

На правах рукописи



Солдатова Валерия Викторовна

**БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПТИМИЗАЦИИ СОСТАВА  
И СТРУКТУРЫ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ УРБОЭКОСИСТЕМ  
(НА ПРИМЕРЕ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ)**

03.02.08 – Экология (биология)

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Саратов – 2020

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

**Научный руководитель** доктор биологических наук, доцент  
**Ларионов Максим Викторович**

**Официальные оппоненты:** **Бухарина Ирина Леонидовна**  
доктор биологических наук, профессор,  
федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования «Удмуртский государственный  
университет», директор Института гражданской  
защиты

**Кулагин Андрей Алексеевич**  
доктор биологических наук, профессор,  
федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования «Башкирский государственный  
педагогический университет им. М. Акмуллы»,  
заведующий кафедрой экологии, географии и  
природопользования

**Ведущая организация** Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования «Нижегородская государственная  
сельскохозяйственная академия»

Защита диссертации состоится «\_\_\_» \_\_\_\_\_20\_\_ г. в \_\_\_ часов на заседании диссертационного совета Д 212.025.07 при ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» по адресу: 600000, г. Владимир, ул. Горького, 87, ВлГУ, корп. 1, ауд. 335.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ВлГУ и на сайте <http://diss.vlsu.ru/>

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью, можно присылать по адресу: 600000, г. Владимир, ул. Горького, 87, ВлГУ, кафедра биологии и экологии.

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_202\_\_ г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат биологических наук



Кулагина Екатерина Юрьевна

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Дефицит осадков лимитирует рост и развитие древесных растений в пригородных и городских фитоценозах Нижнего Поволжья, где находится Саратовская область. Бедность региона видами деревьев и кустарников определяет целесообразность обогащения урбоэкосистем за счет отбора экологически- и хозяйственно-ценных видов. Необходима оптимизация состава и структуры насаждений с учетом природно-климатических условий региона.

**Степень разработанности темы.** Весомое научное и практическое значение в создании устойчивых городских экосистем представляют работы В.П. Тарабрина, К.А. Ахматова, Н.А. Базилевской, М.А. Бескаравайной, Г.Н. Зайцева, С.Е. Коровина и соавторов, И.С. Белюченко, О.Ю. Дубовицкой и Е.В. Золотаревой, И.Л. Бухариной и соавторов, В.Б. Любимова, Л.Н. Хайровой и соавторов [Мацков, 1936; Тарабрин, 1969; Ахматов, 1972; Базилевская, 1981; Бескаравайная, 1982; Зайцев, 1983; Коровин и др., 2001; Белюченко, 2007; Бабич и др., 2008; Дубовицкая, Золотарева, 2010; Бухарина и др., 2012; Любимов, 2012; Хайрова и др., 2015] и других ученых, посвященные определению пределов экологической толерантности древесных растений. С помощью качественно подобранного озеленительного материала [Розно, 2005; Горохов, 2008; Викторов, Черняева, 2013; Мартынов, 2014; Якубов, 2016; Герасимова и др., 2017; Kozlowski, Pallardy, 2002; Slaski et al., 2006; Grimshaw, Bayton, 2009; Booth, Hiss, 2011; Urban Park..., 2011] можно корректировать состав растительных сообществ в современных городах и селах, что обеспечивает решение многих практических задач в градопланировке, для защиты окружающей среды и рационализации городского природопользования.

В советское время в Саратовской области наибольшее внимание уделялось озеленению вновь организуемых микрорайонов и созданию парков, скверов, бульваров, но, тем не менее, с использованием ограниченного ассортимента древесных растений [Любимов, 2002; Инфантов, 2012; Соловьева и др., 2016; Третьякова, Сокольская, 2016; Терешкин и др., 2013, 2017]. К сегодняшнему моменту древесные насаждения во многих городах и селах области находятся в нарушенном состоянии. Указывается необходимость в развитии озеленительной практики в городах области [Об утверждении государственной программы..., 2017; Об утверждении Стратегии озеленения..., 2017].

Учитывая, что Саратовская область обладает существенным разнообразием погодно-климатических условий, требуются современные данные о перспективных для озеленительной практики представителях древесных растений и о способностях реализации ими биоэкологического потенциала в условиях городских экосистем в разных частях области. Необходимо определить возможности для оптимизации состава и структуры зеленых насаждений в урбоэкосистемах Саратовского региона.

**Цель исследований:** анализ возможностей оптимизации состава и структуры урбоэкосистем посредством введения в культуру перспективных в хозяйственном и экологическом отношении древесных растений (на примере Саратовской области).

### **Задачи исследований:**

1. Установить перспективные флористические источники для интродукции древесных растений с целью обновления и улучшения состояния насаждений в урбоэкосистемах Саратовской области.
2. Определить особенности развития древесных растений в условиях среды обитания района исследований.
3. Выявить значения экологической толерантности древесных растений к лимитирующим абиотическим условиям района исследований.
4. Выполнить оценку качества репродуктивного материала древесных растений.
5. Изучить и оценить эффективность мер по оптимизации роста и развития древесных растений в условиях урбоэкосистем.
6. Определить экологически оптимальный режим использования водных и земельных ресурсов в озеленительной работе в районе исследований.

**Научная новизна работы.** Получены современные сведения о видовом составе древесных растений, произрастающих в природных и трансформированных условиях Саратовской области, на примере семи административных районов, удаленных от областного центра. Для ряда поселений видовой состав древесных растений определен впервые, для экосистем гг. Балашов и Аркадак он уточнен. Изучение видового состава древесных растений в природных и урбанизированных экосистемах Саратовской области и анализ их географического происхождения позволили установить перспективные источники для интродукции в регион древесных растений.

