

УДК 591.531.1:581.524.2:581.573:594.382

ИЗУЧЕНИЕ СПОСОБНОСТИ НАЗЕМНЫХ МОЛЛЮСКОВ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ ИСПОЛЬЗОВАТЬ В ПИЩУ ИНВАЗИОННЫЕ ВИДЫ РОДА *SOLIDAGO* (*S. CANADENSIS*, *S. GIGANTEA*)

© 2019 Устинова Е.Н.

Биологический факультет Московского государственного университета
имени М.В. Ломоносова, Москва 119234, Россия;
e-mail: Ustinolena@ya.ru

Поступила в редакцию 12.12.2018. После доработки 16.07.2019. Принята к публикации 21.08.2019

Для успешного распространения во вторичном ареале инвазионные виды должны преодолеть биотическое сопротивление среды, которое могут эффективно оказывать неспециализированные фитофаги. Мы провели серию лабораторных экспериментов по изучению способности использовать в пищу инвазионные виды золотарника (*Solidago canadensis* L. и *S. gigantea* Aiton) такими фитофагами-генералистами, как наземные моллюски. На стеблях и листьях золотарников было обнаружено значительное количество наземных моллюсков шести видов, однако результаты лабораторных экспериментов показали, что большинство из них не способны употреблять это растение в пищу, а *Fruticicola fruticum* (O. F. Müller) (Bradybaenidae) и *Deroceras* sp. (Agriolimacidae), хотя потенциально и могут питаться золотарником, но не выбирают его при наличии альтернатив. Таким образом, в природных популяциях улитки и слизни оказывают незначительное влияние на жизнедеятельность *S. canadensis* и *S. gigantea* и не способны подавлять экспансию данных видов.

Ключевые слова: наземные моллюски, *Solidago canadensis*, *Solidago gigantea*, биотическое сопротивление, фитофагия.

Введение

Два близких инвазионных вида *Solidago gigantea* Aiton и *Solidago canadensis* L. (Asteraceae), имеющие естественный ареал на территории Северной Америки, в последние десятилетия активно встраиваются в экосистемы с умеренным климатом по всему земному шару и считаются одними из самых агрессивных интродуцированных видов в Европе [Виноградова и др., 2009]. *S. gigantea* и *S. canadensis* оказывают отрицательное влияние на сообщество, вытесняя местные виды растений и снижая биоразнообразие [Weber, Jakobs, 2005; Kabuce, Priede, 2010].

Одним из распространённых объяснений успешности инвазионных растений на территории их вторичного ареала является гипотеза ухода от врагов («enemy release hypothesis»), которая заключается в предположении, что чужеродные растения обладают защитными

механизмами от аборигенных фитофагов-генералистов, а их специализированные фитофаги отсутствуют во вторичном ареале [Simberloff, Rejmanek, 2011]. Во вторичном ареале на золотарнике можно обнаружить большое разнообразие насекомых, однако воздействие насекомых-фитофагов на инвазионные виды золотарника незначительно [Jakobs et al., 2004; Weber, Jakobs, 2005; личные наблюдения]. Это может быть связано с тем, что большинство видов, обнаруженных на золотарнике во вторичном ареале, являются неспециализированными фитофагами [Jobin et al., 1996, Ando et al., 2010].

Однако для успешного преодоления биотического сопротивления среды вид должен также эффективно противостоять фитофагам-генералистам [Morrison, Nau, 2011]. Именно неспециализированные виды фитофагов чаще всего могут быть способны питаться чуже-

родными растениями, оказывая биотическое сопротивление интродуцированным видам [Pearson et al, 2011].

Целью данной работы стало изучение способности использовать в пищу инвазионные виды золотарника такими фитофагами-генералистами, как наземные моллюски, сведения о которых практически отсутствуют в известных нам работах по изучению фитофагов золотарника. Только в работе швейцарских ученых [Jobin et al., 1996] имеется упоминание об улитках семейств Agriolimacidae и Helicidae, которые потребляли более 30% растительной биомассы в одной из исследуемых точек, оставляя серьёзные повреждения, по крайней мере, на половине листьев побега. При этом в других точках потеря биомассы в результате деятельности фитофагов была не более 5%.

Влияние наземных моллюсков на растительное сообщество может быть намного выше, чем влияние насекомых-фитофагов [Rees, Brown, 1992], а, следовательно, они могут играть большую роль в подавлении экспансии инвазионных видов. В связи с этим изучение пищевых связей этих двух групп организмов представляется важной задачей инвазионной биологии.

