

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНВАЗИОННЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ НАВЫКОВ У ВЫПУСКНИКОВ ВУЗА ПО НАПРАВЛЕНИЮ «БИОЛОГИЯ»

Колдомова Е.А., Науменко Н.И.

ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», Ижевск, e-mail: naumenko-nik@yandex.ru

Биологические инвазии чужеродных видов растений, связанные с их внедрением на новые территории и массовым распространением вторичных растительных сообществ с участием инвазионных видов, представляют собой проблему, ставшую одним из приоритетных современных направлений исследований ученых разных специализаций. Рассмотрение феномена биологических инвазий отражено в образовательных программах средней и высшей школы; отдельные виды инвазионных растений могут быть предложены в качестве модельных объектов для изучения. Выбрав в качестве модельного объекта для изучения в отдельных дисциплинах подготовки студентов биологических направлений золотарник канадский (*Solidago canadensis* L., Asteraceae), широко распространенный инвазионный вид региональной флоры, мы раскрываем для обучающихся широкий спектр тем – от анализа онтогенеза инвазионного вида в условиях Удмуртской Республики и особенностей растительных сообществ с участием инвазионного вида до рассмотрения стратегии захвата растением-инвайдером новых территорий. Анализ учебных программ, реализуемых ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет» при подготовке студентов направления «Биология» и аспирантов направления «Биологические науки», показал, что золотарник канадский используется или может быть использован в качестве модельного растения при изучении более 20 тем и разделов 7 учебных дисциплин и учебной практики бакалавриата («Ботаника», «Ботаническая география с основами местной флоры», «Полезные растения Удмуртии», «Рациональное использование растительного покрова»), магистратуры («Современные проблемы биологии», «Экология популяций и сообществ») и аспирантуры («Теоретические проблемы систематики и географии цветковых растений»). Опыт работы показывает, что специальное изучение инвазионных видов растений способствует формированию научно-исследовательских навыков у обучающихся.

Ключевые слова: инвазионные виды растений, *Solidago canadensis* L., образовательные программы, биологическое образование, исследовательская деятельность.

USE OF INVASIVE SPECIES OF PLANTS FOR THE FORMATION OF SCIENTIFIC RESEARCH SKILLS IN GRADUATES OF THE UNIVERSITY IN THE BIOLOGICAL DIRECTION OF TRAINING «BIOLOGY»

Koldomova E.A., Naumenko N.I.

Udmurt State University, Izhevsk, e-mail: naumenko-nik@yandex.ru

The biological invasions of alien plant species associated with their introduction into new territories and the massive spread of secondary plant communities involving invasive species are a problem that has become one of the priority modern areas of research by scientists of different directions. The phenomenon of biological invasions is reflected in the educational programs of secondary and higher schools; individual species of invasive plants can be proposed as model objects for study. Having chosen the goldenrod canadian (*Solidago canadensis* L., Asteraceae), a widespread invasive species of the regional flora, as a model object for studying biology students in individual disciplines, we disclose for students a wide range of topics – from the analysis of the ontogenesis of the invasive species in the Udmurt Republic and the characteristics of plant communities with the participation of the invasive species to consideration of a strategy for an invader to capture new territories. An analysis of the training programs implemented by the Udmurt State University Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education during the preparation of students of the Biology direction and graduate students of the Biological Science direction showed that Canadian goldenrod is used or can be used as a model plant when studying more than 20 topics and sections of 7 educational disciplines and training practice of undergraduate studies («Botany», «Botanical geography with the basics of local flora», «Useful plants of Udmurtia», «Rational use of vegetation cover»), master's programs («Modern problems b biology», «Ecology of populations and communities») and graduate school («Theoretical problems of the systematics and geography of flowering plants»). Experience shows that a special study of invasive plant species contributes to the formation of research skills of students.

Keywords: invasive plant species, *Solidago canadensis* L., educational programs, biological education, research.

Научно-исследовательская работа – это вид профессиональной деятельности современных выпускников биологов. Так, в соответствии с Федеральным государственным общеобразовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) направления «Биология» выпускники, освоившие соответствующие образовательные стандарты программы, должны быть способны применять на практике приемы составления научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт и пояснительных записок, излагать и критически анализировать получаемую информацию и представлять результаты полевых и лабораторных биологических исследований, иметь базовые представления о разнообразии биологических систем [1]. Программа обучения биологии и экологии в средней общеобразовательной школе также предполагает знакомство обучающихся с современными представлениями о биоразнообразии и путях его охраны [2]. Достижение данных результатов в настоящее время возможно при обращении к одной из наиболее актуальных проблем современности – явлению внедрения чужеродных видов на новые территории, в частности к проблеме растительных инвазий.