На примере 48 представителей древесных растений, включительно у ряда их декоративных форм, определены основные фазы сезонного развития. Для 33 видов в урбоэкосистемах Балашовского и Аркадакского районов данные о феноритмах этих организмов в теплые сезоны уточнены, по всему исследованному количеству видов в остальных урбанизированных районах такие данные получены впервые.

У 41 вида древесных растений установлены пределы экологической толерантности к критическим значениям температуры приземного воздуха и к дефициту почвенной влаги. При этом по 15 представителям этих организмов, произрастающим в Балашове и Аркадаке, и по 17 видам в остальных населенных пунктах района исследований данные о толерантности к лимитирующим факторами получены впервые. Для 14 видов установлены и проанализированы важные биоэкологические характеристики плодов и семян (причем впервые для пяти районов), в т.ч. для дуба *Quercus robur* и трех его декоративных форм (впервые для двух районов), а также впервые для рябины *Sorbus aucuparia* и ее декоративной формы.

Впервые в район стационарных биоэкологических исследований (г. Балашов) привлечены из другого региона (г. Брянск) и изучены виды древесных растений, не использованные в озеленении, но характеризующиеся высокими декоративными качествами и отсутствующие в насаждениях ряда правобережных районов Саратовской области, в т.ч. *Mahonia aquifolium*, *Ligustrum vulgare*, *Forsythia europaea*, *Ptelea trifoliata*, *Euonymus europaea*, *Cotinus coggygria*.

Определены возможности для оптимизации роста и развития древесных растений в условиях урбоэкосистем, находящихся в разных частях Саратовской области с отличающимися природно-географическими условиями. С учетом установленных значений лимитирующих средовых факторов в регионе необходимо обеспечить оптимальное содержание влаги в корнеобитаемом горизонте почвы не менее 73,5 % от ПВ посредством регулярного орошения и использования контейнерного метода для подготовки посадочного озеленительного материала. Эти методы способствуют повышению грунтовой всхожести семян до 91–96% в независимости от местных метеоклиматических условий. Использование данных методов также позволяет улучшить состояние и устойчивость древесных растений в течение последующих возрастных стадий, снизить трудозатраты, сократить расход водных и земельных ресурсов при испытании и подготовке посадочного материала, что соответствует современным принципам рационального городского природопользования.

Для интродукции в район исследований, для оптимизации состава и структуры существующих и создания новых устойчивых сообществ Саратовской области предложен список из 301 представителя древесных растений, составляющих 57 родов и 24 семейств. В совокупности предложенные в рекомендациях меры могут способствовать повышению декоративных качеств, устойчивости и экологической эффективности зеленых насаждений в регионе. Также эти меры позволяют контролировать функционирование создаваемых на основе рекомендуемых видов растительных сообществ и эффективно управлять ими.

**Теоретическое значение работы.** Материал выполненных исследований и полученные выводы представляют определенную значимость в деле познания закономерностей реализации адаптивных возможностей древесных растений в урбанизированных условиях района исследований. Основные положения и результаты работы могут быть использованы для дальнейшего развития теоретических представлений об оптимизации состава и структуры городских экосистем, в том числе в условиях засушливого климата в вегетационные периоды.

**Практическая значимость результатов и выводов.** Результаты исследований позволили предложить рекомендации к использованию возможностей по оптимизации роста и развития древесных растений, в том числе перспективных их представителей, в озеленительной работе, что будет способствовать качественному обновлению состава и улучшению структуры урбоэкосистем Саратовской области. Материалы исследований переданы в Балашовский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» (БИ СГУ) для использования в качестве научно-методической основы учебных и производственных практик студентов. Полученные результаты и выводы представляют интерес для муниципальных служб, осуществляющих свою работу в сферах озеленения и благоустройства городских и сельских поселений, а также для организаций по оценке экологического состояния объектов окружающей среды и их защиты.

**Методология и методы исследований.** Информационной и методологической основой для реализации цели и задач исследований являлись

современные научные работы по экологии и интродукционным испытаниям древесных растений в культурных биоценозах. Обобщен и использован передовой опыт отечественных и зарубежных исследователей в определении перспективности древесных растений для использования в городском озеленении. При реализации программы исследований и в анализе данных применены общепринятые и современные методы.

**Положения, выносимые на защиту:**

1. Перспективными источниками древесных растений для интродукции в урбоэкосистемы Саратовской области являются виды из северной части Европы, Азии и Северной Америки, восточной части Азии, Иранского нагорья, Туранской низменности и Центральной Азии.

2. Определение значений экологических факторов, лимитирующих интродукцию древесных растений, и применение высокоэффективных методов подготовки посадочного материала и содержания насаждений обеспечило возможность для нейтрализации отрицательного воздействия этих факторов на интродуценты в районе исследований.

3. Для улучшения состава и структуры урбоэкосистем Саратовской области целесообразно использовать в озеленении посадочный материал из древесных растений с оптимизированным ходом онтогенеза и создавать оптимальный гидротермический режим применительно к почвенно-климатическим условиям региона. Это также будет способствовать рационализации городского водо- и землепользования.

Исследования выполнялись в период с 2010 по 2019 гг.

**Достоверность результатов и выводов** обусловлена широким перечнем проработанной научной литературы отечественных и зарубежных исследователей и значительным объемом накопленного фактического материала в течение многолетних исследований, его детальным анализом. Достоверность результатов подтверждается применением методов статистической обработки данных с использованием компьютерного пакета Microsoft Excel-2019. Уровень статистической значимости средних арифметических значений результатов исследований выше 95%. С учетом результатов исследований получены объективные выводы, на основе которых предложены практические рекомендации.

