

УДК 581.524.2

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ИНВАЗИБЕЛЬНОСТИ
ОСНОВНЫХ ТИПОВ ЛЕСА НА ЮГО-ВОСТОКЕ БЕЛАРУСИ****COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE MAIN FOREST TYPES
INVASIBILITY IN THE SOUTH EAST OF BELARUS****А. П. Гусев, А. С. Соколов****A. P. Gusev, A. S. Sokolov**

*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины
г. Гомель, Республика Беларусь
gusev@gsu.by*

*F. Skorina Gomel State University
Gomel, Republic of Belarus*

Инвазибельность, то есть восприимчивость к внедрению чужеродных видов, лесных экосистем может оцениваться по показателям адвентизации флоры и растительности, встречаемости и покрытию инвазивных видов. Для оценки адвентизации в условиях юго-востока Беларуси были использованы такие показатели, как доля чужеродных видов от общего числа видов на пробной площадке, доля чужеродных видов в общем проективном покрытии, доля чужеродных видов в подросте. На основе определения данных показателей в различных типах леса последние были разделены на сильноинвазибельные – леса с древостоем из *Acer negundo* и *Robinia pseudoacacia*, среднеинвазибельные – сосняки и березняки орляковые, сосняки, березняки и дубравы кисличные, черноольшанники крапивные, сосняки вейниковые; малоинвазибельные – сосняки мшистые, черничные, березняки черничные, дубравы орляковые, березняки и дубравы снытевые.

Invasibility (susceptibility to the alien species introduction) of forest ecosystems can be assessed by indicators of flora and vegetation adventitization, occurrence and coverage of invasive species. To assess adventitization in the southeast of Belarus, we used such indicators as proportion of alien species in the total number of species on the test site, proportion of alien species in the total projective cover, and proportion of alien species in the undergrowth. Based on the determination of these indicators in different forests types, they were divided into highly invasible – forests with *Acer negundo* and *Robinia pseudoacacia* tree stand, medium invasible – bracken pine and birches forests, wood-sorrel pine forests, birch and oak forests, nettle black alder forests, bushgrass pine forests; minimally invasible – mossy and bilberry pine forests, bilberry birch forests, bracken oak forests, bishop's weed birch and oak forests.

Ключевые слова: инвазии, адвентизация, *Acer negundo*, *Robinia pseudoacacia*, типы леса, чужеродные виды, Белорусское Полесье, сосняки, дубравы, черноольшанники, березняки, нарушенные леса.

Keywords: invasions, adventitization, *Acer negundo*, *Robinia pseudoacacia*, forest types, alien species, Belarusian Polesie, pine forests, oak forests, black alder forests, birch forests, disturbed forests.

Под инвазибельностью экосистем (фитоценозов, местообитаний) понимают восприимчивость их к внедрению чужеродных видов [1]. Инвазибельность выступает одним из аспектов устойчивости экосистем к внешним воздействиям. Факторами, которые влияют на инвазибельности экосистем к вторжению чужеродных растений, являются: продолжительность истории и характер антропогенных нарушений, особенности структуры нативных сообществ (видовое разнообразие, межвидовые взаимодействия, фрагментация и т.д.), режим нарушений (периодические пожары, затопления, рекреация, вырубка), характеристики экотопа (влажность, содержание питательных веществ, освещенность, засоленность, каменистость и прочее). Так, многочисленными исследованиями показано, что инвазибельность возрастает при сочетании нарушений и высокой обеспеченности ресурсами – питательными веществами, водой, светом [1].

Исследования также показывают, что факторы, влияющие на инвазивность, скорее всего, делают это иерархически, при этом различные факторы действуют более сильно в разных пространственных масштабах. Климат можно считать доминирующим фактором в континентальном масштабе (тысячи и десятки тысяч км²), в то время как на региональном и ландшафтном уровнях (от первых км² до первых тысяч км²) рельеф и землепользование становятся все более важными. На локальном уровне (менее 1 км²) значительную роль играют характеристики почвы, нарушение, биотические взаимодействия, ресурсы и микроклимат [2]. При этом, следует учитывать инвазивность экосистем для разных видов-инвайдеров может колебаться в очень широких пределах.

