

А. С. Соколов,
старший преподаватель кафедры экологии
Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины
Н. С. Шпилевская,
старший преподаватель кафедры экологии
Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ИНВАЗИВНЫХ ВИДОВ КАК ГЛОБАЛЬНАЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА

Понятие о проблеме инвазивных видов и история её развития

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 видами, или инвайдерами. Зачастую процесс расселения таких видов на новой для них территории носит быстрый, взрывоподобный, агрессивный характер.

К наиболее характерным чертам инвазивных видов, определяющим их опасность, относится способность интенсивно размножаться и распространяться, успешно конкурировать с местными (аборигенными) видами и вытеснять их из экосистем, быстро захватывать новые территории и местообитания. Некоторые инвазивные виды выделяют химические вещества, которые наносят прямой вред здоровью человека. Для обозначения наиболее агрессивных инвазивных видов, которые наносят значительный экономический ущерб, активно изменяют харак-

тер, форму, условия и сущность экосистем на значительных территориях, применяется термин «виды-трансформеры».

Антропогенное внедрение чужеродных видов появилось ещё в древности с установлением между регионами торговых контактов. Например, предполагается, что таким образом в средиземноморском регионе распространился целый ряд существующих там ныне растений. В Древнем Египте для разведения рыб в водоёмах их перевозили из отдалённых мест их обитания [1].

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

Хрестоматийным примером распространения чужеродных видов, которые нанесли катастрофический ущерб местной природе, является завоз в 1788 г. 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, уничтожавших местную фауну птиц, черепах и других животных, завоз в Австралию в 1935 г. тростниковых жаб ага для борьбы с бичом австралийских фермеров — тростниковым жучком. Однако жабы стали поедать вместо жучков — икру рыб, мелких представителей местной фауны и др. Отсутствие естественных врагов, высокая скорость размножения, благоприятный климат, богатая пищевая база привели к неконтролируемому распространению жаб на больших территориях и сильному угнетению местных видов.

Одной из первых публикаций, посвящённых проблеме инвазивных видов, заложивших основы отдельного научного направления — инвазионной биологии, стала монография британского исследователя Ч. Элтона «Экология нашествий животных и растений» (1958) [2], которая показала, что чужеродные организ-

мы могут стать серьёзной угрозой существованию местной флоры и фауны во всём мире. Позже был проведён ещё ряд исследований, касавшихся распространения отдельных чужеродных видов и причинённого ими вреда.

Понимание процесса распространения инвазивных видов как острой экологической проблемы, которая приобрела глобальный характер, окончательно сформировалось в конце XX в., когда изучение этого вопроса вышло за пределы узкого круга специалистов. Тогда стало понятно, что распространение чужеродных видов — это не произвольный эпизодический набор случаев, касающийся отдельных видов, а закономерный глобальный процесс, вызванный «биотической глобализацией», который затрагивает всю биосферу и характеризуется усилением интенсивности его протекания, вовлечением новых видов и территорий, неуклонным ростом экономического ущерба.

Современные масштабы проблемы инвазивных видов

Сейчас проблема инвазий стоит в одном ряду с наиболее острыми и актуальными традиционными экологическими проблемами, постепенно продвигаясь вверх в списке наиболее важных. Так, по оценке Конвенции по биологическому разнообразию, инвазия неаборигенных организмов является второй по значению угрозой для биоразнообразия на мировом уровне (после непосредственно уничтожения местообитаний) [3]. 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) [4] включены подробные описания 52 видов наиболее вредоносных чужеродных сосудистых растений, кроме них там перечислены ещё более 200 менее опасных и потенциально опасных. В Чёрную книгу инвазивных видов животных (2016) [5] внесены сведения о 6 видах водных беспозвоночных, 21 виде на-

земных 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 деятельности, приносящей прибыль;
- затраты на ликвидацию переносимых инвазивными видами паразитарных и инфекционных заболеваний культурных растений и домашних живот-

