

## Эколого-ценотическая роль инвазионных древесных растений в лесостепных экосистемах

Лепешкина Л. А., Клевцова М. А.

Воронежский государственный университет

Воронеж, Россия

[lilez1980@mail.ru](mailto:lilez1980@mail.ru), [marin-m@yandex.ru](mailto:marin-m@yandex.ru)

В работе рассматривается эколого-ценотическая роль инвазий чужеродных древесных растений лесостепных экосистем. Установлено их влияние на состав, структуру и экологию местообитаний. Сообщества с доминированием адвентивных деревьев и кустарников характеризуются низким видовым богатством – в 2–3 раза ниже по сравнению с фоновыми лесостепными фитоценозами. Выявлены изменения экологических параметров байрачных дубрав и лугово-степных сообществ. Для склоновой луговой степи на известняках увеличиваются балльные значения влажности почв (от 9,5 до 12,4), гумидности климата (от 7,5 до 7,8), богатства почв азотом (с 4,6 до 6,3), освещенности/затенения (от 2,6 до 4,2); снижаются показатели континентальности климата (от 9,4 до 8,6), кислотности почв (от 8,8 до 7,4) и температуры почв (от 8,8 до 8,5). Для склоновой лесостепи на мелах увеличиваются следующие балльные параметры: влажность почв (от 9,0 до 9,6), солевой режим (от 6,8 до 7,3), богатство почв азотом (от 4,1 до 4,6) и освещенность/затенение (от 2,1 до 2,6), наблюдается снижение кислотности почв (от 8,8 до 7,6). Эколого-ценотическая стратегия инвазионных видов в регионе направлена на трансформацию зональных и аazonальных типов экосистем с ослаблением и замещением аборигенных эдификаторов. Экотонные антропогенные местообитания успешно занимают сообщества с *Acer negundo* L. и *Robinia pseudoacacia* L., блокируя развитие зональных фитоценозов из *Acer tataricum* L. и *Prunus spinosa* L. Изменение экологии скальных местообитаний ведет к преобразованиям луговой степи на известняках и исчезновению популяций светолюбивых термофильных кальцефитно-петрофитных растений. Особо охраняемые природные территории теряют свою экологическую ценность как эталонные объекты биосферы.

*Ключевые слова:* инвазионный вид, чужеродный вид, фитоценоз, экологические шкалы, экосистема, биотоп, Среднерусская лесостепь.

### ВВЕДЕНИЕ

Задачей современных научных изысканий является расширение знаний об антропогенной эволюции геосистем высокоосвоенных территорий. Особенно актуальны исследования влияния чужеродных видов на трансформацию нативных сообществ (Виноградова и др., 2010; Гусев, 2016, 2019; Стародубцева, 2020). С 2004 года нами ведутся исследования биологических инвазий в экосистемах лесостепи, формируется база данных чужеродных (адвентивных) видов растений, разрабатываются мероприятия по повышению устойчивости природных фитоценозов в условиях ценотического пресса инвазионных видов (Лепешкина и др., 2016). Цель работы – изучить основные характеристики сообществ с доминированием чужеродных видов; определить параметры экологических шкал основных биотопов лесостепи и направленность процесса их трансформации.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектами исследования являлись сообщества широколиственных лесов и кальцефитно-петрофитных (известняковых и меловых) степей, которые слагают склоновую лесостепь в пределах Среднерусской возвышенности. На севере возвышенности наибольшее ландшафтно-экологическое значение играют девонские известняки мощностью около 300 м. Характерна густая долинно-балочная сеть, высокая интенсивность эрозионных процессов. На юге и юго-западе возвышенности основную ландшафтно-экологическую роль выполняют писчий мел и мергель (Бережной и др., 2007). Географическое положение региона диктует господство умеренно континентального климата. Среднегодовая температура воздуха

составляет +5,5 °С. Степень континентальности закономерно возрастает с северо-запада на юго-восток. Годовая величина осадков уменьшается от 550 мм в северо-западной части до 500 мм на юго-востоке и даже 450 мм в ее восточной части. На севере возвышенности представлены серые лесостепные почвы и оподзоленные черноземы, в центре – выщелоченные черноземы, на юге – типичные черноземы. Исследуемая территория характеризуется «островизацией» зональной растительности (Бережной и др., 2007). Природные условия Среднерусской возвышенности представляют собой некий ландшафтно-экологический фон, где происходит натурализация и расселение чужеродных видов растений.

В период 2005–2023 годов были обследованы участки лесных массивов и их экотонные участки, подверженные внедрению инвазионных древесных растений. В Орловской области – «Дядьков лес», «Ботвинский лес» и «Шатиловский лес» (Новодеревеньковский район), а также «Коньчев лес», «Толстый лес», урочище «Каменка», «Репище», «Широкое», «Майорова балка» (Краснозороенский район). Объектами исследования в Липецкой области явились «Хомутов лес» в окрестностях с. Пироговка Измалковского района, «Елец-Лозовский лес» в окрестностях с. Елецкая Лозовка Хлевенского района, лесной массив близ с. Полибино (Данковский район). В Воронежской области – выходы меловых обнажений в окрестностях с. Борщево и с. Костенки (Хохольский район), дубравы в районе с. Писаревка (Рамонский район), три массива дубрав в окрестностях г. Воронежа и дубравы ботанического сада ВГУ. В Курской области – лесные экосистемы близ с. Баркаловка (Горшеченский район) и с. Екатериновка (Мантуровский район). В Белгородской области – петрофитные степи урочища «Высокое» (Красногвардейский район).