Для оценки инвазивности экосистем часто используются показатели адвентизации флоры и растительности, встречаемость и покрытие инвазивных видов (как всех, так чужеродных видов-трансформеров, наносящих наибольший ущерб). Основное недостаток этих критериев – ретроспективный характер (т.е. они оценивают уже произошедшее вторжение). Важнейшей задачей исследований механизмов устойчивости или неустойчивости сообществ к проникновению чужеродных видов, по мнению В.В. Акатова, Т.В. Акатовой [3], является выявление характеристик, которые можно было бы использовать в качестве индикаторов инвазивности. Предполагается, что они позволят определять сообщества пока свободные от чужеродных видов, но потенциально уязвимые к их инвазиям, а значит правильно прогнозировать возможный масштаб и последствия данного процесса в будущем, концентрировать усилия на сохранении наиболее уязвимых в этом отношении сообществ.

В условиях юго-востока Белоруссии для оценки адвентизации было предложено использовать следующие показатели [4]:

АД1 – доля чужеродных видов от общего числа видов на пробной площадке, %;

АД2 – доля чужеродных видов в общем проективном покрытии, %;

АД3 – доля чужеродных видов в подросте, %.

Оценка инвазивности лесных экосистем может проводиться на двух уровнях: на уровне биогеоценоза и на уровне лесного покрова в целом. В настоящей работе оценка инвазивности выполняется на уровне биогеоценозов (т.е. экосистем в границах фитоценоза).

Район исследования располагался в основном в пределах ландшафтной провинции Белорусское Полесье (Днепровско-Сожский и Тереховский ландшафтные районы). Более 90 % территории находится на высоте 120 – 140 метров над уровнем моря. Большая её часть представляет собой аллювиальные террасы и водно-ледниковые равнины с плосковолнистым, местами волнистым рельефом, а также поймы рек Сож и Ипать. Климат умеренно-континентальный. Средняя температура в январе – 6,9 °С, в июле 18,6 °С. За год выпадает 590 мм осадков. Вегетационный период 193 суток.

В силу природно-климатических и почвенно-грунтовых условий Белорусского Полесья наиболее распространенной древесной породой региона является сосна обыкновенная. Сосняки занимают 54 % лесов; их типологическая структура характеризуется преобладанием мшистых (48 %), черничных (19,3 %), вересковых (12,4 %) и орляковых типов леса. Заметную площадь (22 %) занимают мелколиственные коренные формации 22 %, встречаются широколиственно-сосновые леса, вторично-производные березняки и осинники, дубравы, а на заболоченных территориях – черноольшанники.

Метод исследований – геоботаническая съемка, осуществляемая по стандартным методикам. Геоботаническая съемка выполнялась в лесных фитоценозах на пробных площадках 20x20 м. Всего проанализировано 427 описаний.

В изученных лесах зарегистрировано 16 инвазивных видов, из которых наиболее часто встречались *Acer negundo* L. (22,5 % от всех пробных площадок), *Robinia pseudoacacia* L. (12,6 %), *Impatiens parviflora* DC. (10,1 %), *Conyza canadensis* (L.) Cronqist (8,2 %), *Solidago canadensis* L. (7,3 %).

В сосняках мшистых отмечено 8 инвазивных видов, из которых наиболее часто встречаются *Acer negundo* L. (11,9 % от всех пробных площадок в данном типе леса) и *Conyza canadensis* (L.) Cronqist (7,6 %). В сосняках черничных отмечен единично только *Acer negundo* L. (3,3 %). В сосняках орляковых обнаруживается 11 инвазивных видов (*Acer negundo* L. – 28,6 %, *Impatiens parviflora* DC. – 20,8 %, *Robinia pseudoacacia* L. – 7,8 %, *Solidago canadensis* L. – 7,8 % и другие). В березняках орляковых – 7 инвазивных видов (наиболее часто – *Lupinus polyphyllus* Lindl. и *Solidago canadensis* L.). В дубравах орляковых – только 2 вида, которые встречены единично. В сосняках кисличных отмечено присутствие 7 инвазивных видов (наиболее часто встречаются *Impatiens parviflora* DC. – 32,4 %, *Robinia pseudoacacia* L. – 24,3 %, *Acer negundo* L. – 21,6 %). В березняках и дубравах кисличных отмечено по 5 инвазивных видов. Чаще всего березняках кисличных встречается *Acer negundo* L. (25,0 %), а в дубравах кисличных – *Impatiens parviflora* DC. (21,7 %). В черноольшанниках крапивных обнаруживается 4 инвазивных вида (наиболее часто *Acer negundo* L. – 28,6 %). В таких типах леса, как березняк черничный, березняк снытевый, дубрава снытевая чужеродных видов не было обнаружено (возможно вследствие небольшого числа пробных площадок в этих типах леса).