ных; 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 долларов в год (из них растениями — 28 млрд), Индии — на 100, Бразилии — на 50, а в Южной Африке — на 7 млрд долларов 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 [6, 7]. Только лишь проникновение гребневика в Азовское и Чёрное моря нанесло рыбному промыслу России ущерб, оцениваемый ежегодно минимум в 240 млн долларов. Борьба с проникшей из Европы в Америку дрейссеной обходится в 1 млрд долларов за 10 лет. Только для Норвегии борьба с инвазивной токсичной сине-зелёной водорослью обходится в 8 млн евро в год, но, даже несмотря на это, местные рыболовства несут колоссальные убытки: например, в 2019 г. она привела к гибели 11,6 тыс. тонн лосося на рыбных фер-

мах, что привело к ущербу в 100 млн долларов [8].

В Беларуси ориентировочный ежегодный экономический ущерб от инвазии может составлять: дрейссены полиморфной — 1,5—2 млн долларов США; американского полосатого рака — 300—400 тыс. долл.; растений, вызывающих аллергические заболевания, — 800—900 тыс. долл.; галинзоги мелкоцветковой — 15—30 долларов на 1 га [6].

По итогам завершённого в 2008 г. большого проекта стран Европейского союза по контролю и борьбе с инвазивными видами в Европе (DAISI) выяснено, что только в пределах этой части света с 1500 г. зафиксировано появление около 10 тыс. заносных видов [9].

С этого же времени 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 [10].

Лидерами среди инвазивных растений по степени распространённости в Европе стали айлант высочайший (*Ailanthus altissima*), робиния лжеакация (*Robinia pseudoacacia*) и горец японский (*Fallopia japonica*) [9].

Классификация, способы проникновения и экологические особенности инвазивных видов

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), ксеноэргазифиты (растения, культивируемые в других регионах и случайно занесённые в изучаемый район в результате хозяйственной деятельности) и эргазифиты (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) [11].

Основным способом проникновения наземных инвазивных организмов явля-

ется его случайный завоз с различными грузами, особенно сельскохозяйственной и лесохозяйственной продукцией, постепенное проникновение вдоль крупных транспортных путей (автомобильных, железнодорожных, речных), по которым постоянно и массово передвигается транспорт из самых различных регионов. Существует также 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.

Водные инвайдеры, кроме того, попадают на новые территории с балластными водами судов (основной путь трансконтинентального переноса широкого спектра водных инвайдеров: каждый год судами перевозится от 3 до 10 млрд тонн балластных вод, с которыми ежедневно перемещается около 7 тыс. видов [19]), в обрастаниях корпусов судов, в результате выпуска их из аквариумов в природные водоёмы, строительства каналов, соединяющих различные речные бассейны и др.

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, что появились эволюционным путём в процессе длительного совместного существования в экосистемах;

Негативные последствия внедрения инвазивных видов, международное сотрудничество и национальное законодательство в области борьбы с ними

Геоэкологическая оценка инвазий чужеродных видов — это оценка негатив-

- 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 ими 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, к которым инвазивный вид, в отличие от местных видов, давно приспособился.

В каждом конкретном случае действует, 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. Скорость распространения инвазивных видов может быть чрезвычайно велика. Так, для многих видов растений-трансформеров получены данные, что для распространения их по всей территории Средней России потребовалось всего несколько десятилетий [11].

ных изменений в природных и природно-антропогенных системах, вызванных

данным процессом [18]. 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, соответственно, снижается и разнообразие их насекомых-опылителей и других связанных с ними организмов;

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

- вызывать заморные явления в водоёмах и потерю их рыбохозяйственного значения, блокировку водных коммуникаций, наносить вред 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 сеgetальными 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 или являющихся переносчиками или симбионтами патогенных организмов.

