

Экспериментальное изучение пищевых предпочтений *Arion vulgaris* (Gastropoda: Arionidae) в Центральной России

Алла Г. КУКЛИНА, Александра В. СТОГОВА

Главный ботанический сад им. Н. В. Цицина Российской академии наук, ул. Ботаническая, 4,
Москва, 127276, РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ; E-mail: alla_gbsad@mail.ru

РЕЗЮМЕ. В статье изложены результаты экспериментального изучения пищевых предпочтений слизня *Arion vulgaris* в Центральной России. В тест-опыте использованы 55 видов растений, относящихся к 22 семействам, представляющих нативную и чужеродную фракцию в биоценозах. Сильнее всего *A. vulgaris* повреждает представителей семейства Apiaceae, а слабее Polygonaceae, Onagraceae и Ranunculaceae. Оценка предпочтений в кормовой базе слизня указала на широкую пищевую и экологическую толерантность, связанную с высокой степенью адаптационного потенциала моллюска в новой среде обитания.

[https://doi.org/10.35885/ruthenica.2025.35\(3\).2](https://doi.org/10.35885/ruthenica.2025.35(3).2)

Experimental study of the feeding preferences
of *Arion vulgaris* (Gastropoda: Arionidae) in
Central Russia

Alla G. KUKLINA, Alexandra V. STOGOVA

Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy
of Sciences, Botanicheskaya str., 4, Moscow, 127276,
RUSSIAN FEDERATION; E-mail: alla_gbsad@mail.ru,
a.stogova85@gmail.com

ABSTRACT. The results of the experimental study
of food preferences of *Arion vulgaris* in the conditions
of Central Russia are presented. Fifty-five native and
alien plant species from 22 families were used in the
experiment. *A. vulgaris* causes the greatest damage to
the Apiaceae and to a lesser extent to the Polygonaceae,
Onagraceae and Ranunculaceae. Assessment of trophic
preferences of the *A. vulgaris* showed a wide food
plasticity, providing high adaptability of this species.

Введение

В последние годы на территории Москвы активно распространяется синантропный моллюск – «испанский слизень» *Arion vulgaris* Moquin-Tandon, 1855 (Gastropoda: Pulmonata: Arionidae), вредящий декоративным и сельскохозяйственным растениям. Он входит в 100 наиболее опасных инвазивных видов в Европе [Rabitsch, 2006]. Вопросы о систематической принадлежности и природном ареале этого моллюска до сих пор остаются дискуссионными. По мнению К. Zajac

et al. [2017], этот вид, описанный во Франции, как разновидность *A. rufus* (Linnaeus, 1758), хотя и близок к «лузитанскому слизню» *A. lusitanicus* Mabilie, 1868 вероятно, заслуживает таксономической самостоятельности. Таким образом, если *A. lusitanicus* s.l. рассматривать в широком смысле, то значительная часть имеющейся о нем информации может быть применима и к *A. vulgaris*.

С середины XX века экспансия слизня, определяемого как *A. lusitanicus*, пошла из Испании и Франции. В 1965 г. его обнаружили в Северной Италии [Van Regten Altena, 1971]; потом в Германии (1969) [Schmid, 1970], Чехии (1991) [Dvořák, Horsák, 2003] и Польше (1993) [Kozłowski, Kornobis, 1995; Kozłowski, Kozłowski, 2011]. Нельзя исключать возможности появления *A. vulgaris*, как нового вида, в Центральной Европе [Pfenninger *et al.*, 2014].

В XXI столетии *A. vulgaris* зафиксировали в Западной Украине (2007) [Sverlova, Gural, 2008], Латвии (2010) [Rudzite *et al.*, 2010] и Литве (2012) [Skujiene, 2013]. В Белоруссии слизень известен с 2020–2021 гг. [Zemoglyadchuk, 2020; Prokopchik, Ryzhaya, 2020; Ostrovsky, 2022]; в Армении – с 2022 г. [Arzumanyan *et al.*, 2024].

И. Лихарев и А. Виктор [Likharev, Viktor, 1980] сообщают о первой находке *A. vulgaris* в России в 1931 г. в Калужской области. В 2009 г., инвазивного моллюска обнаружили в Твери [Schikov, 2016]; в 2005–2014 гг. сообщается об *A. vulgaris* в Крыму [Nesterova *et al.*, 2020; Leonov, 2021]; в

2020 г. – в Северной Осетии [Schikov, Komarov, 2020; Schikov, Komarov, 2021].

В Москве *A. vulgaris* впервые отмечен в 2019 г., на востоке столицы [Benediktov, Schikov, 2022; Schikov, Mikheeva, 2022]. К 2022 г. *A. vulgaris* распространился в московских садах и парках; был выявлен на территориях Главного ботанического сада (ГБС РАН), Тимирязевской аграрной академии, Лосиногостовского Острова, Серебряного Бора, Измайловского парка, Московского университета, в усадьбах Покровское-Стрешнево, Михалково, Архангельское и пр. [Ivanova et al., 2022].

A. vulgaris является агриозоидом, заселяющим антропогенные ландшафты и естественные ценозы [Schikov, 2016, 2020]. Особенно большие популяции слизня наблюдаются в районах культивирования растений. Степень ущерба, наносимого моллюском зависит от вида культуры [Kozłowski, Kozłowski, 2011]. Поселившись во влажной подстилке, под камнями, в старых пнях и валежнике, *A. vulgaris* нарушает естественное равновесие в экосистемах, вступая в конкуренцию с аборигенными видами за пищу и пространство [Prozorova, Fomenko, 2018; Ostrovsky, 2022]. Кроме того, у «испанского слизня» обнаружены паразитические нематоды *Alloionema appendiculatum* (Schneider, 1859), сокращающие популяции не только инвазивных, но и аборигенных моллюсков, что отмечено в Чехии [Nermet' et al., 2015] и России [Ivanova et al., 2022].

A. vulgaris – широкий полифаг, неприхотливый к выбору растений. Он повреждает виды природной флоры, садовые и пропашные культуры, а также всходы древесных пород [Likharev, Viktor, 1980; Briner, Frank, 1998; Kozłowska, Kozłowski, 2004; Zemanova et al., 2016]. Слизень поедает не только свежую, но и перегнившую растительность в различных биотопах [Benediktov, Schikov, 2022].

В экспериментах по изучению пищевых приоритетов слизней, включая *A. vulgaris*, показана некоторая пищевая избирательность этих полифагов. Например, более слабое поедание листьев древесных растений выявлено на 61 виде растений у слизней: *Arion fasciatus* (Nilsson, 1823), *A. subfuscus* (Draparnaud, 1805), *Deroceras reticulatum* (Müller, 1774) [Rathcke, 1985]. Автор объясняет это гипотезой о коэволюции растений и фитофага, предполагая, что предпочтительной пищей будут листья травянистых растений, с которыми слизни чаще сталкиваются в естественных условиях, в сравнении с листьями древесных растений, расположенными на большой высоте.