**Декларация личного вклада автора.** Автором диссертации самостоятельно разработана программа исследований, осуществлены экспедиции, собран полевой и экспериментальный материал, проведена его камеральная обработка и анализ, научно обоснованы теоретические положения диссертационной работы, обобщения и выводы.

**Апробация работы.** Основные положения и результаты представлены на научно-практических конференциях: 7 международных, одной всероссийской с международным участием и 5 всероссийских.

**Публикации.** По материалам диссертации опубликовано 26 работ, из них 6 – в рецензируемых изданиях из Перечня ВАК, одна статья – в выпуске журнала, вошедшего в международные базы данных Scopus и Web of Science, 2 статьи – в выпуске журнала, вошедшего в международную базу данных Scopus.

**Структура и объем диссертационной работы.** Диссертация состоит из следующих частей: введения, шести глав, выводов, практических рекомендаций, списка литературы и восьми приложений. Работа имеет объем 165 страниц в компьютерном варианте, в том числе основного текста 127 страниц, включающего 11 таблиц, 10 рисунков. Список литературы включает 254 источника, из которых 43 – на иностранных языках. Приложения содержат 16 таблиц, 12 рисунков.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Глава 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НЕОБХОДИМОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ СОСТАВА И СТРУКТУРЫ УРБОЭКОСИСТЕМ

Интродукция растений предусмотрена для улучшения структуры [Волкова, Соболев, 2015], декоративности [Clancy, 2015; Masset, 2017], повышения устойчивости урбоэкоцистем [Yang et al., 2005; Ухваткина, 2008; Якубов, 2016]. В Саратовской области изучались некоторые аспекты состояния древесных растений при антропогенной нагрузке [Заигралова, 2002; Терешкин и др., 2017]. Очевидна недостаточность сведений об их видовом составе и экологии в экосистемах поселений, удаленных от областного центра.

### Глава 2. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

Саратовская область расположена на севере Нижнего Поволжья. Сформированы черноземы (50,4), каштановые (30,0), солонцы (11,5%) и другие типы почв. Климат умеренно-континентальный [Доклад о состоянии..., 2018], засушливый. Нормы осадков: 400–450 в Правобережье, 275–350 мм/год в Левобережье области [Учебно-краеведческий атлас..., 2013].

### Глава 3. ОБЪЕКТЫ, МЕТОДЫ И ОБЪЕМ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объекты исследований – использованные и перспективные для озеленения древесные растения.

Учет видов и обследования древесных растений в природных и урбанизированных экосистемах велись в Романовском (1), Балашовском (2), Самойловском (3), Аркадакском (4), Калининском (5), Аткарском (6) и Краснокутском (7) районах (рис. 1.) маршрутным методом [Быков, 1978; Щербаков, Майоров, 2006; Ламеза, Джус, 2008].



Рисунок 1 – Район исследований (карта из: [Доклад о состоянии..., 2018])

Устанавливались видовой [Губанов и др., 2002-2004; Коновалова, Швырева, 2010; Баженов и др., 2012; Маевский, 2014; Хайрова и др., 2015], флористическая принадлежность [Тахтаджян, 1978], феноритмы древесных растений – по методике ГБС [Методика фенологических наблюдений..., 1975].

Выявлялась толерантность растений к: высоким температурам – общепринятыми методами [Мацков, 1936; Тарабрин, 1969; Ахматов, 1972], низким температурам – принятым Советом ботанических садов методом [Ахматов, 1968; Древесные растения..., 1975], дефициту влаги – термостатным методом [Любимов, Зиновьев, 2002; Любимов, 2002]. Определялись полевая влагоемкость (ПВ) почв [Общесоюзная инструкция..., 1973], гидротермический параметр (К) [Рябчиков, 1986], качество плодов и семян, выход семян из плодов, годичный прирост сеянцев.

Результаты обрабатывались методом вариационной статистики [Пузаченко, 2004], используя пакет Microsoft Excel-2019. Перспективность растений в озеленении обосновывалась на основе рекомендаций для аридных регионов [Любимов, 2002, 2012].

Реализовано 2360 фенонаблюдений, 750 измерений роста побегов, обработано 180 образцов почвы. Обработано 270 вариационных рядов.

#### **Глава 4. БИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УРБОЭКОСИСТЕМАХ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Зарегистрировано 200 представителей древесных растений из 77 родов, 28 семейств. Целесообразны к повсеместному введению 82, широко введены 50 представителей этих растений в экосистемы поселений. Перспективные их источники: Циркумбореальная, Восточноазиатская, Атлантическо-Североамериканская и Ирано-Туранская флористические области, входящие в Голарктическое царство, Бореальное и Древнесредиземноморское подцарства.

В среднем по 48 видам и поселениям за 2010–2019 гг. выявлена вегетация в 173–207 сут. Рост побегов у голосеменных происходил с апреля по сентябрь. Общий тренд в вегетации представителей обоих отделов – соответствие метеоусловиям региона.

#### **Глава 5. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ РАЗВИТИЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ**

##### **5.1. Целесообразность моделирования экологических условий среды обитания для выявления особенностей развития древесных растений**

Моделирование лимитирующих факторов позволяет установить возможности оптимизации роста и развития древесных растений в урбоэкосистемах Саратовской области, рационализации природопользования.

##### **5.2. Оценка экологической толерантности к критическим значениям температуры воздуха**

Методом Ф.Ф. Мацкова в 2011–2017 гг. выявлена гибель древесных листьев и молодых побегов при +43–+69<sup>0</sup>С. Он обусловил неточность показателей.

Посредством других методов получена разница в жароустойчивости 1–2<sup>0</sup>С (табл. 1).



Таблица 1 – Летальные температуры, °С (2011–2017 гг.)