Методика

Учёты улиток и слизней на листьях и стеблях золотарников (*S. gigantea*, *S. canadensis*) проводили в летние сезоны 2017 и 2018 гг. в разное время дня и при различных погодных условиях в разных точках Московской обл.: железнодорожный переезд в г. Реутов (N55°46.275'; E37°52.163'); городской пустырь в г. Реутов (N55°46.089'; E37°51.301'); ж/д станция Апрелевка на линии Москва – Калуга Московской железной дороги в Наро-Фоминском р-не (N55°33.239'; E37°04.516'), пассажирская платформа Правда Ярославского направления Московской железной дороги в Пушкинском районе, ж/д станция Купавна Горьковского направления Московской железной дороги в Ногинском р-не (N55°45.105'; E37°07.592'); дачный участок в Никольско-Архангельском микрорайоне г. Балашиха (N55°46.031'; E37°54.234'). Все исследованные точки пред-

ставляют собой антропогенно нарушенные местообитания с протяженными монодоминантными зарослями *S. gigantea* и отдельными кустами *S. canadensis*. Обнаруженных моллюсков определяли до вида или до рода (для слизней) при помощи определительной таблицы А.А. Шилейко [1982]. Для определения янтарок (сем. Succineidae) проводили вскрытие – было вскрыто четыре улитки, все из которых оказались наиболее распространенным в Московской обл. видом *Succinea putris* (L.), в связи с чем всех обнаруженных янтарок относили именно к этому виду, не проводя вскрытие.

Чтобы определить степень участия данных моллюсков в повреждении золотарника, для дальнейшего содержания в искусственных условиях в 2017 г. с *S. gigantea* было собрано 10 особей *S. putris*, 5 – *Trochulus hispidus* (Hygromiidae), 3 – *Euomphalia strigella* (Hygromiidae), 5 – *Deroceras* sp. (Agriolimacidae) и 5 – *Fruticicola fruticum* (Bradybaenidae). Улиток содержали в течение 32 суток в отдельных садках объёмом от 3 до 18 л в зависимости от количества, размера и двигательной активности представителей вида. В садках поддерживалась высокая влажность и раз в сутки или двое обновлялась свежая растительность.

Для улиток, которые могли питаться золотарником, изучались их предпочтения при наличии альтернативных растений помимо золотарника. Каждый раз в качестве кормового растения использовались *S. gigantea* и одно или два других растения на выбор (снять обыкновенная *Aegopodium podagraria* L., дудник лесной *Angelica sylvestris* L., борщевик Сосновского *Heraclium sosnowskyi* Manden., борщевик сибирский *H. sibiricum* L., пастернак полевой *Pastinaca sativa* L. (Apiaceae), бодяк полевой *Cirsium arvense* (L.) Scop., одуванчик лекарственный *Taraxacum officinale* Webb., мать-и-мачеха обыкновенная *Tussilago farfara* L. (Asteraceae), щавель конский *Rumex confertus* Willd. (Polygonaceae), люпин многолистный *Lupinus polyphyllus* Lindl. (Fabaceae), крапива двудомная *Urtica dioica* L. (Urticaceae), недотрога мелкоцветковая *Impatiens parviflora* DC. (Balsaminaceae), ива *Salix alba* (Salicaceae)).

Выбор данных видов обусловлен тем, что именно эти растения произрастали рядом с зарослями золотарника, с которых были собраны улитки.

Листья повреждённых растений сканировались на принтере в чёрно-белом формате, затем с помощью программы Adobe Photoshop CS6 измеряли количество пикселей и по этим данным определяли площадь поражения (предварительно рассчитав сколько пикселей содержится в 1 см²), а также общую площадь листьев данного растения для определения доли съеденного листа.

Для двух следующих экспериментов собрали 10 особей *Fr. fruticum*, поскольку только этот вид улиток показал способность оставлять значительные повреждения на листьях золотарника.

Для изучения предпочтений *S. gigantea* или *S. canadensis* кустарниковыми улитками *Fr. fruticum* кормили их листьями этих двух растений и сравнивали площадь повреждений. Для этого эксперимента использовали листья с растений двух видов, произрастающих совместно, чтобы исключить влияние различной концентрации микроэлементов. На 20-й день эксперимента, когда улитки перестали питаться, подкормили их грибами маслятами (*Suillus* sp.: Basidiomycota, Boletales).

Учитывали изменение площади поражения при безальтернативном кормлении *Fr. fruticum* листьями *S. gigantea* в течение 29 дней. Перед началом эксперимента улиток в течение суток кормили огурцами. Использовали листья с растений *S. gigantea*, растущих в разных точках. На 25-й день, когда улитки перестали оставлять повреждения на золотарнике, подкормили их грибами (*Suillus* sp.). Огурцы и грибы были выбраны в качестве субстрата для питания, так как активно поедались улитками и не входили в их естественный рацион.