В других работах отмечается влияние сезонной динамики вторичных метаболитов на пищевую привлекательность растений. Например, показано снижение повреждаемости проростков ивы (в частности, *Salix eriocephala*) слизнем *A.*

subfuscus при увеличении концентрации фенольных гликозидов и танинов в зрелых листьях [Fritz et al., 2001; Albrectsen et al., 2004]. Аналогичные результаты получены у *A. ater* (Linnaeus, 1758), избирательно поедающего более молодые сеянцы сосны *Pinus sylvestris*, у которых ниже концентрация монотерпенов [O'Reilly-Wapstra et al., 2007].

Среди травянистых растений пищевые предпочтения тоже связаны с наличием вторичных метаболитов, присутствующих в растительных тканях. Например, на сортах *Vicia faba* показано, что повышенное содержание танинов в листьях уменьшает их повреждаемость слизнями *A. vulgaris* и *A. rufus* (Linnaeus, 1758) [Jaskulska et al., 2017].

Все опубликованные исследования кормовой базы *A. vulgaris* проводились в европейских популяциях вторичного ареала, на примере местной флоры. Поскольку *A. vulgaris* – серьезный вредитель, необходимо понимание его предпочтений при выборе кормовых растений на других территориях. Оценка особенностей пищевых приоритетов *A. vulgaris* в России позволит получить дополнительные знания о возможностях его адаптации к новой среде обитания.

Цель работы состояла в экспериментальном изучении пищевой базы *A. vulgaris* в ходе анализа поедаемости различных видов растений в лабораторных условиях. Для этого необходимо сравнение повреждаемости и привлекательности отдельных видов, таксономических и экологических групп растений в качестве пищевых объектов.

Материал и методы

Объект изучения – взрослые особи слизня *A. vulgaris*, вручную собранные в московской инвазивной популяции на производственном участке Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН (58,83709°N, 37,58860°E). *A. vulgaris* – гермафродит, в кладке насчитывается до 50 яиц размером 3×3,25 мм; за сезон он способен отложить до 400 яиц (Рис. 1). Потомство достигает половой зрелости спустя два месяца после вылупления [Quick, 1960; Kozłowski, 2007]. В Московских популяциях длина его тела – 11,5 см [Benediktov, Schikov, 2022], а в ГБС РАН он достигает 12–16 см.

Исследования проходили в период с 20 августа по 20 сентября 2023 года. Эксперимент проведен на 50 особях при температуре 18–20°C в лаборатории защиты растений ГБС РАН. В стеклянные сосуды (объемом 5 л), сверху закрытые мелкоячеистой тканью (мельничным газом № 76), ежедневно помещали по 1 (реже 2–3) особи *A. vulgaris*.

В тест-опыте использовали 55 видов растений



РИС. 1. Взрослая особь *A. vulgaris* на листе *Heracleum sosnowskyi* (А); кладка яиц (В).

FIG. 1. Adult *A. vulgaris* on *Heraculum sosnowskyi* leaf (A); egg cluster of a Spanish slug (B).

из 22 семейств, распространенных в Центральной России. Названия флористических таксонов приведены по WFO Plant List (<https://wfoplantlist.org/>). В качестве контрольного варианта выбран салат-латук *Lactuca sativa* L., отмеченный в литературе, как хорошо поедаемое растение [Rathcke, 1985; Kozłowski, 2007]. Учитывая циркадный ритм слизня, в котором пики активности приходятся на 5.30 и 20.30 [Grimm, Schaumberger, 2002], закладку корма осуществляли ежедневно в 14 час. Свежие образцы листьев (в 3-х повторностях), собранные перед кормлением, сначала фотографировали с масштабным маркером, затем загружали в емкости с моллюсками. На следующий день, через 24 часа остатки листьев вынимали, промывали и повторно фотографировали. Для повышения контраста и цветовой насыщенности фото обрабатывали в программе Adobe Photoshop. Площадь листа, съеденную одним слизнем, определяли в программе Easy Leaf Area [Easlon, Bloom, 2014]. Для статистического анализа использовали непараметрический критерий U Манна-Уитни (U; Mann–Whitney U test). Расчеты и обработку результатов проводили в программах PAST-4 [Hammer, Harper, 2001] и Microsoft Excel 2019.

Подобно польским исследователям [Kozłowski, Kozłowska, 2009] оценивали **долю поедания**, найденную от площади заложенных листьев; **степень повреждаемости** (%) – от площади съеденного листа контроля (салата-латука). На основе найденной степени повреждаемости листьев определяли **индекс повреждаемости** по 5-бальной шкале: 0 баллов – <1%; 1 балл – в пределах 1–19%; 2 балла – 20–34%; 3 балла – 35–49%; 4 балла – >50%.

Для дополнительного анализа использовали **индекс привлекательности** растений, представленный на основе визуальной оценки вкусовых приоритетов *A. vulgaris* в 4-х категориях: 1) отсутствие повреждений листьев во всех трех повторностях (0); 2) слабые повреждения в одной повторности (+); 3) средние – в 2-х повторностях (++); 4) сильные – в 3-х повторностях (+++).

Результаты

Среди 55 исследованных видов (18 аборигенных, 37 чужеродных) – 45 травянистых и 10 древесно-кустарниковых растений (Табл. 1).

Как показали экспериментальные данные (Табл. 1, колонка 4), доля поедания листьев (%)

Таблица 1. Ранжирование видов растений, испытанных в качестве кормовой базы *Arion vulgaris*.Table 1 Ranking of plant species tested as a food base on *Arion vulgaris*.