№№	Виды	По методам	
		В.П. Тарабрина	К.А. Ахматова
1	<i>Picea obovata</i>	47–50	46–47
2	<i>Pinus sylvestris</i>	48–50	47–49
3	<i>Picea abies</i>	48–49	48–49
4	<i>P. pungens</i>	48–49	47–49
5	<i>P. canadensis</i>	49–50	49–50
6	<i>Thuja occidentalis</i>	48–50	47–49
7	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	48–49	47–49
8	<i>Tilia cordata</i>	47–48	45–47
9	<i>T. platyphyllos</i>	48–49	46–47
10	<i>Crataegus sanguinea</i>	48–49	46–47
11	<i>C. altaica</i>	49–50	48–49
12	<i>Sorbus aucuparia</i>	47–49	44–48
13	<i>Cotoneaster lucidus</i>	47–50	46–49
14	<i>Malus silvestris</i>	48–50	45–47
15	<i>M. baccata</i>	49–50	47–48
16	<i>Prunus spinosa</i>	49–50	48–49
17	<i>Pyrus communis</i>	46–48	44–47
18	<i>Lonicera tatarica</i>	47–48	46–49
19	<i>Fraxinus excelsior</i>	46–49	45–48
20	<i>F. pennsylvanica</i>	47–48	46–49
21	<i>Berberis thunbergii</i>	46–48	44–46
22	<i>B. vulgaris</i>	47–49	45–47
23	<i>Acer platanoides</i>	47–48	45–47
24	<i>A. tataricum</i>	48–49	47–48
25	<i>A. campestre</i>	49–50	48–49
26	<i>A. saccharinum</i>	48–49	46–49
27	<i>A. negundo</i>	47–49	46–48
28	<i>Elaeagnus angustifolia</i>	48–49	45–48
29	<i>Salix fragilis</i>	48–49	44–48
30	<i>S. triandra</i>	49–50	46–48
31	<i>Populus nigra</i>	48–49	44–48
32	<i>P. italica</i>	49–50	49–50
33	<i>P. alba</i>	48–49	47–49
34	<i>P. tremula</i>	47–48	46–48
35	<i>P. balsamifera</i>	46–48	45–46
36	<i>Robinia pseudoacacia</i>	46–48	46–47
37	<i>Betula pendula</i>	48–49	46–48
38	<i>Ligustrum vulgare</i>	47–48	45–48
39	<i>Ulmus laevis</i>	47–48	45–47
40	<i>U. pumila</i>	48–50	47–48
41	<i>Aesculus hippocastanum</i>	47–48	46–47
	<i>M±m</i>	48,3±1,5	47,1±0,9
	<i>δ</i>	2,5	1,6
	<i>c, %</i>	5,2	3,4
	<i>p, %</i>	3,1	1,9
	<i>t</i>	32,2	52,3

Летальные температуры оказались выше учетных +42<sup>0</sup>С [Саратовский центр по гидрометеорологии..., 2020].

В среднем по видам и поселениям за 2011–2017 гг. древесные растения (указаны в табл. 1) были толерантны к низким температурам в один балл. Самая низкая в регионе температура (–42<sup>0</sup>С [Саратовский центр по гидрометеорологии..., 2020]) не превышала порогов толерантности.

### 5.3. Оценка экологической толерантности к дефициту влаги

Исследования 2011–2017 гг. показали: при влажности почв 73,5±1,4% от ПВ (экологический оптимум) растения (табл. 1) обладали здоровым состоянием, нормальным развитием. При 67,5±1,2% и менее от ПВ наблюдались снижение тургора в листьях и молодых побегах, угнетение, летний листопад, сокращение вегетации на 18–23 сут. За пределы толерантности у древесных растений выходила не температура, а недостаток почвенного увлажнения.

## Глава 6. ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РОСТА И РАЗВИТИЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ УРБЭКОСИСТЕМ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

### 6.1. Экологические основы улучшения гидротермического режима для оптимизации развития растений

Валовое увлажнение достигает до 500 мм в год, радиационный баланс – 55 ккал/см<sup>2</sup> за год [Учебно-краеведческий атлас..., 2013; Саратовский центр по гидрометеорологии..., 2020]; гидротермический параметр:  $K=9$ . В естественных условиях произрастания древесных растений  $K=14$ . Норма полива за вегетацию составит 2200 м<sup>3</sup>/га при влажности почвы менее 73,5% от ПВ.

### 6.2. Оценка перспективности использования в озеленении древесных растений с высокой декоративностью

В среднем по Романовскому, Балашовскому и Калининскому районам за 2011–2017 гг. вегетация растений *Quercus robur* достигла: с овальной кроной – 212, с яйцевидной кроной – 213, у контрольных растений – 207 сут. Параметры желудей (табл. 2) декоративных форм (загородные природные и урбанизированные экосистемы) превысили таковые у контрольных растений (природные сообщества).

Таблица 2 – Параметры желудей *Quercus robur* (2016 г.)