Сильнонарушенные леса были представлены антропогенными модификациями – сосняк вейниковый (пирогенная модификация сосняков мшистых, орляковых и кисличных) и насаждениями из чужеродных деревьев *Acer negundo*+*Robinia pseudoacacia* (фитоценозы, относящиеся к классу *Robinietaea* Jurko ex Nadač et Sofron 1980 по эколого-флористической классификации Браун-Бланке [5]).

В сосняках вейниковых было отмечено присутствие 6 инвазивных видов (наиболее часто *Conyza canadensis* (L.) Cronqist, *Acer negundo* L., *Solidago canadensis* L.). Распространение здесь *Conyza canadensis* (L.) Cronqist обусловлено нарушениями подстилки и почв противопожарными рвами, к которым в подавляющем большинстве случаев приурочены популяции это вида. С другой стороны, пожары не благоприятствуют вторжению чужеродных видов, так как воздействуют на них негативно.

В фитоценозах *Acer negundo*+*Robinia pseudoacacia* представлено максимальное разнообразие чужеродных инвайдеров (16 видов). Наибольшую встречаемость здесь имели *Acer negundo* L. (88,6 %), *Robinia pseudoacacia* L. (62,9 %), *Solidago canadensis* L. (28,6 %), *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch. (25,7 %), *Fraxinus pennsylvanica* Marsh. (22,9 %), *Phalacrolooma annuum* (L.) Dumort. (22,9 %), *Conyza canadensis* (L.) Cronqist (22,9 %), *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim. (20,0 %). Такие фитоценозы могут быть представлены как искусственными лесопосадками, так самопроизвольно возникшими зарослями в рудеральных местообитаниях. Они приурочены преимущественно к урбанизированному ландшафту, а их площадь относительно природных типов леса не велика. В тоже время, эти насаждения являются своеобразными рефугиумами (убежищами) для многих древесных, кустарниковых и травянистых чужеродных видов, откуда могут начинаться инвазии в нарушенные природные леса.

Таким образом, наибольшее число инвазивных видов отмечено в антропогенных насаждениях *Acer negundo*+*Robinia pseudoacacia*. Среди природных типов леса наибольшее число растений-инвайдеров обнаружено в сосняках орляковых, сосняках мшистых, березняках орляковых и сосняках кисличных.

Таблица 1

Оценка инвазивности типов леса юго-востока Беларуси

Тип леса	Показатель адвентизации, %		
	АД1	АД2	АД3
Сосняк мшистый (n=92)	2,6	0,9	7,7
Сосняк черничный (n=30)	0,2	0,0	0,7
Березняк черничный (n=6)	0	0	0
Сосняк орляковый (n=77)	6,0	8,9	17,1
Березняк орляковый (n=16)	5,1	10,2	3,9
Дубрава орляковая (n=21)	0,5	0,2	0
Сосняк кисличный (n=37)	9,2	15,2	31,0
Березняк кисличный (n=8)	7,8	1,4	22,4
Дубрава кисличная (n=23)	7,0	10,7	7,3
Березняк снытевый (n=4)	0	0	0
Дубрава снытевая (n=12)	0	0	0
Черноольшанник крапивный (n=21)	3,2	0,1	15,8
Сосняк вейниковый (n=28)	6,9	3,1	24,4
Леса с доминирование в древесном ярусе <i>Acer negundo</i> и <i>Robinia pseudoacacia</i> (n=35)	40,6	23,1	85,9

Рассмотрим результаты оценки степени адвентизации типов леса (таблица 1). Видно, что в природных типах леса доля чужеродных видов от общего числа видов (АД1) составляет от 0 до 9,2 %. Наибольшая степень адвентизации по этому критерию характерна для сосняков кисличных (9,2 %), березняков кисличных (7,8 %), дубрав кисличных (7,0 %). Нулевая адвентизация отмечена в березняках черничных, березняках снытевых и дубравах снытевых. По критерию АД2 (т.е. доля чужеродных видов в проективном покрытии) выделяются сосняки кисличные (15,2 %), дубравы кисличные (10,7 %), березняки орляковые (10,2 %), сосняки орляковые (8,9 %). В этих типах леса чужеродные травянистые виды могут становиться доминантами и субдоминантами в травяном ярусе. В таких типах леса, как сосняки мшистые, сосняки черничные, дубравы орляковые, черноольшанники крапивные вклад чужеродных травянистых видов в общее проективное покрытие крайне незначителен.

По критерию АД3 (доля чужеродных древесных видов в подросте) также выделяются сосняки кисличные (31,0 %), березняки кисличные (22,4 %), сосняки орляковые (17,1 %) и черноольшанники крапивные (15,8 %). В перечисленных типах леса возникает угроза естественному возобновлению нативных деревьев, поскольку значительная часть подросте представлена чужеродными деревьями.

