

## ЧУЖЕРОДНЫЕ ВИДЫ-ТРАНСФОРМЕРЫ КАК ПРИЧИНА БЛОКИРОВКИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ (НА ПРИМЕРЕ ЮГО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ)

В статье рассмотрены примеры блокировки восстановительных сукцессий чужеродными видами растений. Изучены особенности сообществ, в которых доминируют чужеродные виды-трансформеры (*Solidago canadensis* L., *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch., *Acer negundo* L., *Heracleum sosnowskyi* Manden.). Виды-трансформеры способны задержать восстановление зональной растительности в антропогенных ландшафтах.

*Ключевые слова:* растительность; сукцессия; чужеродные виды; инвазия; задержка сукцессии.

### Введение

Одним из слабо изученных экологических последствий инвазий является нарушение чужеродными видами сукцессионных процессов. В этом аспекте проблема инвазивных видов недооценивается. Последствиями нарушения сукцессионных процессов могут быть: задержка на тех или иных стадиях, блокировка сукцессионных смен, непрогнозируемая траектория, снижение вариабельности состояний экосистем – «сукцессионного разнообразия». Эти изменения, в свою очередь, отражаются на биоразнообразии (снижение сукцессионной вариабельности обуславливает потерю местообитаний и соответственно видового разнообразия). Вероятно образование новых сообществ и экосистем, в том числе с непредсказуемыми свойствами.

Блокировка сукцессий чужеродными видами негативно сказывается на скорости восстановительных процессов, что снижает устойчивость природных и природно-антропогенных экосистем к внешним воздействиям.

Увеличение пространственного масштаба блокировок до уровня ландшафтов и природных зон может вызвать серьезные эволюционные последствия. Согласно представлениям о биоценологических кризисах в истории биосферы внедрение чужеродных видов может менять функционирование эволюционно сложившихся экосистем, вызывать их дестабилизацию и даже разрушение, что, в свою очередь, влечет массовые вымирания биоты (Жерихин, 2003; Шварц, 2004).

Ингибирование (блокировку) сукцессий вызывают виды-трансформеры. К трансформерам относят инвазивные виды, которые изменяют характер, состояние, облик и сущность экосистем на значительной площади (Richardson, 2000, Richardson, Pyšek, 2012).

В научной литературе можно найти примеры нарушений чужеродными видами сукцессионных процессов. Так, интродукции кустарника *Myrica faya* Ait. на Гавайские острова привела к нарушению восстановления сезонно-влажных и дождевых лесов, поврежденных при извержениях вулканов (Vitousek, Walker, 1989). На бывших сельскохозяйственных землях северо-востока США отмечены случаи нарушения естественной сукцессии при внедрении чужеродного вида – *Celastrus orbiculatus* (Fike, Niering, 1999). Как показывают 40 лет наблюдений, сообщество *Celastrus orbiculatus* нарушило направление сукцессии и вызвало ингибирование лесной растительности.

По данным исследований процессов восстановления экосистем, происходящих на залежных землях в Европейской части России (Архангельская, Новгородская, Псковская, Кировская, Орловская, Курская, Астраханская области), на 5% залежей восстановительные сукцессии заблокированы чужеродными видами: борщевиком – в южной и средней тайге, амброзией – в Предкавказье (Люри и др., 2012).

По задержке сукцессий растительности на тех или иных стадиях можно диагностировать нарушение процессов восстановления экосистем в целом. Такая задержка оценивается

относительно региональной нормы – скорости восстановления зональной растительности в ненарушенных или слабонарушенных ландшафтах. Фоновые показатели восстановительных сукцессий (продолжительность стадий, их характеристики) устанавливаются на основе геоботанических наблюдений на постоянных пробных площадках (Гусев, 2015).