В качестве материалов использованы данные геоботанических описаний выполненных на 245 учетных площадок размером 100 м<sup>2</sup> по общепринятым методикам (Миркин и др., 2002). Индикационная оценка экологических параметров местообитаний получена при обработке описаний в среде программы *Cyganov\_scale\_new alg* (Бузук, Созинов, 2009). В выборке участвовали геоботанические описания, сгруппированные по формационному признаку, природных сообществ без присутствия чужеродного компонента во флоре и сообществ с активным участием древесных инвазионных видов в пределах одного объекта исследования. Балльная оценка экологических параметров местообитаний была рассчитана по экошкалам Д. Н. Цыганова с использованием средних арифметических значений (Бузук, Созинов, 2009). Оценивались следующие балльные показатели: терморезим климата (ТМ), континентальность климата (КН), аридность/гумидность климата (ОМ), криоклиматический (СР), влажность почв (НД), трофность почв (ТР), богатство почв азотом (НТ), кислотность почв (RC), освещенность/затенение (LC), переменность увлажнения (FH). Вектор изменения указанных выше величин определяет сукцессии и генезис биотопов при участии растений-трансформаторов.

Анализ экологических шкал изученных биотопов проведен с использованием ранее полученных результатов для экосистем Среднерусской лесостепи (Лепешкина, Клевцова, 2018; Лепешкина и др., 2020; Лепешкина, 2021).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Инвазионная флора Среднерусской лесостепи насчитывает 74 вида (Лепешкина, 2022). Наиболее распространенными «трансформерами» являются 15 видов (20,3 %): *Acer negundo* L., *Amelanchier spicata* (Lam.) C. Koch, *Arrhenatherum elatius* (L.) J. & C. Presl, *Bidens frondosa* L., *Caragana arborescens* Lam., *Impatiens parviflora* DC., *Echinocystis lobata* Torr. et Gray, *Lonicera tatarica* L., *Lupinus polyphyllus* Lindl., *Robinia pseudoacacia* L., *Sambucus racemosa* L., *Solidago canadensis* L., *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch., *Phalacrolooma anium* (L.) Dumort., *Viburnum lantana* L., из которых 53 % – древесные растения.

Ранее установлено, что процессы фитоинвазий закономерны для лесостепного региона и наблюдаются в сообществах пойменных лесов и лугов, коренных и производных боров и суборей, широколиственных и смешанных лесов, плакорных, склоновых луговых и кальцефитно-петрофитных степей (Лепешкина, 2023). Дубравы склоновой лесостепи

подвержены инвазиям 8 видов древесно-кустарниковых эргазиофитов: *A. negundo*, *A. spicata*, *C. arborescens*, *L. tatarica* L., *P. quinquefolia*, *Quercus rubra* L., *R. pseudoacacia*, *S. racemosa*, *V. lantana*. Их спонтанное расселение в природные экосистемы лесостепи из мест интродукции началось в конце 1930-х годов, когда были зафиксированы первые находки чужеродных видов в заповедных сообществах (Курской, 2020).

Один из распространенных североамериканских эргазиофитов, который широко используется при создании сосновых насаждений и защитных лесополос с 1930-х годов, является *R. pseudoacacia*. В качестве декоративного, медоносного растения робиния лжеакация культивируется в ботанических садах, дендрариях, на приусадебных участках. В ботаническом саду ВГУ в 1970-х годах были заложены культуры данного вида в квартале 6 участок 3, где впоследствии сформировался робинник кленовый (*R. pseudoacacia* – *Acer campestre* ± *Acer platanoides*) на выщелоченном черноземе. Первый ярус слагает *R. pseudoacacia* высотой 15–18 м. II ярус – *A. campestre* и *A. platanoides* – 5–12 м. Сомкнутость крон 0,8–0,9, травяной покров не выражен (рис. 1), видовая насыщенность на 100 м<sup>2</sup> не превышает 8. Доля синантропных видов 25,0–37,5 %, адвентивных – 12,5–25,0 %. В таких условиях светолюбивая робиния лжеакация под пологом не возобновляется и не проникает в сообщества прилегающей с юга байрачной дубравы.



