

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 582.524.34+574.2

ИНВАЗИЯ ЗОЛОТАРНИКА КАНАДСКОГО (*SOLIDAGO CANADENSIS* L.) В ТЕХНОГЕННОМ ЛАНДШАФТЕ (НА ПРИМЕРЕ КАРЬЕРА ПО ДОБЫЧЕ ПЕСКА)

А.П. ГУСЕВ, Н.С. ШПИЛЕВСКАЯ

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь

Введение. Инвазионные виды вызывают серьезные экологические последствия, нанося существенный вред экосистемам, которые могут быть изменены вплоть до полного исчезновения местных (аборигенных) видов. Важнейшей задачей является мониторинг инвазионных видов, которые наносят серьезный ущерб аборигенным видам, окружающей среде и биологическому разнообразию [8, 10, 11]. Согласно Концепции национальной безопасности Республики Беларусь (2010 г.), а также Стратегии по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия на 2011–2020 годы, одной из угроз национальной безопасности в экологической сфере является проникновение в окружающую среду инвазионных чужеродных видов диких животных и дикорастущих растений. Одним из таких видов на территории Беларуси признан золотарник канадский (*Solidago canadensis* L.).

Solidago canadensis L. – многолетнее растение, высотой 70–210 см. Отдельные клоны могут достигать 100–летнего возраста. Опыляется насекомыми. Плодовитость – более 10 тысяч семян на одном генеративном побеге. Анемохор. Естественный ареал расположен в Северной Америке. Интродуцирован в Европу в XVII веке. В Беларуси появился как декоративное растение в 50–е гг. XX века. Типичные местообитания – обочины автомобильных и железных дорог, заброшенные поля, опушки лесов, берега водоемов [8, 10]. *Solidago canadensis* L. является видом–трансформером и способен преобразовывать природные экосистемы (к трансформерам относят инвазионные виды, которые изменяют характер, состояние, облик и сущность экосистем на значительной площади [11]). Предполагается, что *Solidago canadensis* L. является возбудителем сенной лихорадки, может способствовать развитию заболеваний зерновых культур, плохо поедается домашними животными, вырабатывает вещества, которые подавляют рост других растений [8, 10]. Как правило, чужеродные виды встречаются на начальных стадиях сукцессий, по мере развития сукцессии их значение падает [1]. Но ряд инвазивных видов, в том числе *Solidago canadensis* L., может влиять на сукцессию. Так, установлено, что инвазия *Solidago canadensis* на разных стадиях восстановительной сукцессии имеет негативные последствия: снижение видового богатства, угнетение древесного подроста, длительное сохранение высокого уровня синантропизации, ингибирование направленной смены растительных сообществ [8, 10].

Одним из факторов, способствующим инвазиям чужеродных видов, является антропогенная нарушенность окружающего ландшафта, коррелирующая, в свою очередь, с его фрагментацией. Так, например, установлено, что при прочих равных условиях риск инвазий чужеродных видов растений возрастает в антропогенных ландшафтах по мере роста их фрагментации и гетерогенности. Техногенно нарушенные ландшафты могут выступать своего рода плацдармами для дальнейшего распространения чужеродных видов [2, 4].

Целью работы является изучение инвазии золотарника канадского в техногенные ландшафты Белорусского Полесья на примере карьера по добыче строительных песков. Задачи исследований: сравнение результатов геоботанических съемок (2004–2016 гг.) на склонах карьера; изучение динамики *Solidago canadensis* в растительном покрове на склонах карьера в период 2004–2016 гг.; выделение сообщества с доминированием *Solidago canadensis* и выяснение его основных характеристик.

Методика и объекты исследования. В качестве техногенного ландшафта было выбрано месторождение строительных песков «Осовцы», расположенное в пределах надпойменной террасы реки Сож, на юго–западе города Гомеля, вблизи деревни Осовцы. Мощность разрабатываемого слоя – до 12 м. Мощность вскрыши – 1–2 м. Карьер разрабатывался в 1980–2000 гг. В 2003–2006

гг. рекультивирован в водоем рекреационного назначения. Склоны выположены. На части склонов (до 25%) высажена культура сосны. Гумусовый слой на склонах не насыпался. Площадь карьера составляет 0,826 км². Из них 46,7% приходится на два водоема, 34,9% занято рудеральными сообществами, 10,6% – луговыми сообществами, 7,8% – кустарниками [3, 5].