Таксон	Семейство	Жизненная форма*	Доля поедания от заложённых листьев, %	Повреждаемость листьев		Индекс привлекательности
				Степень, %	Индекс, балл	
1	2	3	4	5	6	7
Аборигенные растения						
<i>Aegopodium podagraria</i> L.	Apiaceae	мн	19,8–25,0	35,8 ±11,8	3	+++
<i>Heracleum sibiricum</i> L.	Apiaceae	мн	4,6–16,1	34,8 ±8,2	2	+++
<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.	Apiaceae	дв	12,5–33,3	24,8 ±5,3	2	++
<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.	Asteraceae	мн	0–14,1	23,2 ±9,7	2	++
<i>Urtica dioica</i> L.	Urticaceae	мн	0–14,5	13,8 ±6,2	1	++
<i>Vicia sepium</i> L.	Fabaceae	мн	0,7–19,6	10,4 ±3,5	1	++
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	Asteraceae	мн	2,1–13,0	9,1 ±7,6	1	++
<i>Ranunculus repens</i> L.	Ranunculaceae	мн	0,2–11,9	8,2 ±2,9	1	++
<i>Chelidonium majus</i> L.	Papaveraceae	мн	0–7,7	6,6 ±1,6	1	+
<i>Lamium album</i> L.	Lamiaceae	мн	4,6–12,9	5,7 ±3,1	1	++
<i>Plantago major</i> L.	Plantaginaceae	мн	0,9–5,7	5,7 ±3,4	1	+++
<i>Rumex confertus</i> Willd.	Polygonaceae	мн	0,1–2,8	4,8 ±3,8	1	++
<i>Trifolium pratense</i> L.	Fabaceae	мн	0–8,8	3,1 ±1,9	1	++
<i>Geum rivale</i> L.	Rosaceae	мн	0–2,9	2,9 ±0,9	1	+
<i>Convallaria majalis</i> L.	Asparagaceae	мн	2,1–2,2	2,7 ±1,6	1	++
<i>Alchemilla vulgaris</i> Willd.	Rosaceae	мн	0,1–2,4	1,2 ±0,2	1	+
<i>Arctium tomentosum</i> Mill.	Asteraceae	мн	0–0,8	0,7 ±0,4	0	+
<i>Ranunculus cassubicus</i> L.	Ranunculaceae	мн	0	0	0	0
Чужеродные растения						
<i>Lactuca sativa</i> L. (контроль)	Asteraceae	од	4,6–27,6	99,8 ±4,0	4	+++
<i>Echinocystis lobata</i> Torr. & Gray	Cucurbitaceae	од	25,4–34,2	77,5 ±10,3	4	+++
<i>Heracleum sosnowskyi</i> Manden.	Apiaceae	мн	0,8–14,1	45,3 ±11,7	4	++
<i>Adenocaulon himalaicum</i> Edgew.	Asteraceae	мн	20,2–42,1	39,2 ±19,6	3	++
<i>Galinsoga quadriradiata</i> Ruiz et Pav.	Asteraceae	од	33,2–50,0	36,4 ±5,0	3	+++
<i>Bidens frondosa</i> L.	Asteraceae	од	4,1–29,8	31,0 ±13,1	2	+++
<i>Helianthus tuberosus</i> L.	Asteraceae	мн	3,0–23,4	30,6 ±19,3	2	+++
<i>Lupinus polyphyllus</i> Lindl.	Fabaceae	мн	6,2–18,1	30,6 ±10,2	2	++
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	Asteraceae	мн	47,0–97,6	27,1 ±5,3	2	+++
<i>Helianthus annuus</i> L.	Asteraceae	од	13,9–16,3	24,5 ±11,0	2	+++
<i>Symphytum caucasicum</i> Bieb.	Boraginaceae	мн	1,0–14,8	22,7 ±13,9	2	+++
<i>Solidago canadensis</i> L.	Asteraceae	мн	9,2–22,7	22,3 ±14,6	2	+++
<i>Brassica napus</i> L.	Brassicaceae	дв	5,7–33,3	16,8 ±8,5	1	+++
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Amaranthaceae	мн	2,1–27,2	15,9 ±7,0	1	+++
<i>Impatiens glandulifera</i> Royle	Balsaminaceae	мн	3,4–16,0	14,3 ±6,2	1	+++
<i>Impatiens parviflora</i> DC.	Balsaminaceae	од	1,4–9,4	10,7 ±5,7	1	++
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	Asteraceae	од	25,0–50,0	9,8 ±5,0	1	++
<i>Erigeron canadensis</i> L.	Asteraceae	мн	8,0–36,5	6,9 ±2,9	1	+++
<i>Symphytotrichum</i> × <i>salignum</i> (Willd.) G.L.Nesom	Asteraceae	мн	2,6–10,0	6,5 ±2,6	1	+++

1	2	3	4	5	6	7
<i>Lunaria rediviva</i> L.	Brassicaceae	мн	0,8–4,6	6,3 ± 3,2	1	++
<i>Oxalis stricta</i> L.	Oxalidaceae	мн	3,5–33,3	4,2 ± 3,1	1	++
<i>Aquilegia vulgaris</i> L.	Ranunculaceae	мн	0,1–0,9	0,6 ± 0,3	0	+
<i>Xanthium albinum</i> (Widder) Scholz & Sukopp	Asteraceae	мн	0–0,1	0,3 ± 0,1	0	+
<i>Solidago gigantea</i> Ait.	Asteraceae	мн	0,2–0,6	0,2 ± 0,1	0	+
<i>Reynoutria</i> × <i>bohemica</i> Chrtek & Chrtkova	Polygonaceae	мн	0–0,1	0,1 ± 0,1	0	+
<i>Circaea cordata</i> Royle	Onagraceae	мн	0	0	0	0
<i>Oenothera biennis</i> L.	Onagraceae	дв	0	0	0	0

Древесные растения

<i>Acer negundo</i> L.	Sapindaceae	дер	13,3–20,0	16,6 ± 0,4	1	+++
<i>Populus alba</i> L.	Salicaceae	дер	3,8–12,4	11,1 ± 7,6	1	+
<i>Sorbaria sorbifolia</i> (L.) A. Braun	Rosaceae	куст	3,5–4,3	8,7 ± 3,5	1	+
<i>Sorbaronia</i> × <i>fallax</i> (C.K. Schneid.) C.K. Schneid.	Rosaceae	куст	0–0,74	1,1 ± 0,5	1	+
<i>Hippophae rhamnoides</i> L.	Elaeagnaceae	дер	0,3–3,1	0,6 ± 0,2	0	+
<i>Populus sibirica</i> G.V. Krylov & G.V. Grig. ex A.K. Skvortsov	Salicaceae	дер	0	0	0	0
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Marshall	Oleaceae	дер	0	0	0	0
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Fabaceae	дер	0	0	0	0
<i>Rosa rugosa</i> Thunb.	Rosaceae	куст	0	0	0	0
<i>Amelanchier</i> × <i>spicata</i> (Lam.) C. Koch	Rosaceae	куст	0	0	0	0

Обозначения: * Жизненная форма – однолетняя травянистая (од), двулетняя травянистая (дв), многолетняя травянистая (мн), дерево (дер), кустарник (куст).

** Для деревьев и кустарников приведены результаты по молодым листьям.

вариабельна. На Рис. 2 видно, что наиболее повреждаемые листья у растений семейства Apiaceae, съеденная площадь которых в 15 раз больше, чем у представителей Polygonaceae, Ranunculaceae и в 26 раз больше, чем у Rosaceae ($p < 0,05$). Практически не повреждаются листья растений семейства Onagraceae.

Анализ поедаемости древесно-кустарниковых видов выявил возрастные особенности молодых и зрелых листьев (Рис. 3). Непривлекательными оказались такие растения, как *Amelanchier spicata*, *Robinia pseudoacacia*, *Populus sibirica*

и *Rosa rugosa*, слизень не ест эти листья даже в стадии разворачивания. Молодые листья *Acer negundo*, характерные для точек роста и низких проростков, слизень *A. vulgaris* повреждал в 3 раза активнее, чем зрелые листья. По привле-

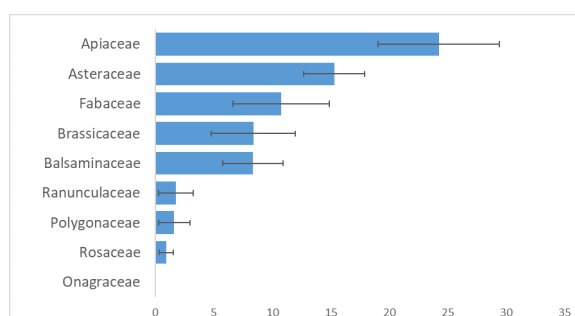


РИС. 2. Повреждаемость листьев (см²) у растений из 9 семейств.

FIG. 2. Leaf damage in plants from 9 families (cm²).