### Материалы и методы исследования

Цель исследований – изучение влияния чужеродных видов-трансформеров на восстановительные сукцессии растительности. Задачи исследований: анализ повторных геоботанических съемок на постоянных пробных площадках; изучение закономерностей инвазии чужеродных видов в восстановительные сукцессии на заброшенных пахотных землях и строительных пустырях; выяснение характеристик сообществ, в которых доминируют чужеродные виды-трансформеры.

Изучение влияния чужеродных видов растений на сукцессионные процессы выполнялось нами в 2005-2016 гг. на юго-востоке Беларуси.

Для района исследований характерны следующие климатические показатели: средняя температура самого холодного месяца (январь) – 7.0°C; средняя температура самого теплого месяца (июль) – +18.5°C; годовая сумма температур выше 10° – 2800; годовое количество осадков – более 600; коэффициент увлажнения – 1.3. По гидротермическим показателям территория относится к суббореальным гумидным (широколиственно-лесным) ландшафтам.

Полевые исследования выполнялись методом геоботанической съемки на пробных площадках (5x5 м, 10x10 м). 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% (Миркин, Наумова, 1998). Названия растений даются по сводке С.К. Черепанова (1995).

### ЭКОЛОГИЯ ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ

ется через 3-5 лет после начала сукцессии, доля синантропных видов резко снижается (с 80-90% до 10%), появляются лесные виды. Через 10-15 лет формируются заросли мелколиственных деревьев, т.е. лесная экосистема (Гусев, 2009, 2012).

Одним из наиболее типичных видов-трансформеров является золотарник канадский (*Solidago canadensis* L.). С начала 2000-х гг. на территории Беларуси наблюдается активное внедрение этого вида в растительный покров антропогенных ландшафтов (Gusev, 2015). В течение 2004-2016 гг. нами наблюдалась восстановительная сукцессия на пахотных землях, выведенных из хозяйственного оборота. Геоботаническая съемка проводилась на ключевом участке, в пределах которого размещались 5 пробных площадок (10x10 м<sup>2</sup>). В 2008 г. на ключевом участке впервые появляется *Solidago canadensis*, а к 2013 г. этот вид доминирует в травостое (табл. 1). В 2008 г. мы имели полидоминантный фитоценоз из рудеральных и луговых видов, с обильным подростом березы повислой (*Betula pendula* Roth). По мере увеличения проективного покрытия *Solidago canadensis* произошло снижение видового разнообразия (с 28 до 10 видов), резко упала численность подроста деревьев (береза исчезла, остался только чужеродный *Acer negundo* L.).

Следующий пример – блокировка сукцессии на строительном пустыре лианой *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch. Начало сукцессии – 2002 г. В 2002-2016 гг. (табл. 2) проводилась повторная геоботаническая съемка

Таблица 1. Вторжение *Solidago canadensis* L. в сукцессию

на бывших пахотных землях (приведены только виды,

Вид	Год съемки			
	2008	2013	2015	2016

Рассмотрим наблюдаемые в встречающиеся с постоянством II–V) настоящее время на территории Беларуси блокировки восстановительных сукцессий чужеродными видами растений.

Для восстановительных сукцессий в ландшафтах юго-востока Беларуси характерны основные закономерности, которые выражаются в следующем: по градиенту сукцессии происходит постепенное увеличение проективного покрытия и видового богатства, относительно быстрая смена малолетников многолетними

<i>Solidago canadensis</i> L.	III	V <sub>2-5</sub>	V <sub>5</sub>	V <sub>5</sub>
<i>Tanacetum vulgare</i> L.	V <sub>1-2</sub>	IV	I	I
<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	III	V <sub>1-2</sub>	-	-
<i>Lupinus polyphyllus</i> Lindl.	V <sub>1-2</sub>	V <sub>1-2</sub>	III	III
<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	V <sub>4-5</sub>	IV	V <sub>1-2</sub>	III
<i>Urtica dioica</i> L.	II	IV	II	IV
<i>Achillea millefolium</i> L.	V <sub>1-2</sub>	I	II	-
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	I	IV	II	I
<i>Artemisia absinthium</i> L.	II	-	-	-
<i>Equisetum arvense</i> L.	II	-	I	-
<i>Poa pratensis</i> L.	II	-	-	-
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	II	-	I	-
<i>Hypericum perforatum</i> L.	III	-	-	-
<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.	II	-	-	-
<i>Acer negundo</i> L.	II	IV	V	II
<i>Betula pendula</i> Roth	V <sub>1-2</sub>	III	-	-
Всего видов	28	20	15	10