С целью проверки гипотезы о необходимости разнообразной диеты для моллюсков в 2018 г. собрали 5 особей *Fr. fruticum* и 10 особей *S. putris* и также учитывали изменение площади поражения листьев разных растений при кормлении только тремя видами (*U. dioica*, *A. podagraria*, *S. gigantea*). Крапива и сныть

были выбраны в качестве контроля в данном эксперименте, так как хорошо потреблялись улитками в предыдущих экспериментах и часто произрастали совместно с золотарником. Листья всех трёх видов растений обновляли ежедневно.

Результаты

В 2017 г. на листьях и стеблях инвазионных золотарников *S. gigantea*, *S. canadensis* обнаружили пять видов наземных моллюсков из четырёх семейств: *Fruticola fruticum* (O. F. Müller) (Bradybaenidae), *Succinea putris* (L.) (Succineidae), *Trochulus hispidus* (L.), *Eumphalia strigella* (Draparnaud) (Hygromiidae), *Deroceras* sp. (Agriolimacidae). В 2018 г. на золотарнике были обнаружены те же самые четыре вида улиток, но не было обнаружено слизней *Deroceras* sp. Кроме того, несколько раз на листьях золотарника встречались улитки *Cerpea nemoralis* (L.), не встречавшиеся в предыдущем году.

Из шести собранных с золотарника видов в лабораторных условиях только кустарниковые улитки *Fr. fruticum* и слизни *Deroceras* sp. оставляли повреждения на листьях *S. gigantea*. Остальные улитки при наличии в качестве пищи только золотарника умирали или впадали в длительную спячку. При этом другими растениями при содержании в тех же условиях они могли питаться и поддерживать тем самым свою жизнедеятельность.

Несмотря на способность кустарниковых улиток и слизней *Deroceras* sp. питаться золотарником, они не часто выбирают его при наличии альтернатив (рис. 1). В течение эксперимента (32 суток) у них каждый день была возможность питаться золотарником, однако *Fr. fruticum* оставляли на нём повреждения только в 12 случаях из 32 (37.5%), а *Deroceras* sp. только в 7 (21.9%). При этом максимальная доля поражения от общей площади листа составила всего 5.2%, в то время как для таких растений, как *C. arvense*, *T. farfara*, *H. sibiricum*, *U. dioica*, *P. sativa* эта величина превысила 50%.

При безальтернативном кормлении золотарником *Fr. fruticum* наблюдалось сильное

непостоянство в количестве съеденной пищи, однако в целом, после 12-го дня улитки стали потреблять значительно меньшее количество *S. gigantea* и к 23-му дню вообще перестали питаться (рис. 2). На 25-й день улиткам предложили грибы (*Suillus* sp.), которыми они активно питались, а в последующие дни снова проявили интерес к золотарнику.

При предоставлении кустарниковым улиткам выбора между двумя видами золотарника не обнаружили значимых различий в площади поражений разных видов золотарника ($p = 0.744$ в парном критерии Вилкоксона), однако в пятый день по неизвестным причинам они

активно потребляли *S. gigantea* (рис. 3): всего за 24 дня наблюдения было съедено 2.3 см^2 *S. gigantea* и 1.03 см^2 *S. canadensis*.

При предоставлении улиткам *S. putris* и *Fr. fruticum* выбора из трёх видов растений (*U. dioica*, *A. podagraria*, *S. gigantea*) в течение 16 дней они активно потребляли крапиву и оставляли на сныти только незначительные повреждения, а золотарник вообще практически не употребляли в пищу (табл.). Критерий Фрийдмана для сравнения связанных по дням выборок площади поражения трёх видов растений показал значимые различия и для *S. putris* ($p < 0.001$), и для *Fr. fruticum* ($p < 0.001$).

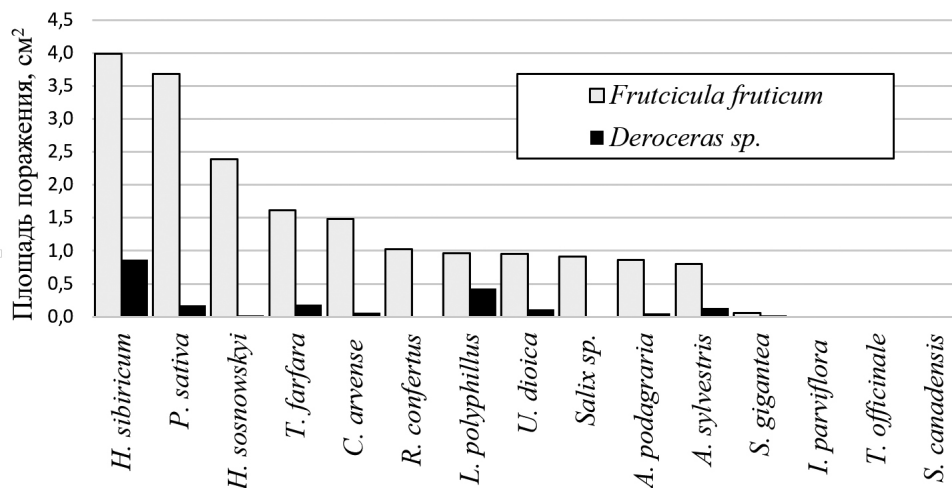


Рис. 1. Площадь повреждения моллюсками *Fruticicola fruticum* и *Deroceras sp.* листьев различных растений в расчёте на 1 особь за сутки.