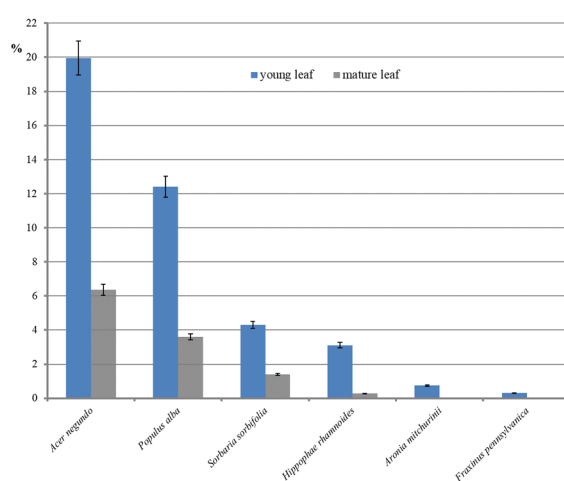


РИС. 3. Повреждения (%) молодых и зрелых листьев древесно-кустарниковых растений *A. vulgaris* слизнем.

FIG. 3. Damage (%) of young and mature leaves of woody and shrubby plants by *A. vulgaris*.

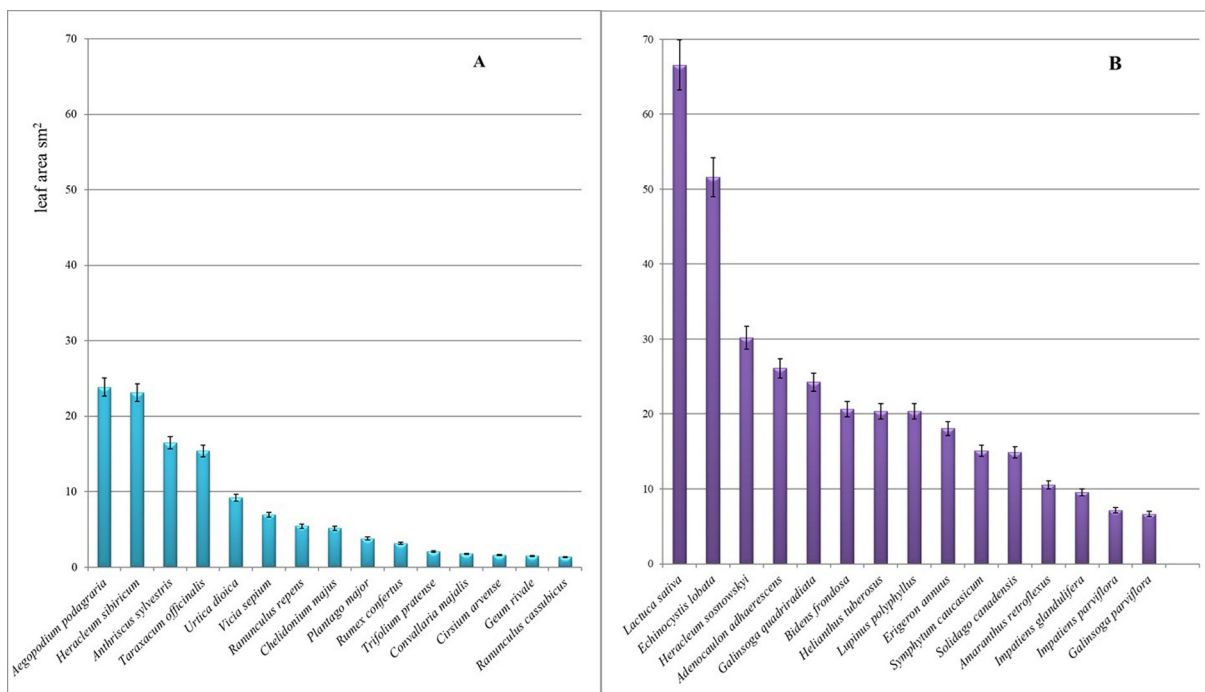


РИС. 4. Площадь листьев (см²), съеденных слизнем *A. vulgaris*, на примере 15 видов аборигенных (А) и чужеродных (В) растений.

FIG. 4. Leaves area (cm²) damage by the slug *A. vulgaris*, using the example of 15 species of native (A) and alien (B) plants.

кательности молодые листья исследованных древесных пород так разместились в порядке убывания: *Acer negundo* (20%) → *Populus alba* (12%) → *Sorbaria sorbifolia* (4%) → *Hippophae rhamnoides* (3%) → *Aronia mitchurinii* (0,7%) → *Fraxinus pennsylvanica* (0,3%). Следует учесть, что зрелые листья более плотные, накапливают танины [Fritz *et al.*, 2001; Albrechtsen *et al.*, 2004]; располагаются на удалении от почвы, поэтому менее доступны слизню, ведущему, в основном, наземный образ жизни.

При определении площади съеденных листьев выяснилось, что слизень *A. vulgaris* повреждал аборигенные (нативные) растения слабее, чем чужеродные ($p < 0,05$) (Рис. 4). Контрольный вид – салат-латук (*Lactuca sativa*) относится к максимально повреждаемым; одна особь *A. vulgaris* за сутки съедает в среднем $66,54 \pm 2,6$ см² листа. Высокие показатели у *Echinocystis lobata* и *Heracleum sosnowskyi* (4 балла), за сутки средняя площадь потребления листьев составляет $51,89 \pm 6,9$ и $30,17 \pm 4,5$ см², соответственно. Далее по степени убывания в ряду располагаются еще 8 повреждаемых видов: *Adenocaulon adhaerescens* → *Galinsoga quadriradiata* (3 балла) → *Bidens frondosa* → *Helianthus tuberosus* → *Lupinus polyphyllus* → *Erigeron annuus* → *Helianthus annuus* → *Symphytum caucasicum* → *Solidago canadensis* (2 балла). Треть видов (38%) мало поедаются слизнем (1 балл). Наименее повреж-

даемые среди травянистых чужеродных растений – *Reynoutria ×bohemica*, *Aquilegia vulgaris*, *Xanthium albinum*, *Solidago gigantea*, *Circaea cordata* и *Oenothera biennis*.

Большинству растений местной флоры (67% видов) слизень *A. vulgaris* причиняет незначительные повреждения (3 балла). Лидирует по повреждениям *Aegopodium podagraria* (3 балла), за ней следуют *Heracleum sibiricum*, *Anthriscus sylvestris* и *Taraxacum officinalis* (2 балла). Листья *Ranunculus cassubicus* и *Arctium tomentosum* слизень игнорирует.

Как видно на диаграмме (Рис. 5 А) среди аборигенных видов отсутствуют максимально съеденные растения (4 балла), у чужеродных растений доля сильных повреждений выше (Рис. 5 В).