Пробные площадки (10x10 м) для наблюдений за сукцессионными процессами располагались в верхней половине склона. Геоботаническая съемка проводилась в 2004, 2005, 2006, 2014, 2015 и 2016 гг. Проективное покрытие определяли по 5-балльной шкале: (+) – меньше 1%; 1 – менее 5%; 2 – 6–15%; 3 – 16–25%; 4 – 26–50%; 5 – более 50%. Геоботанические описания сводили в фитоценологические таблицы и для каждого вида устанавливали класс постоянства: I – менее 20%; II – 21–40%; III – 41–60%; IV – 61–80%; V – 81–100%. При обработке материалов и классификации сообществ использовался эколого-флористический метод Браун–Бланке [6, 9]. Названия растений даются по сводке С.К. Черепанова [7].

Результаты и их обсуждение. Рассмотрим результаты изучения вторжения *Solidago canadensis* L. в восстановительную сукцессию на примере техногенного ландшафта – отвалов карьера строительных песков, где в течение 2004–2016 гг. проводился мониторинг восстановления растительного покрова путем первичной сукцессии [3, 5]. Установлено, что пионерная стадия (1 год после начала сукцессии) была представлена редкими группировками растений-терофитов. Общее проективное покрытие составляло около 5%. Наиболее часто встречались *Chenopodium album* L., *Setaria pumila* (Poir.) Schult., *Plantago arenaria* Waldst. & Kit., *Corispermum marschallii* Steven, *Fallopia convolvulus* (L.) A. Love, *Conyza canadensis* (L.) Cronqist. На 2-й год увеличились постоянство и покрытие *Plantago arenaria* Waldst. & Kit., *Corispermum marschallii* Steven, *Conyza canadensis* (L.) Cronqist, *Salsola kali* L. Появились новые виды – *Amaranthus retroflexus* L., *Sisymbrium altissimum* L., *Xanthium albinum* (Widder) H. Scholz, *Artemisia vulgaris* L., *Oenothera biennis* L., *Medicago lupulina* L. и т.д. Проективное покрытие увеличилось до 26%. Возросло видовое богатство (т.е. в 1,7 раза по сравнению с 1 годом). В сообществах начальной стадии (1-й и 2-й годы после начала восстановительной сукцессии на склоне карьера) *Solidago canadensis* L. отсутствовал.

Solidago canadensis L. появился на склонах карьера на 3-й года после начала восстановительной сукцессии на техногенном песчаном субстрате (в 2006 г.). Отмечен в составе ассоциации *Melilotetum albi-officinalis* Siss. 1950 союза *Dauco-Melilotion albi* Gors 1966 em Elias 1980 порядка *Onopordetalia acanthii* Br.-Bl. et Tx. 1943 em Gors 1966 класса *Artemisietea vulgaris* Lohm., Prsg. et Tx. in Tx. 1950. В этом сообществе доминировали *Melilotus albus* Medikus, *Echium vulgare* L., *Berteroa incana* (L.) DC., *Artemisia campestris* L. Проективное покрытие *Solidago canadensis* здесь составило 1,3%, постоянство – 15% (таблица 1).

Таблица 1 – Инвазия золотарника канадского (*Solidago canadensis* L.) на склонах карьера по добыче песков «Осовцы»

Год съемки	Год с начала сукцессии	Число пробных площадок	Проективное покрытие, %	Постоянство, %
2004	1	5	0	0
2005	2	17	0	0
2006	3	13	1,3	15,0
2014	11	15	13,8	60,0
2015	12	18	14,1	61,1
2016	13	18	18,6	66,7

По данным геоботанических съемок 2014–2016 гг. на территории карьера наблюдается активное распространение *Solidago canadensis* L. Так, видно, что уже к 2014 г. встречаемость *Solidago canadensis* на склонах карьера значительно возросла. Проективное покрытие возросло в 10,6 раза, встречаемость – в 4 раза. К 2016 г. проективное покрытие *Solidago canadensis* возросло в 14,3 раза, а встречаемость – в 4,5 раза по сравнению с 2014 г. Площадь ареала с доминированием *Solidago canadensis* в 2016 г. составила 1,5 га.

По результатам геоботанической съемки на пробных площадках получены характеристика сообщества с доминированием *Solidago canadensis* (таблица 2). Видно, что кроме чужеродного доминанта, в данное сообщество также входят *Trifolium arvense* L., *Artemisia campestris* L.,

Helichrysum arenarium (L.) Moench, *Coryza canadensis* (L.) Cronqist, *Oenothera biennis* L., *Corynephorus canescens* (L.) P. Beauv. и другие.

Для участков, где распространено сообщество с доминированием *Solidago canadensis*, характерно присутствие естественного возобновления сосны (*Pinus sylvestris* L.) и облепихи (*Hippophae rhamnoides* L.). Численность подроста сосны – 200 штук/га, облепихи – 300–400 штук/га.

Всего в сообществе с доминированием *Solidago canadensis* отмечено 23 вида сосудистых растений.

