



# Придорожные экосистемы: редкие виды, нативные и инвазионные популяции

Елена Спиридович, к.б.н. (ЦБС НАН Беларуси)  
Анастасия Власова, к.б.н. (ЦБС НАН Беларуси)  
Академик В.Н. Решетников (ЦБС НАН Беларуси)  
Аркадий Скуратович (ИЭБ НАН Беларуси)  
Даниэль Миллер (Ландшафтный Арборетум УМ)



**Международный научный семинар**  
«СТРАТЕГИЯ И МЕТОДЫ БОТАНИЧЕСКИХ САДОВ ПО СОХРАНЕНИЮ И  
УСТОЙЧИВОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ БИОЛОГИЧЕСКОГО  
РАЗНООБРАЗИЯ ПРИРОДНОЙ ФЛОРЫ — V»

22 июня 2018



# 5<sup>th</sup> Global Botanic Gardens Congress

An opportunity to discuss key issues concerning botanic gardens:

- 6 'talking points'
- An open forum

## What is a botanic garden?

- Is the definition important?
- Accessioned, documented and curated collections
- 'Plants with a purpose'
- Incorporate sustainability
- Engage the public and work in partnerships
- Relevant to local communities
- Focus on wild species

## Что такое ботанический сад?

- Является ли определение важным?
- наличие доступных, документированных коллекции с указанием куратора;
- «Растения с целью»
- Привлечение общественности и работа в партнерских отношениях;
- Фокус на местных диких видах

# Roadside vegetation ecosystems: biodiversity sustaining and enrichment



Expertise of the project:  
Seminar III – June, 2015  
Prairie Restoration, Minnesota – June, 2015

Funded – June, 2016  
Actual terms: 2016-2020

# Roadside vegetation ecosystems: biodiversity sustaining and enrichment

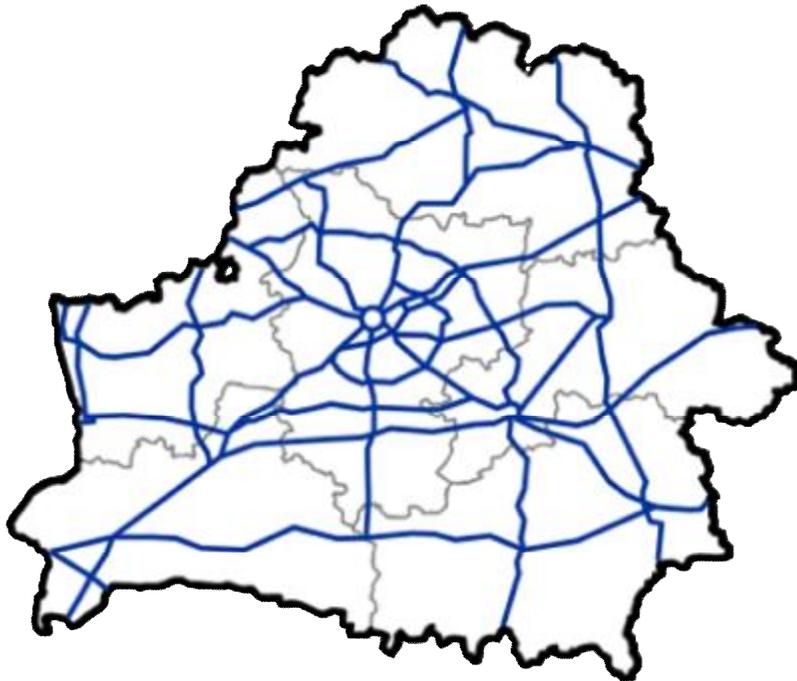


Схема основных автомобильных дорог Белоруссии

Придорожные экосистемы при их регулируемом кошении могут стать основным резерватом сохранения исчезающего в Республике Беларусь биоразнообразия луговой флоры и ряда редких видов растений.

Сит

Roadside ecosystems under their regulated mowing can become the main reserve of conservation of the biodiversity of meadow flora that is disappearing in the Republic of Belarus and a number of rare plant species.

# Roadside vegetation ecosystems: biodiversity sustaining and enrichment

## СОХРАНЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ОЗЕЛЕНЕНИИ ВЫСОКОДЕКОРАТИВНЫХ И РЕДКИХ ВИДОВ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ ПРИДОРОЖНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ

Выбраны 4 ключевых участка (КУ)

на участках вдоль дороги Р28 от Мяделя до курортного поселка Нарочь для выявления и сохранения видового разнообразия местной природной флоры,  
(Составлены акты Совместно с дорожными службами)





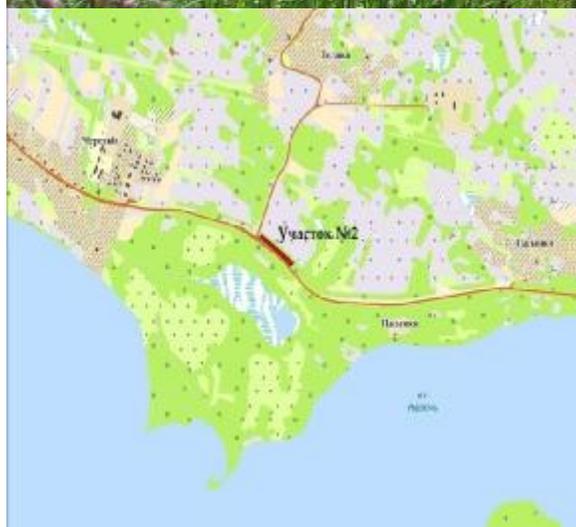
**КУ №1 "Симоны"**

**- высокоэстетичная природная композиция популяции коровяка черного, василька шероховатого**



**Пилотный участок № 1** – это луг, который сформирован многолетними травянистыми растениями, длительное время, произрастающими на открытых, хорошо освещенных участках в условиях достаточного, но не избыточного увлажнения (растения – мезофиты). На этом участке выявлены уникальные высокие растения – коровяки, которые характеризуются продолжительным цветением с июня по середину августа. Сегодня многие ландшафтные дизайнеры начинают использовать эти растения при создании красивых экспозиций. **Коровяк обыкновенный**, или Медвежье ухо (*Verbascum thapsus*) имеет декоративные шершавые мягкие на ощупь листья. С июня до начала августа цветет на этом участке **василек шероховатый** (*Centaurea scabiola*) — многолетнее травянистое растение. На участок были посажены **буквица лекарственная** (*Betonica officinalis*) и **пупавка красильная** (*Anthemis tinctoria*), которые имеют в своем составе естественный краситель и поэтому издавна использовалась нашими бабушками для окрашивания тканей. **Цмин песчаный**, или Солóменный цвет, или Сухоцвёт, или Златоцвёт песчаный (*Helichrysum arenarium*) украшает участок ярким желтым пятном. На откосе возле дороги высажены чабрец, примулы весенние и синие свечки живучки женеvской.