При изучении пищевой привлекательности прослеживаются те же тенденции, и чужеродные виды чаще поедаются слизнем (Рис. 6). Индекс привлекательности для многих видов совпал с количественными измерениями площади повреждения листьев. Среди чужеродной фракции флоры (см. табл. 1, колонка 7) максимальной степенью привлекательности (++++) обладали 15 видов: *Lactuca sativa*, *Brassica napus*, *Amaranthus retroflexus*, *Echinocystis lobata*, *Galinsoga quadriradiata*, *Bidens frondosa*, *Helianthus tuberosus*, *H. annuus*, *Solidago canadensis*, *Symphytum caucasicum*, *Impatiens*

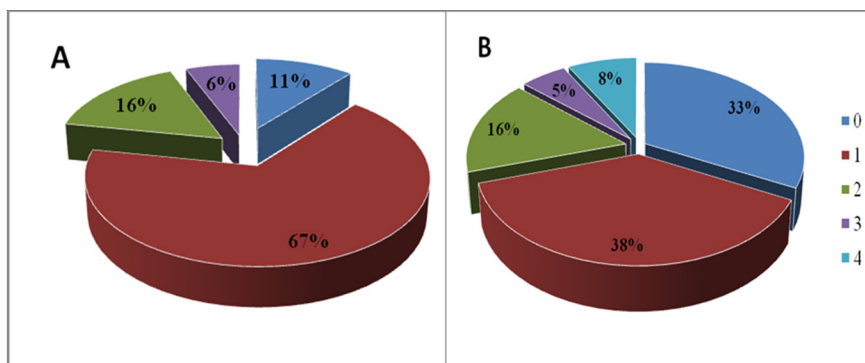


РИС. 5. Распределение аборигенных (А) и чужеродных (В) видов растений в качестве кормовой базы по индексу повреждаемости, балл: 0 – почти не повреждается (<1%); 1 – слабо (1–19%); 2 – среднее (20–34%); 3 балла – сильно (35–49%); 4 – очень сильно (>50%).

FIG. 5. Distribution of native (A) and alien (B) plant species as a food base by damage index, score: 0 – almost undamaged (<1%); 1 – weak (1–19%); 2 – average (20–34%); 3 points – strong (35–49%); 4 – very strong (>50%).

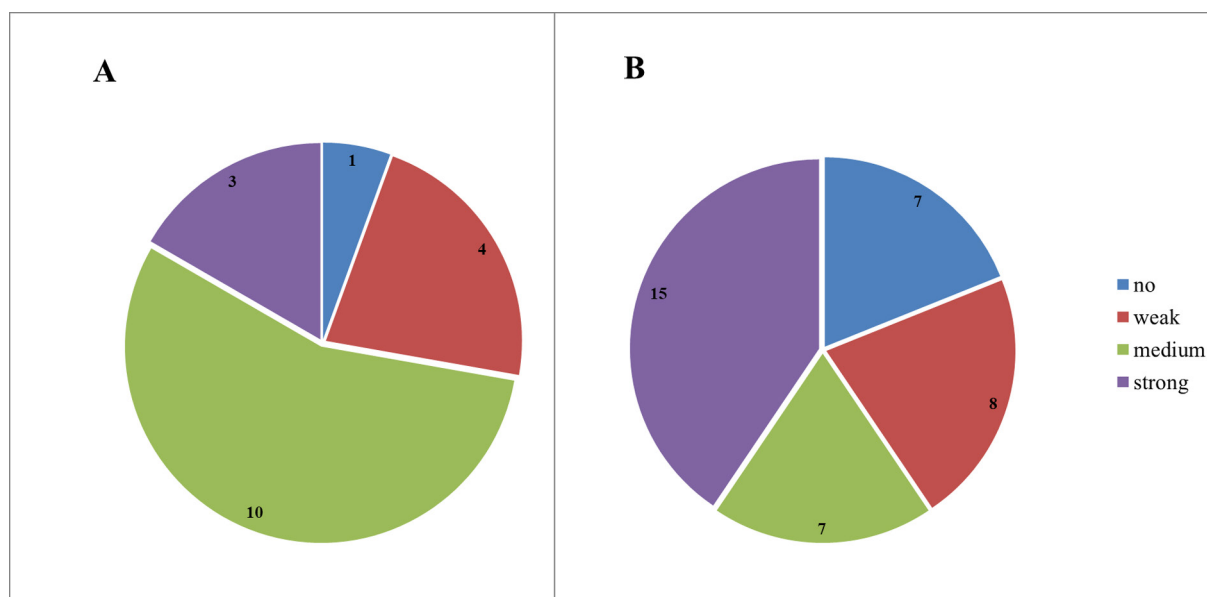


РИС. 6. Распределение аборигенных (А) и чужеродных видов (В) растений по индексу привлекательности в качестве кормовой базы для *A. vulgaris*.

FIG. 6. Distribution of native (A) and alien (B) plant species by acceptability index as a food source for *A. vulgaris*.

glandulifera, *Erigeron annuus*, *E. canadensis*, *Symphyotrichum salignum* и *Acer negundo*. В то время как среди аборигенных такие же качества (+++) отмечены только у 3-х видов: *Aegopodium podagraria*, *Heracleum sibiricum* и *Plantago major*.

Обсуждение

В ходе тестирования видов растений мы отметили, что слизень *A. vulgaris* может питаться 85% видов из предложенного набора. В эксперименте польских исследователей слизень более избирателен при выборе пищи и потребляет лишь 30% от предложенных видов, включая 30 овощных, 22

пропашных культуры, 8 косточковых деревьев, 46 декоративных, лекарственных растений и 83 травянистых многолетника [Kozłowski, Kozłowska, 2000]. В ряде работ указывается на более сильное повреждение культурных видов, чем природных [Briner, Frank, 1998; Moshgani *et al.*, 2017].

Особенности пищевых предпочтений у слизня *A. vulgaris*

Несмотря на широкий спектр исследованных пищевых объектов, отмечено, что изучаемый слизень лучше поедает растения из семейства *Ariaceae*. Среди нативных видов в этой группе – *Aegopodium podagraria*, которая повреждается на

19,8–25%, имеет максимальный индекс потребления (3) и высокую категорию привлекательности (+++). По данным польских ученых, *A. podagraria* (тремя особями за 12 часов) была поедена в 1,5–2 раза сильнее, чем *Taraxacum officinale* – 68,2%, *Plantago indica* – 66,1% и *Cirsium arvense* – 40% [Kozłowski, Kaluski, 2004]. Вторым по степени повреждения из природных видов, в наших исследованиях оказался *Heracleum sibiricum*. Вывод о приоритетном поедании Ариасеае поддерживают и другие авторы, но отмечают, что в Европе *A. vulgaris* предпочитает растения семейства Brassicaceae [Briner, Frank, 1998].

В нашем тест-опыте из Brassicaceae использован *Brassica napus*, который обладал высоким индексом привлекательности, но небольшой степенью повреждаемости (16%) и невысоким индексом потребления (1 категория). В Швейцарии *B. napus* причислен к предпочитаемым для *A. lusitanicus* пищевым объектам [Briner, Frank, 1998]. В лабораторных опытах польских ученых слизень активно питался рапсом *B. napus*: за 25 дней съедал его полностью; для сравнения *Geranium robertianum* – только наполовину [Kozłowski, Kaluski, 2004].

Т. Briner и Т. Frank [1998] отмечают, что слизень лучше ест однолетние посевные культуры, чем разнотравье. Например, при исследовании 31 вида растений предпочтительными для этого моллюска в качестве кормовых растений являются салат-латук, капуста, красная свекла, редис, морковь, петрушка и фасоль [Kozłowski, 2007]. Из всех протестированных нами видов *Lactuca sativa* (Asteraceae), использованный в качестве контрольного образца, имел максимальную площадь повреждения; одна особь съедала за сутки 66,5 см² листьев.

