

ЛАЗАРЕВ СЕРГЕЙ ЕВГЕНЬЕВИЧ

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ИНТРОДУКЦИИ
ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *ROBINIA* L. И ИХ АДАПТАЦИЯ
ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

06.03.03 – Агролесомелиорация, защитное лесоразведение и озеленение населенных пунктов, лесные пожары и борьба с ними

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Работа выполнена на базе лаборатории биоэкологии древесных растений
Федерального государственного бюджетного научного учреждения
«Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и
защитного лесоразведения Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН)

Научный руководитель: **Семенютина Александра Викторовна**
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
Заслуженный эколог РФ

Официальные оппоненты: **Воскобойникова Инна Владимировна**
доктор сельскохозяйственных наук, доцент,
Новочеркасский инженерно-мелиоративный
институт имени А.К. Кортунова – филиал
ФГБОУ ВО «Донской государственной аграрный
университет», кафедра «Лесные культуры и
лесопарковое хозяйство», профессор

Костин Максим Валериевич
кандидат сельскохозяйственных наук, Федеральное
государственное бюджетное учреждение науки
Институт лесоведения Российской академии наук,
лаборатория аридного лесоразведения, старший
научный сотрудник

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Саратовский государственный аграрный
университет имени Н.И. Вавилова»

Защита диссертации состоится 9 сентября 2022 г. в 10⁰⁰ часов на заседании
диссертационного совета Д 006.007.01 на базе ФГБНУ «Федеральный научный центр
агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской
академии наук» по адресу: 400062, г. Волгоград, пр. Университетский, 97.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в научной библиотеке
ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и
защитного лесоразведения Российской академии наук» и на сайте Центра
<https://vfanc.ru/>; e-mail: avfanc@yandex.ru, тел./факс: 8(8442) 96-85-25

Автореферат разослан «_____» _____ 2022 г.

Учёный секретарь диссертационного совета,
кандидат сельскохозяйственных наук

Хужахметова
Алия Шамильевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Для создания устойчивых долговечных озеленительных насаждений в трудных лесорастительных условиях Волгоградской области необходима мобилизация новых перспективных видов, разновидностей и форм древесных растений. Большой практический и научный интерес в этом отношении представляет род *Robinia* L. В настоящее время широкое распространение в озеленении населенных пунктов получил только один вид – робиния лжеакация (*R. pseudoacacia*). Остальные представители родового комплекса используются значительно реже, хотя анализ их биоэкологических и декоративных признаков свидетельствует о том, что они не только не уступают, но и превосходят *R. pseudoacacia* по многим показателям. Подбор и адаптация представителей родового комплекса в озеленении Волгоградской области откроет новые возможности повышения биоразнообразия, увеличения долговечности и декоративности озеленительных древесных насаждений.

Степень разработанности. Наиболее изученной в родовом комплексе является *R. pseudoacacia*, которой посвящены многочисленные публикации российских и зарубежных авторов (Семенютина А.В., 2018; Жукова О. И., Крючков С. Н., 2016; Морозова Е.В. и др., 2018; Бабошко О.И., 2011; Танюкевич В.В. и др., 2015, 2020; Guoqing Li. 2014 и др.). Изучению остальных (розовоцветковых) видов уделялось значительно меньше внимания. Из научных работ, опубликованных в последние годы, можно отметить (Виноградова Ю.К. и др., 2012, 2013; Мазуренко В.Д., 2008, 2013; Карпун Ю.Н., 2010; Jerzy Z., Grzegorz B. и др., 2015).

Цель и задачи. Целью работы являлось выявление устойчивых хозяйственно-значимых представителей родового комплекса *Robinia* и обоснование их использования в объектах озеленения Волгоградской области.

В задачи исследований входило:

- изучить опыт культивирования и историю интродукции видов *Robinia*;
- выявить особенности роста и сезонного развития;
- определить отношение к основным повреждающим факторам среды;
- провести комплексную оценку жизнеспособности и перспективности интродукции в различных лесомелиоративных районах;
- определить перспективы использования видов и форм рода *Robinia* в объектах зеленого строительства и разработать научные принципы проектирования и реконструкции робиниевых насаждений;
- отработать технологические приемы размножения и производства посадочного материала для озеленения населенных пунктов.

Научная новизна. Впервые обобщён опыт интродукции рода *Robinia* в полупустынных и сухостепных агролесомелиоративных районах Волгоградской области, а также определен таксономический состав родового комплекса, включающий один культивар, одну гибридную и шесть клональных форм,

относящихся к четырем разновидностям трех видов. Определены закономерности роста, развития, особенности формирования и строения крон робиний в условиях региона. Установлена толерантность к основным повреждающим факторам среды и выявлены фенотипические и генотипические механизмы адаптации к ним. Изучены фенологические ритмы сезонного развития и проведено биоэкологическое обоснование расширения ареалов культивирования представителей рода *Robinia*. Определены приемы использования родового комплекса в объектах зеленого строительства. Разработаны научные принципы проектирования и реконструкции робиниевых насаждений, адаптированы технологии размножения и производства посадочного материала.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в расширении гетерогенности озеленительных и лесозащитных древесных насаждений Волгоградской области за счёт введения в широкую культуру новых адаптированных представителей родового комплекса. Полученные данные по росту, развитию и архитектонике крон могут быть использованы в практике садово-паркового строительства при создании озеленительных и защитных лесных насаждений. Разработанные технологии размножения и выращивания применяются в питомниках древесных растений для производства посадочного материала. Научные принципы проектирования и реконструкции робиниевых насаждений являются теоретической базой создания и содержания объектов озеленения Волгоградской области с участием представителей родового комплекса *Robinia*.

Методология и методы исследования. Диссертационное исследование базируется на методологии интродукционных испытаний с использованием оценки по данным визуальных наблюдений, а также физиологических: лабораторных, вегетационных и полевых методов. В основу работы положены результаты исследований, проведенные на базе ФНЦ агроэкологии РАН в соответствии с Государственными заданиями: № 121041200197-8, 121041200195-4, АААА-А16-116032950058-8.

Основные научные положения, выносимые на защиту:

- перспективность интродукции видов, разновидностей и форм рода *Robinia* в различных агролесомелиоративных районах Волгоградской области определяется пределами их толерантности к основным повреждающим факторам окружающей среды;
- приемы использования представителей родового комплекса в объектах озеленения населенных пунктов зависят от особенностей роста, развития и декоративных свойств растений;
- принципы проектирования и реконструкции робиниевых насаждений основываются на биоэкологических свойствах и приемах использования растений в зеленом строительстве.

Достоверность полученных результатов обеспечивается выбором оптимальной методологии с современными методами исследований;

постановкой многолетних лабораторных и полевых экспериментов; использованием в качестве объектов одновозрастных насаждений, произрастающих в однотипных условиях; а также применением методов математической статистики и анализа данных.

Апробация работы. Результаты докладывались на научно-практических международных конференциях в Волгограде (2019, 2021), Астрахани (2019, 2021), Воронеже (2021), Саратове (2021), а также на молодежном научном форуме «ЛОМОНОСОВ-2020» (Москва: МГУ, 2020).

Публикации. Основные результаты опубликованы в 17 работах, две из которых проиндексированы в журналах ВАК Минобрнауки РФ. Общий объем составляет 10,55 п. л. На долю автора приходится 8,16 п. л., или 77,35 %.

Объём и структура диссертации. Работа состоит из введения, 6 глав, заключения, предложений к производству, перспектив дальнейшего развития темы, списка литературы, включающего 203 источника, из которых 77 на иностранном языке. Текст работы изложен на 154 страницах основного текста, включает 72 рисунка и 16 таблиц.

Благодарности. Автор выражает благодарность научному руководителю и наставнику, доктору сельскохозяйственных наук, профессору, А.В. Семенютиной.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

1.1 История интродукции представителей рода *Robinia*

Внедрение *Robinia pseudoacacia* в защитные древесные насаждения Волгоградской области началось в 1903 году (Зеленяк А.К., Иозус А.П., 2003). Первый научный опыт интродукции представителей родового комплекса в Волгограде был получен в 1940-1941 годах З.К. Шумилиной (Иозус А.П. и др., 2016). Масштабные испытания видов и форм рода в Волгоградской области проходили в 1970-х годах на базе ВНИАЛМИ (Хижняк Н.И., Семенютина А.В., 1984; Шутилов А.В., 1984). Позднее, по результатам многолетней аналитической селекции *R. pseudoacacia* были отобраны формы: мачтовая, морозоустойчивая и пирамидальная (Крючков С.Н., Жукова О.И., 2006).

1.2 Краткая характеристика рода *Robinia*

По результатам последних исследований род *Robinia* включает три розовоцветковых вида: *R. hispida* L., *R. neomexicana* Gray., *R. viscosa* Vent. и один белоцветковый – *R. pseudoacacia* L. (Peabody F.J., 1984; Jerzy Z., 2015). В условиях культуры встречаются декоративные формы и межвидовые гибриды (Ortiz P.L., 1999; Виноградова Ю.К., 2012). Естественные ареалы всех видов находятся в тёплом субтропическом климате, поэтому фактором,

лимитирующим расширение культивируемых ареалов в северном направлении, является недостаточная зимостойкость (рисунок 1).