В некоторых случаях заносной вид так интенсивно расселяется, что со временем начинает восприниматься как

типичная, хрестоматийная черта нового для него ландшафта. Так, например, случилось с попавшей во второй половине XIX в. из России в южные штаты США солянкой русской *Salsola ruthenica* (перекати-поле), всего за 20 лет плотно покрывшей территорию более 90 тыс. км², а сейчас произрастающей во всех штатах, кроме Аляски и Флориды [12]. К 1930-м гг. это растение уже воспринималось как исконный элемент ландшафта и один из символов природы Американского Юго-Запада. Схожая история с распространением шиповника *Rosa rugosa* на морских песчаных пляжах Дании, образовавшего там густые заросли, с течением времени ставшие его визитной карточкой многих курортов данного региона.

Стремительное распространение инвазивных видов, существенный экономический ущерб от их внедрения обусловил необходимость международного сотрудничества для решения этой проблемы, принятия ряда международных программ и соглашений. В 1997 г. для выработки глобальной стратегии по чужеродным инвазивным видам была принята Глобальная программа по инвазивным видам. В 2004 г. принята Европейская стратегия по чужеродным видам. Обязанность государств препятствовать расселению и уничтожать чужеродные виды прописана и в других соглашениях в области биологического разнообразия и охраны природы, например в Рамсарской конвенции о водно-болотных угодьях, Конвенции о биологическом разнообразии и других. Созданы Директория экспертов по чужеродным видам, Конвенция по контролю и обработке судового водного балласта и осадков, Совместная инициатива по борьбе с инвазивными чужеродными видами на островных территориях, Руководство по разработке Национальной стратегии по управлению балластной водой и множество других международных документов и инициатив.

На самом высоком международном уровне признано, что вопрос о чужерод-

ных видах следует рассматривать как сквозной вопрос, неразрывно связанный с множеством других экологических (и не только экологических) проблем, поэтому его обсуждение может быть успешным только при условии комплексного подхода к решению обширного круга проблем и задач, с которыми прямо или опосредованно связана проблема инвазивных видов. Вследствие этого усилия для борьбы с инвазивными видами прилагаются со стороны не только международных природоохранительных организаций, но и организаций другого профиля, например Международного управления по борьбе с эпизootиями, Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН, Международной морской организации, Всемирной организации здравоохранения и других, действующих совместно и скоординировано.

Борьба с распространением инвазивных растений находит своё отражение и в национальных законодательствах многих стран, в том числе и Беларуси, где принят ряд нормативных актов, направленных на борьбу с инвазиями. Например, Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды от 28 ноября 2008 г. № 106 «О некоторых вопросах регулирования интродукции и (или) акклиматизации дикорастущих растений» запрещает интродукцию, акклиматизацию, выращивание и реализацию таких видов, как борщевик Сосновского, борщевик Мантегацци, золотарник канадский, золотарник гигантский, клён ясенелистный, конопля посевная, мак снотворный, робиния лжеакация, эхиноцистис лопастной (в просторечии — «бешеный огурец»). Разумеется, этим списком не исчерпывается разнообразие опасных инвазивных видов, активно распространяющихся на территории Беларуси.

К пока не вошедшим в этот список видам можно отнести крайне опасную

амброзию полыннолистную, рейнутрию японскую и другие, порой кажущиеся безобидными и даже полезными виды (арония Мичурина, ирга колосистая, астры ново-бельгийская и иволлистная и другие). Тем не менее данное постановление особенно актуально, учитывая, что недостаточная информированность общества о наличии инвазивных видов и их опасности приводит к тому, что до сих пор можно встретить случаи культивирования таких видов, как, например, золотарник канадский, робиния лжеакация или клён ясенелистный. Согласно статье 9 Закона Республики Беларусь «О растительном мире», пользователи земельных участков или водных объектов обязаны проводить работы по регулированию распространения и численности инвазивных чужеродных видов растений. Борьбе с инвазивными видами посвящено и множество ведомственных документов, например [15; 16].

Аналогичные законодательные рычаги борьбы с инвазиями принимают и правительства других стран: например, в Финляндии в 2019 г. вступил в силу запрет на ввоз и продажу шиповника, проникшего сюда в 1990-е гг. и катастрофически распространившегося по всей стране, и принята программа по полному уничтожению данного вида в течение трёх лет [8].