# Сохраним придорожное биоразнообразие природной



**КУ №2 «Теляки» – цветение смолки  
Обыкновенной (*Viscaria vulgaris* Bernh.)**



## КУ-2 «Теляки»



Рисунок - мониторинг Пупавки красильной на ПУ2 "Теляки"

Ключевой участке №2 – луг, вдоль дороги. Там также проведена оценка параметров роста и развития растений изучаемых видов по ранее разработанным схемам посадок и озеленения. Наименьшей приживаемостью рассады характеризовалась буквица лекарственная (*Betonica officinalis*) (на участке №2).



ЭКСПОЗИЦИ «ВЫЕМКА»



**КУ-2 «Теляки»** –  
придорожная полоса дороги  
в с доминированием  
**душицы обыкновенной**  
**(*Origanum vulgare* L.)**  
(июнь)

**КУ-2 «Теляки»** –  
придорожная полоса дороги с  
участием **колокольчика**  
**скупенного (*Campanula***  
***glomerata*)** **буквицы**  
**лекарственной (*Betonica***  
***officinális*)** (июль)

Декоративность  
растительного покрова  
изменяется в зависимости  
от времени года,  
увлажнения почвы,  
экспозиции склона и  
температурного режима.  
Так, в верхних частях  
придорожных склонов  
холмов –раннецветущие  
травы: **первоцвет**  
**весенний (*Prímula véris*),**  
**живучка** **женевская**  
**(*Ájuga genevénsis*),**  
**ястребиночка волосистая**  
**(*Pilosella officinarum*)** и  
др., – яркие пятна которых  
на фоне молодой зелени  
впечатляют. У подножия  
холмов и в большинстве  
своем в экспозиции  
дороги «в нуле» пик  
расцвета трав приходится  
на июнь-месяц.

## Общий вид экотопа на ключевом участке 3 «Микольцы»



КУ № 3 (0,3 км юго-западнее д. Микольцы. GPS-координаты: N 54°52.840'; E O 26°51.950'). На участке господствуют монодоминатные и маловидовые болотистые сообщества и сформирован он 3 сообществами ранга ассоциации: 1 - *Typhetum latifoliae* (subass.: a - T. 1. menyanthetosum trifoliatae, b - T. 1. typicum); 2 - *Scirpetum silvatici* (subass. S. s. lysimachietosum vulgaris); 3 - *Dactylidetum glomeratae* (subass. D. g. festucetosum rubrae). Почва торфянисто-глеевая, связнопесчаная оторфованная.

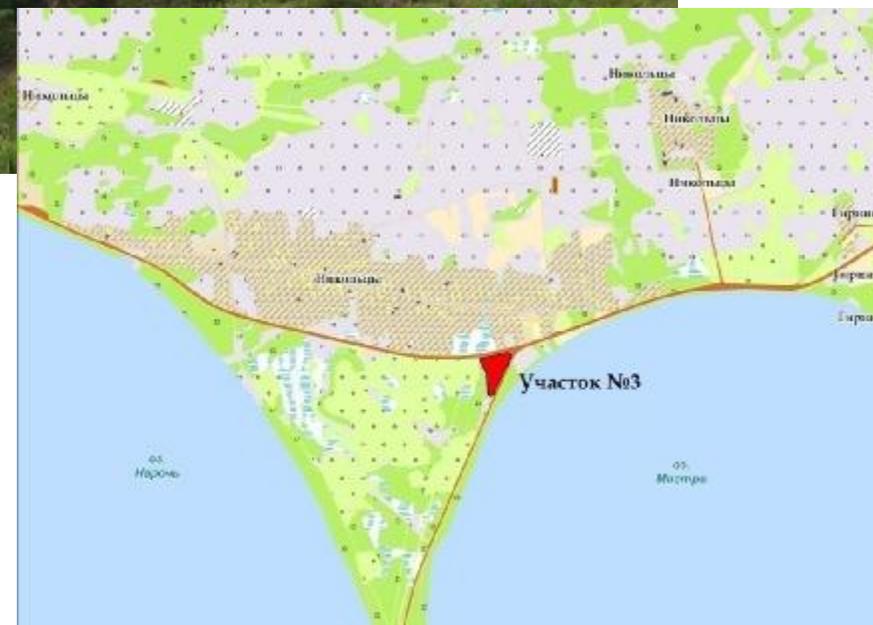




Фото – Посадка касатика сибирского на КУ№ 3 (Микольцы)

В целях увеличения биологического разнообразия, повышения эстетической и ботанической ценности и выразительности ключевых элементов ландшафта придорожных экосистем НП «Нарочанский» сформирована новая популяция касатика сибирского (*Iris sibirica* L.), включенного в Красную книгу Республики Беларусь.

Касатик сибирский – потенциально уязвимый вид, IV категория национального природоохранного статуса (NT). Бореальный вид, находящийся в Беларуси в пределах ареала; спорадически встречается по всей республике, но преимущественно в южных и восточных районах.



А - Пальчатокоренник мясо- красный  
*Dactylorhiza incarnata* L.



Б – Пальчатокоренник светло-желтый  
*Dactylorhiza ochroleuca*

*D. incarnata* (L.) Soo и *Dactylorhiza ochroleuca* (Wust. ex Boll.) Holub является редкими таксонами рода и входит в полиморфный комплекс *D. incarnata*. Наиболее характерным признаком Б является бледно-желтая окраска без каких-либо признаков присутствия пурпурного пигмента, у *D. Incarnata* цвет варьирует от чисто белой до темно-пурпурной, без желтого пигмента.

К другим отличительным признакам *D. ochroleuca* относятся большая высота растений, большая длина прямых листьев, более крупные размеры цветков с особым строением губы – выступающей средней частью и с зарубкой по краю боковых лопастей. Еще одним важным отличительным признаком таксона являются экологические условия произрастания – особи *D. ochroleuca* встречаются исключительно на известковых болотах.