видами, уменьшение доли синантропных видов, появление и развитие деревьев и кустарников, уменьшение доли чужеродных видов и т.д. Наблюдения показываются, что в нормальных условиях (по влажности и трофности эдафотопы) подрост деревьев появля-

3/2016

Таблица 2. Ингибирование сукцессии лианой *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch. (приведены только виды, имеющие проективное покрытие более 1%)

Вид	Год съемки					
	2009	2010	2011	2012	2013	2016
<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.	–	1	1	2	3	5
<i>Poa pratensis</i> L.	2	1	2	2	2	1
<i>Echium vulgare</i> L.	–	–	1	+	+	1
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	1	1	1	+	1	1
<i>Berteroa incana</i> (L.) DC.	+	1	1	+	1	1
<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	5	4	2	4	3	1
<i>Artemisia campestris</i> L.	2	2	2	2	2	+
<i>Oenothera biennis</i> L.	2	1	2	2	1	+
<i>Tanacetum vulgare</i> L.	4	3	3	1	2	+
<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	1	1	3	2	3	–
<i>Achillea millefolium</i> L.	1	1	1	1	1	–
<i>Veronica longifolia</i> L.	1	+	1	+	–	–
<i>Vicia cracca</i> L.	+	1	+	1	–	–
Всего видов	21	18	17	17	17	14

на постоянной пробной площадке (10x10 м<sup>2</sup>). К 2009 г. сформировалась луговое сообщество с доминированием *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth. Лиана *Parthenocissus quinquefolia* впервые появилась через 8 лет после начала сукцессии. В 2013 году ее проективное покрытие превысило 20%. В 2015 г. данный вид уже имел проективное покрытие – 60%, а в 2016 г. – 85%. В составе сообщества с доминированием *Parthenocissus*

*quinquefolia* также отмечены *Poa pratensis* L., *Echium vulgare* L., *Artemisia vulgaris* L., *Berteroa incana* (L.) DC., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth (с проективным покрытием 1-5%). По сравнению с прошлыми годами значительно снизилось покрытие *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Tanacetum vulgare* L., *Artemisia campestris* L., *Oenothera biennis* L. Выпали из травостоя *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Achillea millefolium*

L., *Veronica longifolia* L. и другие. Видовое богатство сообщества по сравнению с 2009 г. сократилось в 1,5 раза. В сообществе присутствует подрост деревьев (*Acer negundo* L.

преднамеренно созданных человеком насаждений *Acer negundo*, в староосвоенных ландшафтах можно часто встретить спонтанно образовавшиеся сообщества этого вида (Гусев,

ЭКОЛОГИЯ ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ

Таблица 3. Общая характеристика сообществ с доминированием чужеродных видов-трансформеров

Показатель	Доминирующие чужеродные виды-трансформеры			
	<i>Acer negundo</i>	<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	<i>Heracleum sosnowskyi</i>	<i>Solidago canadensis</i>
Видовое богатство, видов на 100 м <sup>2</sup>	4–10	9–14	8–13	3-12
Численность подроста деревьев, шт/га	1000–3000	400–1000	500–1500	0-1000
Доля чужеродных видов в проективном покрытии, %	До 100	60–90	70–90	40-95
Доля синантропных видов, % от общего числа видов	50–70	60–80	70–80	50-80
Площадь ареалов, м <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup> –10 <sup>4</sup>	10 <sup>0</sup> –10 <sup>2</sup>	10 <sup>1</sup> –10 <sup>3</sup>	10 <sup>1</sup> –10 <sup>3</sup>
Зафиксированная продолжительность существования, лет	Более 40	Более 10	Более 10	Более 15

и *Pinus sylvestris* L.), численность которого составляет 1000 шт./га.