Рис. 1. Робинник кленовый (квартал 6, участок 3) (a) и американокленовник на окраине дубравы в окрестностях с. Писаревка (Воронежская область, Рамонский р-он, 2023 г.) (b)

В квартале 18 (участки 4 и 5) робиния лжеакация была высажена на опушке дубравы при закладке питомника древесных растений в конце 1990-х годов. Возраст насаждений 23–25 лет. Ее активное семенное расселение на этом участке началось только с 2008 года. За последние 16 лет данный анемохорный вид захватил площадь порядка 1,5 га, вышел в первый ярус и проявляет себя как эдификатор. При этом робиния успешно внедряется в заросли *Prunus spinosa* L., но избегает плотных молодых группировок из *Betula pendula* Roth и *Populus tremula* L. В условиях зарастающей опушки сомкнутость крон не превышает 0,3–0,5. В напочвенном ярусе представлены опушечно-лесные, луговые и сорно-луговые травы: *Agrimonia eupatoria* L., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Oenothera biennis* L., *Poa nemoralis* L., *Prunella vulgaris* L., *Solidago canadensis* L., *Veronica spicata* L. и другие. Видовое богатство сообществ с *R. pseudoacacia* (100 м<sup>2</sup>) насчитывает 15–26 видов. Доля синантропных видов – 38,9–59,3 %, адвентивных – 10,3–15,1 %. В Воронежском государственном биосферном

заповеднике *R. pseudoacacia* проявляет себя как эдификатор в условиях свежей субори (Стародубцева, 2020а).

Еще один североамериканский древесный вид с ярко выраженными свойствами эдификатора – *A. negundo*. В условиях лесостепного региона он формирует обширные американокленовники, которые тяготеют не только к окраинам полей, поймам рек и обочинам дорог, но и опушкам ценных широколиственных и смешанных лесов. Установлено, что *A. negundo* встречается в составе древостоев всех дубрав Подворонежья. На некоторых участках он представлен практически в каждом ярусе, в других идет примесью к клену остролистному и дубу черешчатому. В Воронежском государственном биосферном заповеднике *A. negundo* занимает обширные площади в квадрате 537 как доминирующая порода (Стародубцева, 2020).

Изучение монодоминантных группировок из *A. negundo* по днищам лесных балок показывает, что в их составе практически не представлено других древесных видов, а в травяном покрове встречаются главным образом синантропные теневыносливые лесные растения: *Arctium lappa* L., *Chelidonium majus* L., *Geum urbanum* L., *Leonurus quinquelobatus* Gilib., *Urtica dioica* L. и другие (рис. 1).

Видовое богатство сообществ с *A. negundo* (100 м<sup>2</sup>) 5–24 вида. Доля синантропных видов 58,2–100 %, адвентивных – 25,4–45,1 %. В фоновых сообществах окрестных дубрав на 100 м<sup>2</sup> в разных точках отмечено от 19 до 50 видов и более низкая синантропизация – 5–14 % и адвентизация – 6,1–8,5 %. Также формируются мертвопокровные древостои из *A. negundo* с высокой затененностью и неразвитым травяным покровом (проективное покрытие напочвенного яруса не превышает 5–8 %, видовое богатство – 6–10 видов), как например, близ северной окраины урочища «Дядьков лес» и восточной окраины урочища «Ботвинский лес» (Орловская область), а также в южной части «Елец-Лозовского леса» и «Хомутова леса» (Липецкая область), где возраст клена американского составляет более 40 лет.

Однако, при внедрении в группировки клена американского широколиственных теневыносливых древесных растений может произойти смена эдификатора. Например, в ботаническом саду ВГУ вдоль лесного оврага близ восточной байрачной дубравы имеются остатки старых американокленовников возрастом более 65 лет, заросшие высокорослыми и аборигенными видами – *Tilia cordata* Mill., *Ulmus laevis* Pall. и *A. platanoides* L. высотой 18–20 м. Сомкнутость крон 0,6–0,8. Высота деревьев *A. negundo* 9–12 м, диаметр ствола 25–35 см. Большинство имеют искривленные и лежащие стволы, которые со временем развили придаточные корни и обновили побеговую систему, но семеношение у них не отмечено. В травяном покрове представлены типичные неморальные травы: *Aegopodium podagraria* L., *Asarum europaeum* L., *Aristolochia clematitis* L., *Pulmonaria obscura* Dumort. Ранней весной эфемероиды не формируют сплошного ковра как в прилегающем массиве дубравы.

По окраинам байрачных дубрав Подворонежья в небольших по площади американокленовниках (до 100 м<sup>2</sup>) в качестве сопутствующих древесных видов встречаются *Acer tataricum* L., *Padus avium* Mill., *Sambucus racemosa* и *S. nigra* L. Ранневесенние синузиды эфемероидов развиты хорошо с высоким обилием *Scilla siberica* Haw., *Corydalis solida* (L.) Clairv., *Anemone ranunculoides* L., *Ficaria verna* Huds. (рис. 2).

Для всех изученных лесных экосистем прослеживается постепенное снижение численности подроста *A. negundo* в направлении от опушек вглубь обследуемого участка. На расстоянии 500–700 м от границы леса отмечаются только единичные растения клена американского на полянах, где по разным причинам погибли древостои *Fraxinus excelsior* L., *Malus sylvestris* Mill., *A. tataricum* L. *A. negundo* наиболее успешно проникает и длительно удерживает в экотонных биотопах байрачных дубрав, где днища балок часто подвержены антропогенному воздействию – рекреация, мусорные свалки, складирование почвенных отвалов.