Согласно Конвенции о биологическом разнообразии внедрение чужеродных видов является второй по величине угрозой биологическому разнообразию на Земле [3]. Чужеродные виды растений – это виды, которые были занесены во вторичный ареал своего распространения при прямом или косвенном влиянии хозяйственной деятельности. Инвазии связаны с проникновением в регионы Земного шара несвойственных чужеродных видов растений из других мест. В последнее время такие процессы принято именовать биологическими инвазиями чужеродных видов. Под биологическими инвазиями понимают все случаи проникновения живых организмов, в том числе растений, в экосистемы, расположенные за пределами их первоначального (как правило, сложившегося в естественных условиях) ареала [3].

Инвазионные растения – это разновидность натурализовавшихся растений, которые воспроизводят потомство, часто в очень больших количествах, распространяясь на значительное расстояние от материнского растения, и таким образом обладают потенциалом для распространения на крупных по размеру площадях [4]. Внедряясь в различные растительные сообщества, они способны наносить большой экологический и экономический вред. Одно из негативных проявлений явления биологической инвазии – сокращение видового разнообразия флоры вследствие вытеснения аборигенных видов растений адвентивными видами. Следует отметить, что некоторые свойства инвазионных видов негативно сказываются на комфортности среды обитания человека: так, массовое цветение некоторых видов растений может привести к тяжелым поллинозам и иным проявлениям аллергической реакции у людей, проживающих вблизи их зарослей; нередко вторичные сообщества с преобладанием инвазионных растений ощутимо снижают эстетические характеристики

ландшафта. Вместе с тем некоторые инвазионные виды могут обладать полезными для человека свойствами [5].

Изучение инвазионных видов растений является одним из приоритетных современных направлений исследований ученых разных специализаций, прежде всего – ботаников и экологов. Результаты инвентаризации инвазионного компонента флоры и анализ полученных данных по разным регионам России нашли отражение в «Черных книгах» флоры Средней России [6], Тверской области [7], Сибири [8], Удмуртской Республики [9], имеются списки инвазионных и чужеродных видов по целому ряду регионов; ведутся работы по оценке современного состояния ценопопуляций отдельных инвазионных видов растений и особенностей их распространения, изучению их экологических характеристик и динамики воспроизводства [10-12].

Работа выполнена с целью анализа возможности применения результатов исследования инвазионных видов растений в учебном процессе при подготовке студентов направления «Биология».

Материалы и методы исследования

В качестве материалов для исследований были использованы учебные планы, образовательные программы, рабочие программы дисциплин и результаты анализа учебного процесса, проводимого на кафедре ботаники, зоологии и биоэкологии ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет» [13]. В качестве изучаемого биологического объекта был выбран золотарник канадский (*Solidago canadensis* L., Asteraceae) – один из наиболее массовых инвазионных видов флоры Удмуртской Республики, особенности распространения которого в регионе были предметом специального изучения, проводимого с использованием традиционных методов полевого флористического и геоботанического исследования и лабораторного изучения характеристик семенного и вегетативного воспроизведения растений [9, 14, 15].

Новизна исследования заключается в последовательном анализе рабочих программ учебных дисциплин, при изучении которых с целью формирования научно-исследовательских навыков студентами и аспирантами используются материалы детального исследования золотарника канадского, рассматриваемого нами в качестве модельного объекта.

Результаты исследования и их обсуждение

Использование инвазионных видов растений в качестве объектов для исследований в средней и высшей школе открывает широкие возможности для всестороннего биологического и экологического образования обучающихся. Результаты полученных исследований можно применять в учебном процессе в средней общеобразовательной школе и в вузе при подготовке студентов по направлениям биологических и экологических профилей, в экологических

акциях и т.д. Выбор инвазионных видов в качестве модельных растений в образовательной практике имеет ряд преимуществ:

- доступность. Произрастание большинства инвазионных видов растений приурочено к местообитаниям, находящимся вблизи населенных пунктов или же в них самих;
- минимальное количество лабораторного оборудования. Так, для изучения распространения вида на территории населенного пункта достаточно наличия гербарного прессы, мерной ленты и стандартных бланков геоботанического описания;
- большой выбор в формулировках ведущей проблемы, проблемного поля, простота постановки задач исследования;
- «многоуровневость» объекта. На одном конкретном модельном виде можно создать большое количество исследовательских проектов.