Кроме того, наблюдения показывают, что задержку восстановительных сукцессий в условиях ландшафтов Беларуси вызывают борщевик сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) и недотрога железистая (*Impatiens glandulifera* Royle), которые способны формировать мощный травостой. Так, на одном ключевом участке в 2006 и 2016 гг. было зафиксировано сообщество с доминированием *Heracleum sosnowskyi*. В 2016 г. в его составе отмечено 13 видов, среди которых *Heracleum sosnowskyi* имел проективное покрытие более 50%. В составе этого фитоценоза также отмечены *Lupinus polyphyllus* Lindl., *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch., *Solidago canadensis* L., *Acer negundo* L. Доля чужеродных видов в общем проективном покрытии – 90%. На данном участке (бывшие сельскохозяйственные земли) сообщество *Heracleum sosnowskyi* существует более 10 лет.

Еще один специфичный вид-трансформер – клен ясенелистный (*Acer negundo* L.). Кроме

2014). Для них характерна высокая затененность и, как правило, низкое проективное покрытие травяного яруса. В травяном ярусе наиболее часто встречаются *Chelidonium majus* L., *Geum urbanum* L., *Urtica dioica* L., *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm. Естественное возобновление представлено преимущественно самим *Acer negundo*, т.е. смены этого клена на другие виды деревьев не произойдет. Таким образом, сообщество *Acer negundo* будет самоподдерживаться неопределенно длительное время, задерживая восстановление зональной растительности.

В таблице 3 приводится общая характеристика сообществ, в которых доминируют чужеродные виды-трансформеры. Общие особенности этих фитоценозов следующие. Так, обращает на себя внимание их низкое видовое богатство (в 2-3 раз ниже по сравнению фоновыми луговыми сообществами). Вид-трансформер образует сомкнутый травостой (или древостой в случае *Acer negundo*), из которого «убегают» все светолюбивые виды. Кроме того, имеет место аллелопатическое воздействие: *Heracleum*

*sosnowskyi* и *Solidago canadensis* способны вырабатывать вещества, которые негативно влияют на другие виды растений (Виноградова и др., 2009). Во всех сообществах подавляется подрост деревьев, как следствие, сукцессия задерживается, лесной фитоценоз не образуется.

Для всех сообществ характерен высокий уровень синантропизации (большая часть видов растений в этих фитоценозах – синантропные). При нормальном течении восстановительной сукцессии синантропные виды через 3-5 лет после ее начала уступают место луговым видам. В сообществах с доминированием чужеродных видов-трансформеров синантропные виды отмечаются через 1015 лет после начала сукцессии.

Площадь ареалов сообществ с доминированием чужеродных видов изменяется от первых квадратных метров до нескольких гектаров. Наибольшая площадь характерна для зарослей *Acer negundo*. Такие сообщества характерны для староосвоенного сельскохозяйственного ландшафта (Гусев, 2014), в котором имеются экотопы, благоприятные для инвазий чужеродных видов, и отсутствуют нативные виды-эдификаторы (например, широколиственные деревья).

Анализ опубликованных материалов и полевых наблюдений показывает, что можно выделить несколько типов механизмов блокировки сукцессий:

### 3/2016

1) вид-трансформер изменяет экотоп (почвы, микроклимат), делая его непригодным для появления видов следующей стадии;

2) вид-трансформер ходе конкуренции за ресурсы вытесняет и подавляет все другие виды, как раннесукцессионные, так и поздне-сукцессионные.