На примере «Воронежской нагорной дубравы» установлено, что внедрение инвазионных древесных видов не приводит к значительным изменениям экологических особенностей



Рис. 2. Ранневесенняя синузия эфемероидов в американокленовнике по днищу балки на границе с «Воронежской нагорной дубравой» (2022 г.)

Таблица 1

Показатели экологических шкал дубравы без чужеродного компонента во флоре ( $X_n$ ) и с участием во флоре инвазионных древесных растений ( $X_i$ )

Тип	TM	KN	OM	CR	HD	TR	NT	RC	LC	FH
«Воронежская нагорная дубрава» (2023)										
$X_n$	8,6	8,4	7,8	8,0	11,9	6,8	5,7	7,6	4,3	5,7
$X_i$	8,7	8,6	7,8	8,2	12,3	6,8	6,0	7,6	4,3	5,7
Дубравы Среднерусской лесостепи (Лепешкина и др., 2020)										
$X_n$	8,5	8,5	7,9	7,9	11,8	6,7	5,6	7,5	4,4	5,8
$X_i$	8,6	8,6	7,9	8,0	12,2	6,7	6,0	7,5	4,2	5,8

лесных местообитаний. Наблюдается увеличение ступеней экологических шкал по увлажнению (от 11,9 до 12,3) и богатству почв азотом (от 5,7 до 6,0) (табл. 1), что соответствует общей тенденции для биотопов дубрав Среднерусской лесостепи (Лепешкина, 2020). Однако данные виды изменяют физико-химические свойства почв и растительный подлесок, снижают освещенность лесных полян. Формируемая подстилка из листьев медленно разлагается и создает физический барьер, ограничивающий прорастание семян и рост травянистых растений. Например, изменения в свойствах почвы и растительности под воздействием инвазионного *Q. rubra* указывают на то, что этот вид может влиять на структуру и функции лесных экосистем (Stanek et. al., 2020) и стать новым эдификатором.

В последние 10 лет реализуется вторая волна интродукции дуба красного в лесные насаждения региона. Его натурализация со статусом агрофит и семенное возобновление отмечены во всех областях Центрального Черноземья (Лепешкина и др., 2016). Самосев *Q. rubra* встречается в сосняках на супесчаных почвах, в широколиственных лесах на серых лесных почвах и черноземе выщелоченном. Источником новых инвазий являются плодоносящие деревья, представленные в лесопарках и лесных культурах. Инвазионная активность *Q. rubra* отмечена в заповеднике «Белогорье» на площади порядка 4 га (Арбузова, 2002). В Орловской области в пределах урочища «Дядьков лес» наблюдается самосев и сформировавшийся подрост на площади 1,5 га, в «Шатиловском лесу» – 2,5 га. В дубравах ботанического сада ВГУ подрост отмечен на площади около 9 га, в «Воронежской нагорной дубраве» – 6 га.

В широколиственных лесах лесостепного региона имеются очаги инвазий южноевропейского вида *V. lantana* – «Воронежская нагорная дубрава», дубравы Ботанического сада ВГУ (Воронежская область), дубравы в окрестностях с. Ключики Краснозороенского района Орловской области («Коньчев лес», «Толстый лес», урочище «Репище» и «Широкое»), в дубравах Липецкой области близ с. Полибино, в Курской области в лесном массиве близ сел Баркаловка и Екатериновка. Роль вида в сложении лесных экосистем еще мало изучена. На светлых полянах и опушках отмечено регулярное семеношение. Под пологом леса при сильном затенении образует стланиковую форму, занимая обширные пространства. Похожую стратегию почвопокровного поведения выбирает южноевропейско-кавказский вид *Lonicera caprifolium*. В сообществах «Воронежской нагорной дубравы», где она натурализовалась с начала 1990-х годов отмечено сильное угнетение аборигенных травянистых растений. В напочвенном ярусе практически полностью исчезают ранневесенние эфемероиды и отсутствуют типичные неморальные виды летней синусии (рис. 3).



Рис. 3. Ранневесенняя синусия эфемероидов («Воронежская нагорная дубрава», 20.03. 23) (a) и *Lonicera caprifolium* в напочвенном ярусе («Воронежская нагорная дубрава», 20.03. 23) (b)

Видовое богатство сообществ с *L. caprifolium* (100 м<sup>2</sup>) насчитывает 10–15 видов. Доля синантропных видов – 26,7,2–48,5 %, адвентивных – 15,1–20,6 %.

Склоновая луговая степь на известняках подвержена более глубоким демутиациям – активному зарастанию скал древесной растительностью. Еще в начале XX века на территории Липецкой области склоны заповедника «Галичья гора» были заняты травянистыми сообществами, а скалы – реликтовой флорой. К началу XXI века увеличилась облесенность четырех резерватов (7–11 участков), где в сложении древесного яруса большую роль играет *A. negundo* (Скользнева, Кирик, 2007). В настоящее время в урочищах «Галичья гора», «Морозова гора» и «Быкова шея» активно расселяется не только *A. negundo*, но и *L. tatarica*.