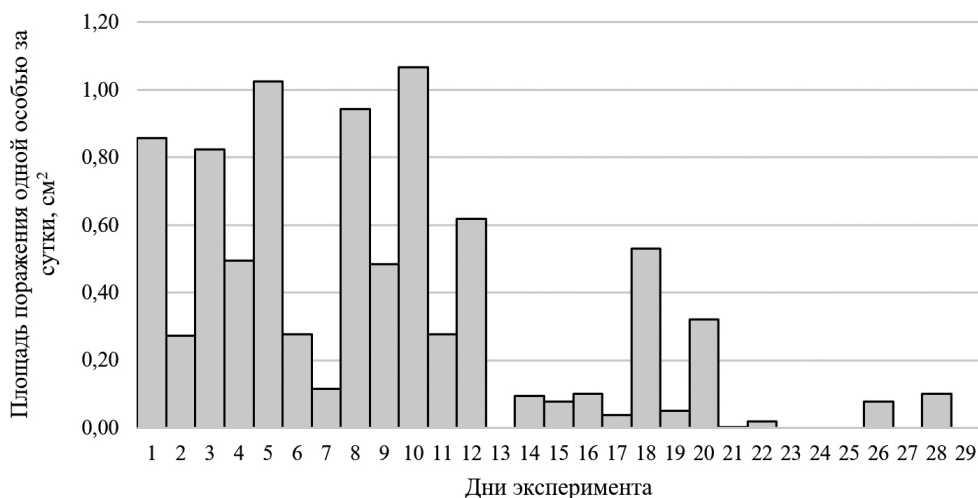


Рис. 2. Изменение площади поражения листьев *S. gigantea* при безальтернативном кормлении *Fr. fruticum* в расчёте на одну особь за сутки. *В 25-й день подкармливали улиток грибами.

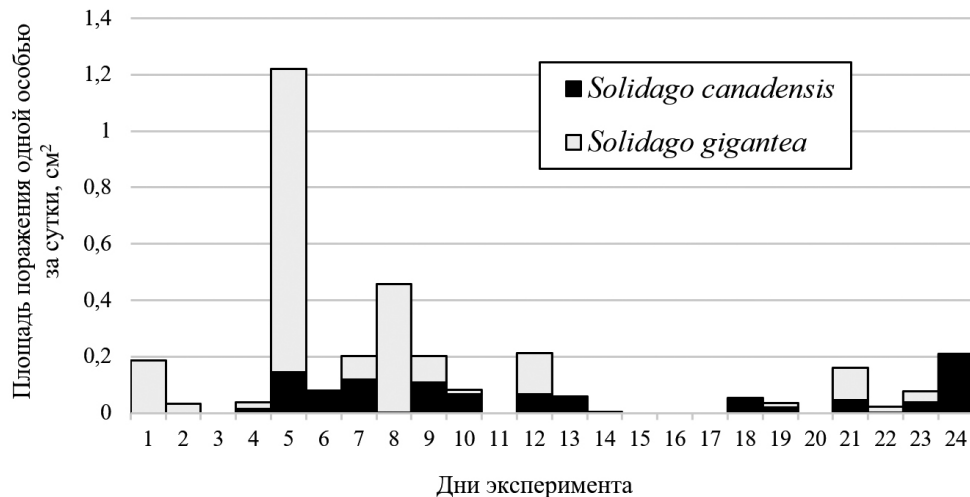


Рис. 3. Площади поражения листьев *S. canadensis* и *S. gigantea* улитками *Fr. fruticum* в расчёте на одну особь за сутки. *В 20-й день подкармливали улиток грибами.

Парный критерий Вилкоксона показал (в качестве поправки на множественные сравнения использовали поправку Бонферрони), что для обоих видов моллюсков данные различия обусловлены тем, что они активнее поедали крапиву ($p < 0.001$ для сравнения крапивы со снытью и с золотарником обоих видов моллюсков).