Близкородственные растения *Impatiens parviflora* и *I. glandulifera*, сходные по биохимическому составу [Kuklina et al., 2024], характеризуются одинаково высокой степенью привлекательности для *A. vulgaris*, что отмечено в некоторых работах на других видах [Moshgani et al., 2017].

Результаты опыта в ГБС РАН показали, что слизень *A. vulgaris* среди 10 максимально повреждаемых видов растений, выбрал всего 2 нативных и 8 чужеродных (включая культурные). В этом эксперименте лидирующие позиции по степени потребления (4-категория) заняли инвазивные растения *Echinocystis lobata*, *Heracleum sosnowskyi*, *Adenocaulon adhaerescens* и др., активно разрастающиеся в естественных экосистемах и образующие сплошные обширные заросли [Vinogradova et al., 2010; Vinogradova et al., 2022]. Причиной тому могут быть общие функциональные признаки, характерные для этой группы растений, такие как большая скорость роста, высокое содержание азота и фосфора в

тканях и пр. [Van Kleunen et al, 2010; Mathakutha et al., 2019]. Необходимо учесть, что повреждаемость мы измеряли в см², а для инвазивных растений характерна высокая удельная площадь листа (SLA). Следовательно, при потреблении слизнем одной и той же массы пищи, площадь повреждения будет больше. Согласно Т. Briner и Т. Frank [1998], определявших повреждения листьев по массе, слизень предпочитает растения с более низкой SLA [Moshgani et al., 2017].

Особенности растений, проигнорированных слизнем *A. vulgaris*

Среди 55 видов растений тест-опыта слизень не использовал в пищу 8 видов (15%), из которых 5 древесных и 3 травянистых. В нашем опыте листья древесных растений, по сравнению с травянистыми, хуже поедаются моллюсками-полифагами, что согласуется с результатами ряда исследований [Rathcke, 1985].

По нашим результатам фитофаг слабо поедал (чаще полностью отвергал) лютики (*Ranunculus repens*, *R. cassubicus*), относящиеся к ядовитым растениям, содержащим алкалоиды, смолы, сапонины, дубильные и эфирные вещества [Belykh, 2014; Kurenkova, Starodubtseva, 2018; Embaturova, 2024]. О том, что *R. repens* и *R. ficaria* токсичны и несъедобны для слизня, известно и от других авторов [Briner, Frank, 1998].

A. vulgaris игнорировал листья *Circaea cordata* и *Oenothera biennis*, возможно, из-за высокого уровня фармакологической и цитотоксической активности, характерной для растений семейства Onagraceae, содержащих тритерпеноиды, фенольные и дубильные вещества [Shawky et al., 2021]. По нашим данным, слизень также почти не ел растения из сем. Rosaceae и Polygonaceae, в тканях которых содержится большое количество танинов [Fedotova, 2003]. Незначительные повреждения другим моллюском *Helicigona lapicida* мы неоднократно отмечали на листьях видов из Polygonaceae, в частности, у *Reynoutria ×bohemica* [Kuklina et al., 2020]. Кроме состава растительных тканей на пищевые ограничения слизня, вероятно, влияет и консистенция листа, включающая толщину, наличие воскоподобных веществ в листовой кутикуле и пр.

При этом в литературе сообщается, что *A. lusitanicus* может питаться такими растениями, как ядовитый дурман *Datura stramonium*, токсичный для многих живых организмов [Chapalda et al. 2020]. J. Kozłowski и Т. Kałuski [2004] пишут о том, что *A. lusitanicus* использует дурман в пищу в 2 раза больше, чем *Cirsium arvense*, в 1,5 раза чем одуванчик, в тех же количествах, что и самые поедаемые растения, такие как *Aegopodium podagraria* и *Brassica napus*. В нашем эксперименте слизень не игнорировал и умеренно поедал ли-

ства ландыша *Convallaria majalis*, относящегося к ядовитым растениям, содержащим сердечные гликозиды (коргликон и пр.) [Liang *et al.*, 2020]. Вероятно, эти противоречивые факты предстоит более детально изучить в дальнейшем.

Заключение

Получены данные о высокой поедаемости многих видов, ранее не протестированных в экспериментах по изучению кормовой базы *A. vulgaris*.

В результате изучения пищевых приоритетов слизня *A. vulgaris* установлено, что он может использовать до 85% видов растений, предложенных в тест-опыте, что больше чем в аналогичных исследованиях.

Экспериментально установлено что для *A. vulgaris* наиболее предпочтительными пищевыми растениями являются представители семейства Ариáceе, а наименее привлекательны – из семейств Onagraceae (*Circaea cordata*, *Oenothera biennis*), Polygonaceae (*Reynoutria bohemica*), Ranunculaceae (*Ranunculus cassubicus*) и Rosaceae (*Amelanchier spicata*, *Rosa rugosa*).

Травянистые растения *A. vulgaris* слизень повреждает сильнее, чем древесные, при этом выявлена значительная разница между молодыми и зрелыми листьями. Возможно, это связано с тем, что выработка защитных веществ происходит постепенно, а концентрация вторичных метаболитов в молодых развернувшихся листьях недостаточна для того, чтобы отпугивать фитофага.

Многие представители чужеродной флоры (*Echinocystis lobata*, *Heracleum sosnowskyi*, *Adenocaulon adhaerescens* и пр.), образующие обширные заросли, привлекательны для инвазивного моллюска в качестве кормовых растений, что указывает на возможность его пищевой и экологической толерантности и связано с высокой степенью локального адаптационного потенциала в конкретной среде обитания.

Для более глубокого изучения особенностей пищевых приоритетов *A. vulgaris* необходимы дальнейшие полевые исследования, которые позволят оценить привлекательность не только листьев, но и других частей растений, а также степень их доступности для потребления.

Благодарности

Работа выполнена в рамках государственного задания ГБС РАН по теме: «Инвазионные растения России: инвентаризация, биоморфологические особенности и эффективные методы контроля расселения», проект № 122042600141-3. Авторы благодарны к.б.н. М.В. Семенову за помощь в поиске моллюсков и О.А. Каштановой за наблюдения в период проведения

эксперимента. Авторы благодарят рецензентов за ценные комментарии и исправления.

