

*ISSN 2221-9927*

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ  
ОТДЕЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ИНСТИТУТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БОТАНИКИ  
ИМЕНИ В. Ф. КУПРЕВИЧА  
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ»

ОБЩЕСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ  
«БЕЛОРУССКОЕ БОТАНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО»

# БОТАНИКА

## (ИССЛЕДОВАНИЯ)

Выпуск 52

*Издается с 1959 года*

*Входит в Перечень научных изданий Республики Беларусь  
для опубликования результатов диссертационных исследований  
по биологической отрасли науки  
(ботаника, экология, физиология и биохимия растений)*

*Включен в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)*

*Полнотекстовая электронная версия сборника размещается на сайте  
<https://botany.by>*

Минск  
«Колорград»  
2023

Научные редакторы:

академик НАН Беларуси, доктор биологических наук, профессор *Н. А. Ламан*;  
академик НАН Беларуси, доктор биологических наук, профессор *В. И. Парфенов*

Редакционная коллегия:

- Н. А. Ламан* – академик НАН Беларуси, доктор биологических наук,  
Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси (Минск, Беларусь)
- В. И. Парфенов* – академик НАН Беларуси, доктор биологических наук,  
Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси (Минск, Беларусь)
- П. В. Крестов* – член-корреспондент РАН, доктор биологических наук,  
Ботанический сад-институт Дальневосточного отделения РАН (Владивосток, Россия)
- Н. В. Лукина* – член-корреспондент РАН, доктор биологических наук,  
Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН (Москва, Россия)
- В. Н. Прохоров* – член-корреспондент НАН Беларуси, доктор биологических наук,  
Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси (Минск, Беларусь)
- В. В. Титок* – член-корреспондент НАН Беларуси, доктор биологических наук,  
Центральный ботанический сад НАН Беларуси (Минск, Беларусь)
- Н. Г. Аверина* – доктор биологических наук, профессор,  
Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси (Минск, Беларусь)
- Ю. К. Виноградова* – доктор биологических наук, профессор,  
Главный ботанический сад имени Н. В. Цицина РАН (Москва, Россия)
- Д. В. Гельтман* – доктор биологических наук, профессор,  
Ботанический институт имени В. Л. Комарова РАН (Санкт-Петербург, Россия)
- Н. С. Гурина* – доктор биологических наук, профессор,  
Белорусский государственный медицинский университет (Минск, Беларусь)
- О. И. Родькин* – доктор биологических наук,  
Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова БГУ  
(Минск, Беларусь)
- Ю. А. Семенщиченков* – доктор биологических наук, профессор,  
Брянский государственный университет имени акад. И. Г. Петровского (Брянск, Россия)
- Г. Т. Ситпаева* – доктор биологических наук,  
Институт ботаники и фитоинтродукции Республики Казахстан (Алма-Аты, Казахстан)
- Д. Г. Груммо* – кандидат биологических наук,  
Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси (Минск, Беларусь)
- А. В. Пугачевский* – кандидат биологических наук,  
Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси (Минск, Беларусь)
- Р. В. Цвирко* – кандидат биологических наук,  
Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси (Минск, Беларусь)
- Д. Б. Беломесяцева* – кандидат биологических наук,  
Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси (Минск, Беларусь)
- Н. А. Зеленкевич* – кандидат биологических наук,  
Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси (Минск, Беларусь)

Ответственный секретарь

кандидат биологических наук *Т. А. Будкевич*

ISSN 2221-9927

© Институт экспериментальной ботаники  
НАН Беларуси, 2023  
© Оформление. ООО «Колорград», 2023

*ISSN 2221-9927*

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS  
DEPARTMENT OF BIOLOGICAL SCIENCES

STATE SCIENTIFIC INSTITUTION

“V. F. KUPREVICH INSTITUTE OF EXPERIMENTAL BOTANY  
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS”

SOCIAL ASSOCIATION “BELARUSIAN BOTANICAL SOCIETY”

# **BOTANY**

## **(RESEARCH)**

Issue 52

*Published since 1959*

*Included to the Scientific Publications List in the Republic of Belarus  
of the publishing dissertation research results at the biological science branch  
(botany; ecology; plants physiology and biochemistry)*

*Included in the Russian Science Citation Index (RSCI) database*

*The full-text e-copy see on the website <https://botany.by>*

Minsk  
“Kolorgrad”  
2023

**Botany (research)** : Collection of scientific transactions. Issue 52 / Institute of Experimental Botany of the NAS of Belarus. – Minsk : Kolorgrad, 2023. – 343 p.  
ISSN 2221-9927.

Scientific editors:

*N. A. Laman* (Academician, D. Sc. (Biology), Professor);  
*V. I. Parfenov* (Academician, D. Sc. (Biology), Professor)

Editorial board:

- N. A. Laman* – Academician, D. Sc. (Biology), Professor,  
Institute of Experimental Botany of the NAS of Belarus (Minsk, Belarus)
- V. I. Parfenov* – Academician, D. Sc. (Biology), Professor,  
Institute of Experimental Botany of the NAS of Belarus (Minsk, Belarus)
- P. V. Krestov* – Corresponding Member, D. Sc. (Biology),  
Botanical Garden-Institute of the Far Eastern Branch of the RAS (Vladivostok, Russia)
- N. V. Lukhyna* – Corresponding Member, D. Sc. (Biology),  
Center for Forest Ecology and Productivity of the RAS (Moscow, Russia)
- V. N. Prokhorov* – Corresponding Member, D. Sc. (Biology),  
Institute of Experimental Botany of the NAS of Belarus (Minsk, Belarus)
- V. V. Titok* – Corresponding Member, D. Sc. (Biology),  
Central Botanical Garden of the NAS of Belarus (Minsk, Belarus)
- N. G. Averina* – D. Sc. (Biology), Professor,  
Institute of Biophysics and Cell Engineering of the NAS of Belarus (Minsk, Belarus)
- Yu. K. Vynogradova* – D. Sc. (Biology), Professor,  
N. V. Tsitsin Main Botanical Garden of the RAS (Moscow, Russia)
- D. V. Heltman* – D. Sc. (Biology), Professor,  
V. L. Komarov Botanical Institute of the RAS Russia (Saint-Petersburg, Russia)
- N. S. Huryna* – D. Sc. (Biology), Professor,  
Belarusian State Medical University Belarus (Minsk, Belarus)
- O. I. Rodkin* – D. Sc. (Biology),  
International Sakharov Environmental Institute of BSU (Minsk, Belarus)
- Yu. A. Semenishchenkov* – D. Sc. (Biology), Professor,  
I. G. Petrovsky Bryansk State University Russia (Bryansk, Russia)
- G. T. Sytpaeva* – D. Sc. (Biology),  
Institute of Botany and Phytointroduction of Kazakhstan (Alma-Ata, Kazakhstan)
- D. G. Grummo* – Ph. D. (Biology),  
Institute of Experimental Botany of the NAS of Belarus (Minsk, Belarus)
- A. V. Puhachevsky* – Ph. D. (Biology),  
Institute of Experimental Botany of the NAS of Belarus (Minsk, Belarus)
- R. V. Tsvirko* – Ph. D. (Biology),  
Institute of Experimental Botany of the NAS of Belarus (Minsk, Belarus)
- D. B. Belomesyatseva* – Ph. D. (Biology),  
Institute of Experimental Botany of the NAS of Belarus (Minsk, Belarus)
- N. A. Zeliankevich* – Ph. D. (Biology),  
Institute of Experimental Botany of the NAS of Belarus (Minsk, Belarus)

Executive Secretary

T. A. Budkevich – Ph. D. (Biology)

ISSN 2221-9927

© Institute of Experimental Botany  
of the NAS of Belarus, 2023

© Publisher and printing. “Kolorgrad”, 2023

Adress: Institute of Experimental Botany of the NAS of Belarus, 27, Akademicheskaya str., 220072,  
Minsk, Belarus. Fax +375 (17) 322 18 53, tel. + 375 (17) 374 00 27, e-mail: nan.botany@yandex.by

УДК 582.782:581.552:57.055

Е. В. СПИРИДОВИЧ<sup>1</sup>, А. Б. ВЛАСОВА<sup>1,4</sup>, Е. Д. АГАБАЛАЕВА<sup>1</sup>,  
 Д. В. ДУБОВИК<sup>2</sup>, А. Н. СКУРАТОВИЧ<sup>2</sup>, Д. МИЛЛЕР<sup>3</sup>, М. КОСТ<sup>4</sup>,  
 Ю. К. ВИНОГРАДОВА<sup>5</sup>, В. Н. РЕШЕТНИКОВ<sup>1</sup>