**Семинар 2018,  
Мастер класс по персадке  
Орхидных:  
Особи *D. Incarnata*  
*D. Rnasulata* из  
генетического резервата  
Былы пересаженены на  
участок КУ-3**





Общий вид экотопа на ключевом участке КУ 4 «Минчаки»,  
Возникли проблемы после вырубki



Рисунок - Растения *Gentiana cruciata* L. на среде Murashige, Skoog без регуляторов роста



Рисунок - Этапы микроклонального размножения *Gentiana cruciata* L.



Рисунок - Растения *Gentiana cruciata* L. на стадии укоренения на среде 1/2MS, содержащей 0,5мг/л ИУК (1 – 25 дней, 2 – 40 дней культивирования).



- дорога Р-28 (Минск - Мядель – к.п.Нарочь) относится к 3 категории уровня требований и в соответствии с этим высота травы на обочинах, разделительной полосе и откосах не должна превышать 20 см. При соблюдении данного регламента
- ТОЛЬКО 25% ВИДОВ РАСТЕНИЙ, фиксированных в составе видового разнообразия в осенний период на ключевых участках, проходили бы полный фенологический цикл, повышая в период цветения эстетический фон откосов и усиливая позиции в сообществе. При сохранении высоты травостоя 50 см доля участия видов, проходящих все фенологические фазы, составляет 37-43%.



**Veronica spicata – вероника колосистая**

Осуществлен сбор семян, на основе которых будут составлены травосмеси ПУ1: **корвяк обыкновенный** (*Verbáscum thápsus*), **первоцвет весенний** (*Prímula véris*); **василек шероховатый** (*Centaurea scabiosa*); **нивяник иркутский** (*Leucantheum ircutianum*) - **семена с генетического резервата**; **пупавка красильная** (*Anthemis tinctoria*) **подмаренник желтый** (*Galium verum*). Травосмесь для ПУ2: **первоцвет весенний**; **василек шероховатый**; **василек луговой**, **смолка клейкая**, **смолевка обыкновенная**; **вероника широколистная**, **колокольчик** (3-видов), **синюха голубая**, **буквица лекарственная**, **подмаренник белый** .

**Galium verum – подмаренник настоящий**



В смеси помимо красивоцветущих растений вводятся злаки – , овсяница красная (*Festuca rubra*), мятлик луговой (*Poa praténsis*), щучка (луговик) дернистая (*Deschampsia caespitosa*) предполагаемое соотношение злаков в травосмесях от 38 до 85 %.

	<p><b>Василек шероховатый</b></p>
	<p><b>Первоцвет весенний</b></p>
	<p><b>Коровяк обыкновенный</b></p>
	<p><b>Горечавка крестообразная</b></p>
	<p><b>Кукушкин цвет</b></p>



**Создан Банк семян** – интегральный термин, которое включает в себя материальную основу (помещение, емкости для хранения), исходный растительный материнский материал и необходимые технологии для сбора и сохранения жизнеспособных семян растений, которые в будущем будут использованы как посевной материал для формирования придорожных флористических популяций.



Stages of the project:

- The precise taxonomic identification of native species, invasive for the secondary area (USA, Belarus);
- Preparation and provision of information about the features of ecology and biology of development and growth of alien for in Belarus species in their natural (primary) habitat. Identifying the factors, that can effectively constrain their distribution (USA, Belarus).
- The development of measures to limit their abundance in secondary habitats or areas of introducing (USA, Belarus).
- Comparative genetic studies to identify adaptive potential

- **Точная таксономическая идентификация местных видов, инвазивных для вторичной области (США, Беларусь);**
- **Подготовка и предоставление информации об особенностях экологии и биологии развития и роста чужеродных видов в Беларуси в их естественной (первичной) среде обитания.**
- **Разработка мер по ограничению распространения инвазионных видов во вторичных местообитаниях или районах внедрения (США, Беларусь).**
- **Сравнительные генетические исследования**

Comparative studies of Invasive flora:

I. Integrated study of the complex of systematically challenging alien, invasive or potentially invasive species in their secondary habitat: North American species in the secondary habitat within Europe (by the example of Belarus), European species in the secondary habitat within North America (by the example of Minnesota State) : Taxonomy, biology, genetics

**Minnesota invasive plants native of  
Russia/Belarus**

- *Rhamnus cathartica* (L.)
- *Frangula alnus*
- *Alliaria petiolata* (Bieb.)
- *Lythrum salicaria, virgatum* (L.)
- *Euphorbia esula* L.
- *Tanacetum vulgare* (L.)
- *Cardamine impatiens* L.
- *Phragmites australis*
- *Daucus carota*
- *Centaurea solstitialis*

**Russia/Belarus invasive plants native of  
Minnesota**

- *Bidens frondosa*
- *Solidago canadensis*
- *Solidago gigantea*
- *Echinocystis lobata*
- *Acer negundo*
- *Amelanchier spicata*
- *Elodea canadensis*
- *Erigeron annuus*
- *Geum macrophyllum*
- *Helianthus tuberosa*
- *Oenothera biennis*
- *Parthenocissus vitacea*
- *Robinia pseudoacacia*
- *Cyclachaena xanthiifolia*

# Collaborative Project

## Совместный проект

- Look at *Rhamnus cathartica* in Minnesota where it is highly invasive and in Belarus where it is native and investigate differences/similarities
- Посмотреть на *Rhamnus cathartica* в Миннесоте, где он является очень инвазивным, и в Беларуси, где он является природным, и исследовать различия / сходства
- Analyze genetic differences between populations using DNA markers
- Проанализировать генетические различия между популяциями с использованием ДНК маркеров

*Rhamnus cathartica* L. и *Frangula alnus* Mill. –  
untreated spots (Minnesota, 2016)



