

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Мозырский государственный педагогический университет
имени И. П. Шамякина»

Технологическо-биологический факультет

ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОСТОЯНИЯ И РАЗВИТИЯ ПОЛЕССКОГО РЕГИОНА

Сборник научных трудов

Под общей редакцией кандидата педагогических наук, доцента
Е. В. Тихоновой

Мозырь
МГПУ им. И. П. Шамякина
2020

В целом, значения Кп ^{137}Cs в сорговые культуры невысокие, что позволяет использовать их в полевом кормопроизводстве на территории радиоактивного загрязнения.

Список использованной литературы

1. Шестак, Н. М. Продуктивность и основные приемы возделывания сорго сахарного в южной части Беларуси : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.09 / Н. М. Шестак ; РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию». – Жодино, 2019. – 20 с.

2. Блохина, Е. А. Продуктивность гибридов сорго в зависимости от сроков посева и условий питания в северо-восточном регионе Беларуси : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.09 / Е. А. Блохина ; УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия». – Горки. 2016. – 25 с.

3. Копылович, В. Л. Качество зеленой массы сорго сахарного в зависимости от фаз развития растений / В. Л. Копылович, Н. М. Шестак // Стратегия и приоритеты развития земледелия и селекции полевых культур в Беларуси : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию со дня основания РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» ; г. Жодино, 6–7 июля 2017 г. / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию» ; редкол.: Ф. И. Привалов (гл. ред.) [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2017. – С. 165–167.

4. Гудков, И. Н. Основы общей и сельскохозяйственной радиологии / И. Н. Гудков. – Киев : УСХА, 1991. – 328 с.

5. Цыбулько, Н. Н. Радиоэкологическая и агрономическая эффективность азотных и калийных удобрений на дерново-подзолистой супесчаной почве / Н. Н. Цыбулько, Д. В. Киселева // Земляробства і ахова раслін. – 2009. – № 6. – С. 48–51.

УДК 581.524.2

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ИНВАЗИВНЫХ ВИДОВ В ПОЛЕСЬЕ КАК РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА

INVASIVE SPECIES DISTRIBUTION IN THE POLESYE AS A REGIONAL ENVIRONMENTAL PROBLEM

А. С. Соколов, Н. С. Шпилевская

A. S. Sokolov, N. S. Shpilevskaya

УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»

г. Гомель, Республика Беларусь

В статье показано современное состояние и масштабы проблемы распространения инвазивных видов в глобальном и региональном объеме. Указываются причины успешного распространения инвазивных видов, экономический ущерб от инвазивных видов, основные негативные воздействия инвазивных растений на природу, экономику и человека. Рассмотрены особенности распространения инвазивных видов в природных и антропогенных ландшафтах юго-востока Беларуси.

Ключевые слова: инвазивные виды, виды-трансформеры, антропогенный ландшафт, экологические виды, Полесье.

The article shows the current state and scale of invasive species spreading problem on a global and regional scale. The reasons for the successful spread of invasive species, the economic damage from invasive species, the main negative impacts of invasive plants on nature, economy and humans are indicated. The features of invasive species spreading in natural and anthropogenic landscapes of the southeast of Belarus are considered.

Keywords: invasive species, transformer species, anthropogenic landscape, ecological species, Polesie

Введение. Современное антропогенное преобразование биосферы привело к появлению большого количества неблагоприятных и опасных процессов, ведущих к деградации экосистем, сокращению биологического разнообразия, распространению болезней и вредителей, ухудшению качества природных сред и другим негативным последствиям.

К числу таких процессов относится массовое распространение вне пределов своего естественного ареала видов растений и животных, представляющих угрозу биологическому разнообразию (местным видам, местам обитания или экосистемам), экономике или здоровью человека. Такой процесс называется инвазией, а такие виды – инвазивными или инвайдерами. Зачастую процесс расселения таких видов на новой для них территории носит быстрый, взрывоподобный, агрессивный характер.

К наиболее характерным чертам инвазивных видов, определяющих их опасность, относятся способность интенсивно размножаться, успешно конкурировать с местными (аборигенными) видами и вытеснять их из экосистем, быстро захватывать новые территории и места обитания. Некоторые инвазивные виды выделяют химические вещества, наносящие прямой вред здоровью человека. Для обозначения наиболее агрессивных инвазивных видов, наносящих значительный экономический ущерб, активно изменяющих характер, форму, условия и сущность экосистем на значительных территориях, применяется термин «виды-трансформеры».

Цель работы – показать современные масштабы проблемы распространения инвазивных видов как острой глобальной и региональной экологической проблемы, а также выявить основные особенности распространения инвазивных видов растений на юго-востоке Беларуси.