## ВЛИЯНИЕ ЖОСТЕРА СЛАБИТЕЛЬНОГО (*RHAMNUS CATHARTICA* L.) НА ВИДОВОЙ СОСТАВ И СТРУКТУРУ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ В БЕЛАРУСИ И В РЕГИОНАХ СРЕДНЕГО ЗАПАДА США

<sup>1</sup>Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь,  
 e-mail: a.spirydovich@gmail.com

<sup>2</sup>Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси,  
 Минск, Беларусь

<sup>3</sup>Ландшафтный Арборетум Университета Миннесоты, Часка, США

<sup>4</sup>Меттай Ботанический Сад Николз Арборетум, Университет Мичигана, Анн-Арбор, США;

<sup>5</sup>Главный ботанический сад имени Н. В. Цицина Российской академии наук, Москва, Россия

**Аннотация.** Кратко описана история преднамеренной интродукции жостера слабительного (*Rhamnus cathartica* L.) в регионы Среднего Запада США. Изучен видовой состав и структура растительных сообществ, в которых произрастает *Rhamnus cathartica* – аборигенный для Беларуси и инвазионный в США вид. Проведено сравнение изучаемых параметров (полное флористическое описание пробных площадок, полевой перечень растений жостера, средняя высота, проективное покрытие сопутствующих видов) на трех пробных площадках на территории Беларуси и трех площадках на Среднем Западе США. Полученные данные подтвердили гипотезу повышения конкурентоспособности чужеродных видов во вторичном ареале (ЕИСА). В американских популяциях, по сравнению с белорусскими, *Rhamnus cathartica* имеет более крупные размеры, более высокую семенную продуктивность, более высокую численность ювенильных особей и общую численность особей в популяциях вплоть до формирования монодоминантных зарослей. Внедрение жостера в естественные сообщества США снижает число видов травяного яруса в 8 раз. В качестве мер борьбы Арборетум Миннесоты начал облесение участков, на которые вторгся жостер, удаление на них малолетних особей (возраст от 1 года до 5 лет), подсаживание местных древесных пород.

**Ключевые слова:** *Rhamnus cathartica* L., инвазия, постоянная пробная площадка, видовой состав, структура фитоценоза, проективное покрытие.

E. V. SPIRYDOVICH<sup>1</sup>, N. B. VLASAVA<sup>1,4</sup>, E. D. AGABALAEVA<sup>1</sup>,  
 D. V. DUBOVIK<sup>2</sup>, A. N. SKURATOVICH<sup>2</sup>, D. MILLER<sup>3</sup>, M. KOST<sup>4</sup>,  
 YU. K. VINOGRADOVA<sup>5</sup>, V. N. RESHETNIKOV<sup>1</sup>

## INFLUENCE OF *RHAMNUS CATHARTICA* L. ON THE SPECIES ABUNDANCE AND STRUCTURE OF PLANT COMMUNITIES IN BELARUS AND IN THE REGIONS OF THE MIDDLE WEST OF THE USA

<sup>1</sup>The Central botanical gardens of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus,  
 e-mail: a.spirydovich@gmail.com

<sup>2</sup>V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus,  
 Minsk, Belarus

<sup>3</sup>University of Minnesota Landscape Arboretum, Chaska, USA

<sup>4</sup>Matthaei Botanical Gardens and Nichols Arboretum, University of Michigan, Ann Arbor, USA

<sup>5</sup>N. V. Tsitsin Main Botanical Garden, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

**Annotation.** The history of intentional introduction of *Rhamnus cathartica* L. to the regions of the Midwest, USA, is briefly described. The species abundance and structure of plant communities in which *Rhamnus cathartica*, a native species for Belarus and invasive in the USA, grows has been studied. We compared the studied parameters (floristic description of the monitoring plots, field enumeration of *Rh. cathartica* individuals, average height, projective coverage of the accompanying herb species) at three monitoring plots in Belarus and three monitoring plots in the Midwest, USA. The data confirmed the hypothesis of increased competitiveness of non-native species in the secondary range (EICA). In American populations, compared to Belarusian populations, *Rhamnus cathartica* has larger size, higher

seed production, higher number of juvenile individuals, and higher total number of individuals in the population up to the formation of single-species thickets. Invasion of *Rhamnus cathartica* into natural plant communities in the U.S. reduces the number of herbaceous species in 8 times! As control measures, the Minnesota Arboretum has begun balding areas invaded by *Rhamnus cathartica*, removing juvenile plants (one to five years old), and replanting native tree species.

**Keywords:** *Rhamnus cathartica* L., invasion, permanent sample plot (PSP), species composition, phytocenosis structure, the projective coverage.

## ВВЕДЕНИЕ

Биологические инвазии являются ключевой темой экологических исследований в последние десятилетия [1]. Причина очевидна – инвазивные растения влияют на естественные сообщества, вытесняя местные виды и изменяя структуру растительности, что приводит к снижению естественного биоразнообразия в пострадавших районах [2–4], подрывают функционирование целых экосистем [5] и наносят значительный экономический ущерб [6].

В то время как увеличение количества и расширение ассортимента чужеродных видов мировой флоры довольно хорошо задокументированы [6, 7], их воздействие на местные виды остается в большинстве случаев количественно не определенным [8, 9], и конкретные примеры приведены лишь в ограниченном числе публикаций [10].

Процесс вторжения инвазивных видов разделяют на стадии: 1) занос диаспор (преодоление «географического барьера»); 2) колонизация (преодоление «абиотического барьера»; 3) натурализация (преодоление «биотического барьера»); 4) инвазия (широкое распространение в ландшафте и агрессивное вторжение в аборигенные фитоценозы) [11]. Имеются исследования по изучению влияния на инвазии интенсивности сельскохозяйственного производства, урбанизации, плотности транспортной инфраструктуры, обезлесивания, потери местообитаний и др. Разрабатываются прогнозы инвазивных процессов при разных сценариях землепользования [12], в том числе под влиянием климатических изменений.

Кратко рассмотрим историю преднамеренной интродукции *Rhamnus cathartica* L. в районы Среднего Запада США. Род Жостер (*Rhamnus* L. 1753) семейства Крушиновые (*Rhamnaceae* Juss.), включает около 150 видов, распространённых в умеренно теплых, субтропических и отчасти тропических областях обоих полушарий [13]. Жостер слабительный (*Rhamnus cathartica* L.), природный вид для Беларуси, – многолетний кустарник, в основном произрастающий по берегам рек (не заболоченным), либо в подлеске светлых широколиственных лесов. Вместе с тем этот вид является широко распространённым и агрессивно инвазивным видом в США, на

Среднем Западе, что приводит к экономическим потерям в результате нарушений и повреждений естественных и сельскохозяйственных экотопов и необходимости затрат на их восстановление [14]. По результатам наших наблюдений и данным литературы [15], во вторичном ареале этот вид также является кустарником, но имеет более крупный габитус и более высокую степень плодоношения. Доказано значительное негативное влияние этого вида на природные экосистемы США, в т.ч. отмечена конкуренция с аборигенными видами рода *Rhamnus* [16]. В то же время существует потенциальная возможность гибридизации *Rh. cathartica* во вторичном ареале с близкородственными видами, что может привести к формированию еще более агрессивных таксонов. Так, была подтверждена гибридизация двух чужеродных для США видов *Rh. cathartica* и *Rh. utilis* [17].

В истории интродукции *Rhamnus cathartica* в Северной Америке можно выделить следующие основные этапы, способствующие его распространению:

- вид был преднамеренно интродуцирован в конце XVIII-го в. для использования в медицине и как растение-краситель;
- признан превосходным растением для хеджирования (создания живых изгородей). Возможно, впервые использовался в качестве живой изгороди в Салеме, штат Массачусетс в 1830-х гг.;
- американский журнал садоводства в 1867 г. сообщал, что растение жостера «не обильно снабжено шипами, но по мере того, как стволы кустов сгущаются, он станет настолько густым, что безумный бык не сможет пройти через него»;
- питомник Джуэлл в Лейк-Сити, штат Миннесота, называл его популярным хедж-растением в 1892 г.; уже к 1909 г. большинство питомников Миннесоты, включая NorthrupKing и FarmerSeed, предлагали жостер для широкой реализации населению.

Тем не менее, значительное распространение численности вида и связанные с этим негативные эффекты стали очевидны только после 1970-х гг., когда служба транспорта США стала его эффективно использовать для посадок вдоль автомобильных дорог [18].

В качестве подхода к пониманию направленности процесса инвазии, её эффективности и возможных последствий, нами проведены сравнительные характеристики местообитаний растений *Rh. cathartica* в условиях естественного распространения в Беларуси (РБ) и вторичного ареала (Средний Запад США). На одной из площадок в США, на территории Ландшафтного Арборетума

Университета Миннесоты (ЛАУМ), применялись меры сохранения естественного биоразнообразия.