Важность изучения и контролирования распространения инвазивных видов в Беларуси связана в том числе с тем, что по территории республики проходит один из основных коридоров проникновения чужеродных видов из Черноморско-Каспийского региона в Центральную и Западную Европу и Балтийское море, охватывающий бассейны рек Днепра, Припяти и Вислы, что связано с многочисленными транзитными автомобильными и железными дорогами, строительством каскада плотин и водохранилищ на Днепре, а также Днепроовско-Бугского канала [6].

Наиболее опасные инвазивные растения на территории Беларуси, расширяющие свой ареал

Борщевик Сосновского (в Беларуси выявлено около 5 тыс. популяций, занимающих площадь 3,1 тыс. га [13]). В естественном ареале растение встречается в восточном Предкавказье (Дагестан, восток Кабардино-Балкарии), в горных системах Большого и Малого Кавказа (Грузия, Южная Осетия), заходит в пограничные с Грузией районы северной Армении, встречается на северо-востоке Турции. Благодаря таким качествам, как неприхотливость, холодоустойчивость, быстрый рост весной и формирование большой растительной массы, высокое содержание углеводов, протеина, витаминов, микроэлементов, этот вид с середины XX в. стал массово выращиваться в качестве кормовой и силосной культуры. Возможно, в процессе акклиматизации борщевик Сосновского приобрёл новые качества. Присутствие фурукумаринов в зелёной массе растений, идущей на силос, стало негативно сказываться на здоровье животных и ухудшало качество сельскохозяйственной продукции. Кроме того, стала очевидной опасность получения дерматитов и ожогов при контакте с растениями борщевика. Поэтому его прекратили выращивать уже в 1980-е гг. сначала в Европе, затем и в странах СНГ. Однако за период культивирования этот вид получил широкое распространение в Восточной Европе, в том числе и республиках бывшего Союза. Сегодня во многих регионах расселение и размножение борщевика Сосновского носит бесконтрольный характер и приобрело масштаб экологического бедствия. Борщевик образует монодоминантные заросли, практически полностью вытесняя аборигенные виды растительности. Растения достигают в высоту 4 м и более, что позволяет им угнетать не только травы, но даже кустарники и молодые деревья. В листьях, стеблях и корневищах борщевика Сосновского содержатся вещества, ингибирующие прорастание семян

и угнетающие вегетацию всех других видов растений. Фурукумарины, содержащиеся во всех частях растения, вызывают ожоги и аллергические реакции у людей и животных. Специфический неприятный привкус сохраняется в молоке и мясе скота, которого кормили борщевиком [14].

Золотарник канадский (в Беларуси около 2 тыс. популяций общей площадью около 500 га [13]). Родина — Северная Америка (восток Канады, США, северо-восток Мексики). Растёт преимущественно в населённых пунктах и вблизи дорог, на пустырях, свалках, в долинах рек, заселяет неосвоенные поля. Растение может нарушать естественные биоценозы, закрепляясь на почвах различного механического состава, в том числе лёгких песчаных и тяжёлых глинистых. Вид образует густые монодоминантные заросли, вытесняя аборигенные растения. Может встречаться в посевах зерновых культур, на заброшенных пастбищах, в лесных питомниках и садах как сорное растение. Плохо поедается скотом [14].

Эхиноцистис лопастной (в Беларуси около 1,3 тыс. популяций общей площадью около 150 га [13]). Родина — Северная Америка (США, Канада). Один из наиболее агрессивных и активно расселяющихся инвазивных видов, практически ежегодно увеличивающий площадь своего распространения на 40—50 %. Основная часть его ареала расположена в восточной и южной части республики, однако в последние два года широко распространился и в центре страны [15].