3) вид-трансформер выделяет вещества прямо или косвенно угнетающие другие виды растений (аллелопатическое воздействие);

4) в пределах доступности отсутствуют источники семян видов следующих стадий (поздне-сукцессионных видов);

5) режим нарушений способствует постоянному самовозобновлению вида-трансформера.

В реальности сочетаются разные типы механизмов блокировки.

### Заключение

Таким образом, наблюдения показывают, что начальные стадии восстановительных сукцессий подвержены внедрению чужеродных видов-трансформеров, которые, в свою очередь, могут задерживать развитие сукцессионного процесса и формировать длительно существующие сообщества, являющиеся плацдармом для продолжения инвазии.

Сообщества с доминированием чужеродных видов-трансформеров характеризуются низким видовым богатством (в 2-3 раз ниже по сравнению фоновыми луговыми сообществами); подавлением подрост деревьев; высоким уровнем синантропизации (большая часть видов растений в этих фитоценозах – синантропные); ареалами от первых квадратных метров до нескольких гектаров; продолжительным временем существования (более 10 лет).

*Исследования выполнены при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований в рамках научного проекта №Б16Р-198.*

### Список литературы

1. 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.
2. Гусев А.П. Особенности начальных стадий восстановительной сукцессии в антропогенном ландшафте (на примере юго-востока Белоруссии) // Экология. 2009. №3. С. 174-179.
3. Гусев А.П. Особенности сукцессий растительности в ландшафтах, нарушенных деятельностью человека (на примере юго-востока Белоруссии) // Сибирский экологический журнал. 2012. №2. С. 231-236.
4. Гусев А.П. История землепользования как фактор современного состояния растительного покрова (на примере юго-востока Белоруссии) // Сибирский экологический журнал. 2014. №2. С. 225-230.
5. Гусев А.П. Динамика растительности как индикатор ландшафтно-экологической ситуации // Природные ресурсы. 2015. №2. С. 117-124.
6. Жерихин В.В. Избранные труды по палеоэкологии и филоценогенетике. М.: Т-во научных изданий КМК, 2003. 542 с.
7. Люри Д.И., Горячкин С.В., Караваева Н.А. Динамика площади сельскохозяйственных земель в России в XX веке и постагрогенное восстановление залежей // Изменение природной среды России в XX веке. М.: Молнет, 2012. С. 29-49.
8. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Наука о растительности. Уфа: Гилем, 1998. 412 с.
9. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.
10. Шварц Е.А. Сохранение биоразнообразия: сообщества и экосистемы. М.: Т-во научных знаний КМК,

11. Fike J., Niering W.A. Four Decades of Old Field Vegetation Development and the Role of *Celastrus orbiculatus* in the Northeastern United States // Journal of Vegetation Science. 1999. Vol. 10. № 4. P. 483-492.

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

13. Richardson D.M., Pyšek P., Rejmanek M., Barbour M.G., Panetta F.D., West C.J. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions // Diversity and distribution. 2000. Vol. 6. P. 93-107.

14. Richardson D.M., Pyšek P. Naturalization of introduced plants: ecological drivers of biogeographical patterns // New Phytologist. 2012. Vol. 196. P. 383-396.

15. Vitousek P., Walker L. Biological invasion by *Myrica faya* in Hawaii: Plant Demography, Nitrogen Fixation, Ecosystem Effects // Ecological Monographs. 1989. Vol. 59. P. 247-265.

---

---

A.P. Gusev. **Alien species-transformers as the reason of regenerative processes blocking (on an example of the southeast of Belarus).**

The article discusses examples of regenerative successions blocking by alien species of plants. Features of communities in which alien species-transformers dominate are studied (*Solidago canadensis* L., *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch., *Acer negundo* L., *Heracleum sosnowskyi* Manden.). Species-transformers can delay restoration of a zone vegetation in anthropogenic landscapes.

*Keywords:* vegetation; succession; alien species; invasion; delay of succession.