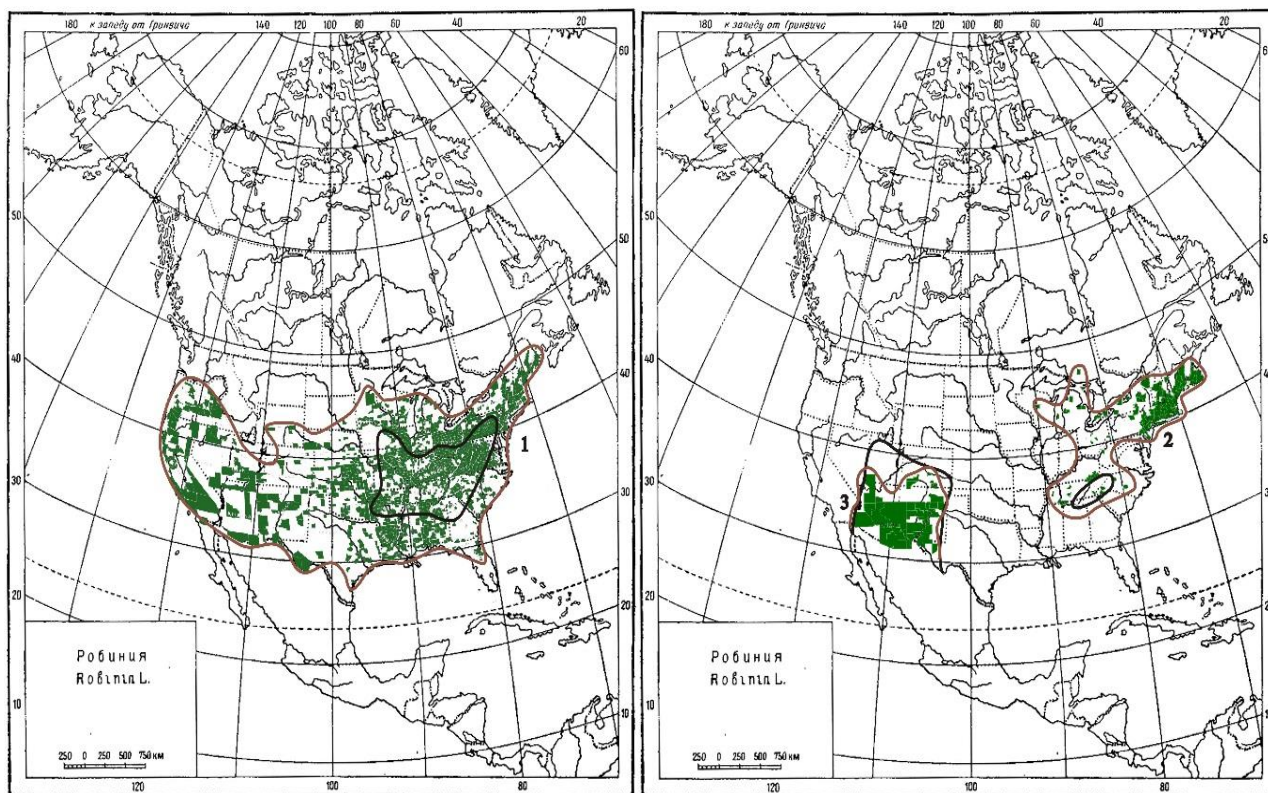


Рисунок 1 – Ареалы естественного и вторичного распространения видов рода *Robinia*: 1 – *R. pseudoacacia*, 2 – *R. viscosa*, 3 – *R. neomexicana*

Розовоцветковые виды культивируются главным образом как декоративные растения. *R. pseudoacacia* имеет высокое лесомелиоративное значение. Несмотря на масштабные интродукционные испытания и селекционную работу, Волгоградская область по-прежнему остается условной границей их широкого распространения.

2 ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ И АГРОЛЕСОМЕЛИОРАТИВНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Волгоградская область отличается сложными лесорастительными условиями: недостаточным количеством осадков, морозными зимами, частыми атмосферными и почвенными засухами. Среднегодовые температуры в период проведения исследований можно охарактеризовать как типичные для региона с общей тенденцией к повышению. По общему количеству осадков наиболее засушливым стал 2017 год, однако самое сильное повреждающее влияние на растения оказало неравномерное распределение осадков в 2020 году (рисунок 2). Растения, набравшие в весенне-летний период большую зеленую фитомассу, не смогли полноценно закончить вегетацию и подготовиться к зимнему периоду.

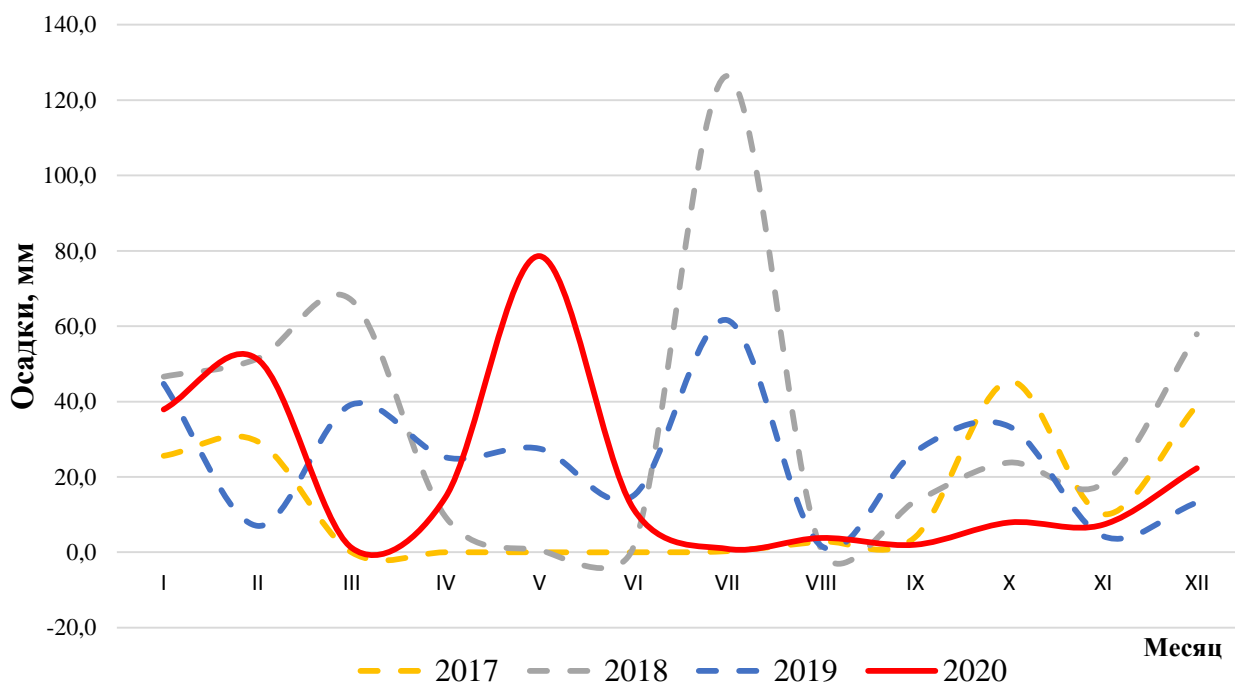


Рисунок 2 – Распределение суммы осадков по месяцам в период с 2017 - 2020 гг.

Дополнительное деструктивное влияние оказали на растения низкие декабрьские температуры со среднемесячным показателем $-7,9^{\circ}\text{C}$, что на $3,3^{\circ}\text{C}$ ниже климатической нормы, рассчитанной за 77-летний период метеонаблюдений (рисунок 3).

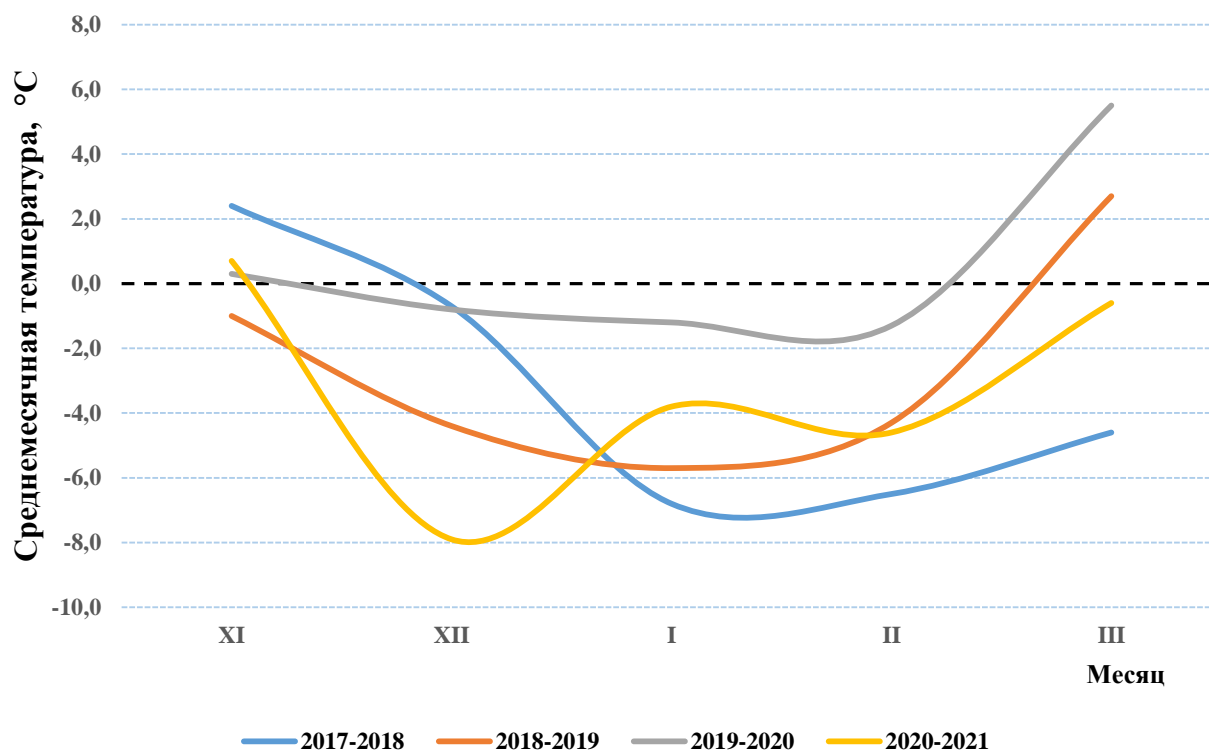


Рисунок 3 – Наступление климатической зимы и ход среднемесячных температур в зимние периоды 2017-2021 гг.

Несмотря на существенные различия агроклиматических характеристик Волгоградской области и районов естественного распространения на территории Северной Америки, методом иерархической кластеризации было установлено, что наиболее близкими для с. Ольховка, г. Котово, г. Волгограда, п. Елань, п. Рудня, с. Клетской, г. Урюпинска и п. Иловля оказались условия штатов Колорадо и Нью-Мексико. Штат Аризона, как самый засушливый среди исследуемых регионов, можно сравнить с полупустынными и некоторыми сухостепными районами Волгоградской области, в которых находятся такие населенные пункты как: п. Быково, г. Ленинск, г. Палласовка, п. Эльтон, п. Тингута, г. Дубовка и г. Камышин (рисунок 4).