Цель работы – сопоставить состав и структуру растительных сообществ с участием жостера слабительного *Rhamnus cathartica* в естественном и вторичном ареале и оценить влияние этого инвазивного в США вида на биоразнообразии природных фитоценозов.

### ОБЪЕКТЫ (МАТЕРИАЛЫ) И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для оценки биоразнообразия исследуемых фитоценозов в Республике Беларусь и США были использованы стандартизированные для сравнительных исследований геоботанические методы [19]. Изучение растительности включало в себя закладку постоянных пробных площадей (ППП) с привязкой к точкам, согласно GPS координатам (табл. 1). На территории Беларуси площадки для исследования распространения

*Rh. cathartica* были заложены в трех локалитетах: 1) Болдук – берег озера Болдук – площадка размером 50 м x 3 м (ППП 1); 2) «Теляки – Скоры» – придорожная часть дороги Р28 Мядель – к/п Нарочь размером 25 м x 6 м (ППП 2); 3) «Гродно» – верхняя кромка коренного берега р. Неман с пешеходной тропой размером 25 м x 6 м (ППП 3). В трех локалитетах климат умеренно континентальный.

**Таблица 1.** Описание и географическая привязка обследованных локалитетов (ППП) *Rhamnus cathartica*

**Table 1.** Description and geographical coordinates of the surveyed *Rhamnus cathartica* localities (PSPs)

Ареал Distribution	№ локалитета No of locality	Наименование объекта. Географическая привязка. Дата исследования и отбора проб Name of the object; georeferencing; date of survey and sampling	Местообитание. Нарушенность (%) Habitat. Disturbance (%)	Тип экотопа Ecotope/Forest association type
Естественный (Беларусь)	ППП 1	Озеро Болдук, Мядельский р-н, Беларусь; N54.966667° E26.418056°; 2017, 2019, 2021	Берег озера Болдук. Конечно-моренная гряда на побережье озера. Низкая (10%)	Еловый лес с примесью ольхи
	ППП 2	Дорога Р 28 Мядель – Нарочь, поворот Теляки-Скоры, Мядельский р-н, Беларусь; N54.883333° E26.783333°; 2017, 2019, 2021	Участок вдоль дороги. Моренно-ледниковая, волнистая равнина. Средненизкая (30%)	Сосново-березовый лес
	ППП 3	Река Неман, Гродно, Беларусь; N53.676001559°, E23.785196923°; 2017, 2019, 2021	Верхняя кромка коренного берега р. Неман с пешеходной тропой. Средняя (40 %)	Сосновый лес с примесью ольхи
Вторичный (Средний Запад США)	ППП 4	Озеро Тамарак, г. Миннеаполис, Миннесота, США; N44.873900531° E93.631268947°; 2017, 2019	Частная территория на границе с ЛАУМ, Средняя (40 %)	Дубрава с примесью клена и липы
	ППП 5	Озеро Тамарак, г. Миннеаполис, Миннесота, США; N44.873900531° E93.631268947°; 2017, 2019	Площадка ЛАУМ под реставрацией в связи с инвазией жостера. Средняя (40 %)	Дубрава с примесью клена и липы
	ППП 6	Река Гурон, Айленд-парк г. Анн Арбор, Мичиган, США; N42.291062° E83.728344°; 2019	Склон реки, рудеральный ландшафт в черте населенного пункта. Высокая (50 %)	Дубрава с примесью клена и липы



В условиях вторичного ареала в регионе Среднего Запада США (штаты Миннесота и Мичиган) для изучения инвазионных популяций *Rh. cathartica* были исследованы три локалитета: 1) штат Миннесота, графство Carver, озеро Тамарак, частная территория на границе с ЛАУМ, без специального ухода (ППП 4); 2) штат Миннесота, графство Carver, территория Миннесотского ландшафтного арборетума, находящаяся под реставрацией с применением различных методов борьбы с жостером слабительным (ППП 5) и 3) штат Мичиган, г. Анн Арбор, р. Гурон, островной парк (ППП 6). Климат штатов Миннесота и Мичиган – влажный континентальный. Геогра-

фические координаты и характеристика местообитаний обследованных популяций *Rh. cathartica* в Беларуси и регионе Среднего Запада США см. в табл. 1.

Определение видового состава растительности на каждом обследованном участке проводили по единой схеме согласно общепринятым методикам [20]. Оценивали видовой состав, доминирующие виды в древесном, кустарниковом и травяном ярусах, состояние подроста древесных растений. В травяном ярусе отмечали высоту каждого вида и его проективное покрытие (в процентах). Степень плодоношения жостера оценивали по пятибалльной шкале.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

### *Сравнительная характеристика популяций *Rhamnus cathartica* (численность, продуктивность растений)*

В Беларуси численность жостера слабительного на обследуемых площадках значительно различалась. На ППП 1 (рис. 1 А) отмечено присутствие 32 особей, на ППП 2 (рис. 1 Б) росло втрое больше особей – 108, на ППП 3 – 55.

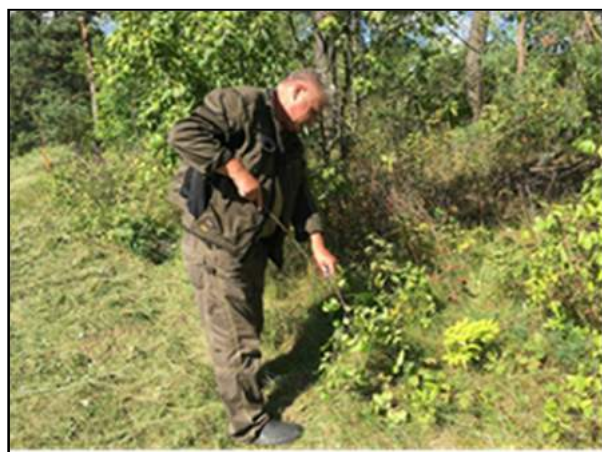
Мониторинг участка по берегу озера Болдук показывает, что численность *Rh. cathartica* снижается: в 2017 г. на площадке выявлено 95 особей [21], в 2021 г. – только 45. При этом следует отметить, что число сеянцев высотой до 50 см довольно значительно флуктуирует по годам, выравниваясь к возрасту 8–12 лет (высота 50–100 см), а далее количество стволов по мере взросления и перехода к плодоношению постепенно уменьшается. В 2021 г. сеянцев до 50 см выявлено не бы-

ло. На примере участка ППП 1 при проведении повторных натуральных обследований подтверждено, что деревья начинают усыхать. Было отмечено, что к возрасту 25–30 лет сохраняются лишь отдельные экземпляры. При этом диаметр ствола у них обычно не превышает 12–15 см, а высота редко превышает 2 м (табл. 2). Условия произрастания отдельных деревьев по участку примерно одинаковые, а усыхающие деревья отмечаются по всему профилю.

Аналогичные выводы сделаны и при анализе данных на участке ППП 2 («Теляки-Скоры») и ППП 3 («Гродно»). Здесь выявлено высокое участие в ценозе одно-, дву- и трехлетних сеянцев жостера высотой до 50 см: обнаружено 33 таких особи, что составляет ~30% численности популяции. По мере роста и развития их доля снижается до 15 % и увеличивается до 33% в более



А



Б

**Рис. 1.** Обследованные местообитания *Rhamnus cathartica* в природном ареале:

А – участок вдоль озера Болдук (Беларусь; ППП 1);

Б – полоса придорожной территории Теляки-Скоры (Беларусь, ППП 2)

**Fig. 1.** Surveyed habitats of *Rhamnus cathartica* in the native range: A – area along Lake Bolduk (Belarus; PSP 1); B – roadside area at Telyaki-Skory location (Belarus, PSP 2)



**Таблица 2.** Показатели роста и развития *Rhamnus cathartica***Table 2.** Growth and development data of *Rhamnus cathartica*

Ареал Range	Обсле- дуемые площадки Surveyed plots	Общее чис- ло особей Total, indi- viduals	Плотност ь, шт./м <sup>2</sup> Density, ind./m <sup>2</sup>	Максимальная высота, м / диа- метр ствола, см Maximum height, m / width cm	Сомкнутость крон, % Canopy density, %	Обилие ягод, баллы (от 1 до 5) / Berry abundance, score (1 to 5)
Естественный (РБ) Natural (Belarus)	ППП 1	32	0,21	2,5/12	99	2
	ППП 2	108	0,72	2,0/10	78	2
	ППП 3	55	0,36	2,5/13	83	2
Вторичный (Средний Запад США) Introduced (US Midwest)	ППП 4	1200	8,00	до 5/20	70	4
	ППП 5	770	5,10	1,25/3	15	3
	ППП 6	1002	6,68	3,5/22	40	4

зрелом возрасте. Это может свидетельствовать о том, что даже при обильном плодоношении и последующем высоком показателе всхожести более половины растений не доживают до стадии взрослых и плодоносящих кустов (деревьев). Это подтверждается данными натурного перече́та: постоянно и довольно часто отмечаются усохшие экземпляры возраста 1–3 лет, произрастающие как на затененных участках, так и в местах со средним уровнем затенения. Возможно, это связано с засухами на протяжении двух последних лет, но могут быть и иные причины. Таким образом, в Беларуси зафиксирован тренд снижения численности жостера слабительного в естественных фитоценозах, хотя пока и незначительного.