Материалы и методика исследований. Геоботаническая съемка осуществлялась по стандартным методикам геоботанического исследования [1]. Всего было описано более 300 пробных площадей.

Методика оценки опасности инвазивных видов основывалась на семи критериях: 1) степень воздействия каждого конкретного вида на здоровье человека; 2) на домашних животных; 3) на урожайность сельскохозяйственных культур; 4) способность нарушать функционирование технических систем; 5) способность снижать видовое разнообразие в заселенных им экосистемах; 6) способность ингибировать восстановительные сукцессии; 7) встречаемость вида на изучаемой территории (юго-восток Беларуси). По каждому критерию определялась степень опасности вида в 4-балльной шкале: 0 баллов – опасность отсутствует, 1 балл – опасность низкая, 2 балла – опасность средняя, 3 балла – опасность высокая. Для последнего критерия – встречаемости – применялась шкала: 0 баллов – вид отсутствует; 1 – встречается на 1–10 % описаний; 2 – на 10–50 % описаний; 3 – более 50 % описаний. Затем все баллы по всем семи критериям суммируются, и полученный результат представляет собой интегральную оценку опасности того или иного вида.

Результаты исследований и их обсуждение. Антропогенное внедрение чужеродных видов появилось ещё в древности с установлением между регионами торговых контактов.

Рубежным событием в истории распространения инвазий стало открытие Америки в 1492 году, после чего между Старым и Новым Светом возникли постоянные транспортные потоки, по которым происходило интенсивное переселение растений и животных в новые части света. Сейчас большинство наиболее опасных инвазивных видов в Европе составляют виды американского происхождения.

Хрестоматийным примером распространения чужеродных видов, нанёсшего катастрофический ущерб местной природе, является завоз в 1788 году английскими поселенцами в Австралию кроликов, опустошивших огромные территории, и лисиц, завезённых сюда же для истребления кроликов, однако с этой задачей не справившихся и к тому же уничтоживших или катастрофически сокративших численность ещё целого

ряда местных видов. К таким же последствиям привело и проникновение вместе с мореплавателями на острова Океании крыс, уничтоживших местную фауну птиц, черепах и других животных; завоз в Австралию в 1935 году тростниковых жаб ага для борьбы с бичом австралийских фермеров – тростниковым жучком. Однако жабы стали употреблять вместо жучков местную пищу – икру рыб, мелких представителей местной фауны и др. Отсутствие естественных врагов, высокая скорость размножения, благоприятный климат, богатая пищевая база привели к неконтролируемому взрывообразному распространению жаб на больших территориях и сильному угнетению местных видов.

Понимание процесса распространения инвазивных видов как острой экологической проблемы, которая приобрела глобальный характер, окончательно сформировалось в конце XX века, когда изучение этого вопроса вышло за пределы узкого круга специалистов. Тогда стало понятно, что распространение чужеродных видов – это не произвольный эпизодический набор отдельных случаев, затрагивающих отдельные виды и вызванных не связанными друг с другом причинами, а закономерный глобальный процесс, вызванный «биотической глобализацией», затрагивающий всю биосферу и характеризующийся усилением интенсивности его протекания, вовлечением новых видов и территорий, неуклонным ростом экономического ущерба.

По оценке Конвенции по биологическому разнообразию инвазия неаборигенных организмов является второй по значению угрозой для биоразнообразия на мировом уровне (после непосредственного уничтожения местообитаний) [2]. За последние 15 лет был выпущен ряд региональных Чёрных книг – справочников, содержащих сведения о распространении на разных территориях чужеродных видов растений, представляющих опасность для местной флоры и фауны. Так, в Чёрную книгу флоры Беларуси (2020) [3] включены сведения о 52 видах наиболее вредоносных чужеродных сосудистых растений, в Чёрную книгу инвазивных видов животных (2016) [4] – о 6 видах водных беспозвоночных, 21 виде наземных беспозвоночных, 1 виде рептилий, 3 видах рыб и 2 видах млекопитающих. В европейской части России в Чёрную книгу включено 277 чужеродных видов растений, в Сибири – 70, на Дальнем Востоке – 79.

В этот же период были разработаны методики подсчёта конкретного экономического ущерба, наносимого инвазивными видами. Экономический ущерб от инвазивных видов складывается из нескольких факторов:

- затраты на прямое уничтожение инвазивных видов;
- затраты на восстановление нарушенных экосистем и ландшафтов;
- недополучение прибыли из-за потери ландшафтами ценных свойств (сельскохозяйственного, рекреационного потенциала), делающих невозможным его использование в приносящей прибыль деятельности;
- затраты на ликвидацию переносимых инвазивными видами паразитарных и инфекционных заболеваний культурных растений и домашних животных; на лечение людей, пострадавших от инвазивных видов, например, от растений, обладающих фотосенсибилизирующими или аллергенными свойствами.