Изменение таких микроклиматических параметров, как увеличение затененности, снижение температуры почвы скальных местообитаний ведет к сокращению численности популяций светолюбивых термофильных кальцефитно-петрофитных растений: *Clematis integrifolia* L., *Schivereckia podolica* (Besser) Andr. ex DC., *Draba sibirica* (Pall.) Thell., *Potentilla pimpinelloides* L. и других.

Выявлено, что под воздействием древесно-кустарниковых чужеродных видов трансформация экологических параметров склоновых биотопов заповедника «Галичья гора» (табл. 2) происходит в сторону увеличения влажности почв (от 9,5 до 12,4), гумидности климата (от 7,5 до 7,8), богатства почв (от 4,6 до 6,3), затенения (от 2,6 до 4,2); снижения континентальности климата (от 9,4 до 8,6), кислотности почв (от 8,8 до 7,4) и термоклиматического показателя (от 8,8 до 8,5). Балльные значения по экологическим шкалам ( $X_n$ ,  $X_i$ ) практически соответствуют таковым для склоновой лесостепи на известняках (табл. 2) (Лепешкина, 2021).

Таблица 2

Показатели экологических шкал склоновой степи на известняках без чужеродного компонента во флоре ( $X_n$ ) и с участием во флоре инвазионных древесных видов ( $X_i$ )

Тип	TM	KN	OM	CR	HD			TR	NT	RC	LC	FH
			Урочища заповедника «Галичья гора» (2023)									
$X_n$	8,8	9,4	7,5	7,8	9,5			7,8	4,6	8,8	2,6	6,8
$X_i$	8,5	8,6	7,8	7,7	12,4			6,3	6,3	7,4	4,2	6,7
			Склоновая лесостепь на известняках (Лепешкина, 2021)									
$X_n$	8,7	9,3	7,4	7,7	9,4			7,7	4,5	8,7	2,7	6,7
$X_i$	8,4	8,7	7,9	7,6	12,3			6,4	6,1	7,5	4,1	6,6

Пример, когда *A. negundo* выполняет важную роль эдификатора, можно наблюдать в Красноренском районе Орловской области. На территории археологического памятника природы «Елагино» (долина реки Любовша) на выходах девонского известняка мощностью 4–7 м найдена самая крупная в регионе по числу особей популяция *Asplenium ruta-muraria*. Клен американский занимает крайний и хорошо освещенный участок скал, где формирует необходимый конверт теней и создает эколого-ценотические условия существования этого краснокнижного скального папоротника (Лепешкина, 2009). В 2014 и 2017 годах после санитарных рубок и удаления части деревьев *A. negundo* отмечалась массовая гибель растений *A. ruta-muraria* на двух участках известняковых скал, которые были полностью открыты для прямых солнечных лучей.

Во флоре аazonальных сообществ Среднерусской лесостепи видовое разнообразие инвазионных растений не так высоко. В трансформированных ксерофильных урочищах меловых обнажений юга и юго-запада лесостепи чужеродные древесные виды *Elaeagnus angustifolia* L., *R. pseudoacacia* и *L. tatarica* имеют большой успех в распространении. Сопутствующие меловым комплексам эрозионные формы рельефа (ложбины стока, овраги, днища балок) активно заселяют *Fraxinus pennsylvanica* Marshall, *A. negundo* и *L. tatarica* (урочище «Высокое» Белгородской области). Они начали свою экспансию из приводораздельных полезащитных лесонасаждений. В окрестностях с. Борщово и с. Костенки Хохольского района Воронежской области некоторые меловые овраги и склоны заросли *A. negundo* (рис. 4), а задернованные местообитания – *L. tatarica*. Активного расселения чужеродных видов в сложившиеся коренные сообщества меловой степи нами не отмечено. Прогнозируемое изменение климата с повышением количества осадков для лесостепного региона (Доклад о климатических рисках..., 2017) может спровоцировать расширение ареалов сообществ с инвазионными древесными эдификаторами, что приведет к трансформации отдельных крупных аazonальных урочищ.

В таблице 4 приведена общая характеристика сообществ с доминированием древесных чужеродных видов: *R. pseudoacacia*, *A. negundo*, *L. caprifolium*, *L. tatarica*.

Таблица 4

Характеристика сообществ с доминированием чужеродных древесных растений  
в одном из ярусов

Биотоп	Лесной; опушечный	Лесной – днище балки; опушечный	Лесной	Лугово-степной на известняках; степной на мелах
	Доминирующие виды			
Показатель	<i>Robinia pseudoacacia</i>	<i>Acer negundo</i>	<i>Lonicera caprifolium</i>	<i>Acer negundo / Lonicera tatarica</i>
Видовое богатство на 100 м <sup>2</sup>	5–8; 15–26	5–24; 21–32	10–15	15–38 / 29–46; 13–32 / 20–36
Доля чужеродных видов в проективном покрытии, %	90–100; 35–40	65–100; 45–65	70–90	15–45 / 10–15; 10–25 / 10–15
Доля синантропных видов, %	25–38; 9–59	58–100; 45–66	7–49	9–15 / 5–13; 6–7 / 3–5
Доля адвентивных видов, %	13–25; 10–15	25–45; 15–32	15–21	5–8 / 3–5; 4–5 / 3–5
Возраст существования сообществ, лет	45–48; 14–16	15–20; 12–15	28–31	20–25; 30–34