В основе инвазий растений лежат сложные и многообразные явления, имеющие временные и пространственные масштабы и различные уровни – от молекулярного до экологического. Так растения-инвайдеры, трансформируясь в результате естественного отбора в новых для них условиях, в границах вторичного ареала могут приобретать новые свойства, позволяющие закрепляться и успешно конкурировать как с прежде занесенными адвентивными видами, так и с видами природной флоры. Одной из причин конкурентоспособности инвазионных видов растений является аллелопатическое воздействие: биохимические вещества, выделяемые из инвазионного растения, могут влиять на местные растения или природную биоту почвы таким образом, что неблагоприятно отражается на растениях других видов.

Золотарник канадский является инвазионным видом во многих регионах России и за ее пределами, включен в «Черные книги» флоры Средней полосы [6] и других регионов России [7, 8, 9]. Вторгаясь, данный вид нередко образует одновидовые заросли, занимающие большие площади.

При выборе в качестве модельного объекта *Solidago canadensis* мы раскрываем для обучающихся такие тематики, как изучение онтогенеза инвазионного вида в условиях Удмуртской Республики; особенности растительных сообществ с участием инвазионного вида; характеристики семенной продуктивности инвазионного вида и особенности его воспроизводства в природных условиях; конкурентная способность инвазионного вида и стратегия захвата новых территорий.

При прохождении теоретического курса и лабораторного практикума по ряду учебных дисциплин подготовки студентов направления «Биология» и аспирантов направления «Биологические науки» в Удмуртском государственном университете золотарник канадский может быть использован в качестве модельного растения при изучении отдельных тем и

разделов. Ниже представлены результаты анализа рабочих программ учебных дисциплин, при реализации которых золотарник канадский используется или может быть использован в качестве изучаемого объекта.

Направление 06.03.01 (бакалавриат).

Дисциплина **«Ботаника»**, 1–3-й семестры. Общая трудоемкость дисциплины 8 зачетных единиц (288 академич. часов), в том числе 86 часов лекций и 104 часа лабораторных занятий. Программа дисциплины построена блочно-модульно; в ней выделены 5 разделов («Альгология», «Микология и лишенология», «Анатомия и морфология растений», «Высшие споровые», «Семенные растения»). При прохождении разделов дисциплины большое внимание уделяется вопросам единой филогенетической классификации, эволюционным связям между различными таксонами растений. *S. canadensis* задействован при изучении тем разделов «Семенные растения» (тема «Подкласс Asteridae») и «Анатомия и морфология растений» (темы «Вегетативные органы высших растений», «Понятие о побеге», «Стебель, его функции, особенности анатомии и морфологии» «Лист, его морфологическое и анатомическое строение, функции», «Цветок как репродуктивный орган», «Соцветие», «Фертильные части цветка. Опыление и оплодотворение», «Семя и плод», «Размножение высших растений, его типы»). В лабораторном практикуме могут быть использованы не только гербарные образцы *S. canadensis* и зафиксированные препараты соцветий, плодов и вегетативных органов, но и живые растения, специально выращиваемые в лабораторных условиях: опыт показывает, что этот вид легко культивируется в защищенном грунте

Дисциплина **«Ботаническая география с основами местной флоры»**, 5-й семестр. Общая трудоемкость дисциплины – 3 зачетные единицы (108 академич. часов); объем контактной работы составляет 18 часов лекций, 46 часов лабораторных занятий. Характер природного и вторичного ареала *S. canadensis* изучается при прохождении тем «Понятие об ареале в ботанической географии», «Общая характеристика флоры Удмуртии» и «Материалы к истории формирования флоры и охрана растительного мира Удмуртии». Специально обсуждается проблематика формирования ареала и ранних этапов приспособительной эволюции инвазионного вида на территории, обладающей комплексом экологических условий, отличающихся от условий существования вида в границах природного ареала; рассматриваются разноплановые вопросы взаимоотношений инвазионного вида с растениями природной флоры и другими адвентивными видами, от прямой конкуренции и вытеснения до возможностей гибридизации с родственными видами региональной флоры.