Согласно оценкам Международного банка развития, только в США неконтролируемое распространение инвазивных организмов приводит к экономическому ущербу более чем на 147 млрд долл. в год (из них растениями 28 млрд), Индии – на 100, Бразилии – на 50, а в Южной Африке – на 7 млрд долл. США. В Китае ежегодные потери лишь от нескольких чужеродных видов растений составляют 57,4 млрд юаней, а в Российской Федерации только в бассейне Волги превышают 10 млрд долларов [5; 6].

В Беларуси ориентировочный ежегодный экономический ущерб от инвазии может составлять: дрейссены полиморфной 1,5–2 млн долл. США; американского полосатого рака – 300–400 тыс. долл.; растений, вызывающих аллергические заболевания, – 800–900 тыс. долл.; галинзоги мелкоцветковой – 15–30 долл. на 1 гектар [5].

С 1500 года инвазивные виды явились единственной причиной 126 из 935 (или 13 %) всех случаев вымирания растений и животных, а для 25 % вымерших растений и 33 % животных инвазивные виды стали, как минимум, одной из причин вымирания [8].

Лидерами среди инвазивных растений по степени распространённости в Европе стали айлант высочайший (*Ailanthus altissima*), робиния лжеакация (*Robinia pseudoacacia*) и горец японский (*Fallopia japonica*) [7].

Различными авторами указываются следующие основные причины успешного распространения инвазивных видов на новых территориях:

- отсутствие у инвазивных видов естественных врагов (конкурентов, паразитов и хищников), контролирующих их популяцию, которые имеются у всех аборигенных видов, у которых они появились эволюционным путём в процессе длительного совместного существования в экосистемах;

- возможность использовать ресурсы, которые не используются аборигенными видами;

- способность инвазивных видов образовывать гибриды с местными видами, что приводит к взаимоусилению приспособительных и конкурентных способностей этих видов, воплотившихся в получившемся гибриде, и возможному вытеснению им не только других видов-конкурентов, но даже и родительских видов;

- подавление местных видов с помощью выделения химических соединений, тормозящих или даже полностью прекращающих их развитие, для противодействия которым у местных видов отсутствуют механизмы;

- широкая экологическая амплитуда большинства инвазивных видов, позволяющая им быстрее местных видов приспособиться к новым условиям, возникающим в результате антропогенных нарушений природной среды, а также быстрая эволюция генетических признаков, связанных с давлением естественного отбора в новых условиях среды;

- климатические изменения, способствующие быстрому распространению видов, переселившихся с территорий, где новые для данной местности характеристики климата являются типичными и к которым инвазивный вид, в отличие от местных видов, давно приспособился.

В каждом конкретном случае действуют, как правило, сразу несколько причин, что ещё больше облегчает экспансию чужеродных видов. Этому же способствует усиление антропогенной нагрузки и связанное с этим сокращение естественных и увеличение площади антропогенных местообитаний.

Вред от инвазивных видов чрезвычайно разнообразен. Перечисляя только самые основные негативные воздействия инвазивных растений на природу, экономику и человека, можно отметить, что они способны:

- снижать биологическое разнообразие за счёт прямого вытеснения аборигенных видов, а также переноса поражающих их болезней и вредителей; вслед за снижением разнообразия растений, снижается и разнообразие их насекомых-опылителей и других связанных с ними организмов;

- останавливать процессы естественного развития сообществ, способность восстанавливаться после нарушений, в частности, полностью блокировать возобновление древесного яруса, что делает невозможными процессы лесовосстановления;

- вызывать заморные явления в водоёмах и потере их рыбохозяйственного значения, блокировка водных коммуникаций, нанесение вреда рекреации и гидроэлектроэнергетике;

- разрушать асфальтовое покрытие, повреждать фундаменты и легкие постройки, гидротехнические системы;

- засорять посевы культурных растений, вытеснять их, переносить их заболевания и вредителей, что приводит к потерям урожая (иногда более, чем на 50 %)

и необходимости увеличения затрат на борьбу с инвазивными сегетальными растениями и переносимыми ими патогенами, разработке новых способов борьбы с ними; засорять пастбища, что ведёт к ухудшению качества сена и выпасов;

– вызывать рост пожароопасности вследствие создания густого покрова из плотной сухой горючей массы;

– наносить ущерб здоровью человека от растений, обладающих ярко выраженными аллергенными и ядовитыми свойствами либо являющимися переносчиками или симбионтами патогенных организмов.