В США максимальное проявление инвазии *Rh. cathartica* отмечено на ППП 4 (рис. 2А), частной территории, находящейся рядом с ЛАУМ. Здесь зафиксировано наибольшее число взрос-

лых особей, и инвазивная популяция представляет собой монодоминантные заросли.

На пограничной с ППП 4, территории ППП 5 проводились эксперименты по реставрации природных биотопов – открытой дубовой саванны и прерии (суходольного лугового сообщества) (рис. 2Б), в результате которых численность инвазивного вида значительно снизилась. Нами зафиксировано, что на ППП 5 отсутствуют взрослые особи *Rh. cathartica* (удалялись механически в процессе реставрационных мероприятий), и вид представлен здесь только ювенильными экземплярами. По снижению численности вида обследуемые площадки во вторичном ареале распространения жостера располагаются в ряду ППП 4 > ППП 6 > ППП 5. Стоит отметить, что на ППП 6 (в пределах города Анн Арбор, Мичиган) также проводятся работы по контролю численности инвазивных видов.



А



Б

**Рис. 2.** Обследованные местообитания *Rhamnus cathartica* во вторичном ареале (инвазия):

А – ППП 4 – частная территория на границе с ЛАУМ;

Б – ППП 5 – площадка ЛАУМ под реставрацией в связи с инвазией жостера

**Fig. 2.** Surveyed habitats of *Rhamnus cathartica* in the secondary range (invasion):

А – PSP 4 – private area on the border with LAUM;

Б – PSP 5 – LAUM site under restoration due to common buckthorn invasion

Инвазионные популяции жостера на территории США имеют более высокую семенную продуктивность, чем естественные популяции в Беларуси. Соответственно отмечено и более высокое возобновление: даже при сильном затенении в сплошных зарослях жостера (ППП 4) численность его всходов составляла 20–30 шт./м<sup>2</sup>, а в отсутствии затенения она возрастала (ППП 5) до 100–120 шт./м<sup>2</sup>. Возраст особей не был определен точно, однако габитус взрослых особей определял характер сплошных непроходимых зарослей. Зафиксировано, что вырубка растений без последующей аппликации гербицидов, инициирует активный рост корневой поросли на ППП 5, что может приводить к формированию еще более плотных зарослей в дальнейшем.

Как показано на участке, на котором проводили работы по реставрации и снижению численности инвазивных видов (ППП 5), вырубка растений жостера на небольших по площади участках может привести к положительному результату лишь в том случае, если эти работы будут проводиться регулярно и на постоянной основе, а через год-два будут дополнены работами по ручной обработке гербицидом (аппликации на стадии молодой листвы). В табл. 2 см. показатели роста и развития *Rh. cathartica* на исследуемых площадках. Второе отличие между растениями *Rh. cathartica* в естественном и вторичном (инвазионном) ареале состоит в увеличении их габитуса. В Беларуси этот вид достигает более 2,5–3 м в высоту и имеет диаметр ствола на высоте 1,3–1,5 м не более 8–12 см. Во вторичном ареале экземпляры достигают в высоту до 10 м, диаметр ствола 20–22 см. У американских растений отмечено наличие многочисленных шипообразных верхушек однолетних побегов. Возможно, в ходе микроэволюции в регионе Среднего Запада США сформировался оригинальный морфотип *Rh. cathartica*, поскольку там в ходе преднамеренной интродукции использовался посадочный материал из разных частей евразийского ареала [22].

Отмечены также различия в самих местах произрастания *Rh. cathartica*. По данным гербария Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси (MSK), более 80% из просмотренных образцов этого вида в Беларуси собраны в различных формациях лесов: дубравы, сосняки, ельники, ясенники, березняки, черноольшаники, а также на их опушках и полянах, где отсутствуют песчаные бедные почвы. Остальные 20% приурочены к разнообразным водотокам (преимущественно быстротекущим и без наличия заболоченных берегов) или водоемам (тоже с высокими сухими или сыроватыми берегами). Также следует отметить более частую встречаемость и

приуроченность вида к моренным образованиям (особенно – к конечно-моренным грядам). Это говорит о положительном отношении вида к повышенному содержанию кальция в почве и ее довольно высокому плодородию. В условиях Беларуси жостер крайне редко становится синантропным видом или произрастает на заброшенных территориях. Во вторичном ареале в США, наоборот, *Rh. cathartica* чаще приурочен именно к нарушенным местообитаниям с пониженными показателями плодородия почвы.

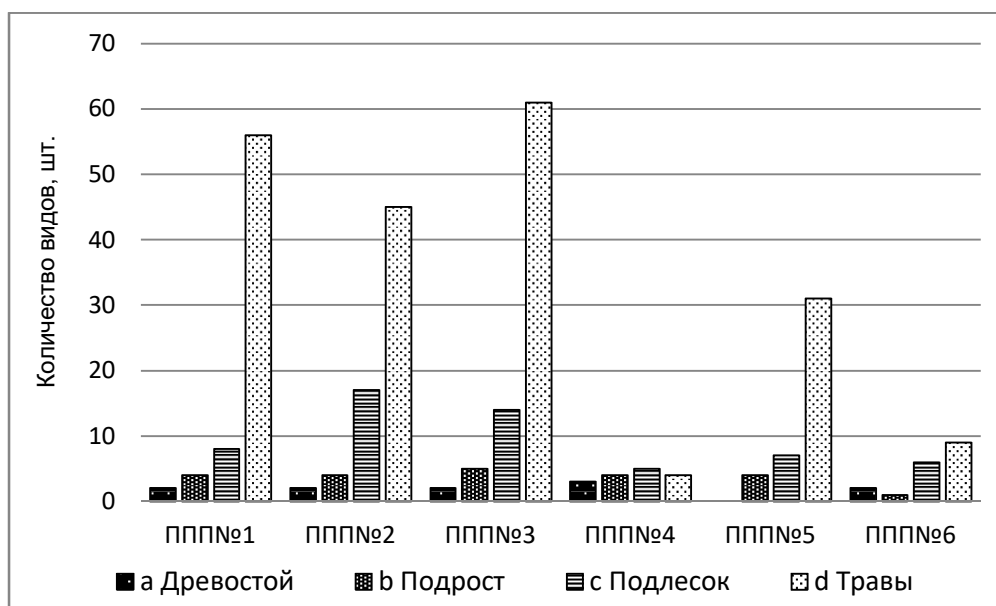
Определение видового состава растительности важно для выявления ряда характеристик исследуемых фитоценозов. На исследуемых ППП были выделены следующие ярусы: древесный (включая подрост), кустарниковый и травяной. На рис. 3 представлено число видов каждого яруса для всех исследуемых ППП. Наибольшим видовым разнообразием отличается травяной ярус (максимальное число видов – 61 для ППП 3 – РБ и минимальное – 4 вида на ППП 3 – США, где сформировались сплошные заросли жостера).

Далее детально охарактеризованы все ППП и проведен сравнительный анализ изучаемых параметров.

#### ***Растительные сообщества локалитетов с участием *Rhamnus cathartica* в Беларуси и Среднем Западе США***

**ППП 1 («Болдук»)** – располагается вдоль крутого склона берега озера Болдук в окрестностях (0,8 км) деревни Войшкуны. Среда обитания – участок вдоль озера Болдук, имеющий холмисто-моренный рельеф. Тип экотопа – ельник-кисличник. Рядом с ППП 1 расположена тропиноподобная сеть и место стоянки автомашин. Почва здесь песчаная с большим количеством валунов, pH = 5,89. Растения жостера располагаются узкой полосой шириной от 1 до 4 метров вдоль берега озера.

При этом непосредственно в лес не уходит почти ни один экземпляр вида. Для ППП 1 зарегистрировано максимальное видовое разнообразие (табл. 3, 4): в первом древесном ярусе доминирует ель, во втором древесном ярусе – ольха (2 вида), отмечен подрост 4 видов деревьев, в кустарниковом ярусе представлено 8 видов, в травяном ярусе – 56 видов. Здесь наблюдается повышенное участие доли синантропного компонента флоры, что обусловлено расположением ППП вдоль пешеходной лесной тропы, из-за чего происходит усиленный перенос минеральных веществ, т.е. почва обогащается, становясь более плодородной. На ППП 1 не наблюдается значительного развития плотнодерновинных участков, и проростки жостера появляются как на полуоткрытых, так и на затененных фрагментах трансекты.