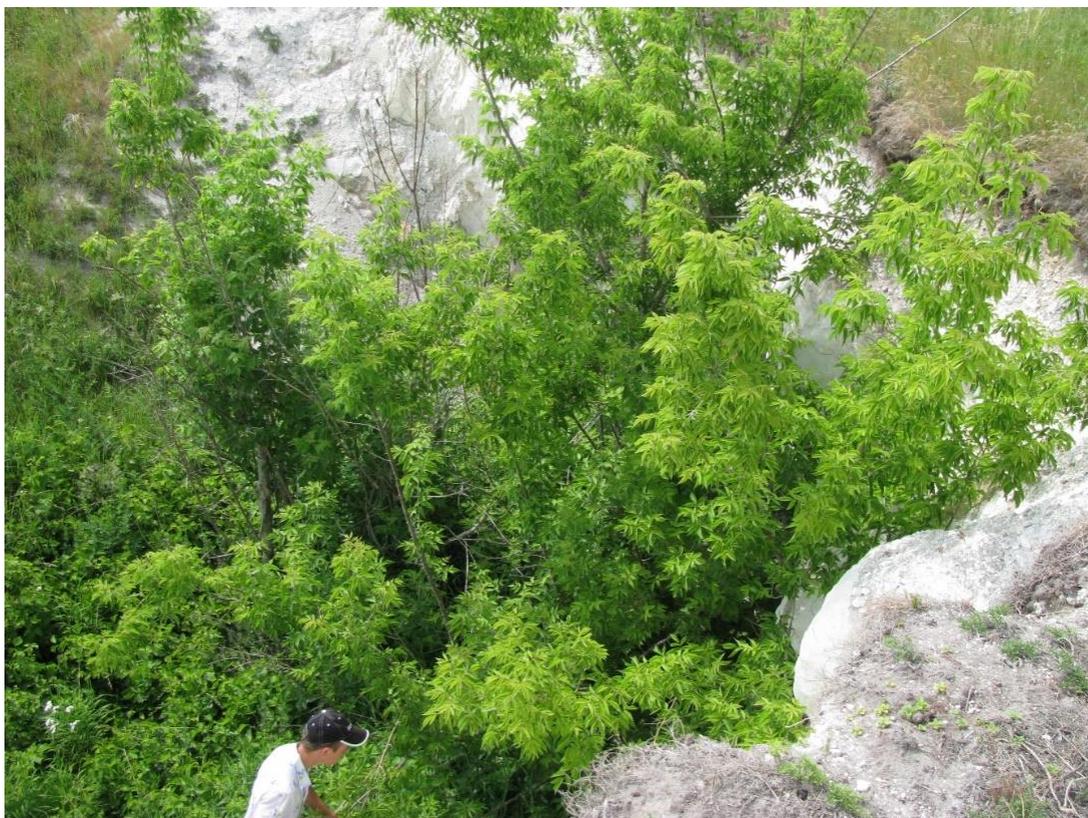


Рис. 4. Заросли *Acer negundo* в меловом овраге близ с. Борщово (Хохольский район Воронежской области, 2013 г.)

При зарастании меловых склонов *A. negundo* и *L. tatarica* изменение значений по экологическим шкалам происходит в направлении увеличения по следующим параметрам: термоклиматическому (от 9,1 до 9,2), солевому режиму почв (от 6,8 до 7,3), влажности почв (от 9,0 до 9,6), богатству почв азотом (от 4,1 до 4,6) и освещенности/затенению (от 2,1 до 2,6). Практически равные значения отмечены по аридности/гумидности (от 7,3 до 7,4), переменности увлажнения (от 6,4 до 6,5). Без изменений – криоклиматический фактор (8,1 и 8,1). Заметно снижение кислотности почв (от 8,8 до 7,5) (табл. 3). Показатели  $X_n$  и  $X_i$  для биотопа в окрестностях с. Борщово имеют близкие значения для склоновой лесостепи на мелах (Лепешкина, 2021).

Таблица 3

Показатели экологических шкал склоновой степи на мелах без чужеродного компонента во флоре ( $X_n$ ) и с участием во флоре инвазионных древесных видов ( $X_i$ )

Тип	TM	KN	OM	CR	HD	TR	NT	RC	LC	FH
Меловые склоны в окрестностях с. Борщово (2023)										
$X_n$	9,1	9,8	7,3	8,1	9,0	6,8	4,1	8,8	2,1	6,4
$X_i$	9,2	9,8	7,4	8,1	9,6	7,3	4,6	7,6	2,6	6,5
Склоновая лесостепь на мелах (Лепешкина, 2021)										
$X_n$	9,0	9,7	7,4	8,0	9,1	6,9	4,2	8,7	2,2	6,5
$X_i$	9,2	9,8	7,4	8,1	9,5	7,2	4,5	8,6	2,4	6,5

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Экологические условия местообитаний, фитоценотическое окружение, возраст древостоев и особенности природопользования значительно влияют на ценотическую роль чужеродных древесных видов. Наблюдения свидетельствуют, что сообщества с доминированием *A. negundo* и *R. pseudoacacia* могут длительно существовать без признаков смены доминанта. Американокленовники в определенных условиях успешно сменяются фитоценозами с широколиственными аборигенными видами, что подтверждает наличие возможностей экосистемы к восстановлению. Видовое богатство фитоценозов с доминированием чужеродных древесных видов в 2–3 раза ниже, чем в фоновых сообществах, а доля синантропных видов может достигать до 100 % в сообществах с *A. negundo*.