Обширность перечня инвазивных видов, различные время и способы их вселения, степень успешности внедрения в местные экосистемы обусловили появление нескольких классификаций инвазивных видов. Например, по времени заноса инвазивные растения делятся на археофиты (занесённые до открытия Америки) и неофиты (после). По способу заноса различают ксенофиты (непреднамеренно занесённые виды), ксеноэргазиофиты (растения, культивируемые в других регионах и случайно занесённые в изучаемый район в результате хозяйственной деятельности) и эргазиофиты (введённые в культуру на данной территории, а затем распространившиеся на внекультурные местообитания, как антропогенные, так и естественные). По степени натурализации различают эфемерофиты (растения, встречающиеся в местах заноса в течение 1–2 лет, но не способные к поддержанию постоянных популяций и поэтому вскоре исчезающие), колонофиты (растения, способные возобновляться и поддерживать свои популяции, но их распространение ограничено местами заноса), эпекофиты (растения, распространяющиеся главным образом по антропогенным местообитаниям), агриофиты (растения, внедрившиеся в естественные экосистемы) [9].

Основными способами проникновения наземных инвазивных организмов являются их случайный завоз с различными грузами, особенно с сельскохозяйственной и лесохозяйственной продукцией; постепенное проникновение вдоль крупных транспортных путей (автомобильных, железнодорожных, речных), по которым постоянно и массово передвигаются транспортные средства, из самых различных регионов, из которых они случайно вывозят и перемещают на большие расстояния живые организмы; целенаправленный завоз с целью разведения, культивирования или выращивания в ботанических садах и последующее случайное (или специальное, например, с целью обогащения фауны пушными охотничьими животными) попадание в дикую природу; завоз вместе с предназначенными для интродукции видами их симбионтов; самостоятельное распространение за пределы традиционного ареала вследствие нарушений природной среды и (или) изменения климатических или других природных условий.

Сравнительная оценка опасности наиболее важных для Беларуси чужеродных видов-трансформеров, определение наиболее опасных видов проведены в работе [10] (таблица 1).

Таблица 1.– Оценка опасности чужеродных видов-трансформеров

Вид-трансформер	Критерии оценки							Оценка
	1	2	3	4	5	6	7	
Клён ясенелистный	0	1	0	1	3	3	3	11
Амброзия полыннолистная	3	2	3	0	2	1	1	12
Циклахена дурнишниковлистная	2	2	3	0	2	2	1	12
Подсолнечник клубненосный	0	0	1	0	3	3	2	9

Борщевик Сосновского	3	3	3	0	3	3	1	16
Недотрога железистая	0	0	1	1	2	2	1	7

Продолжение таблицы 1

Люпин многолистный	0	0	1	0	2	1	1	5
Девичий виноград пятилисточковый	0	1	0	1	2	3	2	8
Робиния лжеакация	0	0	0	0	2	2	2	6
Золотарник канадский	0	2	3	0	3	3	2	13

В ходе исследований на юго-востоке Беларуси было установлено, какие местообитания преимущественно занимают основными инвазивными видами в данном регионе [10] (таблица 2). В таблице показан процент встречаемости инвазивных видов в каждом из пяти изученных природно-антропогенных ландшафтов – лесном (Л), сельскохозяйственном луговом (СХЛ), сельскохозяйственном пашенном (СХП), сельскохозяйственном селитебном (СХС), городском (У).

Таблица 2. – Встречаемость чужеродных видов в природно-антропогенных ландшафтах

Вид	Природно-антропогенные ландшафты				
	Л (n = 69)*	СХЛ (n = 34)	СХП (n = 84)	СХС (n = 70)	У (n = 58)
Клён ясенелистный	26,1	32,4	45,2	84,3	69,0
Амброзия полыннолистная	0,0	2,9	3,6	4,3	6,9
Цикламена дурнишниковидная	0,0	0,0	2,4	0,0	5,2
Подсолнечник клубненосный	0,0	11,8	8,3	24,3	24,1
Борщевик Сосновского	1,4	0,0	2,4	1,4	3,4
Недотрога железистая	0,0	0,0	2,4	1,4	6,9
Люпин многолистный	2,9	2,9	7,1	2,9	5,2
Девичий виноград пятилисточковый	1,4	0,0	3,6	14,3	13,8
Робиния лжеакация	13,0	17,6	16,7	32,9	39,7
Золотарник канадский	2,9	14,7	15,5	34,3	41,3