Литература

- Albrechtsen B.R., Gardfjell H., Orians C.M., Murray B., Fritz R.S. 2004. Slugs, willow seedlings and nutrient fertilization: intrinsic vigor inversely affects palatability. *Oikos*, 105: 268–278. DOI: 10.1111/j.0030-1299.2004.12892.x.
- Arzumanyan M., Zhamakochyan G., Torosyan H., Gharmajyan A., Arakelyan M., Nanagulyan S., Margaryan L., Aghayan S., Davis R., Turóci Á. 2024. First record of *Arion vulgaris* Moquin-Tandon, 1855 (Arionidae) from Armenia. *Biodiversity Data Journal*, 12: 1–23. DOI: 10.3897/bdj.12.e121176
- Belykh O.A. 2014. Biologically active substances and beneficial properties of representatives of the Ranunculaceae Juss. family (review). *Izvestiya Vuzov. Prikladnaya himiya i biotekhnologiya*, 5(10): 25–32 [In Russian].
- Benediktov A.A., Schikov E.V. 2022. The Spanish slug *Arion vulgaris* Moquin-Tandon, 1855 (Pulmonata, Arionidae) in the Kuskovo Forest Park (Moscow, Veshnyaki). *Polevoj zhurnal biologa*, 4(3): 199–208. DOI: 10.52575/2712-9047-2022-4-3-199-208 [In Russian].
- Briner T., Frank T. 1998. The palatability of 78 wild-flower strip plants to the slug *Arion lusitanicus*. *Annals of Applied Biology*, 133(1): 123–133. DOI:10.1111/j.1744-7348.1998.tb05808.x.
- Chapalda T.L., Chulkova V.V., Saparklycheva S.E. 2020. The effectiveness of poisonous plants in the control of pests and diseases of field and garden crops. *Bulletin of Biotechnology*, 2: 11 [In Russian].
- Dvořák L., Horsák M. 2003. Současně poznatky o plzáku *Arion lusitanicus* (Mollusca: Pulmonata) v České republice. *Časopis Slezského Muzea Opava A*, 52: 67–71.
- Easlon H.M., Bloom A.J. 2014. Easy Leaf Area: Automated digital image analysis for rapid and accurate measurement of leaf area. *Applications in plant sciences*, 2(7): 1400033 DOI: 10.3732/apps.1400033.
- Embaturova E.Y. 2024. Poisonous and dangerous plants of the Buttercup family (Ranunculaceae) in regions popular for equestrian tourism, and precautions during hiking. *Biosphere Economy: Theory and Practice*, 6: 50–59 [In Russian].
- Fedotova Z.A. 2003. Formation of gallica-phytophagous complexes (Diptera, Cecidomyiidae) in accordance with the chemistry of the host plants. *Proceedings of the Russian Entomological Society*, 74: 81–94 [In Russian].
- Fritz R.S., Hochwender C.G., Lewkiewicz D.A., Bothwell S., Orians C.M. 2001. Seedling herbivory by slugs in willow hybrid system: developmental changes in damage, chemical defense, and plant performance. *Oecologia*, 129: 87–97. DOI 10.1007/s004420100703.
- Grimm B., Schaumberger K. 2002. Daily activity of the pest slug *Arion lusitanicus* under laboratory conditions. *Annals of Applied Biology*, 141 (1): 35–44. DOI: 10.1111/j.1744-7348.2002.tb00193.x.
- Hammer Q., Harper D.A. T. 2001. Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica*, 4 (1): 1–9.

- Ivanova E.S., Mazakina V.V., Spiridonov S.E. 2022. Invasive alien slug *Arion vulgaris* Moquin-Tandon, 1855 (Gastropoda: Pulmonata: Arionidae) in Moscow parks and its co-introduced parasite *Alloionema appendiculatum* Schneider, 1859. *Acta Parasitologica*, 67 (2): 921-931. DOI: 10.1007/s11686-022-00541-5.
- Jaskulska M., Kozłowski J., Kozłowska M. 2017. Susceptibility of field bean cultivars to slug damage. *Folia Malacologica*, 25(4): 273–280.
- Kozłowska M., Kozłowski J. 2004. Remarks on slug occurrence, harmfulness and activity connected with penetration of ground. *Journal of Plant Protection Research*, 44: 331–339.
- Kozłowski J. 2007. The distribution, biology, population dynamics and harmfulness of *Arion lusitanicus* Mabilie, 1868 (Gastropoda: Pulmonata: Arionidae) in Poland. *Journal of Plant Protection Research*, 47(3): 219–230.
- Kozłowski J., Kaluski T. 2004. Preferences of *Dero-ceras reticulatum* (Müller), *Arion lusitanicus* Mabilie and *Arion rufus* (Linnaeus) for various weed and herb species and winter oilseed rape (II group plants). *Folia Malacologica*, 12(4): 173–180.
- Kozłowski J., Kornobis S. 1995. *Arion lusitanicus* Mabilie, 1868 (Gastropoda, Arionidae) w Polsce oraz nowe stanowisko *Arion rufus* (Linnaeus, 1758). *Przegląd Ziilgiczny*, 39(1-2): 79–85.
- Kozłowski J., Kozłowska M. 2000. Weeds as a supplementary or alternative food for *Arion lusitanicus* Mabilie (Gastropoda: Stylommatophora). *Journal of Conchology*, 37 (1): 75–79.
- Kozłowski J., Kozłowska M. 2009. Palatability and consumption of 95 species of herbaceous plants and oilseed rape for *Arion lusitanicus* Mabilie 1868. *Journal of conchology*, 40(1): 79–90.
- Kozłowski J., Kozłowski R.J. 2011. Expansion of the invasive slug species *Arion lusitanicus* Mabilie, 1868 (Gastropoda: Pulmonata: Stylommatophora) and dangers to garden crops—a literature review with some new data. *Folia Malacologica*, 19(4): 249–258. DOI: 10.2478/v10125-011-0005-8.
- Kuklina A.G., Kashtanova O.A., Tkachenko O.B. 2024. Adaptation of phytophages and phytopathogens to neophytes of the genus *Impatiens* L. (Balsaminaceae) in the Moscow region. *Byulleten' Moskovskogo obshchestva ispytatelej prirody. Otdel biologicheskij*, 129(1): 36–45 [In Russian]. DOI: 10.55959/MSU0027-1403-BB-2024-129-1-36-45
- Kuklina A.G., Kashtanova O.A., Tkachenko O.B., Keldysh M.A., Chervyakova O.N. 2020. Phytosanitary monitoring of invasive species of the *Reynoutria* Houtt. (Polygonaceae) hybrid complex. *Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada*, 206(2): 63–68 [In Russian]. DOI: 10.25791/BBGRAN.02.2020.1054.
- Kurenkova E.M., Starodubtseva A.M. 2018. Poisonous plants of hayfields and pastures of the forest zone of the European part of Russia: the Ranunculaceae family. *Feed production*, 6: 16–26 [In Russian].
- Leonov S.V. 2021. The first discovery of the Spanish slug *Arion vulgaris* (Pulmonata, Arionidae) in Crimea. *Ecosystems*, 26: 84–90 [In Russian].
- Liang X., Nielsen N.J., Christensen J.H. 2020. Selective pressurized liquid extraction of plant secondary metabolites: *Convallaria majalis* L. as a case. *Analytica Chimica Acta*, 10(4): 100040. DOI: 10.1016/j.acax.2020.100040.
- Likharev I.M., Viktor A.Y. 1980. Slugs of the fauna of the USSR and neighboring countries (Gastropoda Terrestria nuda). *Fauna SSSR. Molluski*. 3(5). Leningrad: Nauka Publishing House: 1–438 [In Russian].
- Mathakutha R., Steyn C., le Roux P.C., Blom I.J., Chown S.L., Daru B.H., Ripley B.S., Louw A., Greve M. 2019. Invasive species differ in key functional traits from native and non-invasive alien plant species. *Journal of Vegetation Science*, 30(5): 994–1006. DOI:10.1111/jvs.12772.
- Moshgani M., van Mil H.G.J., de Jong T.J. 2017. Plant characters related to slug feeding: a reanalysis of feeding studies using trait data from botanical databases and literature. *Annals of Applied Biology*, 170(1): 116–126. DOI:10.1111/aab.12321.
- Nermuť J., Půža V., Mráček Z. 2015. Re-description of the slug-parasitic nematode *Alloionema appendiculatum* Schneider, 1859 (Rhabditida: Alloionematidae). *Nematology*, 17(8): 897–910.
- Nesterova N.V., Khanova P.V., Biryukova N.V. 2020. Investigation of the distribution of the *Arion vulgaris* slug and methods of combating it. *European Scientific Conference* (Penza, 17.05.2020), 41–3 [In Russian].
- O'Reilly-Wapstra J.M., Iason G.R., Thoss V. 2007. The role of genetic and chemical variation of *Pinus sylvestris* seedlings in influencing slug herbivory. *Oecologia*, 152: 82–91. DOI: 10.1007/s00442-006-0628-4.
- Ostrovsky A.M. 2022. New records of synanthropic slugs *Limacus maculatus* and *Arion vulgaris* (Mollusca, Gastropoda, Stylommatophora) in Belarus. *Ruthenica, Russian Malacological Journal*, 32(2): 93–98. DOI: 10.35885/ruthenica.2022.32(2).6.
- Pfenninger M., Weigand A., Bálint M., Klussmann Kolb A. 2014. Misperceived invasion: the Lusitanian slug (*Arion lusitanicus* auct. non Mabilie or *Arion vulgaris* Moquin-Tandon 1855) is native to Central Europe. *Evolutionary Applications*, 7(6): 702–713.
- Prokopchik A.S., Ryzhaya A.V. 2020. The invasive slug *Arion lusitanicus* in the urban environment of Grodno (Republic of Belarus). *Ecological culture and environmental protection. III Dorotheev Readings*. Vitebsk, 59–161 [In Russian].
- Prozorova L.A., Fomenko K.V. 2018. Land snail species new for Primorye Territory and Russian malacofauna. In: *The 1st International Conference on North East Asia biodiversity*. Vladivostok, 61–64.
- Quick H.E. 1960. British slugs: (Pulmonata; Testacellidae, Arionidae, Limacidae). *Bulletin of the British Museum (Natural History)*, 6 (3): 103–226.
- Rabitsch W. 2006. *Arion vulgaris*. *DAISIE: Delivering Invasive species entries for Europe*. [Internet-Resource]. http://www.europe-aliens.org/images/pdficon_small.gif. (Accessed on 2024-11-23).
- Rathcke B. 1985. Slugs as generalist herbivores – tests of 3 hypotheses on plant choices. *Ecology*, 66: 828–836. DOI: 10.2307/1940544.
- Rudzite M., Dreijers E., Ozolina-Moll L., Parele E., Rudzitis M., Stalazs S. 2010. Latvijas gliemji: Sugu noteicejs. *A Gude to Molluscs of Latvia LU Akadēmiskais apgads*, 1–252.