Реализация эколого-ценотических стратегий инвазионных растений в природных экосистемах лесостепи сопровождается изменением структуры, состава сообществ и трансформацией экологических характеристик биотопов. Открытые травяно-кустарничковые сообщества петрофитных степей на известняках и мелах трансформируются в древесно-кустарничковые фитоценозы. Это ведет к уменьшению светового режима травяного покрова и связанные с ним показатели микроклимата. Повышается влажность воздуха, а также периодически повышается влажность почвы. Последнее особенно заметно на склоновых известняковых и меловых биотопах, где благодаря внедрению древесных видов наблюдается более поздний сход снегового покрова.

В условиях склоновой лесостепи это выражается в изменении экологических параметров местообитаний. Для всех рассмотренных лесных и лугово-степных экосистем отмечено увеличение ступеней экологических шкал по увлажнению и богатству почв азотом, но в лесных биотопах эти показатели имеют сглаженный характер: Hd (от 11,9 до 12,3) и Nt (от 5,7 до 6,0).

Особенно четко изменения прослеживаются для склоновой луговой степи на известняках. Увеличиваются влажность почв (от 9,5 до 12,4), гумидность климата (от 7,5 до 7,8), богатство почв азотом (от 4,6 до 6,3), освещенность/затенение (от 2,6 до 4,2); снижаются значения континентальности климата (от 9,4 до 8,6), кислотности (от 8,8 до 7,4) и температуры (от 8,8 до 8,5) почв. Для склоновой лесостепи на мелах увеличиваются

параметры: влажность почв (от 9,0 до 9,6), солевой режим (от 6,8 до 7,3), богатство почв азотом (от 4,1 до 4,6) и освещенность/затенение (от 2,1 до 2,6). Наблюдается снижение кислотности почв (от 8,8 до 7,6). Изменения параметров объясняются трансформацией структуры сообщества – формируется древесный ярус, меняется тип растительности и блокируется естественных ход сукцессий.

Древесные инвазионные виды представляют наибольшую опасность для коренного сообщества, так как способны занять место доминанта или содоминанта хотя бы в одном из ярусов. В дальнейшем это позволит внедриться еще большему числу чужеродных растений, а в совокупности с антропогенным воздействием может привести к трансформации и деградации сообщества.

Подобные трансформации – результат антропогенной эволюции экосистем, которые сопровождаются коренными преобразованиями лесостепной растительности. Дубравы развиваются по механизму ослабления и замещения аборигенного эдификатора *Q. robur* чужеродными древесными породами; в экотонных местообитаниях наблюдается замена зональных татарокленовников и терновников на американокленовники и робинники; склоновая луговая степь на известняках и петрофитная на мелах утрачивает свои реликтовые черты под воздействием древесно-кустарниковой растительности с доминированием *A. negundo*; заповедные территории теряют свою эталонную ценность как особо охраняемые природные территории.