Примечание: * – количество описаний

Кроме зависимости встречаемости инвазивных видов от типа ландшафтов, была изучена ее зависимость от истории землепользования территорий. Например, в лесах, образовавшихся на месте сельскохозяйственных земель, встречаемость ряда видов существенно выше, чем в лесах, непрерывно существующих в течение рассматриваемого отрезка времени (с середины 19 века): золотарника канадского в 5,9 раза, клена ясенелистного в 3,0 раза, робинии лжеакации в 2,9 раза. В длительно существующих городских ландшафтах также для некоторых видов отмечается более высокая встречаемость, чем в городских ландшафтах, относительно недавно появившихся на месте лесных (топинамбура в 8,1 раза, девичьего винограда в 3,0 раза, золотарника канадского в 4,0 раза). На других типах ландшафтов (сельскохозяйственных, лесных), имеющих различную историю землепользования, встречаемость ряда инвазивных видов также может в несколько раз различаться.

Заключение. Результаты исследований позволяют констатировать, что проблема инвазивных видов стремительно увеличивает свою актуальность, выходит на лидирующие позиции среди всех экологических и экономических проблем современности и требует серьёзных скоординированных на международном уровне усилий для её изучения, мониторинга и борьбы с её последствиями.

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

Список использованной литературы

1. Лемеза, Н. А. Геоботаника : учебная практика / Н. А. Лемеза, М. А. Джус. – Минск : Вышэйшая школа, 2008. – 255 с.
2. Global Strategy on Invasive Alien Species // Convention of Biological Diversity, SBSTTA Sixth Meeting. – Montreal, 2001.
3. Черная книга флоры Беларуси: чужеродные вредоносные растения / Д. В. Дубовик [и др.]; под общ. ред. В. И. Парфенова, А. В. Пугачевского ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича. – Минск : Беларуская навука, 2020. – 407 с.
4. Черная книга инвазивных видов животных Беларуси / сост.: А. В. Алехнович [и др.]; под общ. ред. В. П. Семенченко. – Минск : Беларуская навука, 2016. – 105 с.
5. Семенченко, В. П. Проблема чужеродных видов в фауне и флоре Беларуси / В. П. Семенченко, А. В. Пугаченский // Наука и инновации. – 2006. – № 10. – С. 15–20.
6. Pimentel, D. Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions / D. Primentel et al. // Agriculture, Ecosystems and Environment. – 2001. – № 84. – P. 1–20.
7. Montserrat, V. How well do we understand the impacts of alien species on ecosystem services? A pan-European, cross-taxa assessment / V. Montserrat et al // Frontiers in Ecology and the Environment. – Vol. 8. – Issue 3. – April 2010. – URL: <https://doi.org/10.1890/080083>. Date of access: 24.05.2020.
8. Blackburn, T. Alien versus native species as drivers of recent extinctions / T. Blackburn, C. Bellard, A. Ricciardi // Frontiers in Ecology and the Environment. – Vol. 17. – Issue 4. – May 2019. – URL: <https://doi.org/10.1002/fee.2020>. Date of access: 24.05.2020.
9. Виноградова, Ю. К. Черная книга флоры Средней России. Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России / Ю. К. Виноградова, С. Р. Майоров, Л. В. Хорун. – М. : ГЕОС, 2010. – 506 с.
10. Гусев, А. П. Ландшафтно-экологический анализ распространения чужеродных видов-трансформеров в природно-антропогенных ландшафтах (юго-восток Беларуси) / А. П. Гусев // Российский журнал прикладной экологии. – 2017. – № 2. – С. 48–51.

УДК 581.2

ПЕРЕКИСНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЛИПИДОВ В ЛИСТЬЯХ РАСТЕНИЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЛЕТУЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

LIPID PEROXIDATION IN PLANT LEAVES UNDER THE INFLUENCE OF VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS

**Е. Г. Тюлькова, Л. П. Авдашкова
E. G. Tulkova, L. P. Avdashkova**

УО «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации»,
г. Гомель, Республика Беларусь

Представлены результаты исследования особенностей накопления малонового диальдегида в листовых тканях травянистых и древесных растений при воздействии различных концентраций летучих органических соединений (пентана, гексана, бензола, о-ксилола, бенз(а)пирена, бутилацетата).

Ключевые слова: растения, малоновый диальдегид, летучие органические соединения.

The article presents the results of a study of the accumulation of malondialdehyde in leaf tissues of herbaceous and woody plants under the influence of various concentrations of volatile organic compounds (pentane, hexane, benzene, o-xylene, benz(a)pyrene, butylacetate).

Keywords: plants, malonyldialdehyde, volatile organic compounds.