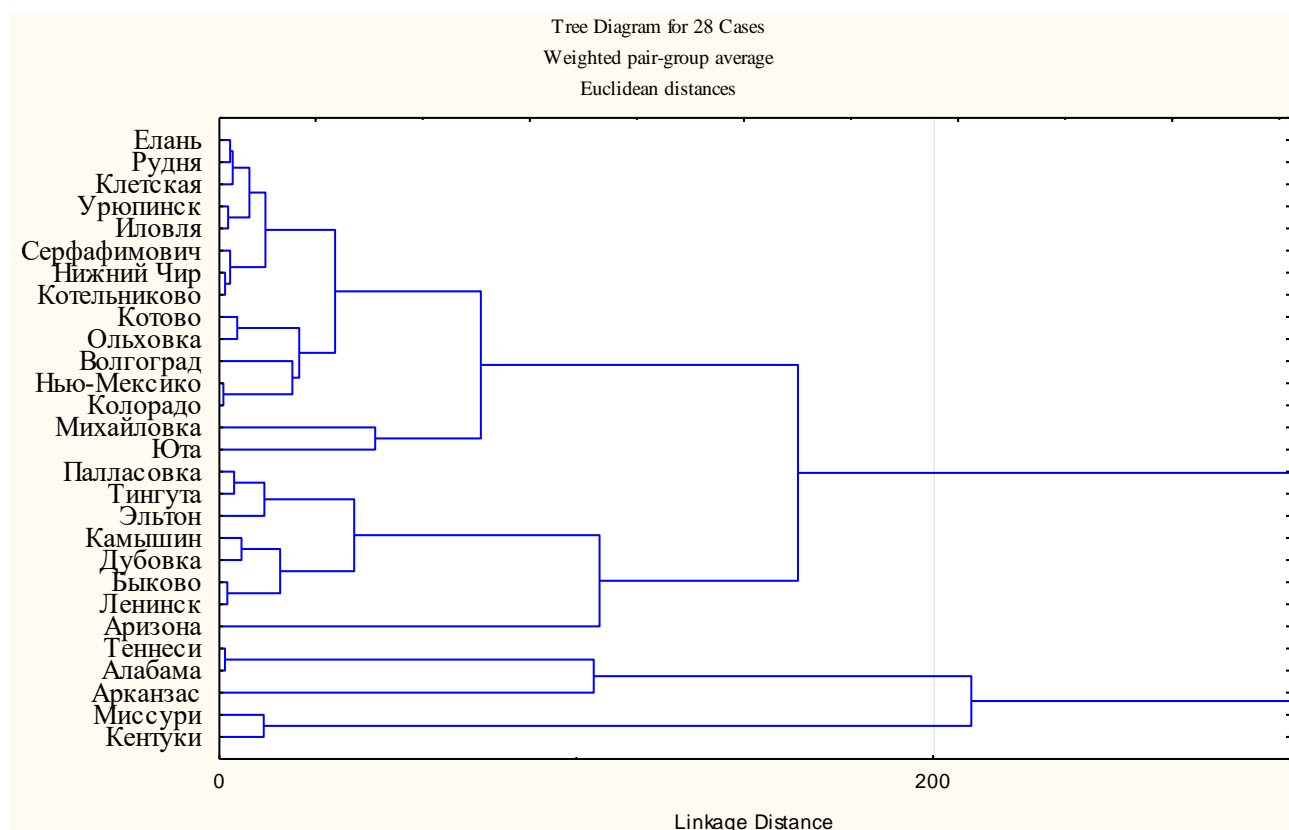


Рисунок 4 – Дендрограмма сходства климатических показателей ареалов естественного и вторичного распространения видов рода *Robinia*

На основе анализа сходства климатических показателей регионов (доноров и пунктов интродукции) установлено, что преимущество перед другими видами имеет *R. neotexicana*, ареал естественного распространения которой лежит на территории штатов: Юта, Нью-Мексико, Аризона и Колорадо.

3 ПРОГРАММА, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве объектов выбраны одновозрастные робиниевые насаждения в кластерных дендрологических коллекциях ФНЦ агроэкологии РАН, лесосеменных коллекционных плантаций Кировского лесничества

Волгоградского лесхоза, а также объектов озеленения общего и ограниченного пользования г. Волгограда и г. Волжского (таблица 1).

Таблица 1 – Расположение интродукционных популяций в соответствии с агролесомелиоративным районированием Волгоградской области

№ п.п.	Пункт интродукции	Агролесомелиоративный район
1	Питомник древесных растений Нижневолжской станции по селекции лесных культур ФНЦ агроэкологии РАН (г. Камышин 50.077749°N, 45.367850°E)	Волго-Донской сухостепной
2	Кластерный дендрологический парк ВНИАЛМИ (г. Волгоград, Советский район 48.644513°N, 44.437031°E)	Ергенинско-Сарпинский полупустынный
3	Лесосеменные коллекционные плантации на территории Кировского лесничества Волгоградского лесхоза (г. Волгоград, Кировский район 48.617162°N 44.373890°E).	
4	Территория административного и лабораторного корпусов ФНЦ агроэкологии РАН (г. Волгоград, Советский район 48.648668°N, 44.435287°E)	
5	Питомник древесных растений ФНЦ агроэкологии РАН (г. Волгоград, Советский район (48.631616°N 44.423020°E).) и озеленительные насаждения территории ВОЛГУ (г. Волгоград, 48.641656°N 44.431266°E).	
6	Объекты озеленения общего и ограниченного пользования Центрального района (г. Волгоград, 48.714435°N 44.522379°E) и Советского района (г. Волгоград, 48.657598°N 44.438422°E).	
7	Объекты озеленения г. Волжского (Волгоградская область, г. Волжский, 48.789792°N 44.767318°E).	Волго-Уральский полупустынный

Исследования проводились с 2017 по 2021 гг. с использованием общепринятых методов оценки результатов интродукции по данным визуальных наблюдений (Лапин П.И., Сиднева С.В., 1973; Семенютина А.В., Долгих А.А., Хужахметова А.Ш., Зеленьяк А.К., 2010), по показателям фенологической атипичности (Зайцев Г.Н., 1991, 1984), которые рассчитываются по формуле (1), по показателям водоудерживающей способности (Полевой, 2001) и др.

$$\Phi_1 = \frac{1}{n} \sum \frac{a_i - M_i}{\sigma_i}; \quad (1)$$

где: Φ_1 – показатель атипичности; a – средние даты наступления фенологических фаз развития изучаемых растений; σ , M – средние квадратические отклонения и медианы всего массива фенодат; n – количество изучаемых фенофаз; i – порядковый номер фенологической фазы.

Статистическая обработка полученных данных проводилась в прикладной программе «MS Excel» с использованием стандартных алгоритмов: среднее арифметическое (с абсолютной и относительной ошибками), коэффициент вариации и стандартное отклонение. Классификационный анализ проводили методом иерархической кластеризации с использованием компьютерной программы «Statistica 12».

4 РОСТ И РАЗВИТИЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *ROBINIA* В УСЛОВИЯХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

4.1 Особенности роста в насаждениях региона

Представители родового комплекса в условиях Волгоградской области отличаются хорошими таксационными показателями (таблица 2).

Таблица 2 – Таксационная характеристика робиниевых насаждений

Объекты	Тип по-садок	Воз-раст (лет)	Вы-сота (м)	Диа-метр (см)	Индекс мно-гоствольности	Проекция кроны (м)
<i>Robinia neotexicana</i> var. <i>rusbyi</i> г. Волгоград, Советский район 48.657598°N 44.438422°E).	груп-повая	20	7,85 $\sigma = 0,75$	7,52 $\sigma = 1,94$	1,9 $\sigma = 0,24$	4,75 x 5,72 $\sigma = 0,45-0,63$
<i>Robinia neotexicana</i> ф. светло-фиолетовая г. Волгоград, Советский район 48.631616°N 44.423020°E.	груп-повая	20	7,51 $\sigma = 0,58$	7,0 $\sigma = 2,75$	2,5 $\sigma = 0,52$	4,54 x 5,48 $\sigma = 1,46-1,53$
<i>Robinia neotexicana</i> ф. светло-розовая г. Волгоград, Советский район 48.631616°N 44.423020°E.	груп-повая	20	5,42 $\sigma = 0,38$	5,52 $\sigma = 2,05$	2,4 $\sigma = 0,32$	3,92 x 5,35 $\sigma = 0,42-0,71$
<i>Robinia neotexicana</i> var. <i>neotexicana</i> г. Волгоград, Советский район 48.631616°N 44.423020°E.	массив	20	7,20 $\sigma = 0,35$	5,85 $\sigma = 2,26$	2,33 $\sigma = 0,52$	3,67 x 4,07 $\sigma = 0,83-1,01$
<i>Robinia pseudoacacia</i> г. Волгоград, Советский район: 48.631616°N 44.423020°E.	груп-повая	20	10,85 $\sigma = 0,69$	8,29 $\sigma = 3,99$	1,75 $\sigma = 1,83$	5,35 x 6,15 $\sigma = 0,53-0,83$
<i>Robinia pseudoacacia</i> f. <i>pyramidalis</i> г. Волгоград, Кировский район: 48.617162°N 44.373890°E.	рядо-вая	20	9,04 $\sigma = 0,72$	6,9 $\sigma = 3,32$	5,2 $\sigma = 1,54$	2,4 x 2,6 $\sigma = 1,09-1,72$
<i>Robinia pseudoacacia</i> f. <i>umbraculifera</i> г. Волжский, ул. Энгельса: 48.789792°N 44.767318°E.	рядо-вая	30	5,29 $\sigma = 0,19$	34,8 $\sigma = 3,56$	1 $\sigma = 0,00$	4,28 x 5,32 $\sigma = 0,76-1,23$
<i>Robinia viscosa</i> var. <i>hartwegii</i> г. Волгоград, Центральный район: 48.714435°N 44.522379°E)	груп-повая	20	5,25 $\sigma = 1,13$	14,4 $\sigma = 2,51$	1 $\sigma = 0,00$	3,52 x 4,28 $\sigma = 0,58-0,59$
<i>Robinia pseudoacacia</i> × <i>Robinia neotexicana</i> г. Волгоград, Советский район: 48.631616°N 44.423020°E.	груп-повая	20	9,25 $\sigma = 1,15$	7,91 $\sigma = 2,45$	1,8 $\sigma = 1,52$	5,15 x 6,05 $\sigma = 0,83-1,45$

Высоким ростом отличаются типичные представители *Robinia pseudoacacia* и межвидовой гибрид *Robinia pseudoacacia* × *Robinia neotexicana*, а самыми низкорослыми можно считать *R. viscosa* var. *hartwegii*, *Robinia pseudoacacia* f. *umbraculifera*, *Robinia neotexicana* ф. светло-розовая.