Клён ясенелистный (в Беларуси около 4,2 тыс. популяций общей площадью около 350 га [13]). Родина — Северная Америка от Скалистых гор до Атлантического побережья и от Канады до Флориды. В Евразии клён захватил огромный диапазон полуестественных местообитаний. Этот вид широко распространён в городах и посёлках, где

вытесняет из озеленения местные виды, успешно расселяется на свалках и вдоль автомобильных и железных дорог, колонизирует заброшенные парки и поля, промзону вокруг городов и посёлков. Он проник в пойменные леса ряда рек Европейской равнины, способен вторгаться в антропогенно нарушенные пойменные дубравы, вытесняя подрост дуба черешчатого. В ряде лесов может вытеснять главные лесообразующие породы. Установлено, что клён ясенелистный препятствует возобновлению аборигенных и других декоративных видов растений (деревьев, кустарников и трав) в городских лесных насаждениях. Этот вид клёна вытесняет рябину, малину, клён платанолистный и другие древесные и кустарниковые виды (подлесок и подрост) из среднего и нижнего яруса леса [14].

Робиния лжеакация (в Беларуси около 1,6 тыс. популяций общей площадью около 500 га [13]). Родина — Северная Америка. Включена в сотню наиболее опасных чужеродных видов во флоре Европы. Во второй половине XX в. широко рекомендовалась и активно внедрялась в культуру на территории Беларуси, затем вышла за пределы парков и населённых пунктов, а также территорий линейных посадок вдоль автодорог и постепенно натурализовалась на пустырях, по берегам рек, на сельских кладбищах и в других местах. Очень хорошо и быстро растёт на песках, супесях и лёгких суглинках. На таких почвах в Полесье уже довольно широко внедрилась в сосновые и смешанные леса, образуя густой подлесок и даже чистые насаждения [16].

Благодаря большому количеству семян, длительное время сохраняющих всхожесть, а также обильному образованию корнеотпрысков, робиния может довольно быстро образовывать значительные по площади скопления, вытесняя с этой территории другие виды, негативно отражаясь на ведении хозяйственной и иной деятельности.

Способна истощать почву и угнетать её содержащимися в корнях отравляю-

щими веществами. При заготовке древесины может возникнуть отравление робинином, содержащимся в коре, семенах и корнях растения [16].

Амброзия полыннолистная (в Беларуси около 20 популяций общей площадью около 15 га [13]). Родина — Северная Америка (США, Канада). Обильно произрастает на обочинах железнодорожных путей, шоссе и грунтовых дорог, по берегам рек и прудов, на пустырях, лугах, в населённых пунктах. Засоряет полевые культуры, особенно пропашные и зерновые, а также огороды, сады, виноградники, луга, пастбища, ползащитные лесные полосы. Развивая мощную надземную массу и корневую систему, она сильно подавляет культурные растения. Наиболее часто страдают от амброзии яровые хлеба и пропашные культуры, особенно подсолнечники. При недостаточном уходе за посевами этих культур амброзия перерастает их и сильно заглушает, что приводит к резкому снижению, а то и полной гибели урожая. На лугах и пастбищах амброзия вытесняет злаково-бобовые травы и резко снижает кормовые качества сена и выпасов, поскольку не поедается скотом вследствие содержания в её листьях горьких эфирных масел. Является аллергеном и главной причиной поллиноза (сенной лихорадки) [14].

Подсолнечник клубненосный (топинамбур). Родина — Северная Америка, в Европу попал в XVI в. Выращивался как культурное растение, затем расселился и одичал. В наших условиях размножение вегетативное. Ряд исследователей предполагают, что особую роль в распространении топинамбура, особенно вдоль дорог и насыпей, могут иметь мышевидные грызуны, которые запасают его мелкие клубни. Образует заросли, которые вытесняют аборигенные виды и останавливают сукцессионные процессы.

Недотрога железистая. Родина — Западные Гималаи, где она произрастает в горах на высоте 1800—4000 м над у. м.

Формирует монодоминантные заросли по сорным местам, сырým обочинам дорог, долинам оврагов и ручьёв, уменьшая видовое разнообразие фитоценозов и конкурируя с аборигенным видом недотрогой обыкновенной [самые опасные], также успешно конкурирует с другими растениями за насекомых-опылителей. Поскольку данный вид положительно реагирует на увеличение CO_2 и повышение температуры, потенциально вид может стать в условиях изменяющегося климата ещё более агрессивным захватчиком [11].