В фитосоциологическом отношении представлены диагностические виды 4 классов по эколого–флористической системе Браун–Бланке [6,9]:

виды класса Chenopodietea Br.–Bl. 1952 em. Lohm. J. et R.Tx. 1961 ex Matusz. 1962 (сообщества однолетников, представляющие начальные стадии восстановительных сукцессий после нарушений и сорнополевые сообщества пропашных культур) – 4,3% от общего числа видов;

виды класса Artemisietea vulgaris Lohm., Prsg. et Tx. in Tx. 1950 (рудеральные сообщества высокорослых двулетних и многолетних видов) – 39,1% от общего числа видов;

виды класса Molinio–Arrhenatheretea R.Tx. 1937 em. R.Tx. 1970 (вторичные послелесные луга умеренной зоны Евразии) – 8,7% от общего числа видов;

виды класса Sedo–Scleranthetea Br.–Bl. 1955 (травянистые сообщества на слаборазвитых песчаных почвах) – 26,1% от общего числа видов.

Таблица 2 – Сообщество с доминированием золотарника канадского на склонах карьера по добыче песков «Осовцы» (приведены только виды, встречающиеся с постоянством II–V)

Вид	Пробные площадки							Класс постоянства
	1	2	3	4	5	6	7	
<i>Solidago canadensis</i> L.	5	5	5	4	5	5	5	V ⁴⁻³
<i>Trifolium arvense</i> L.	2	1	3	3	2	2	2	V ¹⁻³
<i>Artemisia campestris</i> L.	1	1	1	1	1	1	2	V ¹⁻²
<i>Helichrysum arenarium</i> (L.) Moench	1	1	1		1		1	IV
<i>Coryza canadensis</i> (L.) Cronqist	1		1	1	1		+	IV
<i>Oenothera biennis</i> L.	1				1	1		III
<i>Poa pratensis</i> L.		1	1			1		III
<i>Corynephorus canescens</i> (L.) P. Beauv.	1		1		1			III
<i>Koeleria glauca</i> (Spreng.) DC.		1			2	1		III
<i>Artemisia vulgaris</i> L.						1	1	II
<i>Berteroa incana</i> (L.) DC.			1	1				II
<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth		2					1	II
<i>Sedum acre</i> L.	1				2			II
<i>Convolvulus arvensis</i> L.					+		1	II
<i>Saponaria officinalis</i> L.			1	1				II
<i>Melilotus albus</i> Medikus				1		1		II

Таким образом, видно, что в фитосоциологическом составе преобладают виды 2 классов. Так, относительно высокое постоянство имеют представители класса Sedo–Scleranthetea – *Trifolium arvense* L., *Artemisia campestris* L., *Helichrysum arenarium* (L.) Moench, *Corynephorus canescens* (L.) P. Beauv.

Виды класса Artemisietea vulgaris преобладают (39,1% от всех видов), но, как правило, имеют более низкое постоянство – I–III классы (*Oenothera biennis* L., *Artemisia vulgaris* L., *Berteroa incana* (L.) DC, *Melilotus albus* Medikus, *Saponaria officinalis* L. и другие).

Выделенное сообщество может быть синтаксономически отнесено сразу к двум классами растительности: Artemisietea и Sedo–Scleranthetea: дериватное сообщество *Solidago canadensis* [Artemisietea/Sedo–Scleranthetea].

Спектр жизненных форм сообщества характеризуется преобладанием гемикриптофитов (30,4%), гемитерофитов (17,4%) и терофитов (17,4%). Видовое богатство низкое – 10,0 видов на 100 м². Общее проективное покрытие составляет 70–90%.

Поскольку эдафические условия карьера относительно суровы (низкая влажность, бедность питательными веществами песчаных грунтов), поэтому высота травостоя *Solidago canadensis*, как

правило, не превышает здесь 1 м. На сухой и бедный эдафотоп указывает присутствие видов класса Sedo–Scleranthetea, среди которых в значительной степени представлены ксерофиты и олиготрофы (*Corynephorus canescens* (L.) P. Beauv., *Sedum acre* L., *Koeleria glauca* (Spreng.) DC. и другие).

Источник поступления диаспор *Solidago canadensis* на склоны карьера находится вблизи – это старое кладбище (находится на расстоянии от карьера 100–200 м). Кроме того, мощное развитие популяций *Solidago canadensis* отмечается по обочинам дороги Гомель–Осовцы, особенно в районе Мильчанской канавы (проективное покрытие – до 100%, высота 1–1,5 м). В ряд мест *Solidago canadensis* проник в экотонные зоны лес–пустырь и произрастает под пологом мелколиственного и соснового леса. Причем, согласно наблюдениям 2004–2006 гг. *Solidago canadensis* присутствовал в то время только в непосредственной близости кладбища. Таким образом, агрессивное распространение *Solidago canadensis* наблюдается не только на склонах песчаного карьера, но вообще в окружающем ландшафте.