Обсуждение

На стеблях и листьях золотарников (*S. canadensis* и *S. gigantea*) было обнаружено значительное количество наземных моллюсков шести видов, но только два вида (*Fr. fruticum* и *Deroceras* sp.) оставляли повреждения на золотарнике в лабораторных условиях. Такое несоответствие расположения улиток на растениях и выбора пищи согласуется с литературными данными. В Нидерландах при изучении встречаемости улиток *Cepaea nemoralis* (L.) на

различных растениях и анализе содержимого их пищеварительных трактов [Wolda et al., 1971] было обнаружено, что хоть для многих растений и существует высокая вероятность того, что обнаруженные на нём моллюски употребляют его в пищу, но существуют и исключения. Например, улитки часто сидят на таких растениях как *Aegopodium podagraria* L., *Calystegia sepium* (L.) R.Br. и *Phragmites communis* Trin., но редко используют их в пищу. С другой стороны, на любимых кормовых объектах *Urtica dioica* L. и *Ranunculus repens* L. эти улитки встречались гораздо реже [Wolda et al., 1971]. Одним из объяснений частого присутствия улиток на неиспользуемых в пищу растениях может служить то, что такие растения могут использоваться в качестве укрытий или источников воды. Например, улитки *Fr. fruticum* часто располагаются на не кормовых растениях *Heracleum sibiricum* L. и *Angelica*

Таблица. Суммарная площадь повреждения листьев (см²) различных растений улитками *S. putris* и *Fr. fruticum* за 16 дней в расчёте на одну улитку. В скобках приведена доля повреждения данного вида растения от суммарной площади повреждения всех трёх видов

Растение	<i>Succinea putris</i>	<i>Fruticicola fruticum</i>
<i>Urtica dioica</i>	10.14 (97.8%)	22.06 (96.1%)
<i>Aegopodium podagraria</i>	0.22 (2.1%)	0.86 (3.7%)
<i>Solidago gigantea</i>	0 (0%)	0.04 (0.2%)

palustris (Besser) Hoffm, в пазухах которых скапливается дождевая вода [Снегин, 2005], однако золотарник, по нашим наблюдениям, не способен служить резервуаром воды.

При изучении пищевых предпочтений пяти видов улиток в Греции [Hatzioannou et al., 1994] было выявлено, что наличие соответствия между относительным обилием различных улиток на конкретном растении и относительное количество этого растения в экскрементах данных улиток меняется в течение года. Авторы данного исследования тоже указывают высокую долю крапивы в пищевом рационе улиток и отмечают, что улитки чаще всего располагаются на наиболее обильно представленным в сообществах видах растений в независимости от использования их в пищу.

Улитки, как правило, вообще не используют зелёные растения в качестве основного источника питания. Только крапива и мхи могут составлять значительную часть диеты [Speiser, 2001]. Золотарник как раз часто произрастает совместно с крапивой, что может объяснять частую встречаемость улиток на его листьях и стеблях.

Однако в ходе нашего исследования в лабораторных условиях *Fr. fruticum* показала потенциальную возможность питаться зелёными листьями растений, в том числе и золотарником. *Deroceras* sp. тоже оставлял погрызы на листьях золотарника, но эти повреждения были совсем незначительны. К тому же при наличии альтернатив оба этих вида моллюсков отдавали предпочтение растениям других видов. Доля потребления *S. gigantea* относительно суммарного потребления всех предложенных растений для *Fr. fruticum* составила лишь 0.32%, а для *Deroceras* sp. – только 0.09%.

Переносить результаты лабораторных экспериментов на естественные популяции необходимо с осторожностью, так как моллюски могут демонстрировать неестественное поведение в лабораторных условиях, а химические свойства растений могут изменяться после их сбора [Speiser, 2001]. Однако результаты наших экспериментов позволяют заключить, что золотарник хоть и потенциально является

кормовым растением, но в природных условиях не употребляется в пищу. Этот вывод подтверждает также практически полное отсутствие каких-либо повреждений на листьях инвазионных золотарников, даже при наличии на них большого количества улиток или слизней. Для определения пищевых предпочтений улиток в естественных условиях необходимо проводить анализ экскрементов, собранных в природных популяциях особей [Speiser, 2001].

Согласно литературным данным, наземные моллюски нуждаются в разнообразной диете и не могут длительное время питаться только одним видом. В обзоре Б. Шпайзера [Speiser, 2001] приводятся данные о предпочтительном использовании смешанной диеты для роста *Sarasinula plebeia* (Fischer) (Vaginulidae), *Ariolimax columbianus* Gould (Ariolimacidae), а также для семейств Milacidae и Arionidae. В естественных условиях 89% исследованных особей *Arianta arbustorum* (L.) (Helicidae) употребляли более чем один вид пищи [Speiser, Rowell-Rahier, 1993]. В лабораторных условиях *A. arbustorum* съедала большее количество пищи, когда ей последовательно предлагали растения двух разных семейств, чем при питании на одном виде растений. С другой стороны, если растения принадлежали одному семейству, то количество съеденного материала не отличалось от безальтернативной диеты [Speiser, Rowell-Rahier, 1993].