Дисциплина **«Полезные растения Удмуртии»** изучается в 8-м семестре. Общая трудоемкость – 3 зачетные единицы (108 академических часов); объем контактной работы составляет 32 академических часа, в том числе 8 часов лекций и 24 часа практических занятий.

Характеристики *S. canadensis* рассматриваются при прохождении разделов «Лекарственные растения, их ресурсы и охрана» «Древесинные, декоративные, волокнистые и технические растения Удмуртии и их ресурсы».

Дисциплина «**Рациональное использование растительного покрова**» изучается в 8-м семестре. Общая трудоемкость – 2 зачетные единицы (72 академических часа); объем контактной работы составляет 32 академических часа, в том числе 16 часов лекций и 16 часов практических занятий. Информация о *S. canadensis* рассматривается при прохождении двух разделов курса: «Организация и динамика растительных сообществ» и «Методы изучения, хозяйственной оценки и анализа состояния растительных сообществ».

Учебным планом подготовки студентов направления «Биология» предусмотрена значительная по объему учебная практика (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков). Во 2-м семестре в летний сезон (в июне-июле) для студентов 1-го курса организована учебная практика продолжительностью 6 недель, проходящая на базе Учебного ботанического сада Удмуртского государственного университета и (или) в выездном формате в одном из районов Удмуртской Республики. Соответственно программе учебной практики в ее задачи входит изучение растений, животных, грибов и их природных сообществ. Закрепляются полученные при изучении дисциплин учебного цикла знания в области систематики и морфологии живых организмов. Отдельные темы учебной практики рассматриваются с изучением золотарника канадского в естественных условиях. Этот обычный для района проведения практики инвазионный вид является удобным модельным объектом при практическом изучении морфологии вегетативных и генеративных структур растений как методом наблюдения, так и при проведении учебного вегетационного опыта. На примере золотарника канадского студентам может быть представлен механизм аллелопатических взаимодействий растений в сообществах. Изучение местных ценопопуляций *S. canadensis* используется при рассмотрении вопросов динамики природных и нарушенных хозяйственной деятельностью растительных сообществ, агрофитоценозов, восстановления растительного покрова. Под руководством руководителя практики и самостоятельно студенты могут выполнить и проанализировать серию геоботанических описаний на участках, в разной степени занятых *S. canadensis* – от единичных экземпляров до густых одновидовых зарослей с высоким покрытием.

Направление 06.04.01 (магистратура).

Дисциплина «**Современные проблемы биологии**», 1-й семестр. Общая трудоемкость дисциплины – 4 зачетные единицы, 144 академических часа. Объем контактной работы обучающихся с преподавателем составляет 99 академических часов, в том числе 36 академических часов лекций, 36 академических часов практических занятий. Проблематика

биологических инвазий на примере ряда видов, включая *Solidago canadensis*, рассматривается при изучении раздела «Проблемы сохранения биологического разнообразия и биологические инвазии».

Дисциплина «**Экология популяций и сообществ**», 1-й семестр. Общая трудоемкость дисциплины – 2 зачетные единицы (72 академических часа), в том числе 36 часов практических занятий. Вопросы динамики популяции инвазионного вида *Solidago canadensis* могут рассматриваться при изучении разделов «Экология популяций растений» и «Экология сообществ» (тема «Подходы к рациональному управлению численностью популяций хозяйственно значимых видов животных и растений»).

Направление 06.04.01 (аспирантура).

Дисциплина «**Теоретические проблемы систематики и географии цветковых растений**», 3-й семестр. Общая трудоемкость дисциплины – 3 зачетные единицы (108 академических часов), в том числе 30 часов аудиторных занятий. Особенности развития и современной динамики вторичного ареала *Solidago canadensis* рассматриваются при изучении раздела «Учение об ареале растений».