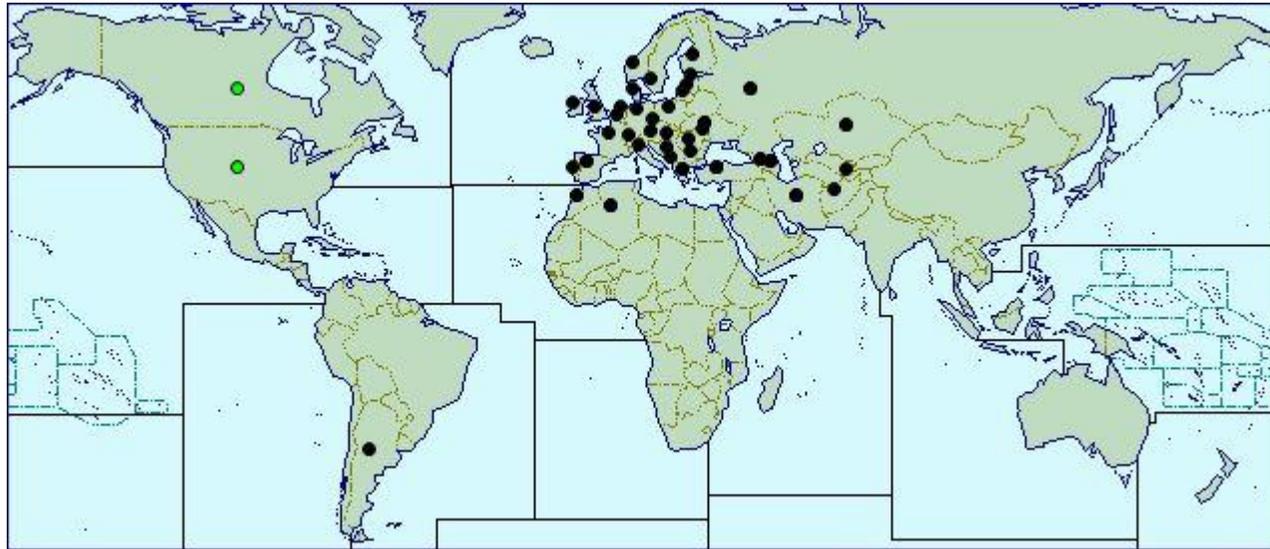
# Plant Description

- deciduous woody shrub or small tree (3 – 7.5 m)
- **лиственный древесный кустарник или небольшое дерево (3 - 7,5 м)**
- dioecious;
- **раздельнополый**
- twigs often have thorns at their tips
- **на кончиках веток часто есть шипы**
- abundant small, round fruits
- **обильные маленькие круглые плоды**



# Native Range

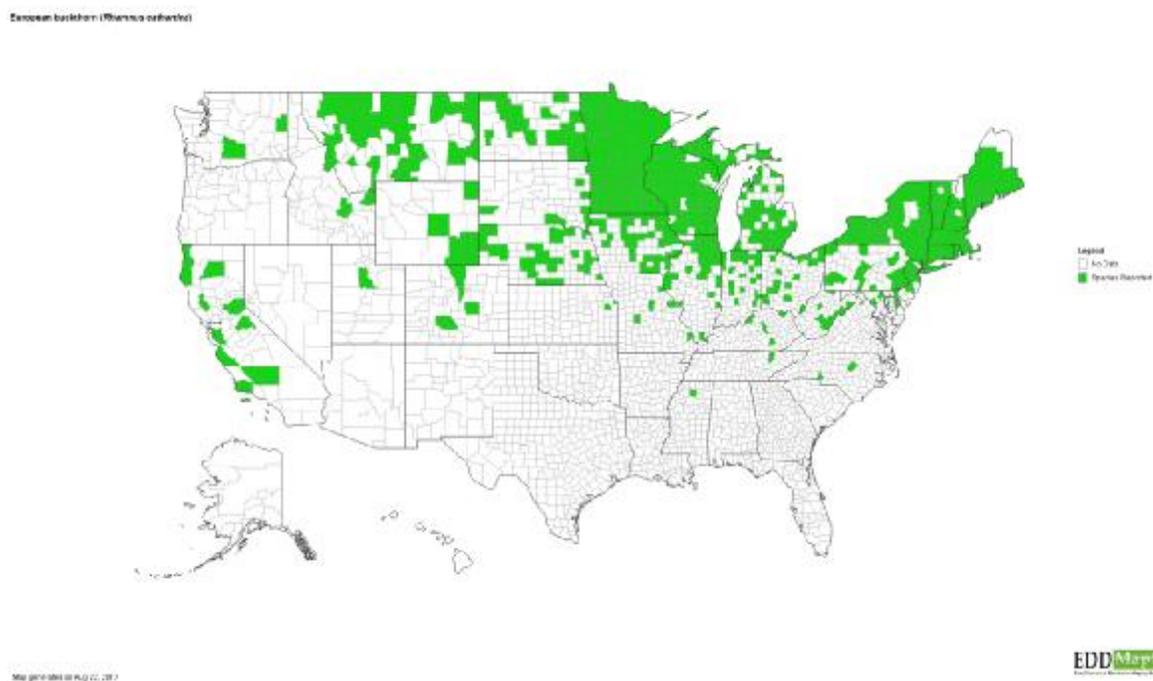
## Природный ареал



Native to Europe, the northern and eastern parts of Asia, and northwest Africa  
Естественный в Европе, северной и восточной части Азии и северо-западной Африке