**Рис. 3.** Численность видов *Rhamnus cathartica* на изучаемых ППП: а – древостой, б – подрост, с – подлесок, d – травы

**Fig. 3.** Number of species at studied PSPs: a – adult trees, b – undergrowth, c – shrub layer, d – herb layer

**Таблица 3.** Характеристика древесного и кустарникового яруса на ППП 1

**Table 3.** Characteristics of the tree and shrub layers at PSP 1

Древесный ярус / Tree layer		Кустарниковый ярус* Shrub layer
Взрослые деревья / Adult trees	Подрост* / Undergrowth	
<i>Picea abies</i> <i>Alnus glutinosa</i>	<i>Picea abies</i> 3м/4 <i>Alnus glutinosa</i> 7м/4 <i>Fraxinus excelsior</i> 5м/2–3 <i>Populus tremula</i> 15см/<1	<i>Frangula alnus</i> 4м/60 <i>Rhamnus cathartica</i> 3м/10 <i>Corylus avellana</i> 3м/10 <i>Sorbus aucuparia</i> <i>Amelanchier spicata</i> 2.5м/1 <i>Salix aurita</i> 1м/1 <i>Juniperus communis</i> 3.5м/1 <i>Rubus caesius</i> 40см/2
*Здесь и далее – в числителе – средняя высота растений, в знаменателе – проективное покрытие, % (numerator – average plant height, denominator – projective cover, %)		

**ППП 2** («Теляки-Скоры») – расположена на моренно-ледниковой, волнистой равнине в 100 м от поворота на населенные пункты Теляки-Скоры, в 1,7 км к западу от деревни Пасынки. Местообитание – придорожная полоса вдоль дороги Пасынки – Черевки. Состояние экотопа – стабильное. Происхождение экотопа – синантропный. Тип почвы – опесчаненный суглинок, pH = 6,37. В табл. 5, 6 представлена структура фитоценоза на ППП 2. Отмечена довольно высокая видовая насыщенность данного участка как в древесном ярусе (взрослые деревья – 2, подрост – 4 вида), так и в кустарниковом ярусе – 17 видов, а также и в травяном ярусе – 45 видов (см. табл. 5, 6).

При этом моховой ярус практически не выражен. Несомненно, что на видовое богатство площадки большое влияние оказало расположение данной территории в придорожном экотопе. От-

сюда и участие древесно-кустарниковых видов заносного характера: вишня обыкновенная, яблоня домашняя, ирга колосистая, груша обыкновенная, черемуха поздняя. Это приводит к повышенному затенению участка. Есть предположение, что и популяция самого жостера слабительного также имеет заносный характер, поскольку он, как и описываемые выше заносные виды (вишня, ирга, черемуха) и др., также имеет сочные плоды, которые активно поедаются птицами. Семена жостера после прохождения через пищеварительный тракт птиц попадают в подстилку, где впоследствии прорастают. Кроме того, для успеха прорастания семян жостера большее значение имеет наблюдаемая здесь низкая степень задернения почвы. Заложенные площадки посещались неоднократно на протяжении полевых сезонов 2017, 2019 и 2021 гг.

**Таблица 4.** Характеристика травяного яруса на ППП 1**Table 4.** Characteristics of the herb layer at PSP 1

Травяной ярус / Herbaceous layer		
<i>Brachipodium pinnatum</i> 50/10	<i>Asarum europea</i> 10/3	<i>Thysselinum palustre</i> 16/<1
<i>Hepatica nobilis</i> 10/2	<i>Carex acuta</i> 50/5	<i>Nardus stricta</i> 20/1
<i>Angelica sylvestris</i> 40/3	<i>Carex flava</i> 45/1	<i>Peusidanum oreoselinum</i> 20/1
<i>Melampyrum nemorosum</i> 30/2	<i>Potentilla erecta</i> 15/1	<i>Equisetum pratense</i> 40/1
<i>Galeobdolon luteum</i> 10/3	<i>Sieglingia decumbens</i> 25/1	<i>Hieracium silvularum</i> 5/2
<i>Phyteuma spicatum</i> 5/<1	<i>Briza medium</i> 40/<1	<i>Festuca ovina</i> 15/1
<i>Clinopodium vulgare</i> 4/1	<i>Lycopus eropaeus</i> 4/2	<i>Molinia caerulea</i> 100/2
<i>Aegopodium podagraria</i> 10/2	<i>Eleocharis palustris</i> 35/1	<i>Lythrum salicaria</i> 50/1
<i>Viola riviniana</i> 10/<1	<i>Vaccinium myrtillus</i> 20/3	<i>Aquilegia vulgaris</i> 1м/1
<i>Fragaria vesca</i> 5/4	<i>Dryopteris carthusiana</i> 15/<1	<i>Eupatorium cannabinum</i> 110/1
<i>Campanula rapunculoides</i> 50/1	<i>Calamagrostis canescens</i> 50/3	<i>Pteridium pinetorum</i> 40/2
<i>Agrimonia eupatoria</i> 45/1	<i>Iris pseudacorus</i> 40/<1	<i>Oxalis acetosella</i> 5/2
<i>Chaerophyllum aromaticum</i> 20/2	<i>Maianthemum bifolium</i> 5/1	<i>Hieracium murorum</i> 15/1
<i>Poa nemoralis</i> 30/2	<i>Solidago virgaurea</i> 45/1	<i>Centaurea jacea</i> 70/1
<i>Carex hitra</i> 25/7	<i>Knautia arvensis</i>	<i>Phragmitis australis</i> 110/3
<i>Carex digitata</i> 15/1	<i>Melica nutans</i> 30/<1	<i>Deschampsia cespitosa</i> 30/1
<i>Luzula pilosa</i> 10/<1	<i>Campanula persicifolia</i> 50/1	<i>Scorzonera humilis</i> 15/9
<i>Poa angustifolia</i> 45/1	<i>Ajuga reptans</i> 10/1	<i>Succisa pratensis</i> 60/1
<i>Stellaria holostea</i> 15/2	<i>Pteridium aquilinum</i> 170/7	

**Таблица 5.** Структура фитоценоза на ППП 2 «Теляки-Скоры»**Table 5.** Phytocoenosis structure at PSP 2 «Cialiaki-Skory»

Древесный ярус / Tree layer		Кустарниковый ярус Shrub layer
Взрослые деревья / Adult trees	Подрост / Undergrowth	
<i>Pinus silvestris</i> 25/90	<i>Acer platanoides</i> 160см /3	<i>Frangula alnus</i> 4м/60
<i>Betula pendula</i> 20/10	<i>Quercus robur</i> 100 см /5;	<i>Rhamnus cathartica</i> 1.80 м/7
	<i>Betula pendula</i> 4м />1	<i>Sorbus aucuparia</i> 150см/
	<i>Fraxinus excelsior</i> 4м /1	<i>Juniperus communis</i> 200см/
		<i>Salix acutifolia</i> 300см />1
		<i>Prunus cerasus</i> 200см/2
		<i>Malus domestica</i> 250 см/
		<i>Corylus avellana</i> 100 см/2
		<i>Amelanchier spicata</i> 25см/>1
		<i>Pyrus communis</i> 180см/1
		<i>Viburnum opulus</i> 100см/
		<i>Ribes pubescens</i> 80см/
		<i>Euonymus europaeus</i> 200см/>1
		<i>Rosa x malyi</i> 100 см/1
		<i>Rubus caesius</i> 60см/3
		<i>Padus serotina</i> 400см/1
		<i>Rubus idaeus</i> 120см/>1

**ППП 3 «Гродно»** – располагается в городской черте, на выезде из города в сторону Святска. Местообитание – на облесенном склоне (до 15 м) коренного берега р. Неман. Тип экотопа – сосновый лес с примесью ольхи. Тип почвы – дерново-подзолистая супесчаная, рН = 5,27. Растения жостера растут по всему крутому склону до самой воды. В табл. 7, 8 представлена структура фитоценоза на ППП 3. Так же, как на ППП 2, отмечена высокая видовая насыщенность данного участка как в древесном ярусе (взрослые деревья – 2, подрост – 5 видов), так и в кустарниковом ярусе – 15 видов, а также и в травяном ярусе – 61

вид, максимальное значение для участков, наблюдаемых в Беларуси (см. табл. 7, 8).