4.2 Особенности строения и развитие кроны

Развитие и формирование кроны представителей рода *Robinia* происходит в процессе реализации генетически обусловленной архитектурной модели под влиянием экологических факторов среды обитания, главными из которых являются: гидрологический режим, освещенность и ветровая нагрузка. Установлено, что для *R. pseudoacacia* типичной является раскидистая форма кроны, а *R. neomexicana* и *R. viscosa* – узкоовальная и купольная соответственно. После радикальной омолаживающей обрезки *R. pseudoacacia* формирует округло-овальную, *R. neomexicana* – округловерхнеовальную, а *R. viscosa* – ширококупольную или зонтичнокупольную форму кроны (рисунок 5).

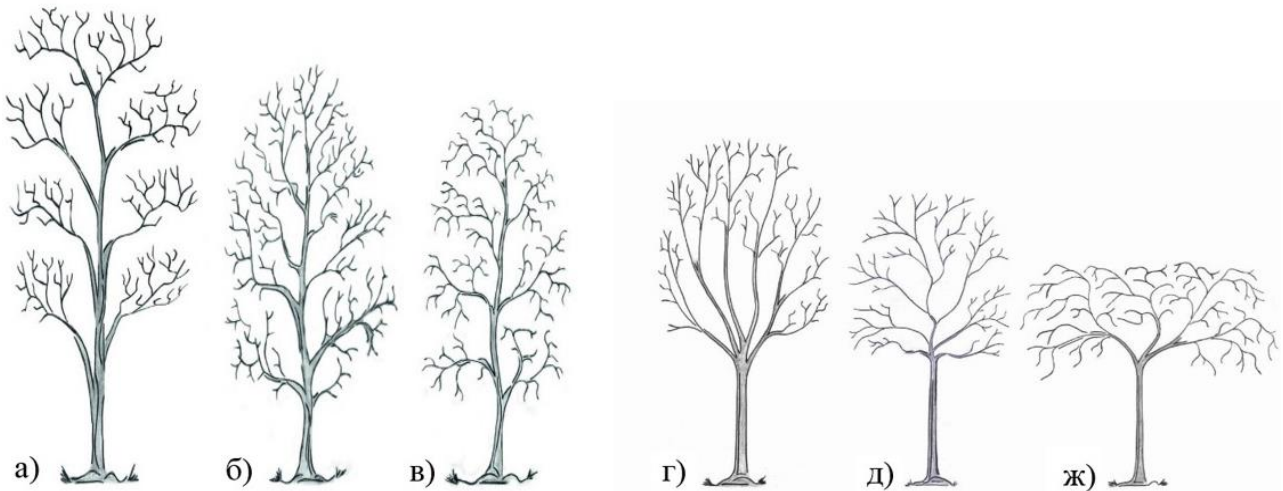


Рисунок 5 – Типичные формы кроны при формировании одноствольной жизненной формы: а) *Robinia pseudoacacia*, б) *Robinia neomexicana*, в) *Robinia viscosa* и трансформация кроны после радикальной обрезки на высоте 3-3,5 м.: г) *Robinia pseudoacacia*, д) *Robinia neomexicana*, ж) *Robinia viscosa*

Существенную трансформацию кроны всех типов претерпевают в процессе онтогенеза (рисунок 6). Старение кроны в сухостепных условиях на лесопригодных почвах начинается в возрасте 25-30 лет.

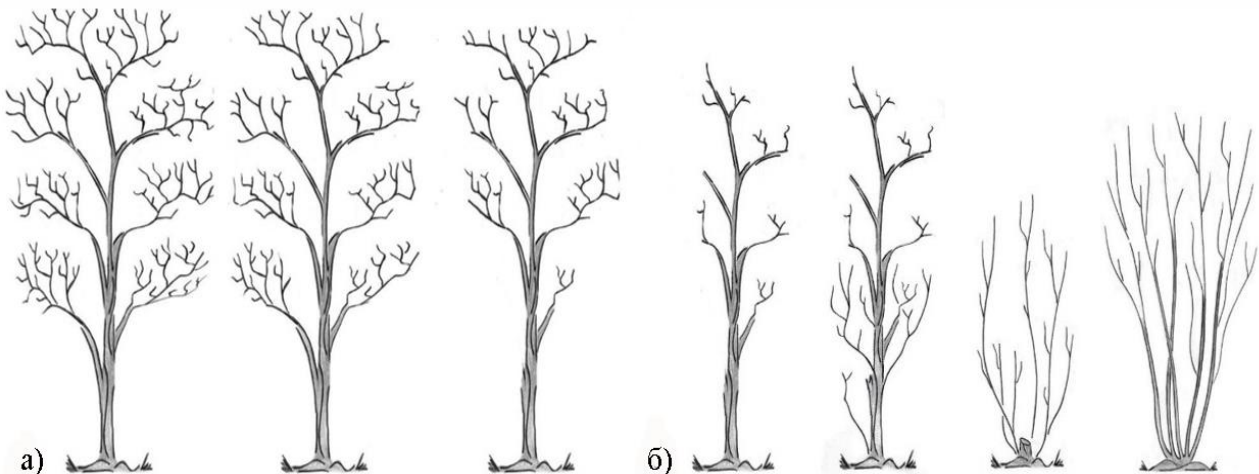


Рисунок 6 – *Robinia pseudoacacia*: а) старение кроны, б) вегетативное возобновление роста и смена жизненной формы в онтогенезе

У сенильных экземпляров одноствольных деревьев (30-35 лет) значительно увеличивается асимметричность, кроны приобретают раскидистую или флагообразную форму. В дальнейшем процессы старения могут приводить к потере центрального проводника и трансформации жизненной формы в многоствольное аэроксильное или геоксильное дерево.

4.3 Фенологические ритмы сезонного развития

Основные фенологические фазы на широте г. Волгограда наступают в оптимальные сроки, характерные для цветковых древесных растений. По отношению к среднестатистическим срокам все представители поздно начинают и поздно заканчивают вегетацию (рисунок 7).

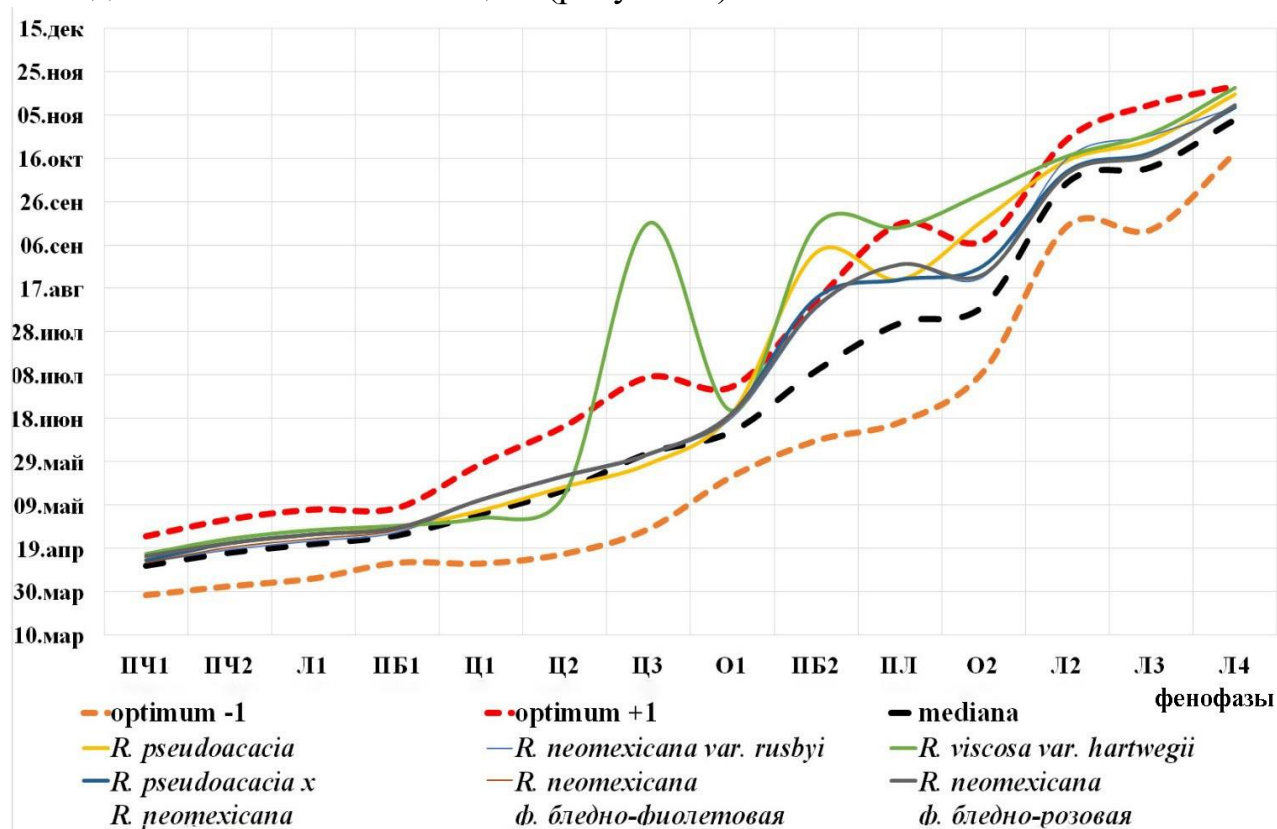


Рисунок 7 – Соответствие среднестатистических сроков наступления фенологических фаз развития представителей рода *Robinia* и оптимальных сроков развития цветковых древесных растений Волгоградской агломерации: Пч1 – набухание почек, Пч2 – раскрытие почек, Пб1 – начало линейного роста побегов, Пб2 – окончание линейного роста побегов, О1 – начало одревеснения побегов, О2 – полное одревеснение побегов, Л1 – обособление листьев, Л2 – появление осенней окраски листьев, Л3 – начало осеннего листопада, Л4 – окончание листопада, Ц1 – бутонизация, Ц2 – начало цветения, Ц3 – окончание цветения, ПЛ – созревание плодов

Фенологическая атипичность находится в нижней половине нормального диапазона с показателями от +0,96 (*R. pseudoacacia* f. *umbraculifera*) до +0,3 (*R. neotexicana* f. светло-фиолетовая) (рисунок 8), что свидетельствует о соответствии циклов их сезонного развития вегетационному периоду пункта интродукции.