В нашем эксперименте *Fr. fruticum* при питании исключительно листьями *S. gigantea* сначала достаточно активно потребляла данное растение, но количество съеденного материала было очень непостоянным. Если в один из дней съедалось большое количество золотарника, то на следующий день это количество было пониженным (выявленная автокорреляция имеет краевую значимость: $p = 0.059$; Spearman $R = 0.374$). Такая нерегулярность в питании описана для слизней *Deroceras reticulatum* (O. F. Müller) и *Arion distinctus* Mabilie при добавлении в их корм моллюскоцидов [Bailey, Wedgwood, 1991]. Возможно, золотарник также содержит токсичные для улиток вещества, и они питаются им только при голодании. В состоянии голода многие улитки проявляют

нехарактерное пищевое поведение [Speiser, 2001]. *Agriolimax caruanae* Pollonera при наличии выбора не использует в пищу *Poa annua* L., но начинает потреблять его после голодания в течение 66 часов [Dirzo, Harper, 1980].

После 12-го дня безальтернативной золотарниковой диеты *Fr. fruticum* сильно снизили количество потребляемого золотарника, стали чаще прятаться в раковину, а к 22 дню и вовсе перестали питаться. Только после подкормки грибами улитки снова стали оставлять повреждения на золотарнике, но не такие серьёзные, как в начале.

С другой стороны, эксперимент по кормлению улиток тремя видами растений показал, что улитки *S. putris* и *Fr. fruticum* длительное время способны питаться крапивой, не снижая количество потребления данного вида, и редко выбирают сныть и золотарник в качестве альтернативы. Площадь повреждения крапивы значимо больше, чем двух других предлагаемых улиткам видов.

Можно предложить и другое объяснение неравномерному распределению количества съеденного материала. Кустарниковые улитки *Fr. fruticum* могут образовывать скопления на травянистой растительности, но определённый тип растительности является лишь потенциальной экологической нишей, потому что не во всех местообитаниях с одинаковым растительным покровом наблюдаются скопления данных улиток [Зейферт, Хохуткин, 2009]. Это связывают с различной концентрацией микроэлементов в растениях, потенциально пригодных в пищу. Было показано, что распределение улиток *S. putris* и *Fr. fruticum* в массивах крапивы связано с неодинаковым минеральным составом растений [Жулидов, 1980]. Поскольку в нашем эксперименте использовались листья *S. gigantea*, произрастающих в разных точках, то, возможно, всплески потребления связаны с повышенным содержанием некоторых химических элементов.

Как уже было отмечено выше, комбинированная диета из растений одного семейства, обладающих сходным химическим составом, не имеет преимуществ перед безальтернативной диетой [Speiser, Rowell-Rahier, 1993]. Ре-

зультаты нашего эксперимента по кормлению *Fr. fruticum* листьями канадского и гигантского золотарников согласуются с данным положением. Как и в случае безальтернативной диеты, кустарниковые улитки сначала потребляли различное количество золотарника, но постепенно шло общее снижение количества потребляемой пищи. Это логично, учитывая, что биохимический состав двух близких видов должен быть сходен, по крайней мере, имеются данные об отсутствии достоверных отличий по качественному и количественному составу фенольных соединений между двумя видами инвазионных золотарников [Акимова и др., 2008], а работ, выявляющих какие-либо различия в биохимическом составе, нам неизвестно. Содержание кремния, который может влиять на физические характеристики листьев и, соответственно, на предпочтения моллюсков, в инвазивных видах золотарников также не отличается [Акимова и др., 2008].

В ходе полевых исследований разных авторов [напр., Speiser, Rowell-Rahier, 1993; Hatzioannou et al., 1994] была выявлена зависимость между обилием кормового растения и его долей в рационе брюхоногих. Однако наши результаты показывают, что широко представленный в сообществах золотарник мало потребляется моллюсками. Причиной этого может служить низкое содержание в золотарнике питательных веществ или наличие отпугивающих компонентов. Было показано, что для *D. reticulatum* таким отпугивающим веществом может служить латекс [Dussourd, Eisner, 1987], содержание которого в золотарнике настолько велико, что в СССР его завезли в качестве перспективного каучуконосного растения [Волховская, 1937]. Ещё для видов рода *Solidago* отмечено высокое содержание кремния [Акимова и др., 2008], что также может влиять на предпочтения моллюсков. Так, *D. reticulatum* реже выбирали листья *Oryza sativa* L. (Poaceae) с высоким содержанием кремния [Wadham, Parry, 1981].