**ППП 4** – (Миннесота, озеро Тамарак), частная ритория на границе с Ландшафтным Арборетумом Университета Миннесоты находится в густом лесу. Топография – ровный, немного холмистый участок, возвышенная часть склона, крутизна <5%. Почва – суглинок, рН=7,0. На данном участке санитарные меры по борьбе с жостером слабительным не ведутся. Тип экотопа – дубрава с примесью клена и липы. Нарушенность – 40% (средняя). Состояние экотопа – нестабильное.

Таблица 6. Характеристика травяного яруса на ППП 1

Table 6. Phytocoenosis structure at PSP 2

Травяной ярус / Herbaceous layer		
<i>Torilis japonica</i> 50см/1	<i>Rumex acetosa</i> 20см/1	<i>Carex hirta</i> 30см/2
<i>Dactylis glomerata</i> 60см/2	<i>Trifolium medium</i> 15см/2	<i>Carex digitata</i> 30см/1
<i>Fragaria vesca</i> 5см/5	<i>Origanum vulgare</i> 20см/1	<i>Luzula pilosa</i> 10см/1
<i>Festuca rubra</i> 25см/8	<i>Anthericum ramosum</i> 20см/1	<i>Carex contigua</i> 4см/<1
<i>Hypericum perforatum</i> 40см/1	<i>Ranunculus polyanthemus</i> 15см/1	<i>Angelica sylvestris</i> 15см/<1
<i>Melampyrum nemorosum</i> 20см/1	<i>Allium oleracium</i> 40см/1	<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>
<i>Fragaria viridis</i> 15см/<1	<i>Centaurea scabiosa</i> 25см/1	50см/<1
<i>Medicago falcata</i> 60см/1	<i>Epilobium angustifolium</i> 50см/2	<i>Ranunculus repens</i> 15см/<1
<i>Moehringia trinervia</i> 3см/1	<i>Taraxacum officinale</i> 15см/1	<i>Dryopteris carthusiana</i>
<i>Geum urbanum</i> 15см/1	<i>Poa compressa</i> 30см/1	35см/<1
<i>Knautia arvensis</i> 40см/1	<i>Poa angustifolia</i> 40см/1	<i>Campanula persicifolia</i>
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> 10см/3	<i>Festuca pratensis</i> 60см/1	60см/<1
<i>Galium verum</i> 20см/2	<i>Agrostis capillaris</i> 20см/1	<i>Achillea millefolium</i> 10см/<1
<i>Pimpinella saxifraga</i> 20см/1	<i>Campanula rapunculoides</i> 40см/1	<i>Primula veris</i> 20см/<1
<i>Veronica chamaedrys</i> 15см/1	<i>Poa nemoralis</i> 30см/2	<i>Agrimonia eupatoria</i> 20см/<1
<i>Viola riviniana</i> 10см/1		<i>Veronica sp.</i> 60см/<1
<i>Astragalus glycyphyllos</i> 15см/1		

Таблица 7. Структура фитоценоза на ППП 3 «Гродно»

Table 7. Phytocoenosis structure at PSP 3 «Hrodna»

Древесный ярус / Tree layer		Кустарниковый ярус Shrub layer
Взрослые деревья / Adult trees	Подрост / Undergrowth	
<i>Pinus silvestris</i> 16м/70	<i>Tilia cordata</i>	<i>Rhamnus cathartica</i> 3м /10
<i>Alnus glutinosa</i> 3м/10	<i>Quercus robur</i> 130/10	<i>Berberis vulgaris</i> 200/2
	<i>Acer platanoides</i> 200/2	<i>Corylus avellana</i> 250/3
	<i>Fraxinus excelsior</i> 300/	<i>Sorbus aucuparia</i>
	<i>Betula pendula</i> 150/1	<i>Rubus idaeus</i> 45/8
		<i>Acer negundo</i> 300/1
		<i>Padus rasemosa</i> 300/2
		<i>Sambucus nigra</i> 350/2
		<i>Rubus alpinus</i> 120/1
		<i>Amelanchier spicata</i> 300/3
		<i>Parthenocissus inserta</i> 800/5
		<i>Rosa spinosissima</i> 100/2
		<i>Cerasus vulgare</i> 250/2
		<i>Euonymus europaeus</i> 250/2

ППП 4 характеризуется максимальным обилием жостера слабительного, представленного, в основном, взрослыми особями. В отличие от всех остальных изученных площадок, здесь отмечено всего 4 вида травяного яруса (табл. 9). Следовательно, агрессивная инвазия *Rhamnus cathartica* приводит к значительному обеднению видового состава травяного яруса в фитоценозе.

ППП 5 – (штат Миннесота, территория Ландшафтного арборетума), находящаяся под реставрацией. Расположена в открытом дубовом лесу, окруженном полями (восстановление прерий) над озером Тамарак. Топография – относительно ровный, немного холмистый участок, возвышенная часть склона, крутизна <5%. Почва – суглинок, рН=7,0. Тип экотопа – дубрава кленово-ли-

повая. Нарушенность – 40% (средняя степень; 4 года восстановления). Состояние экотопа – стабильное. На этом участке использовались все методы борьбы с изучаемым видом для сохранения естественного биоразнообразия, включая как контроль расселения инвазивных видов (физические, химические и биологические методы борьбы), так и поддержание жизнеспособности популяций аборигенных видов (высаживание активно плодоносящих аборигенных видов по границе охраняемых территорий и подсаживание в популяции с сокращенной численностью, ювенильных особей, выращенных в питомнике из семян, собранных в той же популяции). На ППП 4 жостер слабительный представлен ювенильными и незначительным количеством особей других возрастных состояний. Древесный ярус отсутствует.

**Таблица 8.** Характеристика травяного яруса на ППП 3**Table 8.** Characteristics of the herb layer at PSP 1

Травяной ярус / Herbaceous layer		
<i>Fragaria vesca</i> 5/3	<i>Trifolium medium</i> 40/1	<i>Campanula rotundifolia</i> 15/1
<i>Linaria vulgaris</i> 15/2	<i>Achillea millefolium</i> 10/3	<i>Thymus serpyllum</i> 5/2
<i>Geum urbanum</i> 25/2	<i>Phleum phleoides</i> 25/1	<i>Dactylis glomerata</i> 60/1
<i>Silene nutans</i> 30/4	<i>Carex caryophylla</i> 10/1	<i>Plantago major</i> 15/2
<i>Festuca ovina</i> 15/3	<i>Impatiens parviflora</i> 25	<i>Viola hirta</i> 5/2
<i>Festuca rubra</i> 20/3	<i>Polypodium vulgare</i> 15/2	<i>Polygonatum officinale</i> 20/1
<i>Anemone sylvestris</i> 10/1	<i>Geranium robertianum</i> 15/2	<i>Centaurea scabiosa</i> 15/1
<i>Galium verum</i> 15/2	<i>Artemisia campestris</i> 15/2	<i>Viola rupestris</i> 5/2
<i>Ranunculus acris</i> 45/1	<i>Dryopteris filix-mas</i> 45/<1	<i>Veronica chamaedrys</i> 15/2
<i>Agrimonia eupatoria</i> 35/1	<i>Dianthus carthusianorum</i> 30/2	<i>Artemisia vulgaris</i> 90/1
<i>Stellaria media</i> 5/2	<i>Armeria vulgaris</i> 30/2	<i>Hieracium umbellatum</i> 40/1
<i>Elymus repens</i> 15/2	<i>Peucedanum oreoselinum</i> 40/2	<i>Chelidonium majus</i> 15/2
<i>Polygonum convolvulus</i> 20/1	<i>Polygonum aviculare</i> 15/1	<i>Carex hirta</i> 30/3
<i>Veronica spicata</i> 20/1	<i>Lolium perenne</i> 15/4	<i>Cichorium intybus</i> 65/1
<i>Pulsatilla patens</i> 15/1	<i>Agrostis capillaris</i> 15/3	<i>Plantago lanceolata</i> 15/1
<i>Festuca trachyphylla</i> 15/7	<i>Urtica dioica</i> 15/1	<i>Torilis japonica</i> 20/1
<i>Solidago virgaurea</i> 70/5	<i>Senecio vulgaris</i> 15/<1	<i>Medicago falcata</i> 40/1
<i>Calamagrostis epigejos</i> 45/3	<i>Sedum sexangulare</i> 5/2	<i>Inula salicina</i> 30/1
<i>Pimpinella saxifraga</i> 15/1	<i>Veronica officinalis</i> 5/1	<i>Taraxacum officinale</i> 15/3
<i>Scabiosa ochroleuca</i> 45/1	<i>Carex digitata</i> 15/3	
<i>Hieracium murorum</i> 20/2	<i>Berteroa incana</i> 20/1	

**Таблица 9.** Структура фитоценоза на ППП 4, наиболее сильно подвергнутой инвазии жостера**Table 9.** Phytocoenosis structure at PSP 4, with the most severe common buckthorn invasion

Древесный ярус Tree layer	Подрост Undergrowth	Кустарниковый ярус Shrub layer	Травяной ярус Herb layer
<i>Quercus rubra</i>	<i>Padus serotina</i> 15/2	<i>Rhamnus cathartica</i> 1/80	<i>Galium spurium</i>
<i>Tilia americana</i>	<i>Fraxinus pensilvanica</i> 45/2	<i>Parthenocissus quinquefolia</i> 15/4	<i>Poaceae</i> sp. 15/1
<i>Acer saccharum</i>	<i>Populus tremuloides</i> 15/1	<i>Vitis riparia</i> 5м/1	<i>Carex blanda</i> 15/<1
	<i>Acer saccharum</i> 20/1	<i>Lonicera caerulea</i> 170/3	<i>Geum canadense</i> 15/<1
		<i>Aronia melanocarpa</i> 25/1	

Для площадки характерна наибольшая доля травянистых растений (77%), что, возможно, связано с уничтожением взрослых растений жостера и с осветлением напочвенного покрова. Соответственно, на свободных от жостера участках отмечается большое видовое разнообразие травянистых растений (до 31 вида) (табл. 10).