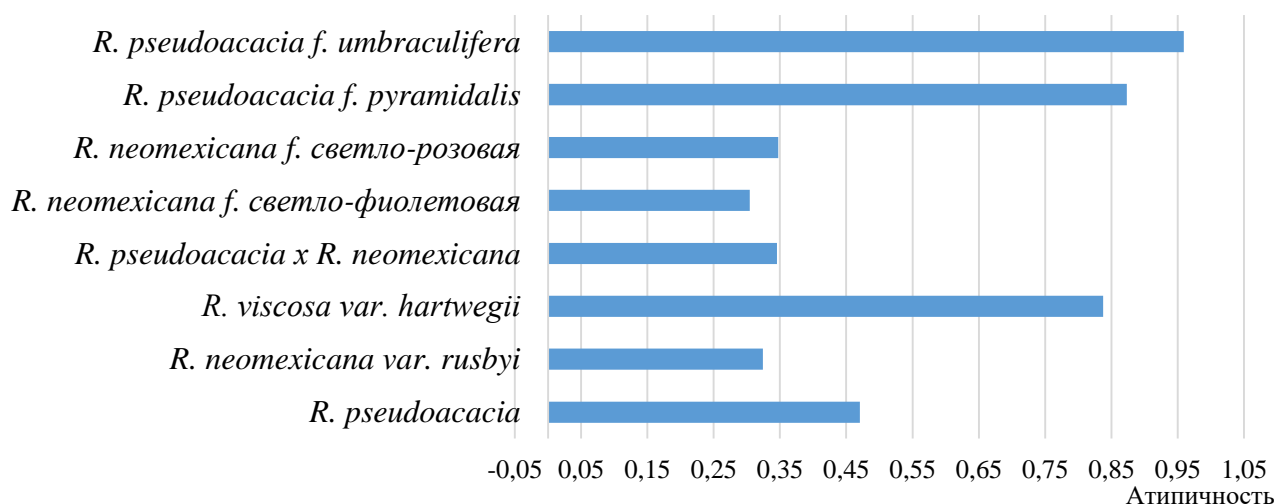


Рисунок 8 – Показатель фенологической атипичности видов, разновидностей и форм рода *Robinia*

R. viscosa var. *hartwegii*, *R. pseudoacacia* f. *pyramidalis* и *R. pseudoacacia* f. *umbraculifera* имеют показатель атипичности в диапазоне от +0,8 до +1. Сезонные ритмы их развития находятся на краю области нормы и приближаются к значениям от +1 до +2, характерным для неморозостойких растений. Северная граница ареала широкой культуры данных видов находится на широте Волгоградской агломерации и дальнейшее продвижение их в регионы с более суровым климатом возможно только в экспериментальных насаждениях.

Все формы, разновидности и гибриды *R. neomexicana*, а также *R. pseudoacacia* имеют показатель фенологической атипичности от +0,3 до +0,47. Самыми зимостойкими, несомненно, являются *R. neomexicana* и межвидовой гибрид *R. pseudoacacia* × *R. neomexicana*. Они могут с успехом выращиваться даже в северных районах Волгоградской области. Показатель фенологической атипичности этих растений лежит в диапазоне от +0,3 до +0,35.

По продолжительности роста, исследуемые виды, разновидности и формы выделены три группы. Коротким периодом роста отличаются формы, разновидности, а также гибриды *R. neomexicana* (102-106 дней). Средняя продолжительность роста побегов наблюдается у *R. pseudoacacia* и ее форм (125-129 дней). Самая большая продолжительность зафиксирована у представителей *R. viscosa* var. *hartwegii* (138 дней).

5 БИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА, ДЕКОРАТИВНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

5.1 Морфобиологическая характеристика и декоративность

Изучение морфобиологических особенностей позволило установить, что в Волгоградской области культивируется один сорт, шесть клональных и одна гибридная форма, относящиеся к четырем разновидностям трех видов родового комплекса (рисунок 9). Изменчивость морфологических и биоэкологических

признаков в условиях культуры свидетельствует о высоком уровне их пластичности и способности изменяться под влиянием неблагоприятных факторов среды.

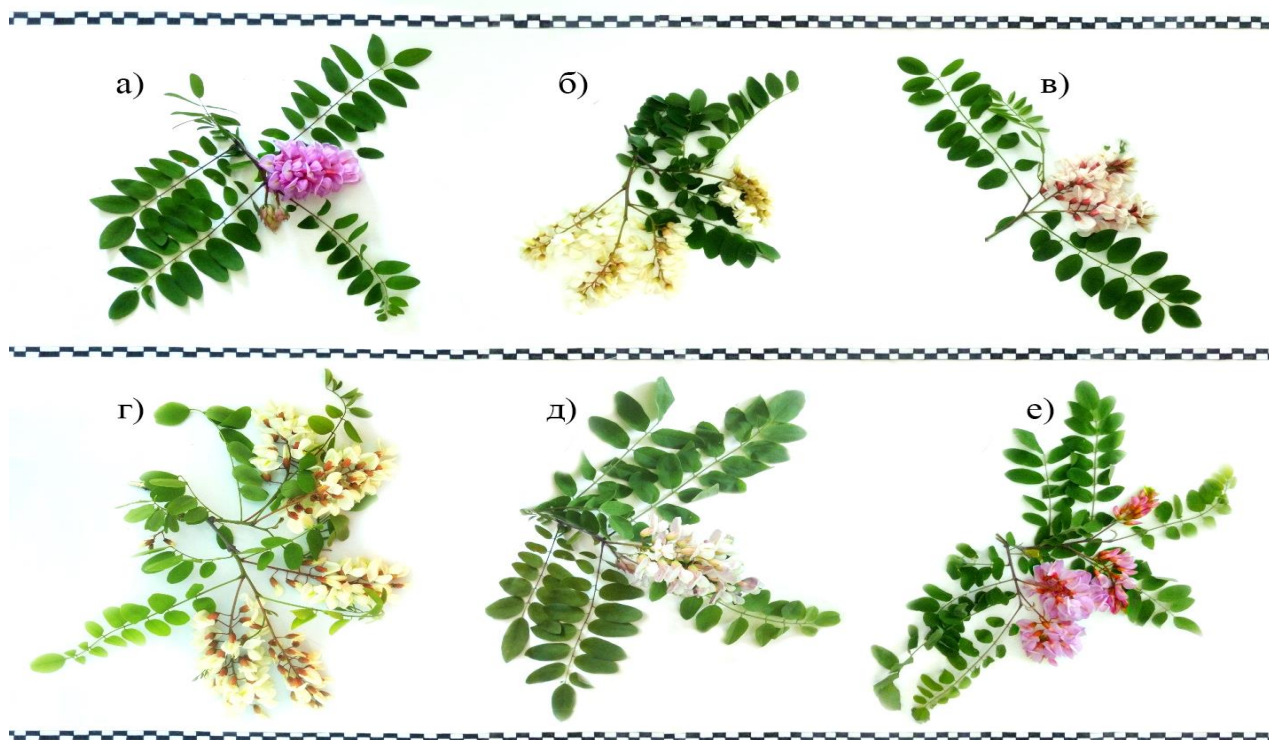


Рисунок 9 – Представители родового комплекса в фондовых коллекциях ФНЦ агроэкологии РАН: а) Р. клейкая - *R. viscosa* var. *hartwegii*; б) Р. псевдоакация - *R. pseudoacacia*; в) Р. новомексиканская - *R. neomexicana* ф. светло-розовая; г) гибрид *R. pseudoacacia* x *R. neomexicana*; д) Р. новомексиканская - *R. neomexicana* ф. светло-фиолетовая; е) Р. новомексиканская - *R. neomexicana*

Анализ биоморфологических свойств позволил определить наиболее перспективные декоративно-цветущие формы, отличающихся оригинальной окраской цветков (*R. neomexicana* ф. светло-розовая, *R. neomexicana* ф. светло-фиолетовая) и выделить вид с наиболее плотными соцветиями и продолжительным цветением (*R. viscosa* var. *hartwegii*).

5.2 Отношение к повреждающим факторам среды

По данным наблюдений большинство представителей имеют хорошую зимостойкость. Исключение составляют *R. pseudoacacia* f. *umbraculifera* и *R. pseudoacacia* f. *pyramidalis*, у которых наблюдается ежегодное подмерзание однолетнего прироста, а в отдельные суровые зимы повреждаются многолетние побеги (рисунок 10). Зимой 2006 года при минимальной температуре – 37 °С образцы *R. pseudoacacia* f. *umbraculifera* в фондовых коллекциях ФНЦ агроэкологии РАН полностью вымерзли, наблюдалось подмерзание многолетних побегов у *R. Pseudoacacia*, *R. viscosa*. Самыми морозостойкими оказались представители *R. neomexicana* и межвидовые гибриды *R. pseudoacacia* x *R. neomexicana*.