Девичий виноград пятилисточковый. Родина — Северная Америка. Выращивается как декоративное растение, долго сохраняется в местах прежней культуры и расселяется на смежные участки, в том числе с птицами, для которых, в отличие от человека, плоды данного растения съедобны. Это деревянистая лиана, отличающаяся быстрым ростом, в длину может достигать 20—30 м. Прикрепляется к субстрату (любой твёрдой поверхности, включая деревья и кустарники) с помощью усиков, на конце которых расположены дисковидные присоски. Может расти не только у опоры, но и как почвопокровная лиана. Образует сплошной покров в опушечных и нарушенных местообитаниях, затрудняя произрастание аборигенных видов, обвивает стволы деревьев, меняя облик лесных сообществ [14].

Люпин многолистный. Родина — западные регионы Северной Америки с океаническим климатом. Отмечен в широком диапазоне местообитаний, имеющих, однако, общие черты: достаточно лёгкие, бедные питательными веществами почвы и ограниченную конкуренцию с другими видами. Образует обширные, довольно плотные заросли, которые подавляют естественную растительность, снижает разнообразие аборигенных видов, уменьшает разнообразие насекомых-опылителей. Благодаря наличию азотфиксирующих бактерий увеличивает содержание азота в почве, что приводит к изменениям в структуре сообществ и биоразнообразии. Растение и его семена содержат алкалоиды, потребление ко-

торых вредно для скота (таким образом, ценность пастбищ и качество сена значительно снижаются). Благодаря алкалоидам обладает аллелопатическими свойствами и может ингибировать прорастание семян других видов [14].

Циклахена дурнишниковидная. Родина — североамериканские прерии. Успешной инвазии способствует значительная скорость роста, интенсивный фотосинтез и высокая репродуктивная способность (в среднем 7,5 тыс. семян на одно растение). Злостный сорняк в посевах подсолнечника, кукурузы, сахарной свёклы. Не поедается животными (ядовита), при этом сильно истощает почву. В Беларуси активно проникает в национальные парки, в том числе в Беловежскую Пущу. Обладает аллелопатическими свойствами, все части растения содержат ядовитые для других растений вещества-ингибиторы. После отмирания циклахены на этом участке некоторое время даже не растут другие растения. Является резерватом гриба фомосис подсолнечника, вызывающего у этих растений болезни и гниль. Пыльца циклахены является сильным аллергеном, а также одной из причин поллиноза [14].

Сравнительная оценка опасности наиболее важных для Беларуси чужеродных видов-трансформеров, определение наиболее опасных видов проведены в работе [17]. Методика оценки опасности видов основывалась на семи критериях (таблица 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 заселённых им экосистемах; 6) способность ингибировать восстановительные сукцессии; 7) встречаемость вида на изучаемой территории (юго-восток Беларуси). По каждому критерию определялась степень опасности вида по 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 (табл. 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 дурнишниковидная | 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 |
| 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 |

По результатам исследования установлено, что в пятёрку наиболее опасных в наших условиях инвазивных видов растений входят борщевик Сосновского, золотарник канадский, амброзия полыннолистная, циклахена дурнишниковидная, клён ясенелистный. Экологическая опасность таких видов, как борщевик Соснов-

ского, циклахена дурнишниковидная и амброзия полыннолистная, пока что на сегодняшний день компенсируется их низкой встречаемостью в ландшафтах региона. Однако она имеет тенденцию к увеличению, и по мере распространения и роста встречаемости можно ожидать значительного роста опасности этих видов.