Важно отметить, что даже если моллюски в природных популяциях оставляют повреждения на золотарнике, это не обязательно несёт отрицательный эффект для жизнедеятель-

ности данного растения. Во-первых, даже в лабораторных условиях моллюски поражают лишь небольшую часть листа, что, скорее всего, не имеет значительного эффекта для жизнедеятельности золотарника. Во-вторых, погрызы листьев хоть и могут замедлять рост и влиять на размер растения, но крайне редко приводят к смерти растения [Dirzo, Harper, 1980]. Такое влияние может быть даже благоприятным для растений, образующих плотные монодоминантные заросли, поскольку снижает интенсивность конкуренции между особями. Например, в популяциях *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic. (Brassicaceae), подверженных влиянию слизней *A. caruanae*, выживаемость растений была выше, чем в популяциях без *A. caruanae*, где высокая конкуренция приводила к высокой смертности [Dirzo, Harper, 1980].

Заключение

Успешность *S. canadensis* и *S. gigantea* как инвазионных видов может быть связана с тем, что при внедрении в новую экосистему данные виды не встречают биотического сопротивления среды. Даже такие неспециализированные фитофаги, как наземные моллюски, хотя потенциально и могут питаться золотарником, но не выбирают его при наличии альтернатив. Судя по всему, в природных популяциях улитки и слизни оказывают незначительное влияние на жизнедеятельность *S. canadensis* и *S. gigantea* и не способны подавлять экспансию данных видов. В результате инвазия золотарника может не только вытеснять аборигенные виды растений, но и нарушать трофическую структуру экосистемы и негативно сказываться на различных звеньях пищевой цепи.

Благодарности

Автор выражает благодарность С.Н. Лысенкову (каф. биологической эволюции МГУ) за ценные советы при работе с рукописью, К.Б. Поповой (каф. геоботаники МГУ) за определение ивы, а также В.В. Марьянскому (каф. гидробиологии МГУ) и Е.В. Шикову за сведения о биологии наземных моллюсков.

Финансирование работы

Работа выполнена в рамках государственного задания Ч. 2 № ЦИТИС ААА-А-А16-116021660031-5.

Конфликт интересов

Автор заявляет, что у него нет конфликта интересов.

Соблюдение этических стандартов

Все экспериментальные протоколы были выполнены в соответствии с руководящими принципами ЕС по использованию лабораторных животных и уходу за ними (86/609 / СЕЕ) и при соблюдении правил, утверждённых распоряжением Президиума АН СССР от 2 апреля 1980 N 12000-496 и приказом Минвуза СССР от 13 сентября 1984 N 22. Все усилия были предприняты, чтобы использовать только минимальное количество животных, необходимое для получения надёжных научных данных.

Литература

- Акимова А.О., Виноградова Ю.К., Колесников М.П. Содержание фенольных соединений и кремния в некоторых видах рода *Solidago* L. // Интродукция нетрадиционных и редких растений. Материалы VIII Междунар. конф. Мичуринск-наукоград, 2008. С. 13–15.
- Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Чёрная книга флоры Средней России (чужеродные виды растений в экосистемах Средней России). М.: ГЕОС, 2009. 494 с.
- Волховская У.В. Золотарник (Итоги интродукции) // Труды Интродукционного питомника субтропических культур СССР. Глав. упр. субтропич. культур и Всес. ин-т растениеводства. Сухуми: Тип. изд-ва газ. «Сов. Абхазия» и «Апсны Капш», 1937. Вып. 8. 42 с.
- Жулидов А.В. О концентрации брюхоногих (Mollusca, Pulmonata) на участках крапивы с повышенным содержанием некоторых химических элементов // Вестник зоологии. 1980. № 2. С. 78–79.
- Зейферт Д.В., Хохуткин И.М. Экология кустарниковой улитки *Fruticicola fruticum* // М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. 92 с.
- Снегин Э.А. Эколого-генетические аспекты расселения *Bradybaena fruticum* Müll. (Mollusca, Gastropoda, Pulmonata) в элементах лесостепного ландшафта // Экология. 2005. № 1. С. 39–47.
- Шилейко А.А. Наземные моллюски (Mollusca, Gastropoda) Московской области // Почвенные беспозвоночные Московской области. М.: Наука, 1982. С. 144–169.