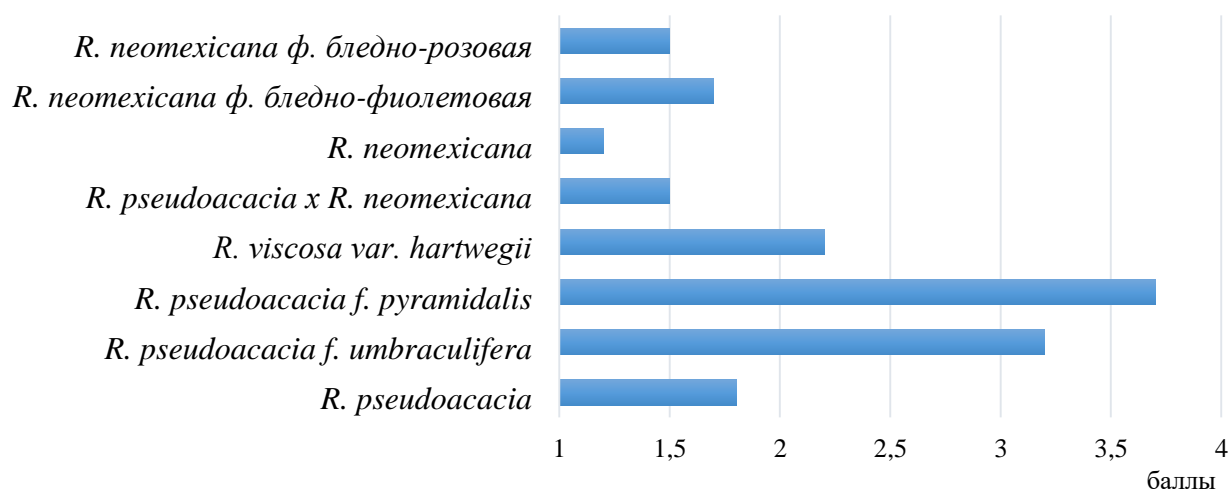


Рисунок 10 – Зимостойкость представителей родового комплекса *Robinia*

Таким образом, недостаточная зимостойкость является основным сдерживающим фактором расширения культивируемых ареалов представителей родового комплекса в северном направлении.

Оценка степени засухоустойчивости по водоудерживающей способности показала, что низкие показатели ВУС имеют декоративные формы *R. pseudoacacia* f. *pyramidalis* и *R. pseudoacacia* f. *umbraculifera* (таблица 3).

Таблица 3 - Водоудерживающая способность тканей листьев представителей рода *Robinia*, выраженная в % отношении потерянной воды к первоначальному содержанию после экспозиции 24 часа

Виды, разновидности и формы рода <i>Robinia</i>	2019, %	2020, %	2021, %	Среднее
<i>R. pseudoacacia</i> f. <i>pyramidalis</i>	94,2	98,9	99,6	97,6±1,70
<i>R. pseudoacacia</i> f. <i>umbraculifera</i>	91,7	96,2	99,7	95,8±2,32
<i>R. viscosa</i> var. <i>hartwegii</i>	89,2	97,1	96,0	94,1±2,47
<i>R. pseudoacacia</i>	89,8	93,0	98,7	93,8±2,60
<i>R. pseudoacacia</i> x <i>R. neomexicana</i>	87,0	90,5	95,7	91,1±2,53
<i>R. neomexicana</i> ф. светло-фиолетовая	78,4	83,2	87,6	83,1±2,66
<i>R. neomexicana</i> ф. светло-розовая	79,4	86,1	87,8	84,5±2,56
<i>R. neomexicana</i> var. <i>rusbyi</i>	71,6	77,2	81,7	76,8±2,92
Среднее по годам	85,2 ±2,77	90,3 ±2,68	93,4 ±2,39	

Низкая засухоустойчивость данных форм связана с их слабой зимостойкостью и, как следствие, плохой жизнеспособностью. Быстрые темпы потери воды *R. viscosa* var. *hartwegii* являются видоспецифичным генетически обусловленным признаком, что подтверждается ареалом естественного распространения этого вида, который находится в восточной части Северной Америки в зоне широколиственных лесов. Напротив, высокие показатели ВУС имеют типичные представители и декоративные формы *R. neomexicana* с ареалом естественного распространения в западной части североамериканского континента.

5.3 Комплексная биоэкологическая оценка перспективности интродукции

Результаты иерархической кластеризации по биоэкологическим параметрам позволили установить, что представители с высокой жизнеспособностью, относящиеся к основному и дополнительному ассортименту, группируются в один крупный кластер, тогда как другую группу образуют декоративные формы *R. pseudoacacia*, относящиеся к ассортименту ограниченного использования (рисунок 11).

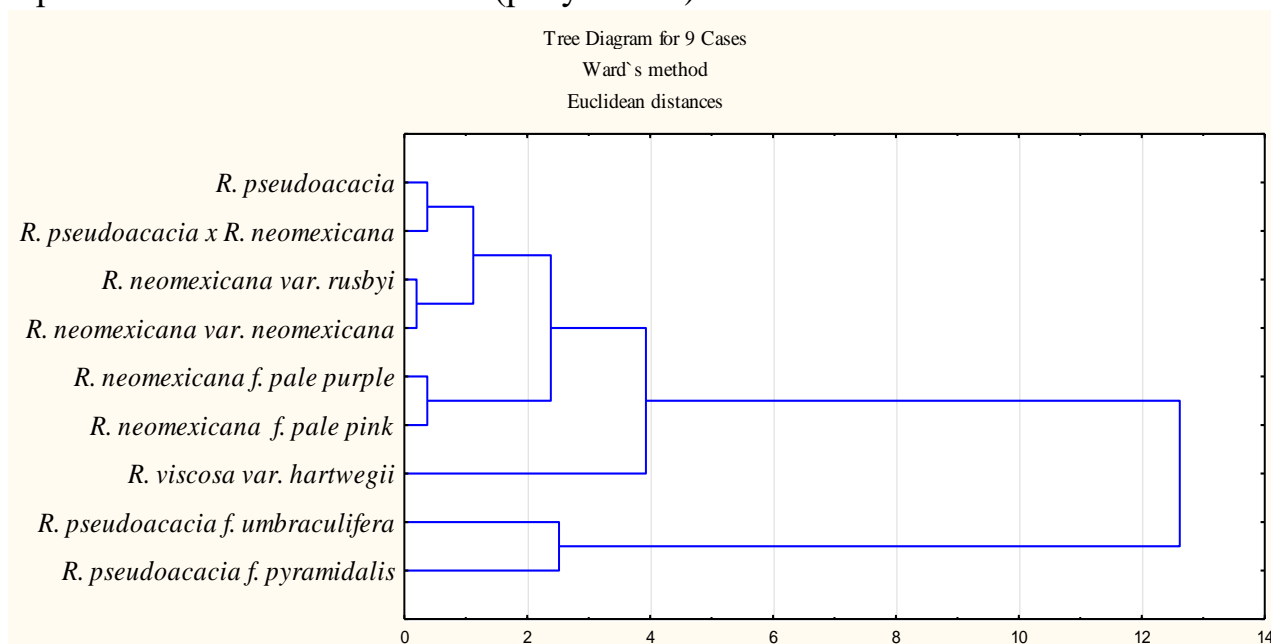


Рисунок 11 – Кластеризация представителей родового комплекса по показателям биологической устойчивости

Комплексная оценка по биоэкологическим показателям определила перспективность использования представителей рода *Robinia* в различных агролесомелиоративных районах Волгоградской области (таблица 4).

Таблица 4 – Перспективность представителей родового комплекса для различных агролесомелиоративных районов Волгоградской области

Таксоны	Волго-Уральский полупустынный	Волго-Донской степной	Волго-Уральский сухостепной	Ергенинско-Сарпинский полупустынный	Волго-Донской сухостепной
<i>R. pseudoacacia</i>	В/Д	Д	Д	В	В/Д
<i>R. pseudoacacia</i> f. <i>umbraculifera</i>	Н/О	Н	Н	Д	Н/О
<i>R. pseudoacacia</i> f. <i>pyramidalis</i>	Н/О	Н	Н	Д	Н/О
<i>R. neomexicana</i>	В	В	В	В	В
<i>R. neomexicana</i> f. <i>light purple</i>	Д	Д	Д	Д	Д
<i>R. neomexicana</i> f. <i>light pink</i>	Д	Д	Д	Д	Д
<i>R. viscosa</i> var. <i>hartwegii</i>	Д/О	О	О	Д	О/Д
<i>R. pseudoacacia</i> x <i>R. neomexicana</i>	Д	Д	Д	Д	Д

В – ведущий; Д – дополнительный; О – ограниченный; Н – нерекомендуемый ассортимент

В Волго-Уральском сухостепном и Волго-Донском степном районе для широкого внедрения в культуру (ведущий ассортимент) можно рекомендовать только *R. neomexicana* (как самый морозостойкий вид). Широкая культура *R. pseudoacacia* целесообразна в южной части Волго-Донского сухостепного района, а также в Волго-Уральском полупустынном и в Ергенинско-Сарпинском полупустынном районах. Низкая морозостойкость и невысокая репродуктивная способность *R. viscosa* var. *hartwegii* позволяет отнести ее к ограниченному и дополнительному ассортименту различных агролесомелиоративных районов, а слабая морозостойкость и отсутствие семенных способов размножения декоративных форм *R. pseudoacacia* ограничивает их использование до южной части Волго-Донского сухостепного района и полупустынных районов Волгоградской области. Использование декоративных и гибридных форм *R. neomexicana* в качестве дополнительного ассортимента рекомендуется в связи с отсутствием достаточного объема маточных насаждений для организации производства посадочного материала.

5.4 Приемы использования в объектах зеленого строительства

Приемы использования представителей родового комплекса в объектах озеленения населенных пунктов разрабатывались с учетом особенностей роста, развития и декоративных свойств растений. Анализ данных позволил определить оптимальные сочетания представителей рода *Robinia* для однородных древесных групп на основе декоративной совместимости по окраске цветков, продолжительности цветения и высоте растений (рисунок 12).