# Invasive Distribution in the United States

Инвазионное распространение в Соединенных Штатах



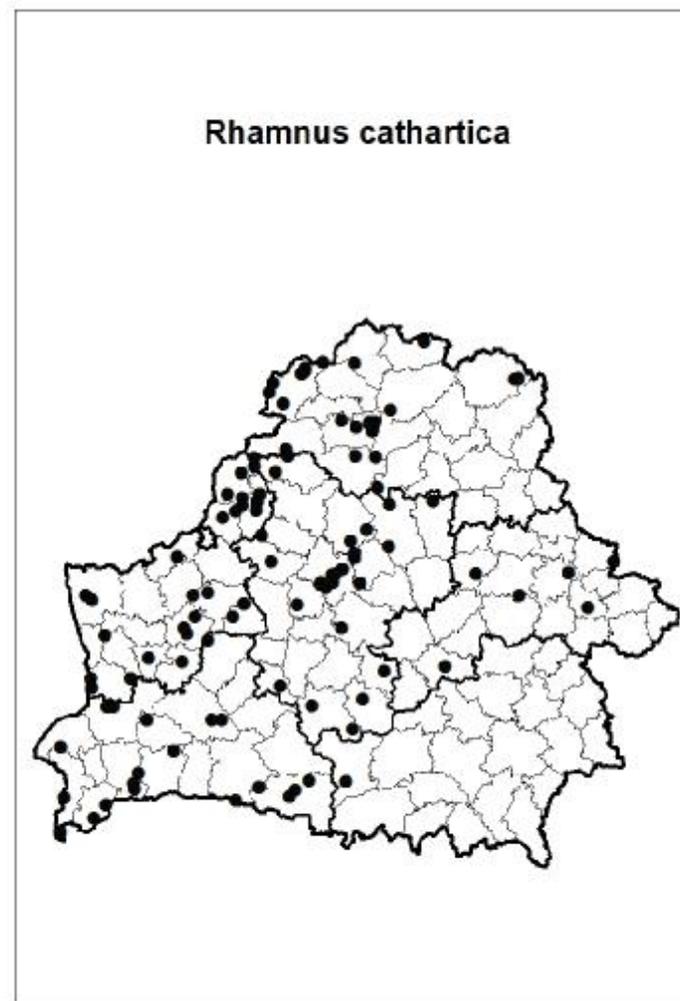
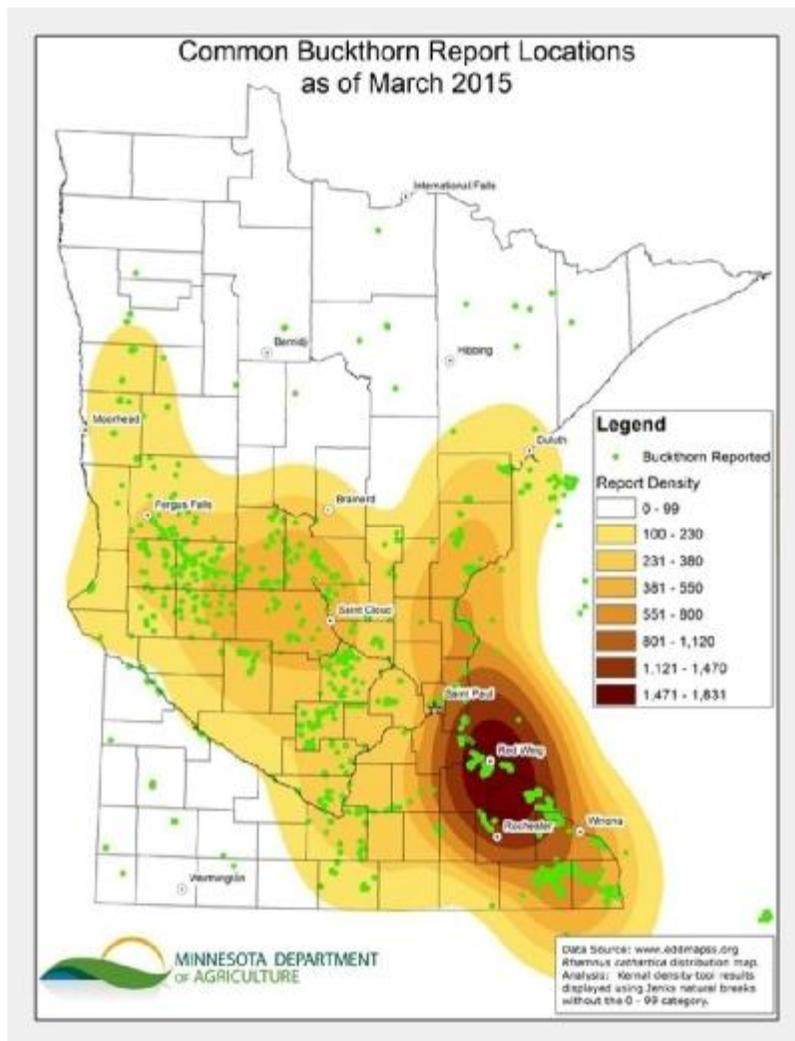
Introduced to North America in the 1880s as an ornamental plant

Представлен в Северной Америке в 1880-х годах как декоративное растение

# Minnesota Distribution of *Rhamnus cathartica*

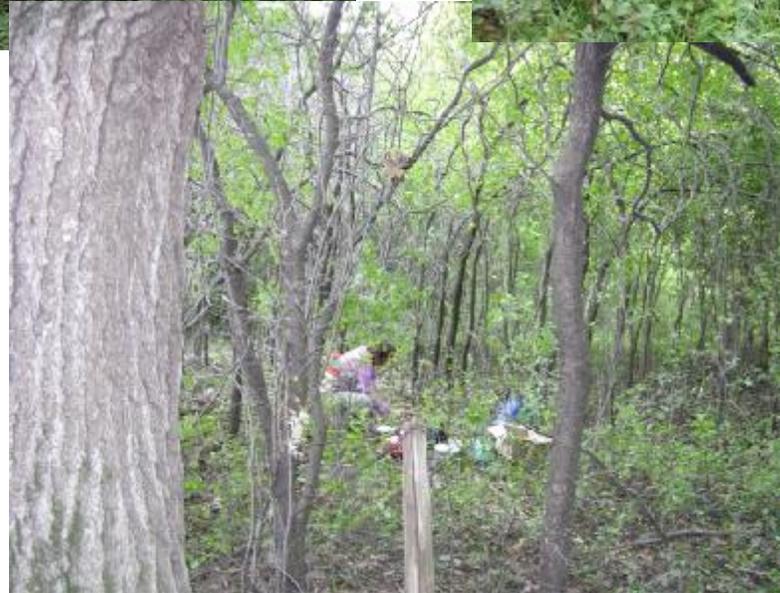
## *Распространение Rhamnus cathartica*

### *в Миннесоте и Беларуси*



# Invasiveness in Minnesota

## Инвазионность в Миннесоте



# Invasive Traits

## Признаки инвазионности

- altered phenology – longer growing season than native shrubs
- измененная фенология - более продолжительный вегетационный период, чем у местных кустарников
- shade tolerance – but can also grow quickly in open areas
- устойчивость к затенению- но также может быстро расти на открытых пространствах
- expanded habitat – (native range - open areas or forest edges; North America - many habitat types including open forests, wetland edges, and disturbed areas)
- расширенная среда обитания - (местный ареал - открытые участки или лесные края, Северная Америка - многие виды среды обитания, включая открытые леса, по краю водно-болотных угодий и нарушенных районах);
- escape from natural enemies (rodents, insects, diseases, soil microorganisms, etc.)
- избегает естественных врагов (грызунов, насекомых, болезней, почвенных микроорганизмов и т. д.)
- previous ornamental use - higher populations near urban areas where it was heavily used as an ornamental
- предварительное декоративное использование – большие популяции вблизи городских районов, где оно широко использовалось в качестве декоративного
- widely dispersed by birds
- широко распространяется птицами