Показатели	$M \pm m$	$\sigma$	$c, \%$	$p, \%$	$t$
овальная форма крон					
Масса 1 желудя, г	5,4±0,13	0,71	13,3	2,4	41,3
Длина, см	3,3±0,06	0,32	9,7	1,8	57,0
Диаметр, см	1,7±0,02	0,11	6,1	1,1	89,6
яйцевидная форма крон					
Масса 1 желудя, г	4,8±0,10	0,57	11,9	2,1	46,4
Длина, мм	3,8±0,04	0,26	6,9	1,3	79,8
Диаметр, мм	1,6±0,02	0,12	7,3	1,3	75,8
крупноплодная форма					
Масса 1 желудя, г	6,3±0,16	0,86	13,6	2,5	39,7
Длина, мм	3,12±0,03	0,26	8,3	0,94	106,1
Диаметр, мм	1,9±0,23	1,27	6,4	1,2	85,9

контроль					
Масса 1 желудя, г	3,8±0,061	0,34	8,9	1,6	61,6
Длина, см	2,9±0,06	0,33	11,2	2,0	49,0
Диаметр, см	1,6±0,017	0,91	5,5	0,99	100,01

В экосистемах Балашова в 2017 г. обнаружены особи крупноплодной формы *Sorbus aucuparia*. Средняя масса одного плода (1,05±0,013) достоверно превысила ее у контрольных растений (0,54±0,018 г). Декоративные формы обоих видов перспективны для повсеместного введения в экосистемы поселений.

### 6.3. Оценка качества репродуктивного материала древесных растений и эффективность мер по оптимизации их роста и развития

Выход семян из плодов *Robinia pseudoacacia*, *Acer tataricum*, *A. negundo*, *Amelanchier alnifolia*, *Aronia melanocarpa*, *Berberis vulgaris*, *Cotoneaster lucidus*, *Elaeagnus angustifolia*, *Fraxinus pennsylvanica*, *Mahonia aquifolium*, *Ligustrum vulgare*, *Lonicera tatarica* в среднем по поселениям за 2011–2014 гг. составил 1,53–21,8%. Оценка качества плодов *Q. robur*, *S. aucuparia* в п. 6.2.

Всхожесть семян *Picea pungens* и *P. canadensis* составила 86,3 и 90,7% (рис.2). У 45-летних растений *Pseudotsuga menziesii* она низкая, повышалась с возрастом.

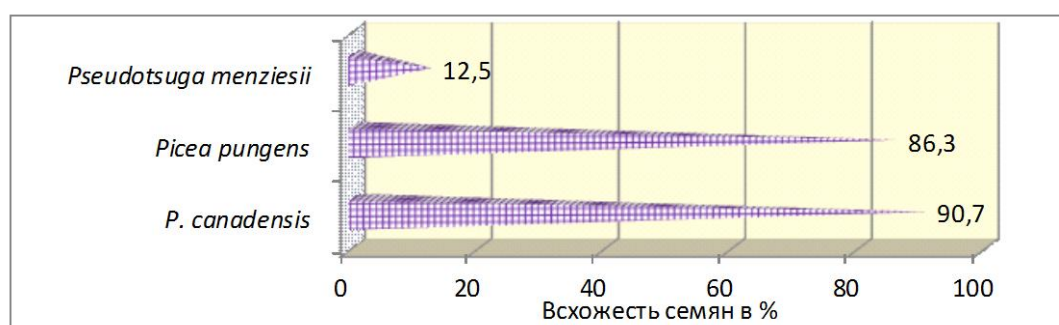


Рисунок 2 – Всхожесть семян у голосеменных (2016–2017 гг.)

Всхожесть семян древесных растений в гидроизолированных посевных контейнерах с поступлением влаги посредством дренажа, разработанных В.Б. Любимовым [Любимов, 2002, 2012], достигала 91–96% (содержание влаги в почвах не менее 73,5% от ПВ). Капельное орошение велось для опыта (контейнеры) и контроля (открытый грунт). Экономия воды, в среднем, достигала 1650 м<sup>3</sup>/га. Высота растений превысила этот параметр в контроле (табл. 3).

Таблица 3 – Высота однолетних сеянцев (2012–2016 гг.)

Виды растений	$M \pm m$ , см	$\sigma$	$c$ , %	$p$ , %	$t$
1 <i>Acer platanoides</i>	10,6±0,13	0,55	5,2	1,2	81,5
	7,5±0,12	0,51	6,8	1,6	62,5
2 <i>A. campestre</i>	9,4±0,21	0,59	6,3	2,2	44,8
	6,3±0,17	0,48	7,6	2,7	37,1
3 <i>A. negundo</i>	24,5±0,22	1,4	5,7	0,9	111,4
	20,8±0,3	1,5	7,2	1,4	69,0
4 <i>A. tataricum</i>	15,5±0,18	1,0	6,5	1,2	86,1
	13,2±0,25	1,04	7,9	1,9	52,8

5 <i>Crataegus sanguinea</i>	10,3±0,11	0,47	4,6	1,1	93,6
	6,1±0,098	0,43	7,0	1,6	67,8
6 <i>C. altaica</i>	14,6±0,21	0,98	6,7	1,4	69,5
	11,5±0,24	0,92	8,0	2,1	47,9
7 <i>Physocarpus opulifolius</i>	56,4±0,74	3,2	5,7	1,3	76,2
	45,2±0,79	2,9	6,4	1,7	57,2
8 <i>Padus maackii</i>	53,7±0,61	3,6	6,7	1,1	88,0
	41,3±0,58	3,3	8,0	1,4	71,2
9 <i>P. avium</i>	15,9±0,19	0,94	5,9	1,2	83,7
	12,1±0,22	0,88	7,3	1,8	55,0
10 <i>Amelanchier alnifolia</i>	17,3±0,16	1,12	6,5	0,92	108,1
	14,5±0,17	1,13	7,8	1,2	85,3
11 <i>Aronia melanocarpa</i>	16,8±0,18	0,78	4,6	1,1	93,3
	13,1±0,24	0,72	5,5	1,8	54,6
12 <i>Berberis vulgaris</i>	16,4±0,15	0,75	4,5	0,91	109,3
	12,2±0,12	0,6	4,9	0,98	101,7
13 <i>Cotoneaster lucidus</i>	21,7±0,32	1,24	5,7	1,5	67,8
	16,4±0,35	1,18	7,2	2,1	46,9
14 <i>Elaeagnus angustifolia</i>	29,1±0,42	1,6	5,5	1,4	69,3
	23,2±0,44	1,71	7,4	1,9	52,7
15 <i>Fraxinus excelsior</i>	17,4±0,19	0,72	4,1	1,1	91,6
	11,5±0,17	0,55	4,8	1,5	67,6
16 <i>Fraxinus pennsylvanica</i>	41,3±0,51	2,5	6,1	1,2	81,0
	28,1±0,43	2,0	7,1	1,5	65,3
17 <i>Hippophae rhamnoides</i>	21,4±0,30	1,5	7,0	1,4	71,3
	18,0±0,32	1,4	7,8	1,8	56,3
18 <i>Ligustrum vulgare</i>	18,5±0,31	1,5	8,1	1,7	59,7
	12,2±0,25	1,1	9,0	2,0	48,8
19 <i>Lonicera tatarica</i>	15,7±0,29	1,05	6,7	1,8	43,4
	13,6±0,42	1,14	8,4	3,1	32,4
20 <i>Robinia pseudoacacia</i>	27,1±0,45	1,7	6,3	1,7	60,2
	19,5±0,53	1,5	7,7	2,7	47,1
21 <i>Aesculus hippocastanum</i>	18,9±0,24	1,2	6,3	1,3	78,8
	12,3±0,21	0,88	7,2	1,7	58,6