Заключение

Проанализирована возможность применения результатов исследования инвазионных видов растений на примере золотарника канадского (*Solidago canadensis* L.) в учебном процессе при подготовке студентов направления «Биология» и аспирантов направления «Биологические науки». Проблематика динамики природного биоразнообразия и биологических инвазий отражена в образовательных программах средней и высшей школы. Отдельные виды инвазионных растений могут быть предложены в качестве модельных объектов для изучения. Выбрав в качестве такого объекта золотарник канадский – широко распространенный инвазионный вид региональной флоры, мы раскрываем для обучающихся широкий спектр тем – от анализа онтогенеза инвазионного вида в условиях Удмуртской Республики и особенностей растительных сообществ с участием инвазионного вида до рассмотрения стратегии захвата растением-инвайдером новых территорий. Практическое использование в образовательном процессе новых данных об этом инвазионном виде способствует формированию научно-исследовательских навыков у обучающихся, осваивающих сложную для изучения тематику биологических инвазий. Анализ учебных программ, реализуемых ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет» при подготовке студентов направления «Биология» и аспирантов направления «Биологические науки», показал, что золотарник канадский используется или может быть использован в качестве модельного растения при изучении более 20 тем и разделов 7 учебных дисциплин и учебной практики.

Список литературы

1. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 7 августа 2014 г. № 944 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология (уровень бакалавриата)» [Электронный ресурс]. URL: <http://fgosvo.ru/news/7/402> (дата обращения: 20.07.2020).
2. Приказ от 6 октября 2009 г. № 413 «Об утверждении и введении в действие Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования. Список изменяющих документов» (в ред. Приказа Минобрнауки России от 29.12.2014 № 1645) [Электронный ресурс]. URL: <http://fgosvo.ru/> (дата обращения: 20.07.2020).
3. Конвенция о биологическом разнообразии [Russian text – Textre Russe]. United Nations. Treaty Series. 1993. Vol. 1760. I–30619. P.199–225.
4. Pyšek P., Richardson D. M., Rejmánek M., Webster G. L., Williamson M., Kirschner J. Alien plants in checklists and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. *Taxon*. 2004. Vol. 53 (1). P. 131–143.
5. Жукова О.В. Инвазионный вид – ромашка душистая (*Chamomilla suaveolens* (Pursh) Rydb.) на территории города Йошкар-Олы // Вестник Марийского гос. ун-та. 2014. №. 1 (13). С. 11–14.
6. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Черная книга флоры Средней России. Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России. М.: ГЕОС, 2009. 494 с.
7. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Нотов А.А. Чёрная книга флоры Тверской области. Чужеродные виды растений в экосистемах Тверского региона. Москва: Товарищество научных изд. КМК, 2011. 292 с.
8. Черная книга флоры Сибири / Ред. Ю.К. Виноградова, А.Н. Куприянов. Новосибирск: Гео, 2016. 439 с.
9. Баранова О.Г., Бралгина Е.А., Колдомова Е.А., Маркова Е.М., Пузырев А.Н. Черная книга флоры Удмуртской Республики / Ред. О.Г. Баранова. Москва; Ижевск: Институт компьютерных исследований. 2016. 67 с.
10. Соколова И. Г. Инвазивные виды Псковской области // Псковский регионологический журнал. 2012. № 14. С. 97–102.
11. Баранова О.Г., Бралгина Е.Н. Инвазионные растения во флоре Удмуртской Республики // Вестник Удмуртского ун-та. Серия Биология. Науки о Земле. 2015. Вып. 2. С. 31–36.
12. Науменко Н.И. Адвентивный компонент флоры Южного Зауралья // Вестник Удмуртского ун-та. Серия Биология. Науки о Земле. 2005. Вып. 10. С. 3-16.

13. ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет». Сведения об организации. Методические и иные документы, разработанные для обеспечения образовательного процесса [Электронный ресурс]. URL: <http://i.udsu.ru/04-education#table-6-rowlevel-2> (дата обращения: 20.07.2020).
14. Колдомова Е. А. *Solidago canadensis* L.(Asteraceae) в г. Ижевске // Огарёв-Online. 2018. №. 8 (113). [Электронный ресурс] URL: <http://journal.mrsu.ru/arts/solidago-canadensis-l-asteraceae-v-g-izhevske> (дата обращения: 20.07.2020).
15. Колдомова Е.А., Баранова О.Г. Оценка жизнеспособности семян инвазионного вида *Solidago canadensis* L. // Промышленная ботаника: состояние и перспективы развития: материалы VII Международной научной конференции. 2017. С. 213–216.