# Soil Factors

## Почвенные факторы

- prefers basic soils
- предпочитает основные почвы
- altered soil properties – higher % N in leaves, increased litter decomposition rate – changes in the structure of forest floor communities
- измененные свойства почвы - более высокий % N в листьях, повышенная скорость разложения верхнего слоя почвы - изменения в структуре лесных сообществ
- alleopathy – the secondary compound Emodin may have alleopathic effects on nearby plants, deter herbivory, protect plants from pathogens and high light levels, and affect fruit consumption and digestion by birds
- аллопатия - вторичное соединение может оказывать аллелопатическое действие на произрастающие рядом растения, сдерживать травоядные растения, защищать растения от патогенов и высоких уровней освещенности, а также влиять на потребление и переваривание птицами фруктов

# Control Strategies used by the Minnesota Landscape Arboretum

## Стратегии контроля, используемые ландшафтным арборетумом штата Миннесота

- Basal bark – 12.5% Garlon 4 (triclopyr) mixed with 87.5% oil applied to the base of trunk in late fall
- Кора - поздней осенью обрабатывают основание ствола 12,5% Гарлоном 4 (триклопиром), смешанным с 87,5% маслом,
- Cut-stump – after stems are cut, concentrated (25%) glyphosate is applied with marker dye
- Пни- после срезки стеблей наносится концентрированный (25%) глифосат с маркерным красителем



# Restoration Experiment - Following Buckthorn Removal

## Эксперимент по восстановлению - после удаления крушины

- Trt. 1 – native shrubs
- Местные кустарники
- Trt. 2 – native shrubs + grasses
- местные кустарники + травы
- Trt. 3 – native shrubs + native forbs
- Trt. 3-местные кустарники + местное разнотравье



Buckthorn Removal – Winter 2015  
Удаление крушины - зима 2015 г.



Planting Treatments – Spring 2015  
Обработка посадки - весна 2015 г.



Summer 2016  
Лето 2016



Summer 2017  
Лето 2017

# Parameters to Measure

## Параметры для измерения

- canopy openness
- открытость купола
- soil pH
- pH почвы
- soil texture
- текстура почвы
- disturbance
- нарушенность (человеком)
- % bare soil
- % непокрытой почвы
- duff layer thickness
- толщина слоя подстилки
- slope
- уклон
- insolation
- инсоляция
- habitat (wet, mesic, dry)
- среда обитания (влажная, средняя, сухая)
- plant community diversity (% cover and density)
- разнообразие растительного сообщества (% покрытия и плотность)
- propugule availability and density of *Rhamnus cathartica*
- способность размножаться вегетативно и плотность *Rhamnus cathartica*
- phenology
- фенология

# What are the main differences?

## В чем основные отличия?

- natural enemies?
- естественные враги?
- plant community diversity?
- разнообразие растительного сообщества?
- phenology?
- фенология?
- soil factors?
- факторы почвы?
- shade tolerance?
- устойчивость к затемнению?
- alleopathy and secondary compounds?
- аллелопатия и вторичные соединения?
- feeding by birds?
- употребление в пищу птицами?
- earthworms?
- дождевые черви?
- etc.

No	Name of location (code)	N	Location	Plant community	Abundance, projective cover, fruits	Soil type, pH	Date
1	Tamarack Lake (North of fence line) Minnesota, Chaska (TL)	30	N 44°51.463 / W 093°37.958 44.8577167°, -093.6326333°	Maple - Basswoods - Oak Bigwoods	Area 5000 m <sup>2</sup> , projective cover - 90%; Vegetative phase/ fruits	Sandy loam	12.09 18.08
2	Tamarack Lake restoration area; Minnesota, Chaska (TLR)	30	N 44°52.434 / W 093°37.876 44.8739000°, -093.6312667°	Maple - Basswoods - Oak Bigwoods	Area 8093.7 m <sup>2</sup> , projective cover - 15 %; Phase vegetation/ fruits	Clayey; loam	12.09 18.08
3	Balduki (RLB)	30	N 54° 58' 55,5" / E 26°24'065" 54.9820833°, 026.4001806°	The moraine ridge at the base of the moraine; trails; along lakeshore; oxalis/ fir community along the coast of the lake	Area 3x100m=3000 m <sup>2</sup> ; 5 seedlings (h<50cm); 13 bushes (1-2m); 77 trees (<2m)	Loamy sandy with a large number of glacial rocks; pH=7,2 (neutral)	30.08
4	Grodno (GR)	30	N 53°41' 59,7"; E 23°47'23,6" 53.6999167°, 023.7898889°	Upper border of the Neman river bank (left bank part), Park area, in the borders of Grodno city. Fruits – medium rate, rare – very abundant.	Area 30 x 200 m =6000 m <sup>2</sup> Density: 1-3 bushes/ m <sup>2</sup> . More than 100 bushes totally (h= 1–3.5m); Seedlings – no more than 1 individual	Soil sandy loam, high calcium content, Calcareous plant community (Arkadzy can't say more accurately pH)	10.09
5	Michigan, Ann Arbor (From Island Park to Arboretum)	25	E42.291062/ -W83.728344 42.2910620°, -083.7283440°	Half of the inspected area - 15 years of restoration, control management (Maple - Basswoods - Oak Bigwoods, To be confirmed; TBC) дуб, ясено, дубовая	10000 m <sup>2</sup> , projective cover - 25%. Senescent phase/ abundant fruits (обильное плодоношение)	pH=6.5-7.2 Clay loam глинистый суглинок  Sandy loam песчанистый суглинок	28.11

ecological parameters and abundance of the *R. cathartica* locations in USA and Belarus

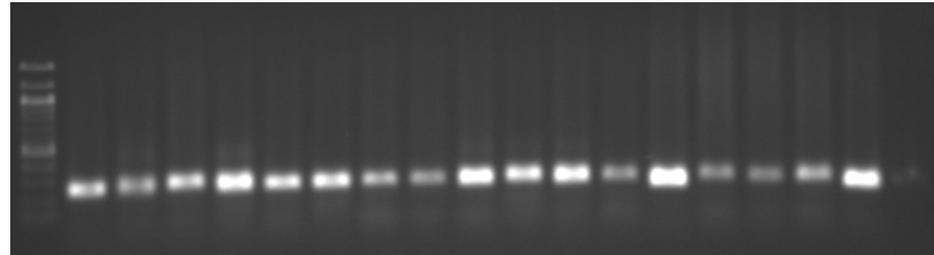
# Генетическая дифференциация особей *R. cathartica* в регионе естественного произрастания и вторичной натурализации