Примечание: напротив видов верхние строки – опыт, нижние – контроль

Приживаемость выращенных в контейнерах растений в среднем по срокам высадки на постоянные места, видам и поселениям составила 94,9%.

*Q. robur* и декоративные формы, *S. aucuparia* и декоративная форма, *Picea pungens*, *P. canadensis*, *Pseudotsuga menziesii* и виды под номерами 1, 2, 4–6, 9, 15, 18, 19 в табл. 3 полезны для широкого введения в урбоэкосистемы района исследований. Другие виды этой таблицы потенциально инвазионны, не целесообразны в озеленении. При низкой антропогенной нагрузке [Ершов и др., 2017; Ларионов и др., 2018] в мониторинге и уходе за древесными растениями первоочередным является учет абиотических факторов.

На основе всего материала и анализа научной литературы предложен перечень из 301 представителя древесных растений, входящих в 57 родов и 24 семейства (табл. 4).

Таблица 4 – Перспективные для озеленения древесные растения (2019 г.)

Семейства	Роды	Виды, формы, гибриды, сорта	Семейства	Роды	Виды, формы, гибриды, сорта	
Aceraceae	<i>Acer</i>	5	Polygonaceae	<i>Atraphaxis</i>	1	
Anacardiaceae	<i>Rhus</i> <i>Pistacia</i>	2 2		<i>Calligonum</i>	8	
Berberidaceae	<i>Berberis</i>	18	Rhamnaceae	<i>Rhamnus</i> <i>Zizyphus</i>	5 1	
Bignoneaceae	<i>Catalpa</i>	2	Rosaceae	<i>Amygdalus</i>	2	
Caprifoliaceae	<i>Lonicera</i>	15		<i>Cotoneaster</i>	26	
	<i>Sambucus</i>	3		<i>Crataegus</i>	18	
	<i>Symphoricarpos</i>	2		<i>Padus</i>	4	
Cornaceae	<i>Cornus</i>	7		<i>Physocarpus</i>	5	
Elaeagnaceae	<i>Elaeagnus</i>	3		<i>Rosa</i>	25	
Ericaceae	<i>Rhododendron</i>	1		<i>Spiraea</i>	14	
Fagaceae	<i>Quercus</i>	6	Salicaceae	<i>Populus</i> <i>Salix</i>	11 23	
Leguminosae	<i>Amorpha</i>	4	Hydrangeaceae	<i>Deutzia</i> <i>Philadelphus</i>	1 11	
	<i>Caragana</i>	7		Simarubaceae	<i>Ailanthus</i>	2
	<i>Cercis</i>	1	Solanaceae	<i>Lycium</i>	6	
	<i>Cladrastis</i>	1	Tamaricaceae	<i>Tamarix</i> <i>Juniperus</i>	8 2	
	<i>Colutea</i>	4	Cupressaceae	<i>Thuja</i>	2	
	<i>Gleditsia</i>	4		Tiliaceae	<i>Grewia</i> <i>Tilia</i>	2 3
	<i>Halimodendron</i>	1			Chenopodiaceae	<i>Haloxylon</i> <i>Halostachys</i>
	<i>Lespedeza</i>	1	<i>Salsola</i>			1
	<i>Robinia</i>	3	Loganiaceae			<i>Buddleia</i>
	<i>Sophora</i>	1	Eucommiaceae	<i>Eucommia</i>	1	
<i>Spartium</i>	1					
Oleaceae	<i>Fontanesia</i>	1				
	<i>Forestiera</i>	4				
	<i>Fraxinus</i>	3				
	<i>Jasminum</i>	1				
	<i>Ligustrina</i>	2				
	<i>Ligustrum</i>	1				
	<i>Syringa</i>	10				

Растения эти в районе исследований способны реализовать свой биоэкологический потенциал и явиться источником оптимизации состава и структуры урбоэкосистем. Они необходимы для повышения декоративности, устойчивости и экологической эффективности насаждений.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе раскрыты ключевые биоэкологические аспекты оптимизации состава и структуры зеленых насаждений населенных пунктов (на примере Саратовской области). Они заключаются в возможности развития древесных растений на уровне экологического оптимума при создании наиболее благоприятных условий с учетом почвенно-климатических особенностей севера Нижнего Поволжья, где располагается наибольшая часть Саратовской области, а также в целесообразности введения в состав урбоэкосистем видов из рекомендованного перечня. Установлено: некоторые виды древесных растений и их формы в природных и искусственных

экосистемах района исследований производят качественный и высоко жизнеспособный репродуктивный материал, что также необходимо учитывать в деле создания культурных экосистем различных категорий городского и пригородного природопользования и управления такими сообществами.