Следует отметить, что в Миннесоте выявлена приуроченность жостера слабительного к характерным для территории штата почвам повышенной трофности. Отношение вида к увлажнению негативное – на участках с повышенной влажностью или заболоченных этот вид практически не отмечается. За длительный период культивирования вид сумел приспособиться к местным природным условиям и массово внедриться в естественные ценозы, чему, без сомнения, способствовали птицы.

**ППП 6** – центральная часть США, Мичиган, г. Анн Арбор, островной парк, река Гурон. Топо-

графия – крутой склон берега реки. Почва – песчаный суглинок, рН=7,0.

Тип экотопа – нарушенная с примесью клена и липы. Нарушенность – 50% (сильная степень нарушения людьми и оленями). Состояние экотопа – нестабильное. На ППП 6 преобладают травянистые растения (9 видов), а наименьшая численность видов отмечена для подраста (1 вид) (табл. 11).

На рис. 4 представлено соотношение количества видов различных ярусов на изученных ППП. На исследованных участках (за исключением ППП 4, где отмечалась максимальная доля видов кустарникового яруса) преобладают травянистые растения, а наименьшая доля видов отмечена для взрослых деревьев.

Из представленного графика видно, что в естественном ареале жостер произрастает в лесных ценозах с возобновляемым древесным ярусом, хорошо выраженным кустарниковым ярусом и преобладанием в спектре видов травяного яруса.



**Таблица 10.** Структура фитоценоза на ППП 5, где проведена борьба с жостером

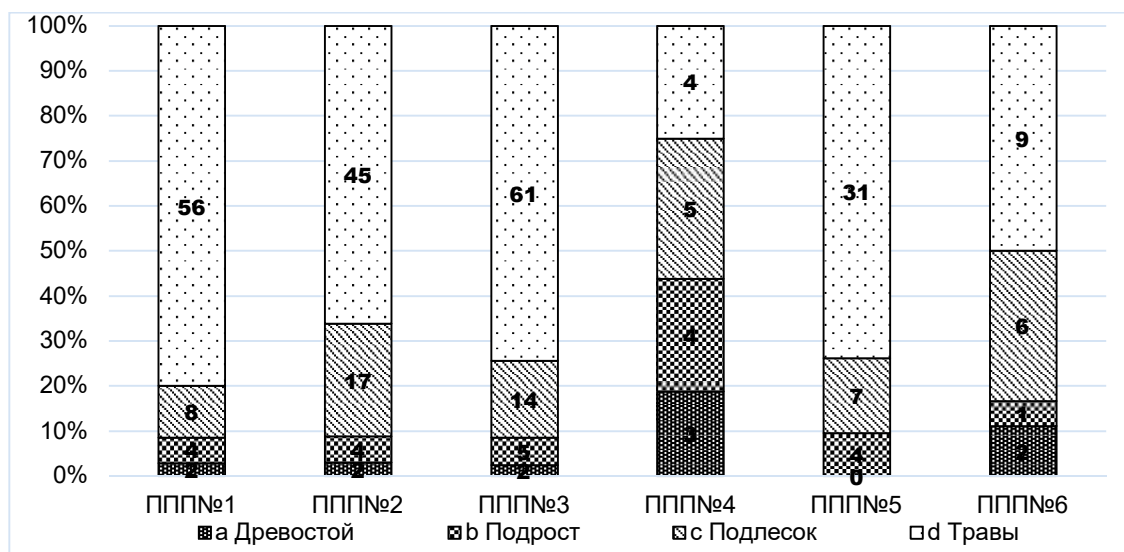
**Table 10.** Phytocoenosis structure at PSP 5, where common buckthorn control measures were taken

Подрост Undergrowth	Кустарниковый ярус Shrub layer	Травяной ярус Herb layer	
<i>Prunus serotina</i> <i>Quercus rubra</i> <i>Tilia americana</i> <i>Fraxinus</i> <i>pensylvanica</i>	<i>Rhamnus cathartica</i> 120–130/1–15 <i>Frangula alnus</i> 100/2 <i>Lonicera caerulea</i> 30/2 <i>Vitis riparia</i> 40/4 <i>Juniperus virginiana</i> 15/1 <i>Parthenocissus quinquefolia</i> <i>Corylus americana</i> 90/2	<i>Elymus</i> sp. 110/60 <i>Dactylis glomerata</i> 50/3 <i>Elymus hystrix</i> 140/3 <i>Euphorbia esula</i> 80/2 <i>Solanum dulcamara</i> 60/5 <i>Maianthemum racemosum</i> 15/2 <i>Plantago major</i> 15/2 <i>Hieracium</i> sp. 40/3 <i>Ambrosia artemisiifolia</i> 10/1 <i>Linaria vulgaris</i> 10/1 <i>Bouteloua curtipendula</i> 60/3 <i>Arctium minus</i> 20/1 <i>Carex pensylvanica</i> 15/2 <i>Asclepias syriaca</i> 110/3 <i>Aster</i> sp. 1 20/2 <i>Aster</i> sp. 2 70/3 <i>Phalaris arundinacea</i> 100/1	<i>Xanthoxalis</i> sp. 10/2 <i>Galium</i> sp. 10/2 <i>Sorghastrum nutans</i> 140/4 <i>Andropogon gerardii</i> 140/4 <i>Solidago canadensis</i> 120/2 <i>Verbena</i> sp. 90/1 <i>Trifolium pratense</i> 20/2 <i>Taraxacum officinale</i> 15/1 <i>Echinacea</i> sp. 80/1 <i>Polygonatum biflorum</i> 15/<1 <i>Viola sororia</i> 10/3 <i>Achillea millefolium</i> 50/1 <i>Rudbeckia</i> sp. 40/1 (R) <i>Phleum pratense</i> 80/2

**Таблица 11.** Структура фитоценоза на ППП 6

**Table 11.** Phytocoenosis structure at PSP 6

Древесный ярус Tree layer	Подрост Undergrowth	Кустарниковый ярус Shrub layer	Травяной ярус Herb layer
<i>Acer saccharum</i> <i>Quercus bicolor</i>	<i>Tilia americana</i>	<i>Rhamnus cathartica</i> 5% <i>Lonicera maackii</i> ; <i>Syringa vulgaris</i> ; <i>Frangula alnus</i> <i>Toxicodendron radicans</i> 20/ 2 <i>Parthenocissus quinquefolia</i>	<i>Herpes perilla</i> 80/ <1 <i>Carex pensylvanica</i> 20/<1 <i>Daucus carota</i> 15/<1 <i>Leonurus cardiaca</i> 15/<1 <i>Oxalis</i> sp. 15/<1 <i>Cichorium intybus</i> 50/<1 <i>Euthamia graminifolia</i> 40/<1 <i>Solidago canadensis</i> 25/<1 <i>Elymus americana</i>



**Рис. 4.** Доля участия видов различных ярусов в структуре фитоценозов: а – древостой, б – подрост, с – подлесок, d – травы

**Fig. 4.** The share of various layer species in phytocoenoses structure: a – mature trees, b – undergrowth, c – shrub layer, d – herb layer

Во вторичном ареале структура фитоценозов иная: преобладающим ярусом является кустарниковый, в этот же по высоте ярус входит и подрост древесных пород. Вследствие этого участок сильно затеняется, что приводит к существенному сокращению участия травянистых видов в фитоценозе, подвергнувшись инвазии жостера.

Там, где проводится борьба с инвазией жостера, структура растительного сообщества имеет тенденцию возврата к оптимальному соотношению ярусов, характерному для сообществ естественного ареала, а число видов травяного яруса увеличивается в 8 раз!