145 особей

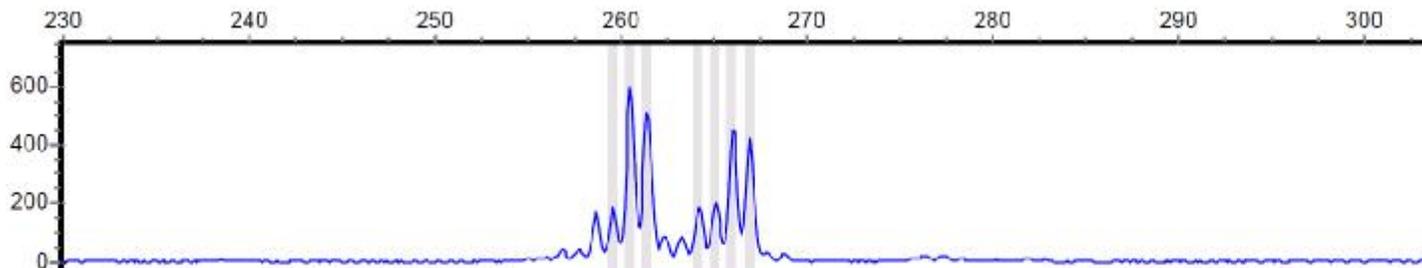
5 локалитетов

2 региона: Беларусь, США

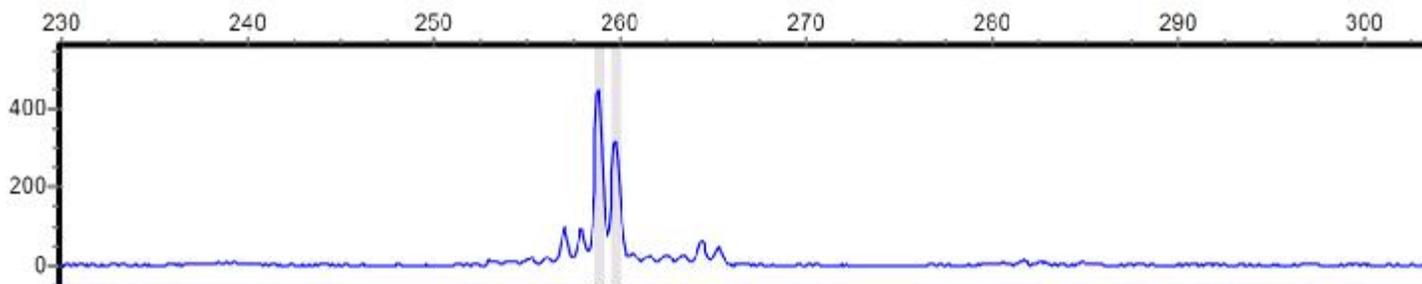
2 маркерные системы: SRAP  
и SSR



Фрагментый анализ продуктов амплификации геномной ДНК особей жестера слабительного из различных локалитетов Миннесоты (TR, TLR), Мичигана (NM) и Беларуси (RLB, GR) с микросателлитным праймером RhamA7

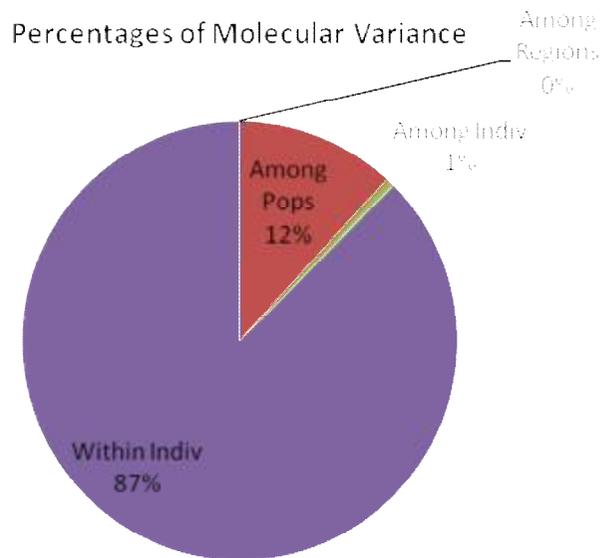
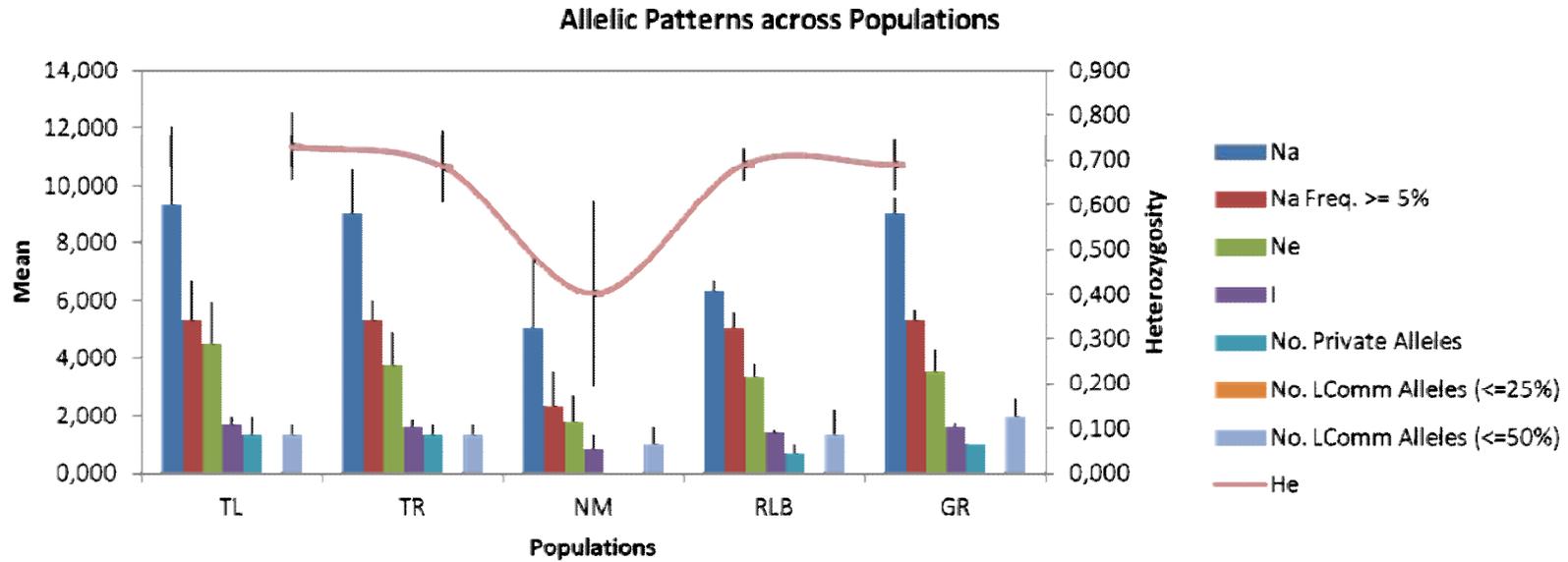