В антропогенных модификациях лесов уровень адвентизации резко различается. Так, сосняки вейниковые имеют уровень адвентизации по критерию АД1 близкий к соснякам кисличным и орляковым, а по критерию АД2 – даже более низкий. Синантропные фитоценозы *Acer negundo*+*Robinia pseudoacacia* имеют наивысшие показатели адвентизации среди всех изученных лесов. Чужеродные виды составляют здесь в среднем 40,6 % от общего числа видов высших растений. Доминируют не только в древесном ярусе и подросте, но и часто в травяном ярусе.

В таблице 2 приводится оценка инвазивности лесных формаций. Если по АД1 для всех формаций характерны значения ниже 5 % (различия могут быть обусловлены разным количеством описаний), то дифференциация по АД3 значительна. В сосновых и мелколиственных (березовых и осиновых) лесах доля чужеродных деревьев в подросте в среднем составляет 15,5 – 16,7 % от его общей численности. В широколиственных лесах доля чужеродного подроста незначительна. Черноольховые леса отличаются наиболее низким значением АД2 – чужеродные травянистые виды в них проникают весьма слабо. Для насаждений интродуцентов характерен максимальный уровень адвентизации.

Таблица 2

Оценка инвазивности лесных формаций юго-востока Беларуси

Лесная формация	Показатель адвентизации, %		
	АД1	АД2	АД3
Сосновые леса	4,8	5,5	15,6
Березовые и осиновые леса	4,8	4,0	16,7
Широколиственные леса (дуб, граб, клен)	2,0	6,6	0,6
Черноольховые леса	3,2	0,1	9,1
Насаждения чужеродных деревьев (<i>Acer negundo</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i> , <i>Fraxinus pennsylvanica</i>)	39,9	22,4	85,5
Все леса	7,8	7,3	19,9

Таким образом, на основе вышеизложенного можно разделить все рассмотренные природные типы леса и антропогенные модификации на следующие группы по степени инвазивности (восприимчивости к вторжению чужеродных видов растений):

Сильноинвазивные – фитоценозы *Acer negundo*+*Robinia pseudoacacia* (вторжение и распространение здесь как имеющихся, так и новых чужеродных видов весьма вероятно; представляют собой своего рода плацдарм для дальнейших инвазий);

Среднеинвазивные – сосняки и березняки орляковые, сосняки, березняки и дубравы кисличные, черноольшанники крапивные, сосняки вейниковые (вторжение и приживание чужеродных видов здесь вероятно, особенно чужеродных деревьев);

Малоинвазивные – сосняки мшистые, черничные, березняки черничные, дубравы орляковые, березняки и дубравы снытевые (вторжение и приживание здесь чужеродных видов маловероятно).

Наибольшую опасность с точки зрения препятствования естественному возобновлению нативных деревьев (особенно позднесукцессионных) и нарушения хода восстановительных сукцессий представляет вторжение в лесные экосистемы юго-востока Беларуси чужеродных деревьев – *Acer negundo* и *Robinia pseudoacacia*. Влияние травянистых инвайдеров даже в нарушенных лесах невелико (за исключением сильно разреженных городских и пригородных лесов, где с 2010-х гг. отмечается агрессивное распространение *Solidago canadensis*).

Исследования выполнены при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований в рамках научного проекта №Б20Р-090.

ЛИТЕРАТУРА

1. Alpert, P. Invasiveness, invasibility and the role of environmental stress in the spread of non-native plants / P. Alpert, E. Bone, C. Holzappel // Perspectives in Plant Ecology Evolution and Systematics. – 2000. – Vol. 3. – P. 52–66.
2. Milbau A. A hierarchical framework for integrating invisibility experiments incorporating different factors and spatial scales / A. Milbau, J. C. Stout, B.J. Graae, I. Nijs // Biological Invasions. – 2009. – Vol. 11. – P. 941–950.
3. Акатов, В. В. Видовой пул, видовое богатство, эффект компенсации плотностью и инвазивность растительных сообществ / В.В. Акатов, Т.В. Акатова // Российский журнал биологических инвазий. – № 3. – 2012. – С. 2–19.
4. Гусев, А. П. Растительные инвазии и индикация экологического состояния ландшафта / А.П. Гусев // Вестник Тюменского государственного университета. – 2012. – № 12. – С. 181–188.
5. Mucina, L. Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities / Mucina, L. [et al.] // Applied Vegetation Science. – Vol. 19 (Supplement 1). – November 2016. – P. 3–264.