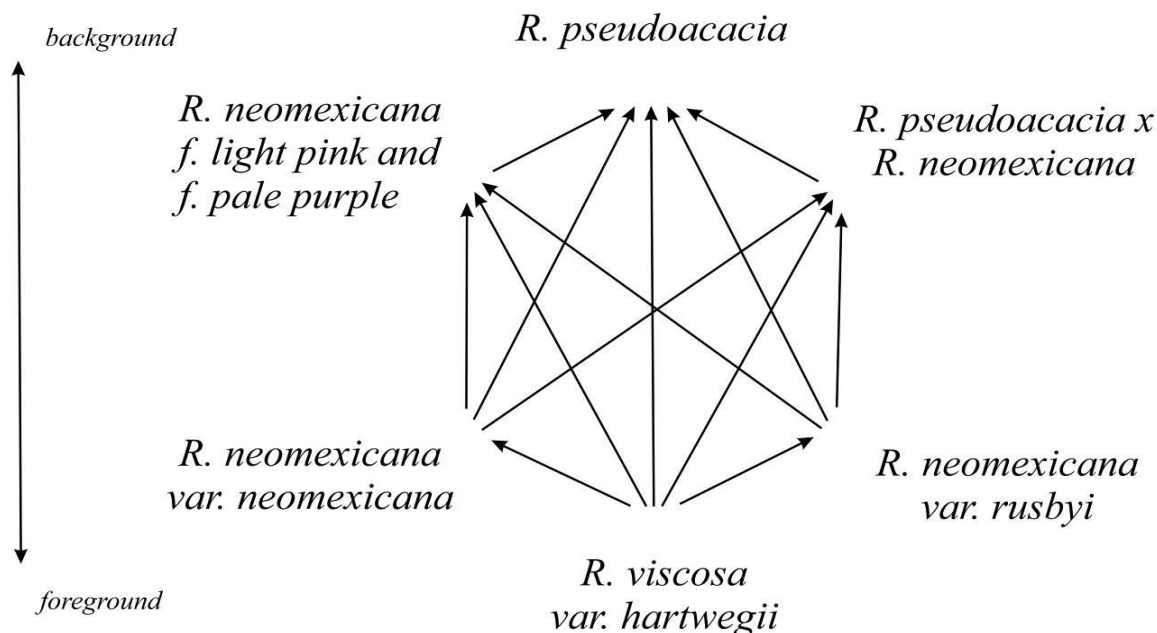


Рисунок 12 – Схема декоративной совместимости и размещения представителей рода *Robinia* с учетом окраски цветков, продолжительности декоративного периода и высоты растений

В результате проведенных исследований установлены виды, разновидности и формы рода *Robinia* перспективные для создания насаждений различного типа: древесных массивов (*R. pseudoacacia*), роц (*R. neomexicana*, *R. pseudoacacia* × *R. neomexicana*), аллей (*R. pseudoacacia* f. *pyramidalis*, *R. pseudoacacia* f. *umbraculifera*), солитеров (*R. viscosa* var. *hartwegii*).

5.5 Принципы проектирования и реконструкции робиниевых насаждений

Принципы проектирования и реконструкции робиниевых насаждений были определены в процессе подготовки проекта реновации дендрологических коллекций Кластерного дендрологического парка ВНИАЛМИ. В основу проектных предложений положены биоэкологические особенности и основные приемы использования представителей родового комплекса. На этапе проведения предпроектных работ предложено использование ортофотоплана, для разработки которого определены оптимальные сроки проведения аэрофотосъемок и установлены основные цветовой таксационно-дешифровочные показатели древесных растений *Robinia* (рисунок 13).



Рисунок 13 – Цветовые таксационно-дешифровочные показатели различных представителей рода *Robinia*: 1 – *R. neomexicana*; 2 – *R. Neomexicana* ф. светло-розовая; 3 – *R. pseudoacacia*; 4 – *R. viscosa* var. *hartwegii*; 5 – сухостойные растения

Установлено, что, несмотря на различное целевое назначение, можно выделить общие принципы проектирования и реконструкции: принцип соответствия общему проекту благоустройства и нормативно-правовой базе; биоэкологический, систематический и географический принципы.

6 ПРИЕМЫ РАЗМНОЖЕНИЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБОГАЩЕНИЯ ОЗЕЛЕНИТЕЛЬНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ПРЕДСТАВИТЕЛЯМИ РОДА *ROBINIA*

6.1 Технологические приемы размножения и выращивания

Разработана технология размножения представителей рода *Robinia*, которая обеспечивает производство сеянцев высотой от 31,3 см (*R. viscosa*) до 45,5 см (*R. pseudoacacia*) в сухостепных условиях в течение одного года при существующих отраслевых стандартах 25,0 см для степной зоны Европейской территории России (таблица 5).

Таблица 5 – Характеристика сеянцев различных видов рода *Robinia* в конце вегетационного периода

Вид	Длина корня, см	Высота сеянца, см	Средняя масса корней, сухое вещество, г	Средняя масса надземной части, сухое вещество, г	Количество сеянцев на 1 м. кв.
<i>R. neomexicana</i>	21,0 $\sigma = 4,8$	39,4 $\sigma = 8,8$	1,0 $\sigma = 0,2$	4,0 $\sigma = 1,0$	29 $\sigma = 9$
<i>R. pseudoacacia</i>	25,0 $\sigma = 5,8$	45,5 $\sigma = 11,3$	1,1 $\sigma = 0,3$	4,4 $\sigma = 1,1$	52 $\sigma = 7$
<i>R. viscosa</i>	16,0 $\sigma = 3,6$	31,3 $\sigma = 8,5$	0,7 $\sigma = 0,2$	3,1 $\sigma = 0,8$	34 $\sigma = 9$

Формы с низкой репродуктивной способностью можно размножать корневыми (*R. viscosa*, *R. neomexicana* ф. светло-розовая, *R. neomexicana* ф. светло-фиолетовая) и зелеными (*R. Pseudoacacia* ф. *pyramidalis*) черенками, размножение штамбовых форм *R. pseudoacacia* ф. *umbraculifera* возможно способом прививки. Типичные представители *R. neomexicana*, *R. pseudoacacia* и их межвидовые гибриды целесообразно размножать семенным способом (таблица 6).

Таблица 6 – Рекомендуемые способы размножения представителей родового комплекса *Robinia*

Таксоны	Семенами	Прививкой	Зелеными черенками	Корневыми черенками	Отпрысками, отводками
<i>R. neomexicana</i> f. <i>light pink</i>		*		*	*
<i>R. neomexicana</i> f. <i>light purple</i>		*		*	*
<i>R. pseudoacacia</i> f. <i>pyramidalis</i>		*	*		
<i>R. pseudoacacia</i> f. <i>umbraculifera</i>		*			
<i>R. pseudoacacia</i> x <i>R. neomexicana</i>	*				
<i>R. pseudoacacia</i>	*				
<i>R. viscosa</i>	*	*			*
<i>R. neomexicana</i>	*				

6.2 Экономическая эффективность обогащения озеленительных насаждений представителями рода *Robinia*

Анализ биоэкологических особенностей представителей родового комплекса *Robinia* позволил установить, что эколого-экономическая эффективность создания робиниевых насаждений зависит от показателей жизнеспособности, а также определенных фитоценологических и биоценологических свойств растений, главными из которых являются: высокая жизненность, засухоустойчивость, регенеративная способность, резистентность к болезням и вредителям, азотфиксация, нектароносность и высокая светопропускная способность кроны.

При уровне естественной азотфиксации 300 кг/га чистого азота ежегодная экономия на минеральных азотных удобрениях в ценах 2021 г. составляет 30 882 руб./га в год. Высокая засухоустойчивость позволяет использовать робинию для создания насаждений лесопаркового типа без устройства систем орошения. Экономия на устройстве и обслуживании автоматических систем полива при создании неорошаемых робиниевых насаждений составляет 180000 руб./га в год.

Высокий регенеративный потенциал и темпы роста снижают затраты на производство саженцев различных представителей родового комплекса до 56250 руб./га. Суммарный экономический эффект от внедрения различных представителей рода робиния в озеленение населенных пунктов Волгоградской области составляет 267132 руб./га в год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлено, что основными лимитирующими факторами, влияющими на рост, развитие и состояние представителей рода *Robinia* в Волгоградской области являются зимние температуры до -37°C , а также плохая влагообеспеченность и неравномерное распределение осадков в течение вегетационного периода в сочетании с экстремально низкими температурами в осенне-зимний период. На основе анализа сходства климатических показателей регионов - доноров и пунктов интродукции выявлено, что преимущество перед другими видами имеет *R. neomexicana*, ареал естественного распространения которой лежит на территории США (штаты: Юта, Нью-Мексико, Аризона и Колорадо).

Определено, что в Волгоградской области культивируется один сорт, шесть клональных и одна гибридная форма, относящиеся к четырем разновидностям трех видов родового комплекса. Выявлены перспективные декоративно-цветущие формы, отличающихся оригинальной окраской цветков (*R. neomexicana* ф. светло-розовая, *R. neomexicana* ф. светло-фиолетовая) и определен вид с наиболее плотными соцветиями и обильным продолжительным цветением (*R. viscosa* var. *hartwegii*).

В условиях Волгоградской области *R. pseudoacacia* в 20-летнем возрасте достигает высоты 10,85 м ($\sigma = 0,69$) и проекции кроны 5,35 ($\sigma = 0,53$) x 6,15 ($\sigma = 0,83$); *R. neomexicana* - высоты 7,85 м ($\sigma = 0,75$) и проекции кроны 4,75 ($\sigma = 0,45$) x 5,72 ($\sigma = 0,63$). Самый низкорослый вид *R. viscosa* в аналогичных условиях достигает высоты 5,25 м ($\sigma = 1,13$) с проекцией кроны 3,52 ($\sigma = 0,58$) x 4,28 ($\sigma = 0,59$). Установлено, что для одноствольной жизненной формы *R. pseudoacacia* типичной является раскидистая форма кроны, а для *R. neomexicana* и *R. viscosa* – узкоовальная и купольная соответственно. Многоствольные жизненные формы *R. neomexicana* имеют преимущественно округловерхнеовальную крону, *R. viscosa* – округлокупольную. Строгие геометрические шаровидные и колоновидные формы характерны только для декоративных форм *R. pseudoacacia* f. *umbraculifera* и *R. pseudoacacia* f. *pyramidalis*. *R. pseudoacacia* после радикальной омолаживающей обрезки формирует округло-овальную, *R. neomexicana* – округло-верхнеовальную, а *R. viscosa* - ширококупольную или даже зонтично-купольную форму.