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В белорусских популяциях жостера слабительного наблюдается довольно сильная конкурентная борьба между видами – элементами экосистемы, которая сложилась на протяжении длительного периода времени. Поэтому соотношение между различными по возрасту экземплярами жостера довольно постоянно. В условиях вторичного ареала и нарушенности экотопов (США) межвидовые устойчивые связи не реализуются в полной мере, и тогда наблюдается значительное количество ювенильных особей вида (до нескольких десятков на квадратный метр, что не регистрируется в Беларуси). Устойчивость межвидовых связей – основа умеренной и постоянной численности жостера.

*Rh. cathartica* на Среднем Западе США создает мозаичность в сообществах. Она наблюдалась при оценке биоразнообразия экотопа и анализе напочвенного покрова. В местах наибольшей концентрации жостера (ППП 4) наблюдаются заросли этого кустарника. Травяной ярус в зоне влияния фитогенного поля вида сильно обеднен по видовому составу и менее обилен, в то время как вне зоны влияния жостера наблюдается более высокое проективное покрытие травяного яруса и его более высокое видовое разнообразие. Некоторые виды произрастают в фитогенном поле жостера в меньшем количестве, нежели в местах его отсутствия, что возможно связано с аллелопатическим эффектом. Предложенная в ЛАУМ стратегия борьбы с жостером слабительным в США должна быть направлена, в первую очередь, на постоянное удаление на участках малолетних особей жостера (возраст от 1 года до 5 лет). Таким образом, показано, что *Rh. cathartica*

в США активно внедряется в антропогенно нарушенные участки, и при отсутствии мер контроля растения постепенно формируют сплошные заросли.

Высокая концентрация жостера влияет на естественное биоразнообразие сообществ, что подтверждается корреляционным и кластерным анализом. Число видов деревьев на пробных площадях варьировало от 0 до 3. Число видов кустарниковых растений на пробных площадях составляет от 17 (ППП 2, РБ) до 6 (ППП 6, США). Число видов травяного яруса варьировало от 61 (ППП 3, РБ) до 4 (ППП 4, США). Зависимость видового состава от внедрения жостера слабительного проявляется в снижении числа видов на ППП в зависимости от увеличения сомкнутости крон этого инвазивного вида. Таким образом, более разнообразным по видовому составу оказалось сообщество на площадке, где жостер не доминирует (ППП 2, ППП 3), а в меньшей степени видовое разнообразие отмечается на площадке с максимальным его присутствием (ППП 4).

Внедрение жостера в естественные фитоценозы США снизило в них численность кустарников и травянистых растений. Это указывает на то, что жостер слабительный способствует снижению естественного разнообразия сообществ, особенно видов травяного яруса. Утрата биологического разнообразия ведет к ухудшению экономического, социального и экологического благополучия с очевидными последствиями для качества жизни человека. Знакомство с мерами сохранения естественного биологического разнообразия помогут сохранить наши аборигенные растения и наши ландшафты.

### БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда», задания 6.2., при поддержке комиссии по инвазионным видам Научного Совета ботанических садов стран СНГ при МААН (программа ГБС РАН № 122042600141–3). Авторы выражают благодарность П. Мо, А. Бранхагену и А. Резниченко за разрешение проводить совместные исследования, помощь в сборе и анализе образцов, описании растительных сообществ Миннесоты и Мичигана.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Sol, D. Unraveling the life history of successful invaders / D. Sol [et al.] // *Science*. – 2012. – Т. 337. – №. 6094. – P. 580–583.
2. Hejda, M. Impact of invasive plants on the species richness, diversity and composition of invaded communities / M. Hejda, P. Pysek, V. Jarosik // *Journal of ecology*. – 2009. – Т. 97. – №. 3. – P. 393–403.
3. Powell, K. I. Invasive plants have scale-dependent effects on diversity by altering species-area relationships / K. I. Powell, J. M. Chase, T. M. Knight // *Science*. – 2013. – Т. 339. – № 6117. – P. 316–318.
4. Worz, A. The temporal dynamics of a regional flora –The effects of global and local impacts / A. Worz, M. Thiv // *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*. – 2015. – Т. 217. – P. 99–108.
5. Richardson, D. M. Naturalization of introduced plants: ecological drivers of biogeographical patterns / D. M. Richardson, P. Pysek // *New Phytologist*. – 2012. – Т. 196. – №. 2. – P. 383–396.
6. Pysek, P. Spatio-temporal dynamics of plant invasions: linking pattern to process / P. Pysek, P. E. Hulme // *Ecoscience*. – 2005. – Т. 12. – №. 3. – P. 302–315.
7. Виноградова, Ю. К. Снижение естественного биоразнообразия фитоценозов как результат внедрения чужеродных инвазионных видов / Ю. К. Виноградова [и др.] // *Принципы и способы сохранения биоразнообразия: материалы VII Международной научной конференции / Мар. гос. ун-т; отв. ред.: Г. О. Османова, Л. А. Животовский. – Йошкар-Ола: ООО «Вертола», 2019. – С. 120–124.*
8. Barney, J. N. What is the real impact of invasive plant species / J. N. Barney [et al.] // *Front. Ecol. Environ.* – 2013. – Vol. 11, № 6. – P. 322–329.
9. Florianova, A. Invasive *Impatiens parviflora* has negative impact on native vegetation in oak-hornbeam forests / A. Florianova, Z. Munzbergov // *Flora*. – 2017. – Т. 226. – P. 10–16.
10. Dubovik, D.V. The invasiveness of *Solidago canadensis* in the sanctuary «Prilepsky» (Belarus) / D.V. Dubovik [et al.] // *Nature Conservation Research*. – 2019. – Vol. 4. № 2. – P. 48–56.
11. Vila, M. Plant invasions in the landscape / M. Vila, I. Ibanez // *Landscape ecology*. – 2011. – Т. 26. – P. 461–472.
12. Chytry, M. Projecting trends in plant invasions in Europe under different scenarios of future land-use change / M. Chytry [et al.] // *Global Ecology and Biogeography*. – 2012. – Т. 21. – №. 1. – P. 75–87.
13. Алексеев, Ю. Е. Сем. *Rhamnaceae* Juss.— Крушиновые / Ю.Е. Алексеев, Н.Н. Цвелёв // *Флора Восточной Европы. – Под ред. Н. Н. Цвелёва. – Мир и семья-95. – Санкт-Петербург. – Т. 9. – С. 392–398.*
14. van Boheemen, L. A. Rapid and repeated local adaptation to climate in an invasive plant // L. A van Boheemen, D. Z. Atwater, K. A Hodgins // *New Phytologist*. – 2019. – Vol. 222, № 1. – P. 614–627.
15. Flora of North America. – Vol. 12 *Rhamnaceae*. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora\\_id=1&taxon\\_id=10763](http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=10763). – Дата доступа: 12.04.2023.
16. Kliensky, S. M. Above- and belowground impacts of European buckthorn (*Rhamnus cathartica*) on four native forbs / S. M. Kliensky, K. L. Amatangelo, D. M. Waller // *Restoration Ecology*. – Vol. 19, № 6. – 2011. – P. 728–737.
17. Gilad, N. L. Evidence for hybridization of two Old World *Rhamnus* species – *R. cathartica* and *R. utilis* (*Rhamnaceae*) – in the New World // N. L. Gilad, A. A. Reznicek // *Rhodora*. – 1997. – P. 1–22.
18. Kurylo, J. *Rhamnus cathartica*: notes on its early history in North America / J. Kurylo, A. Endress // *Northeast Nat* 19. – 2012. – P. 601–610.
19. Куликова Г. Г. Основные геоботанические методы изучения растительности / Г. Г. Куликова; под ред. А. К. Тимонина. – Москва: изд-во МГУ, 2006. – 152 с.
20. Методы изучения лесных сообществ / Е. Н. Андреева [и др.]. – СПб.: НИИХимии СПбГУ, 2002. – 240 с.
21. Miller, D. Genetic and Ecological Comparisons between Belarus and Upper Midwest Populations of *Rhamnus cathartica* // D. Miller [et al.] / *Sharing Innovative and Practical Solutions. Abstracts of 2018 Upper Midwest Invasive Species Conference – North American Invasive Species Management Association (UMISC – NAISMA 2018), Rochester, Minnesota, US, October 15–18. – 2018. – P. 19–20.*
22. Blossey, B. Evolution of Increased Competitive Ability in Invasive Nonindigenous Plants: A Hypothesis / B. Blossey, R. Notzold // *Journal of Ecology*. – 1995. – Vol. 83, № 5. – P. 887–889.

Поступила в редакцию 12.04.2023 г.