Предполагается, что сообщества с доминированием некоторых чужеродных видов (в том числе *Solidago canadensis*) могут существовать весьма продолжительное время, нарушая ход восстановительных сукцессий и создавая угрозу биологическому разнообразию [10].

Выводы. Было установлено, что уже на 3 год после начала восстановительной сукцессии *Solidago canadensis* L. появился в растительном сообществе песчаного карьера. С каждым годом его постоянство и проективное покрытие возрастало, соответственно и ареал его распространения тоже вырос. Так к 12 году после начала восстановительной сукцессии *Solidago canadensis* L. получил распространение не только на исследуемом участке, но и на прилегающей территории (автодорога, Мильчанская канава, лесные насаждения).

В фитосоциологическом составе в сообществе с доминированием *Solidago canadensis* представлены виды 2 классов: Sedo–Scleranthetea и Artemisietea. Для сообщества *Solidago canadensis* [Artemisietea/Sedo–Scleranthetea] характерно низкое видовое богатство, достаточно высокое проективное покрытие и преобладание гемикриптофитов.

В результате антропогенного нарушения территории *Solidago canadensis* L. распространяется быстро, агрессивно, занимает разнообразные по своим условиям экотопы, преобразует и замедляет формирование естественных растительных сообществ.

Исследования выполнены при финансовой поддержке БРФФИ в рамках научного проекта №Б16Р–198.

Литература

1. Гусев, А.П. Особенности начальных стадий восстановительной сукцессии в антропогенном ландшафте (на примере юго–востока Белоруссии) / А.П. Гусев // Экология. – 2009. – №3. – С. 174–179.
2. Гусев, А.П. Особенности сукцессий растительности в ландшафтах, нарушенных деятельностью человека (на примере юго–востока Белоруссии) / А.П. Гусев // Сибирский экологический журнал. – 2012. – №2. – С. 231–236.
3. Гусев, А.П. Особенности сукцессии растительности на склонах карьера строительных песков (месторождение песков «Осовцы», Гомель) / А.П. Гусев, Н.С. Шпилевская, Д.В. Веселкин // Вестник Витебского государственного университета. – 2014. – №6. – С. 21–26.
4. Гусев, А.П. Пространственно–временные изменения структуры ландшафтов юго–востока Белоруссии и их экологические последствия (на примере инвазий растений) / А.П. Гусев // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: география, геоэкология. – 2014. – №1. – С. 18–23.
5. Гусев, А.П. Начальные стадии сукцессии на песчаных техноэкотопах в широколиственно–лесном и южнотаежном ландшафтах / А.П. Гусев, Веселкин Д.В. // Вестник Витебского государственного университета. – 2015. – №5. – С. 41–46.
6. Миркин, Б.М. Современная наука о растительности: учебник / Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова, А.И. Соломещ. – М.: Логос, 2002. – 264 с.
7. Черепанов, С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / С.К. Черепанов. – СПб.: Мир и семья, 1995. – 992 с.
8. Черная книга флоры Средней России (Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России) / Ю.К. Виноградова, С.Р. Майоров, Л.В. Хорун. М.: ГЕОС, 2009. 494 с.
9. Braun–Blanquet, J. Pflanzensociologie / J. Braun–Blanquet. – Wien–New York: Springer–Verlag, 1964. – 865 S.

10. Gusev, A.P. The Impact of Invasive Canadian Goldenrod (*Solidago canadensis* L.) on Regenerative Succession in Old Fields (the Southeast of Belarus) / A.P. Gusev // Russian Journal of Biological Invasions. – 2015. – Vol. 6. – №2. – P. 74–77.

11. Richardson, D.M. Naturalization of introduced plants: ecological drivers of biogeographical patterns / D.M. Richardson, P. Pyšek // New Phytologist. – 2012. – V. 196. – P. 383–396.

INVASION OF CANADIAN GOLDENROD (*SOLIDAGO CANADENSIS* L.) IN A TECHNOGENIC LANDSCAPE (ON EXAMPLE AN OPEN–CAST MINE ON SAND)

A.P. GUSEV, N.S. SHPILEUSKAYA

Summary

Purpose of researches was studying of plants invasions in communities of stages regenerative succession in technogenic landscapes (on an example *Solidago canadensis* L.). Dynamics *Solidago canadensis* on slopes of an open–cast mine in 2004–2016 is investigated. The community with domination the Canadian Goldenrod – *Solidago canadensis* [Artemisietea/Sedo–Scleranthetea] – is allocated. Authors assume that communities *Solidago canadensis* can break regenerative plant succession.

Статья поступила 14 сентября 2016г.