023).
- Sakai A. K., Allendorf F. W., Holt J. S., Lodge D. M., Molofsky J., With K. A., Baughman S., Cabin R. J., Cohen J. E., Ellstrand N. C., McCauley D. E., O'Neil P., Parker I. M., Thompson J. N., Weller S. G. The population biology of invasive species, Annual Review of Ecology and Systematics. 2001. Vol. 32, No. 1. P. 305–332.
- Shikov E. V. Adventive species of terrestrial malakofauna of the center of the Russian plain, Ruthenica. 2016. T. 26, No. 3-4. C. 153–164.
- Shileyko A. A. SR. Terrestrial mollusks of the superfamily Helicoidea. Fauna of the USSR. Mollusks. L.:

- Nauka, 1978. T. 3, No. 6. 384 p.
- Simberloff D., Martin J. L., Genovesi P., Maris V., Wardle D. A., Aronson J., Courchamp F., Galil B., García-Berthou E., Pascal M., Pyšek P., Sousa R., Tabacchi E., Vilà M. Impacts of biological invasions: what's what and the way forward, *Trends in Ecology & Evolution*. 2013. Vol. 28, No. 1. P. 58–66.
- Staikou A. E. Aspects of life cycle, population dynamics, growth and secondary production of the pulmonate snail *Cepaea vindobonensis* (Férussac, 1821) in northern Greece, *Journal of Molluscan Studies*. 1998. Vol. 64, No. 3. P. 297–308.
- Sverlova N. V. Gural' R. I. Expansion of the ranges of terrestrial mollusks of the genus *Xeropicta* (Gastropoda, Hygromiidae) on the territory of Ukraine, *Rossiyskiy zhurnal biologicheskikh invaziy*. 2017. T. 10, No. 2. C. 20–27.
- Wagner A., Bertrand A. Première observation de l'Hélicelle des Balkans, *Xeropicta derbentina* (Krynicky, 1836) (Mollusca, Gastropoda, Geomitridae) en Alsace (France, Grand Est, Bas-Rhin), *Folia Conchylologica*. 2021. Vol. 66. P. 73–76.
- Williamson P., Cameron R., Carter M. Population dynamics of the landsnail *Cepaea nemoralis* L.: A six-year study, *The Journal of Animal Ecology*. 1977. P. 181–194.