- Ando Y., Utsumi S., Ohgushi T. Community structure of insect herbivores on introduced and native *Solidago* plants in Japan // *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 2010. Vol. 136. No. 2. P. 174–183.
- Bailey S.E.R., Wedgwood M.A. Complementary video and acoustic recordings of foraging by two pest species of slugs on non-toxic and molluscicidal baits // *Annals of applied biology*. 1991. T. 119. No. 1. P. 163–176.
- Dirzo R., Harper J.L. Experimental studies on slug-plant interactions: II. The effect of grazing by slugs on high density monocultures of *Capsella bursa-pastoris* and *Poa annua* // *The Journal of Ecology*. 1980. P. 999–1011.
- Dussourd D.E., Eisner T. Vein-cutting behavior: insect counterploy to the latex defense of plants // *Science*. 1987. Vol. 237. No. 4817. P. 898–901.
- Jakobs G., Weber E., Edwards P.J. Introduced plants of the invasive *Solidago gigantea* (Asteraceae) are larger and grow denser than conspecifics in the native range // *Diversity and Distributions*. 2004. Vol. 10. No. 1. P. 11–19.
- Jobin A., Schaffner U., Nentwig W. The structure of the phytophagous insect fauna on the introduced weed *Solidago altissima* in Switzerland // *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 1996. Vol. 79. No. 1. P. 33–42.
- Hatzioannou M., Eleutheriadis N., Lazaridou-Dimitriadou M. Food preferences and dietary overlap by terrestrial snails in Logos area (Edessa, Macedonia, Northern Greece) // *Journal of Molluscan Studies*. 1994. Vol. 60. No. 3. P. 331–341.
- Kabuce N., Priede N. NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Solidago canadensis*. (Электронный документ) // Online Database of the European Network on Invasive Alien Species – NOBANIS. 2010 // (<https://www.nobanis.org>). Проверено 10.04.2019.
- Morrison W. E., Hay M. E. Herbivore preference for native vs. exotic plants: generalist herbivores from multiple continents prefer exotic plants that are evolutionarily naïve // *PLoS One*. 2011. T. 6. No. 3. C. e17227.
- Pearson D.E., Callaway R.M., Maron J.L. Biotic resistance via granivory: establishment by invasive, naturalized, and native asters reflects generalist preference // *Ecology*. 2011. T. 92. No. 9. C. 1748–1757.
- Rees M., Brown V.K. Interactions between invertebrate herbivores and plant competition // *Journal of Ecology*. 1992. Vol. 80. No. 2. P. 353–360.
- Simberloff D., Rejmanek M. *Encyclopedia of Biological Invasions*. Berkeley, Calif.: University of California Press, 2011. 765p.
- Speiser B. Food and feeding behaviour // *The biology of terrestrial mollusks* / Ed. G.M. Barker. CABI, New York, USA, 2001. P. 259–288.
- Speiser B., Rowell-Rahier M. Does the land snail *Arianta arbustorum* prefer sequentially mixed over pure diets? // *Functional ecology*. 1993. Vol. 7. No. 4. P. 403–410.
- Wadham M.D., Parry D.W. The silicon content of *Oryza sativa* L. and its effect on the grazing behaviour of *Agriolimax reticulatus* Müller // *Annals of Botany*. 1981. Vol. 48. No. 3. P. 399–402.
- Weber E., Jakobs G. Biological flora of central Europe: *Solidago gigantea* Aiton // *Flora-morphology, distribution, functional ecology of plants*. 2005. Vol. 200. No. 2. P. 109–118.
- Wolda H., Zweep A., Schuitema K.A. The role of food in the dynamics of populations of the landsnail *Cepaea nemoralis* // *Oecologia*. 1971. Vol. 7. No. 4. P. 361–381.

**THE ABILITY OF TERRESTRIAL MOLLUSKS
OF THE MOSCOW REGION TO FEED ON INVASIVE
SPECIES OF THE GENUS *SOLIDAGO*
(*S. CANADENSIS*, *S. GIGANTEA*).**

© 2019 Ustinova E.N.

Biological Faculty of M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow 119234, Russia;
e-mail: Ustinolena@ya.ru

For successful distribution in the secondary range, invasive plant species must overcome the biotic resistance of environment, which can be effectively made by the unspecialized herbivores. We conducted a series of laboratory experiments to study the ability of such generalist phytophages as terrestrial mollusks to feed on the invasive goldenrod species (*Solidago canadensis* L. and *S. gigantea* Aiton). A significant number of terrestrial mollusks of six species were found on the stems and leaves of the goldenrods, but most of them were unable to feed on those plants in the laboratory. *Fruticicola fruticum* (O. F. Müll) (Bradybaenidae) and *Deroceras* sp. (Agriolimacidae) are able to feed on the goldenrods, but they do not choose them when have alternatives. Most likely, in natural populations snails and slugs have little effect on the vital activity of *S. canadensis* and *S. gigantea* and are not capable of suppressing the expansion of these species.

Key words: terrestrial mollusks, *Solidago canadensis*, *Solidago gigantea*, biotic resistance, herbivory.