Особенности распространения инвазивных видов в ландшафтах юго-востока Беларуси

При изучении определённых инвазивных видов необходимо изучать не только то, каким образом данный вид попал на изучаемую территорию, но и то, каким образом происходит расселение вида в её пределах, какие местообитания заселяются в первую очередь, а какие пока вообще не затронуты инвазией данного вида. В ходе исследований на юго-востоке Беларуси было установлено, какие место-

обитания преимущественно занимают основными инвазивными видами в данном регионе [17] (табл. 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) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Клён ясенелистный | 26,1 | 32,4 | 45,2 | 84,3 | 69,0 |
| Амброзия полыннолистная | 0,0 | 2,9 | 3,6 | 4,3 | 6,9 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----------------------------------|------|------|------|------|------|
| 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

Видно, что в лесном ландшафте в более или менее заметных количествах присутствуют только древесные инвайдеры — клён ясенелистный и робиния, но их встречаемость здесь меньше, чем во всех других изученных типах ландшафтов. Некоторые виды вообще не встречались в лесах, другие встречались в незначительном количестве (менее 3 % изученных площадок). Схожая картина наблюдается в сельскохозяйственных луговых ландшафтах, однако есть и отличия: заметную встречаемость имеют золотарник канадский и топинамбур, которые отсутствовали или присутствовали в незначительном количестве в лесах; кроме того, увеличивается встречаемость робинии и клёна. Максимальные значения встречаемости у всех видов — в селитебном ландшафте, в основном городском, только у клёна ясенелистного

встречаемость в сельскохозяйственном селитебном ландшафте достоверно выше.

Кроме зависимости встречаемости инвазивных видов от типа ландшафтов, была изучена её зависимость от истории землепользования территорий (табл. 3). Было выделено 7 территорий, характеризующихся разными типами землепользования в середине XIX и начале XXI вв.: Л→Л (лесной ландшафт в оба момента времени); СХ→Л (сельскохозяйственный в середине XIX в. ландшафт, преобразованный на начало XXI в. в лесной); Л→СХ (лесной ландшафт, преобразованный в сельскохозяйственный); Л→У (лесной ландшафт, преобразованный в городской); У→У (городской ландшафт в оба момента времени); СХ→У (сельскохозяйственный ландшафт, преобразованный в городской); СХ→СХ (сельскохозяйственный ландшафт в оба момента времени).

Таблица 3 — Встречаемость чужеродных видов в природно-антропогенных ландшафтах в зависимости от истории землепользования

| Вид | Типы переходов природно-антропогенных ландшафтов | | | | | | |
|----------------------------------|--|----------------|----------------|---------------|---------------|----------------|-----------------|
| | Л→Л (n=59)* | СХ→Л (n=10) | Л→СХ (n=50) | Л→У (n=22) | У→У (n=22) | СХ→У (n=84) | СХ→СХ (n=68) |
| Клён ясенелистный | 20,3 | 60,0 | 20,0 | 59,1 | 90,9 | 78,6 | 57,4 |
| Амброзия полыннолистная | 0,0 | 0,0 | 4,0 | 9,1 | 4,5 | 4,8 | 2,9 |
| Цикламена дурнишниковидная | 0,0 | 0,0 | 2,0 | 0,0 | 0,0 | 3,6 | 1,5 |
| Подсолнечник клубненосный | 0,0 | 0,0 | 2,0 | 4,5 | 36,4 | 26,2 | 14,7 |
| Борщевик Сосновского | 1,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 3,6 | 2,9 |
| Недотрога железистая | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 6,0 | 2,9 |
| Люпин многолистный | 0,0 | 20,0 | 2,0 | 0,0 | 0,0 | 6,0 | 8,8 |
| Девичий виноград пятилисточковый | 1,7 | 0,0 | 2,0 | 9,1 | 27,3 | 11,9 | 2,9 |
| Робиния лжеакация | 10,2 | 30,0 | 12,0 | 22,7 | 36,4 | 39,3 | 20,6 |
| Золотарник канадский | 1,7 | 10,0 | 6,0 | 9,1 | 36,4 | 45,2 | 26,5 |

Примечание: * — количество описаний

Результаты исследования позволяют утверждать, что на распространение ряда видов оказывает влияние история землепользования. 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 XIX в.): золотарника канадского — в 5,9 раза, клёна 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.