Результаты исследований, их анализ и обобщение позволили сформулировать следующие выводы:

1. Из двухсот представителей древесных растений в составе урбоэкосистем Саратовской области в большей мере использованы в озеленении городов и сел пятьдесят пять видов. Восемьдесят два представителя древесных растений перспективны для использования в озеленении. Для обновления и улучшения состояния насаждений урбосистем наиболее перспективными флористическими источниками являются древесные растения из Циркумбореальной, Восточноазиатской, Атлантическо-Североамериканской и Ирано-Туранской флористических областей, входящих в Голарктическое царство, Бореальное и Древнесредиземноморское подцарства.

2. Установленный период вегетации использованных в озеленении древесных растений на уровне 173–207 суток, с учетом эколого-биологических характеристик видов, специфики температурных и эдафических условий, соответствует климатическим особенностям Саратовской области и условиям урбоэкосистем района исследований. Диапазоны фенофаз у декоративных форм *Quercus robur* практически не отличаются от фенофаз среднестатистических растений данного вида.

3. Среднеарифметические показатели критических положительных и отрицательных температур приземного воздуха находятся в диапазоне экологической валентности древесных растений, введенных в экосистемы городов и сел области. Основным лимитирующим абиотическим фактором для большинства использованных в озеленении видов является дефицит почвенной влаги: снижение ее содержания до 67,5% и ниже от ПВ обуславливает ежедневное падение тургора в листьях и в неодревесневших побегах, ослабление древесных растений, сокращение их вегетации, в среднем для поселений региона, на 18–23 суток. При дальнейшем (экстремальном) падении почвенной влаги наблюдается летний листопад.

4. Биометрические показатели семян при проращивании посредством контейнерного метода свидетельствуют о высокой жизнеспособности у большинства экспериментально испытанных древесных растений. При этом семена и плоды изученных декоративных форм древесных растений (на примере *Quercus robur*, *Sorbus aucuparia*) обладают достоверно лучшими биометрическими параметрами, лучшей способностью к прорастанию и жизнеспособностью, оптимальными сроками прохождения фенофаз в сравнении со среднестатистическими растениями этих видов.

5. Оптимизированные экологические условия посредством использования контейнерного метода и метода капельного орошения позволяют реализовать потенциал роста и развития древесных растений, в том числе с ценными хозяйственными свойствами, демонстрирующими в итоге толерантность к экстремально минимальной температуре воздуха ( $-42^{\circ}\text{C}$ ), к максимальной температуре воздуха ( $+42^{\circ}\text{C}$ ), к дефициту влаги (до 67,5% и менее от ПВ) в

районе исследований. Улучшение гидротермического режима почв на начальных стадиях развития древесных растений позволяет оптимизировать их дальнейший рост и развитие в среднем на 91–96%, что важно для наиболее полной реализации ими биоэкологического потенциала.

6. Экономия воды посредством метода капельного орошения в среднем составляет 1650 м<sup>3</sup>/га. В среднем по видам и урбоэкосистемам района исследований контейнерный метод способствует приживаемости в пределах 94,9% экземпляров древесных растений, стабилизирует их рост и развитие уже на ранних стадиях. Эти экологические методы позволяют контролировать и рационализировать режим потребления водных и земельных ресурсов при обновлении и создании новых древесных насаждений в поселениях Саратовской области, а также снизить расход посевного и посадочного материала при испытании и подготовке озеленительного ассортимента. Это в совокупности соответствует принципам экологически устойчивого функционирования урбоэкосистем и развития современных поселений. На основе результатов исследований предложены практические рекомендации.

#### **РЕКОМЕНДАЦИИ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ, ДЕКОРАТИВНОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАСАЖДЕНИЙ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Улучшение состояния, обеспечение устойчивости, повышение экологической эффективности и декоративности древесных насаждений в Саратовской области, характеризующейся аридностью, континентальностью климатических условий, относительным дефицитом в почвах питательных элементов, особенно в условиях урбосистем, вариабельностью направлений и скорости движения воздушных масс, может быть реализовано:

- применением в озеленении высокодекоративных видов, обладающих средоформирующими и средооптимизирующими свойствами, толерантностью к местным почвенно-климатическим условиям;
- тщательным отбором семенного материала для последующей высадки;
- созданием условий для достижения экологического оптимума для роста и развития древесных растений на ранних этапах, что повысит качество полученного из них посадочного материала для дальнейшей пересадки в открытые почвогрунты в городах и селах региона;
- оптимизацией условий жизнедеятельности и содержания имеющихся насаждений за счет действенного ухода, регулярного орошения и внедрения высокоэффективных технологий выращивания посадочного материала и содержания посадок;
- перманентным контролем за воздействием лимитирующих факторов на древесные растения в составе имеющихся насаждений, новых посадок и, безусловно, в посадках на подготовительном этапе (при подготовке посадочного материала в контейнерах), за их ответными реакциями.

Данные мероприятия возможно выполнить на основе материалов и результатов исследований, отраженных в главах 4, 5 и 6 диссертации. Для постоянного получения жизнеспособного и экологически устойчивого посадочного материала из предложенного списка (табл. 4)

В работе по планированию, последующей организации устойчивых и экологически эффективных зеленых зон в районе исследований, в первую очередь, с учетом показателей метеоклиматических факторов, водообеспеченности почв и в соответствии с задачами организации и реконструкции озелененных территорий, рационально и крайне необходимо создание дендрологического питомника в западном Правобережье Саратовского региона, удаленном от областного центра. Полезно, чтобы питомник имел районный и даже общерегиональный статус ввиду значительности занимаемых площадей муниципальными районами, большого числа расположенных здесь населенных пунктов. Питомник может быть, как внутрирегионального территориального охвата, так и межрегиональным.