TR19



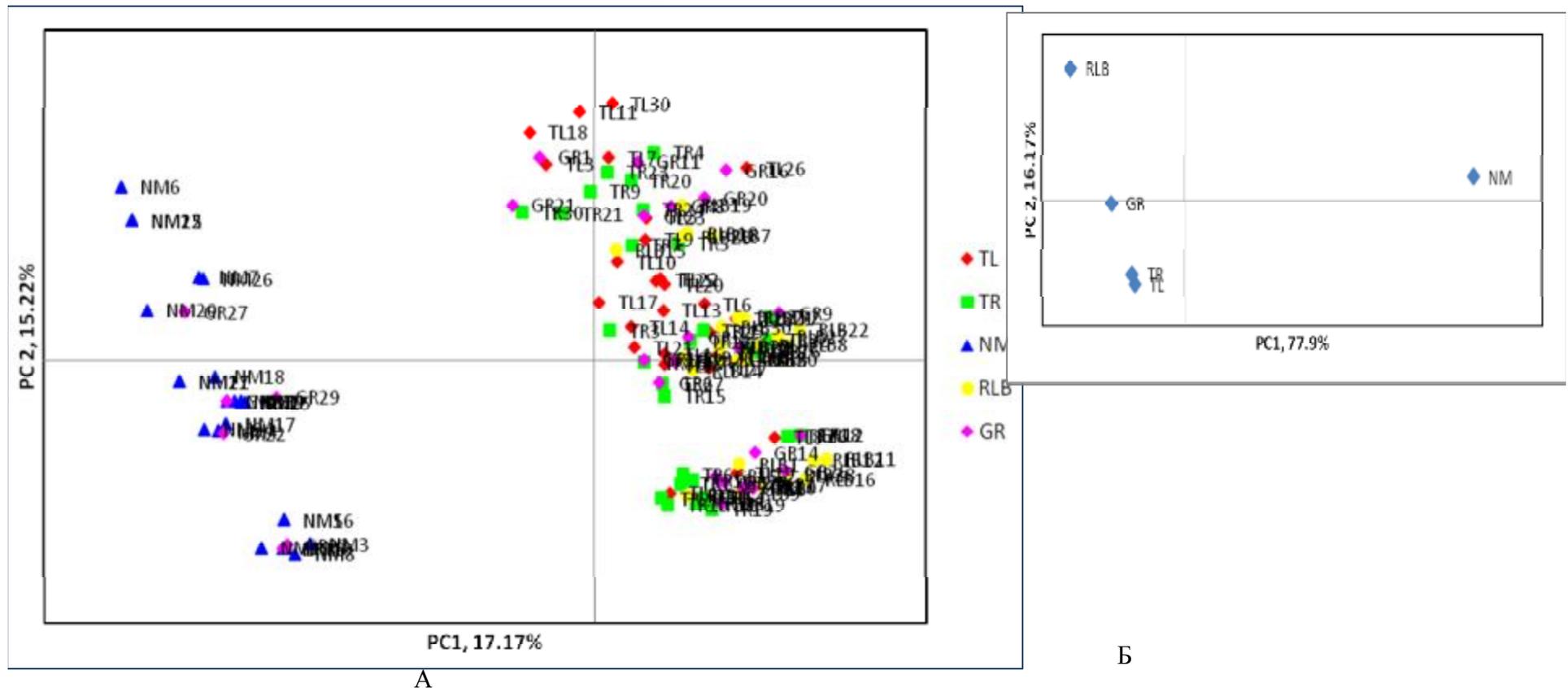
TL22

Распределение параметров ГР популяций *R. cathartica* из США и Беларуси и их сопряженность с показателем гетерозиготности.



Распределение уровней разнообразия: Анализ молекулярной вариации популяций *R. cathartica* из США и Беларуси (AMOVA)

# Диаграмма родственности между 145 образцами *Rhamnus cathartica* L. из пяти популяций США и Беларуси с помощью анализа главных координат (PCoA) на основании 3 SSR

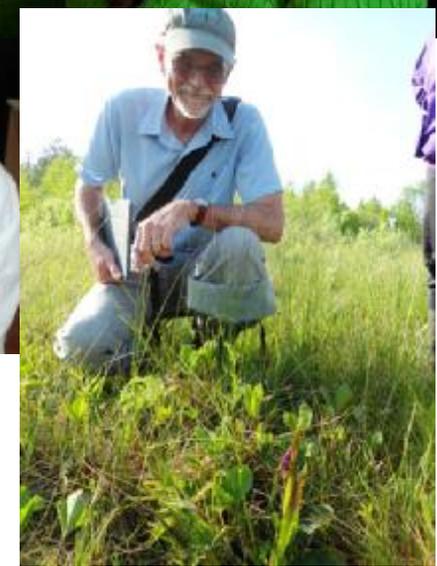


Визуализация генетического родства между особями отдельных популяций *Rhamnus cathartica* L. Значения PC, ось 1 (Coord. 1) и PC2 (Coord. 2) были вычислены на основе 3-х LD-стандартизованных SSR маркеров, рассчитанных для 145 генотипов (индивидуальных особей) *R. cathartica* их 5-ти локалитетов США и Беларуси, соответственно, спроецированы на оси. Пропорция вариантов PC указаны в скобках вдоль каждой оси.

Популяции: **TL** (Миннесота) представлена красными ромбами; **TR** (Миннесота) – зелеными треугольниками; **NM** (Мичиган) – синими треугольниками, **RLB** и **GR** (Беларусь), желтыми кружками и розовыми ромбами, соответственно. Описание и происхождение популяций представлено в таблице 1.

А – группировка индивидуальных особей; Б – группировка особей согласно принадлежности к популяции.

Елена Спиридович, к.б.н. (ЦБС НАН Беларуси)  
Анастасия Власова, к.б.н. (ЦБС НАН Беларуси)  
Академик В.Н. Решетников(ЦБС НАН Беларуси)  
Аркадий Скуратович (ИЭБ НАН Беларуси)  
Даниэль Миллер (Ландшафтный Арборетум УМ)



# Спасибо за внимание