В целом можно 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 использованных источников

1. Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах / ред. А. Ф. Алимов, Н. Г. Богущкая. — М. — СПб. : Товарищество научных изданий КМК, 2004. — 436 с.
2. Элтон, Ч. Экология нашествий животных и растений / Ч. Элтон; под ред. Н. П. Наумова. — М. : Изд-во иност. лит-ры, 1960. — 230 с.
3. Global Strategy on Invasive Alien Species // Convention of Biological Diversity, SBSTTA Sixth Meeting. — Montreal, 2001.
4. Чёрная 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.
5. Чёрная книга инвазивных видов животных Беларуси / сост.: А. В. Алехнович [и др.]; под общ. ред. В. П. Семенченко. — Минск : Беларуская навука, 2016. — 105 с.
6. Семенченко, В. П. Проблема чужеродных видов в фауне и флоре Беларуси / В. П. Семенченко, А. В. Пугачевский // Наука и инновации. — 2006. — № 10. — С. 15—20.
7. 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.
8. В Финляндии уничтожают шиповник. Что происходит? // Агентство новостей «Поиск». — Режим доступа: <https://www.poisknews.ru/news/v-finlyandii-unichtozhayut-shipovnik-cto-proishodit>. — Дата доступа: 20.05.2020.
9. 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.
10. 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.
11. Виноградова, Ю. К. Чёрная 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.
12. Джонсон, Д. Перекати-поле : сорняк, завоевавший Запад / Д. Джонсон // National Geographic Россия. — 14 сентября 2019. — URL: <https://nat-geo.ru/nature/perekati-pole-sornyak-zavoevavshiy-zapad>. — Date of access: 24.05.2020.

13. Семенченко, В. П. Инвазивные виды на территории Республики Беларусь : результаты исследований и перспективы / В. П. Семенченко // Национальный координационный центр по вопросам доступа к генетическим ресурсам и совместного использования выгод. — Минск, 2019. — Режим доступа: <https://abs.igc.by/wp-content/uploads/2019/11/Prezentacija-V.-Semenchenko-jaz.-russkij.pdf>. — Дата доступа: 24.05.2020.
14. Самые опасные инвазионные виды России (ТОП-100) / ред. Дгебуадзе Ю. Ю., Петросян В. Г., Хляп Л. А. — М. : Т-во научных изданий КМК, 2018. — 688 с.
15. Положение о порядке выявления, учёта и мониторинга инвазивных видов растений и борьбы с ними по Двинской экспериментальной лесной базе Института леса НАН Беларуси / В. В. Пискунович, А. М. Верташонок; утв. 21.10.2019. — Режим доступа: <http://dvinskelb.by/uploads/20633/14439/files/polojenie-o-poryadke-vyyavleniya%2C-ucheta-i-monitoringa-invazivnyh-vidov-rasteniy.pdf>. — Дата доступа: 24.05.2020.
16. Рекомендации по предотвращению дальнейшего распространения наиболее агрессивных видов инвазивных растений : утв. дир. ИЭБ НАН Беларуси А. В. Пугачевский. — Минск, 2019. — 27 с. — Режим доступа: http://www.novopolotsk.by/images/stories/news_18/rekomendacii_po_invazivnym.pdf. — Дата доступа: 20.05.2020.
17. 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.
18. Гусев, А. П. Экология инвазий : практическое пособие / А. П. Гусев, Н. С. Шпилевская; Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. — Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2019. — 40 с.
19. Руководство по разработке Национальной стратегии по управлению балластной водой / Дж. Теймлендер, Л. Риддеринг, Ф. Хааг, Дж. Матейкал; Международная морская организация. — Лондон, 2010. — 61 с. — Режим доступа: http://www.imo.org/en/OurWork/PartnershipsProjects/Documents/Mono18_Russian.pdf. — Дата доступа: 20.05.20.

Материал поступил в редакцию 03.06.2020.