- Schikov E.V. 2016. Adventitious species of terrestrial malacofauna of the center of the Russian Plain. *Ruthenica, Russian Malacological Journal*, 26 (3-4): 153–164 [In Russian].
- Schikov E.V. 2020. Classification of adventitious species of terrestrial mollusks. In: *Science, Nature and Society*. Miass: 157–159 [In Russian].
- Schikov E.V. 2021. Analysis of the adventitious Fauna of terrestrial Molluscs in the Centre of the Russian Plain. *Folia Malacologica*, 29(1): 43–50. DOI: 10.12657/folmal.029.006.
- Schikov E.V., Komarov Y.E. 2020. *Arion lusitanicus* s.l. (Mollusca, Gastropoda, Arionidae) in North Ossetia. *Science, Nature and Society*. Miass: 160–163 [In Russian].
- Schikov E.V., Komarov Y.E. 2021. Detection of an invasive species *Arion vulgaris* Moquin-Tandon, 1855 (Mollusca: Gastropoda: Arionidae) in the republic of North Ossetia-Alania. *Folia Malacologica*, 29 (4): 222–228 DOI: 10.12657/folmal.029.026
- Schikov E.V., Mikheeva M.V. 2022. Distribution of the Spanish slug *Arion vulgaris* Moquin-Tandon, 1855 in Moscow. *Zametki uchenogo*, 4: 315–323 [In Russian].
- Schmid G. 1970. *Arion lusitanicus* in Deutschland. *Archiv für molluskenkunde*, 100: 95–102.
- Shawky E.M., Elgindi M.R., Ibrahim H.A., Baky M.H. 2021. The potential and outgoing trends in traditional, phytochemical, economical, and ethnopharmacological importance of family Onagraceae: A comprehensive review. *Journal of Ethnopharmacology*, 281: 114450. DOI: 10.1016/j.jep.2021.114450.
- Skujiene G. 2013. Invasive slugs in Lithuania: results, problems and perspectives of the investigations. *Slugs and Snails as Invasive Species, IOB/WPRS Slugs and Snails Subgroup*, 25–27.
- Sverlova N.V., Gural R.I. 2008. The first discovery of the terrestrial mollusk *Arion lusitanicus* (Gastropoda, Pulmonata, Arionidae) on the territory of Ukraine. Living objects in conditions of anthropogenic pressure. *Proceedings of the X International Scientific and Practical Environmental Conference*. Belgorod: 194 [In Russian].
- Van Kleunen M., Weber E., Fischer M. 2010. A meta-analysis of trait differences between invasive and non-invasive plant species. *Ecology letters*, 13(2): 235–245. DOI:10.1111/j.1461-0248.2009.01418.x
- Van Regteren Altena C. 1971. Neue Fundorte von *Arion lusitanicus* Mabilie. *Archiv für Molluskenkunde*, 101: 183–185.
- Vinogradova Y.K., Galkina M.A., Mayorov S.R., Kartashova A.S., Shelepova O.V. 2022. Biomorphology and Taxonomic Status of *Adenocaulon adhaerescens* Maxim. (Asteraceae), an invasive species in the Moscow Region. *Russian Journal of Biological Invasions*, 13 (4): 439–253. DOI: 10.1134/S2075111722040154.
- Vinogradova Yu.K., Mayorov S.R., Khorun L.V. 2010. *The Black Book of the Flora of Middle Russia: alien plant species in the ecosystems of Middle Russia*. Moscow: GEOS. 512 p. [In Russian].
- Zajac K.S., Gawel M., Filipiak A., Kramarz P. 2017. *Arion vulgaris* Moquin-Tandon, 1855—the aetiology of an invasive species. *Folia Malacologica*, 25(2): 81–93. DOI: 10.12657/folmal.025.008.
- Zemanova M.A., Knop E., Heckel G. 2016. Phylogeographic past and invasive presence of *Arion* pest slugs in Europe. *Molecular Ecology*, 25: 5747–5764. DOI: 10.1111/j.1744-7348.2010.00442.x.
- Zemoglyadchuk K.V. 2020. Alien species of terrestrial mollusks (Mollusca: Gastropoda: Stylommatophora) in the fauna of Belarus. *Vestnik Baranovichskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Seriya: Biologicheskie nauki, Sel'skohozyajstvennye nauki*, 8: 34–45 [In Russian].