### Список литературы

- Арбузова М. В. Древесные интродуценты в лесных фитоценозах заповедника «Лес на Ворскле» // Лесоведение. – 2002. – № 4. – С. 19–23.
- Бережной А. В. Горбунов А. С., Бережная Т. В. Вертикальная дифференциация ландшафтов среднерусской лесостепи: монография. – Воронеж: Научная книга, 2007. – 274 с.
- Бузук Г. Н., Созинов О. В. Регрессионный анализ в фитоиндикации (на примере экологических шкал Д. Н. Цыганова) // Ботаника (исследования): Сборник научных трудов. – 2009. – Вып. 37. – С. 356–362.
- Виноградова Ю. К., Майоров С. Р., Хорун Л. В. Черная книга флоры Средней России. – М.: ГЕОС, 2010. – 511 с.
- Гусев А. П. Инвазивные виды растений как причина торможения восстановительных сукцессий // Сибирский экологический журнал. – 2019. – Т. 26, № 3. – С. 264–271.
- Гусев А. П. Чужеродные виды-трансформеры как причина блокировки восстановительных процессов (на примере юго-востока Беларуси) // Российский журнал прикладной экологии. – 2016. – № 3 (7). – С. 10–14.
- Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации. – Санкт-Петербург, 2017. – 106 с.
- Курской А. Ю. Время появления и распространение инвазионных видов растений на юго-западе Среднерусской возвышенности // Флора и растительность Центрального Черноземья: Материалы межрегиональной научной конференции, посвященной 85-летию Центрально-Черноземного государственного природного биосферного заповедника имени проф. В. В. Алехина. – Курск, 2020. – С. 135–139.
- Лепешкина Л. А. Особенности фитоинвазий в условиях особо охраняемых природных территорий Среднерусской лесостепи // Сохранение биоразнообразия и рациональное природопользование через стратегии устойчивого развития: Материалы научно-практической конференции с международным участием, посвященной 50-летию заповедника «Мыс Мартыан» (23-26 октября 2023 г.) г. Ялта. – 2023. – С. 172–177.
- Лепешкина Л. А. Экологические последствия фитоинвазий в условиях Среднерусской лесостепи // Сохранение растений в связи с изменениями климата и биологическими инвазиями: Материалы международной научной конференции (Украина, 31 марта 2021 г.). – Белая Церковь: ТОВ «Білоцерківдрук», 2021. – С. 212–217.
- Лепешкина Л. А. Black-list чужеродных инвазионных видов растений лесостепного региона // Фитоинвазии: остановить нельзя сдаваться: Материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Серия «Ботанический сад биологического факультета МГУ». – Москва, 2022. – С. 176–179.
- Лепешкина Л. А., Воронин А. А., Клевцова М. А. Кодекс управления инвазионными чужеродными видами растений в интродукционных центрах Центрального Черноземья. – Воронеж: Изд-во «Научная книга», 2016. – 57 с.
- Лепешкина Л. А., Клевцова М. А. Эколого-ценотические аспекты изучения инвазионного компонента сообществ ольховых лесов // Лесной вестник / Forestry Bulletin. – 2018. – Том. 22, № 4. – С. 117–122.
- Лепешкина Л. А., Клевцова М. А., Воронин А. А. Эколого-ценотическая роль чужеродных видов растений в лесных экосистемах городского округа г. Воронеж // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия. – 2020. – Т. 6 (72), № 1. – С. 88–96.
- Миркин Б. М., Наумова Л. Г., Соломещ А. И. Современная наука о растительности. – М.: Логос, 2002. – 264 с.
- Скользнев Л. Н., Кирик А. И. Динамика растительности Галичьей горы за 95 лет // Вестник ВГУ, Серия: Химия, Биология, Фармация. – 2007. – № 2. – С. 100–109.

Стародубцева Е. А. Ценотическая роль *Robinia pseudoacacia* L. в растительных сообществах Воронежского заповедника // Разнообразие растительного мира. – 2020. – № 2 (5). – С. 14–28.

Стародубцева Е. А. Ценотическая роль *Acer negundo* L. в сообществах Воронежского заповедника // Флора и растительность Центрального Черноземья: Материалы межрегиональной научной конференции, посвященной 85-летию Центрально-Черноземного государственного природного биосферного заповедника имени проф. В. В. Алехина. – Курск, 2020. – С. 154–159.

Stanek M., Piechnik Ł., Stefanowicz A. M. Invasive red oak (*Quercus rubra* L.) modifies soil physicochemical properties and forest understory vegetation // Forest Ecology and Management. – 2020. – Vol. 472. – 118253.

**Lepeshkina L. A., Klevtsova M. A. Ecological and Cenotic Role of Invasive Woody Plants in Forest-Steppe Ecosystems** // Ekosistemy. 2024. Iss. 38. P. 113–123.

The paper examines the ecological and cenotic role of invasive woody plant species in forest-steppe ecosystems. The impact of discussed plants on the composition, structure, and ecology of these habitats was determined. Communities dominated by adventive trees and shrubs are characterized by low species richness – approximately 2-3 times less compared to background forest-steppe phytocenoses. Changes in the ecological parameters of oak forest and meadow-steppe communities were revealed. For the sloping limestone meadow steppe, there is an increase in the values of soil moisture (from 9.5 to 12.4), climate humidity (from 7.5 to 7.8), soil nitrogen content (from 4.6 to 6.3), illumination/shading (from 2.6 to 4.2); while indicators of climate continentality (from 9.4 to 8.6), soil acidity (from 8.8 to 7.4) and soil temperatures (from 8.8 to 8.5) decrease. For the sloping cretaceous forest-steppe, the following parameters increase: soil moisture (from 9.0 to 9.6), salt regime (from 6.8 to 7.3), soil nitrogen content (from 4.1 to 4.6) and illumination/shading (from 2.1 to 2.6) while there is a decrease in soil acidity (from 8.8 to 7.6). The ecological and cenotic strategy of invasive species in the region is aimed at transforming zonal and azonal ecosystem types with weakening and replacement of native ecosystem engineers. Ecotone anthropogenic habitats successfully occupy communities which were successfully colonized by communities of *Acer negundo* and *Robinia pseudoacacia*, blocking the development of zonal phytocenoses from *Acer tataricum* L. and *Prunus spinosa* L. The change in the ecology of rocky habitats leads to the transformation of the meadow steppe on limestone and the disappearance of populations of light-loving thermophilic calciferous-petrophytic plants. Protected areas are losing their ecological value as reference biosphere objects.

*Key words:* invasive species, alien species, phytocenosis, ecological scales, ecosystem, biotope, Central Russian forest-steppe.

Поступила в редакцию 02.03.24

Принята к печати 30.05.24