Все представители родового комплекса относятся к группе растений, поздно начинающих и поздно заканчивающих вегетацию. Фенологическая атипичность находится в нижней половине области нормы с показателями от +1 до 0, что свидетельствует о высоком уровне адаптации к климатическим условиям региона. В процессе многолетней акклиматизации многие интродуценты выработали ряд генотипических приспособлений и в настоящее время способны переносить экстремальные зимние температуры до - 37°C.

Изучаемые виды имеют высокие показатели жизнеспособности в трудных лесорастительных условиях Волгоградской области. Самая высокая репродуктивная способность (завязываемость семян более 70%) отмечена у *R. pseudoacacia* и ее межвидовых гибридов с *R. neomexicana*. Завязываемость семян типичных представителей *R. neomexicana* составляет более 60%, а *R. viscosa* от 40 до 50 %. Оценка потенциальной засухоустойчивости по водоудерживающей способности листьев показала, что более высокие показатели ВУС (потеря воды 76,8%) имеют типичные представители *R. neomexicana* с ареалом естественного распространения в западной засушливой части североамериканского континента. Низкими показателями (потеря воды 94,1%) отличается *R. viscosa* var. *hartwegii* с ареалом естественного распространения в районах муссонного субтропического климата восточной части Северной Америки, а также клональные декоративные формы *R. pseudoacacia*: f. *pyramidalis* и f. *umbraculifera* (потеря воды 97,6 – 95,8%), распространенные только в культуре и отличающиеся целым комплексом низких показателей биоэкологической устойчивости.

Комплексная оценка перспективности интродукции позволила дифференцировать ассортимент видов, разновидностей и форм рода *Robinia* по группам перспективности для различных агролесомелиоративных районов.

Разработаны приемы использования и научные принципы проектирования, реконструкции робиниевых насаждений. Определены

оптимальные сроки проведения аэрофотосъемок для подготовки ортофотоплана и установлены основные цветочные таксационно-дешифровочные показатели различных представителей рода *Robinia*.

Отработана технология размножения, которая обеспечивает производство сеянцев высотой от 31,3 см (для *R. viscosa*) до 45,5 см (для *R. pseudoacacia*) в сухостепных условиях в течение одного года при существующих отраслевых стандартах в 25 см для степной зоны Европейской части России.

Установлено, что суммарный экономический эффект от внедрения различных представителей рода робиния в озеленение населенных пунктов Волгоградской области составляет 267132 руб./га в год.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ К ПРОИЗВОДСТВУ

Типичные представители *R. neomexicana* рекомендуется для широкого внедрения в культуру (ведущий ассортимент), а цветочные формы данного вида в качестве дополнительного ассортимента во всех агролесомелиоративных районах Волгоградской области.

Широкая культура *R. pseudoacacia* целесообразна в южной части Волго-Донского сухостепного, Волго-Уральского полупустынного и в Ергенинско-Сарпинском полупустынном районах. В остальных районах данный вид перспективен только в качестве дополнительного ассортимента.

Низкая морозостойкость и репродуктивная способность *R. viscosa* var. *hartwegii* и декоративных форм *R. pseudoacacia* позволяет отнести их к ограниченному и дополнительному ассортименту в различных агролесомелиоративных районах южной части Волгоградской области.

Для создания древесных массивов в условиях Волгоградской области рекомендуется *R. pseudoacacia*, рощ - *R. neomexicana* и *R. pseudoacacia* x *R. neomexicana*, аллей - *R. pseudoacacia* f. *pyramidalis*, *R. pseudoacacia* f. *umbraculifera*, солитеров - *R. viscosa* var. *hartwegii*.

В качестве основного способа производства посадочного материала типичных представителей *R. neomexicana*, *R. pseudoacacia* и их межвидовых гибридов рекомендуется семенное размножение. Формы с низкой репродуктивной способностью можно размножать корневыми (*R. viscosa* var. *hartwegii*, *R. neomexicana* ф. светло-фиолетовая, *R. neomexicana* ф. светло-розовая) и зелеными (*R. pseudoacacia* ф. *pyramidalis*) черенками, размножение штамбовых форм *R. pseudoacacia* ф. *umbraculifera* возможно только способом прививки.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

В последующих исследованиях целесообразно продолжить изучение научных принципов сохранения и обогащения дендрофлоры населенных пунктов аридных регионов Волгоградской области в целях создания устойчивых долговечных зеленых насаждений и формирования комфортной городской среды.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ

1. Лазарев С.Е. Перспективность видов и форм рода *Robinia* L. для лесозащитных и озеленительных насаждений / С.Е. Лазарев, А.В. Семенютина // Успехи современного естествознания. – 2020. – № 8. – С. 11-17. DOI: 10.17513/use.37451

2. Лазарев С.Е. Технологические приемы размножения и выращивания видов рода *Robinia* L. / С.Е. Лазарев, А.В. Семенютина // Успехи современного естествознания. – 2021. – № 3. – С. 17-25. DOI: 10.17513/use.37589

публикации в других научных изданиях

3. **Lazarev, S.E.** Implementation of the tree counting process in the process of urban reclamation with the use of fuzzy neural network for agro forestry / S.E. Lazarev, A.V. Semenyutina, A.I. Belyaev // International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering. – 2020. – Т. 9. – № 4. – С. 6232-6237. DOI: 10.30534/ijatcse/2020/302942020

4. **Lazarev, S.E.** Bioecological characteristics and decorative representatives of the genus *Robinia* L. according to phenological data / S.E. Lazarev, A.V. Semenyutina // BIO Web of Conferences International Scientific and Practical Conference “Vavilov readings-2021” dedicated to the 101st anniversary of the discovery of the law of homological series and the 134th anniversary of the birth of N.I. Vavilov. – 2022. – Vol. 43, № 01004. DOI: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20224301004>

5. Семенютина, А.В. Особенности роста и развития представителей родового комплекса *Robinia* L. в условиях интродукции / С.Е. Лазарев, А.В. Семенютина // Наука. Мысль. – 2018. – Т. 8. № 3. – С. 46-55. DOI: 10.25726/NM.2019.85.96.003

6. **Лазарев, С.Е.** Биотический потенциал интродукционных популяций различных видов робинии в коллекциях ФНЦ агроэкологии РАН / С. Е. Лазарев // Экология и мелиорация агроландшафтов: перспективы и достижения молодых ученых: Материалы VII Международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 120-летию со дня рождения А.В. Альбенского. – Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН, 2019. – С. 379-381.

7. **Лазарев, С.Е.** Особенности роста и развития декоративно-цветущих представителей рода *Robinia* L., *Laburnum* Medic. и *Cercis* L. в сухостепных условиях Волгоградской области / С.Е. Лазарев // Новости науки в АПК. – 2019. – № 1(12). – С. 86-90. DOI: 10.25930/dvm3-ax13

8. Семенютина, А.В. Диагностические признаки представителей рода *Robinia* L. по генеративным показателям в интродукционных популяциях / С.Е. Лазарев, А.В. Семенютина // Наука. Мысль. – 2019. – Т. 9. № 2. – С. 64-94. DOI: 10.25726/worldjournals.pro/WEJ.2019.2.4

9. Семенютина, А.В. Репродуктивная способность представителей рода *Robinia* L. в коллекциях ФНЦ агроэкологии РАН / С.Е. Лазарев, А.В.

Семенютина // Достижения молодых ученых в развитии сельскохозяйственной науки и АПК: материалы VIII-й Международной научно-практической конференции молодых ученых. – с. Соленое Займище: ФГБНУ «ПАФНЦ РАН», 2019. – С. 42-46. DOI: 10.26150/PAFNC.2019.45.557-2-011

10. **Лазарев, С.Е.** Механизмы адаптации и жизненные стратегии видов рода *Robinia* L. в условиях интродукции / С.Е. Лазарев // Наука. Мысль. – 2020. – Т. 10. № 1. – С. 94-125. DOI: 10.25726/worldjournals.pro/WEJ.2020.1.3

11. **Lazarev, S.E.** Prospects for species and form diversity of *Robinia* L. for agro- and urban landscapes in the steppe and semi-desert / S.E. Lazarev // Лесная мелиорация и эколого-гидрологические проблемы Донского водосборного бассейна: материалы Национальной научной конференции. – Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН, 2020. – С. 387-391.

12. **Лазарев, С.Е.** Приемы использования представителей рода *Robinia* в объектах зеленого строительства / С.Е. Лазарев // Научное обоснование стратегии развития АПК и сельских территорий в XXI веке: материалы Национальной научно-практической конференции, Волгоград. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2021. – С. 142-147.

13. **Лазарев, С.Е.** Формовое разнообразие и декоративные свойства представителей рода *Robinia* L. в условиях сухой степи / С.Е. Лазарев // Научно-агрономический журнал. – 2020. – № 2 (109). – С. 42-50. DOI: 10.34736/FNC.2020.109.2.007.42-50

14. Лазарев С.Е. Научные принципы реконструкции озеленительных робиниевых насаждений / **С.Е. Лазарев, А.В. Семенютина** // World Ecology Journal. – 2021. – №2. – С. 102-121. DOI: 10.25726/z3190-3908-3690-m

15. Лазарев, С.Е. Особенности строения и развитие крон древесных растений рода *Robinia* L. / **С.Е. Лазарев, А.В. Семенютина** // Наука. Мысль. – 2021. – Т. 11. – № 1. – С. 69-87. DOI: 10.25726/i6395-6040-9461-r

16. **Лазарев, С.Е.** Показатели засухоустойчивости представителей рода *Robinia* L. в сухостепных условиях / С.Е. Лазарев // Актуальные проблемы биоразнообразия: материалы Международной научно-практической конференции – Астрахань, 2021. – С. 9-13. DOI: 10.21672/978-5-9926-1348-3-009-013

Патенты

17. Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2021621623 Российская Федерация. Реестр древесных растений рода *Robinia* L. для целей озеленения: № 2021621520: заявл. 21.07.2021; опубл. 28.07.2021 / А.И. Беляев, А.В. Семенютина, **С.Е. Лазарев**; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиорации и защитного лесоразведения Российской академии наук».