Кроме того такой питомник представляет значимость в научной и практической работе по организации экологического мониторинга:

- в качестве зоны контроля для эффективной реализации различных направлений исследований по экологии древесных растений на организменном и надорганизменных уровнях в городах и селах региона;

- в качестве контрольной территории при изучении видового состава, экологического спектра и состояния древесных растений в культурных сообществах в городской и сельской местности;

- в роли зоны контроля при выполнении исследований по определению устойчивости экокаркасов, сформированных, формируемых или планируемых к созданию на основе древесных насаждений;

- при закладке испытательных опытов, где могут быть созданы различные средовые условия и успешно решаться, как научно-исследовательские, так и исследовательско-производственные, ресурсосберегающие, эколого-охранные, почвозащитные работы, просветительские и воспитательные мероприятия по широкому кругу экологических тем для детей, молодежи и работающих;

- за феноритмами произрастающих в урбоэкосистемах древесных растений и перспективных видов к введению в такие экосистемы;

- за пределами экологической толерантности данных организмов к лимитирующим средовым факторам;

- за реализацией биоэкологического потенциала аборигенных и интродуцированных видов древесных растений и их декоративных форм при моделировании средовых условий;

- по определению толерантности и возможностей для оптимизации развития древесных растений, являющихся редкими или охраняемыми в местных экосистемах природного происхождения;

- за состоянием древесных растений местных и интродуцированных видов на разных этапах онтогенеза и в разных типах посадок.

## **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

*Статьи в научных журналах, включенных в перечень ВАК РФ*

1. Любимов, В.Б. Агротехнические приемы, направленные на оптимизацию процесса размножения древесных растений / В.Б. Любимов, Е.В. Мельников, В.В. Солдатова // Вестник Брянского государственного университета. Серия Точные и естественные науки. – 2014. – № 4. – С. 126–133.



2. Логачева, Е.А. Пылепоглощающая роль живых изгородей, защищающих окружающую среду урбанизированных территорий от отрицательного влияния автотранспорта / Е.А. Логачева, В.В. Солдатова // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 2, ч. 13. – С. 2860–2865.

3. Любимов, В.Б. Рекомендации по использованию экологического метода интродукции для создания зеленых насаждений в условиях Брянской области / В.Б. Любимов, И.В. Мельников, Е.В. Мельников, В.В. Солдатова // *Вестник Брянского государственного университета*. Серия: Точные и естественные науки. – 2015. – № 2. – С. 415–420.

4. Любимов, В.Б. Защитные функции древесно-кустарниковых растений, широко введенных в озеленение Брянской области и их рекомендуемые типы посадок / В.Б. Любимов, И.В. Мельников, Е.В. Мельников, В.В. Солдатова // *Вестник Брянского государственного университета*. Серия: Точные и естественные науки. – 2015. – № 3. – С. 395–398.

5. Сираева, И.С. Экологическая оценка санитарных показателей древесных растений в природных и техногенных условиях / И.С. Сираева, М.В. Ларионов, Н.В. Ларионов, В.В. Солдатова, Т.С. Громова, А.С. Ермоленко, Е.Ю. Кулагина // *Самарский научный вестник*. – 2020. – Т. 9, № 1 (30). – С. 100–106.

6. Громова, Т.С. Жизненность древесных растений как совокупный признак экологического состояния городских и загородных экосистем Прихоперья / Т.С. Громова, И.С. Сираева, А.С. Ермоленко, Н.В. Ларионов, М.В. Ларионов, В.В. Солдатова, Е.Ю. Кулагина, А.С. Яицкий // *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики*. Серия: Естественные и технические науки. – 2020. – № 7. – С. 20–27.

*Статьи в изданиях, включенных в мировые базы данных научного цитирования*

7. Lubimov, V.V. Prospects of employing the ecological method of plant introduction while establishing the man-made ecosystems of different designated use / V.V. Lubimov, M.V. Larionov, I.V. Melnikov, M.V. Avramenko, E.V. Melnikov, V.V. Soldatova // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. – 2016. – Vol. 7, № 4. – P. 1481–1486. (*Scopus, Web of Science*)

8. Larionov, M.V. An ecological analysis of the composition and condition of woody plants in urban and suburban ecosystems of the Khopyor River Region / M.V. Larionov, V.V. Soldatova, E.A. Logacheva, N.V. Larionov, A.S. Ermolenko // *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. – 2020. – Vol. 421, № 6. – P. 1–9. – DOI: 10.1088/1755-1315/421/6/062025. (*Scopus*)

9. Larionov, M.V. Ecological and aesthetic significance of an auto-trophic component of artificial ecosystems in ensuring of the environmental comfort and the public health protection / M.V. Larionov, N.V. Larionov, I.S. Siraeva, T.S. Gromova, V.V. Soldatova, E.A. Logacheva // *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. – 2020. – Vol. 421, № 8. – P. 1–5. – DOI: 10.1088/1755-1315/421/8/082002. (*Scopus*)

*Статьи в других научных изданиях*

10. Любимов, В.Б. Компоненты гидротермического режима и их влияние на рост и развитие интродуцентов / В.Б. Любимов, Н.П. Котова, Е.В. Мельников, В.Ю. Петрак, В.В. Солдатова // *Антропогенная трансформация*

экосистем: сб. ст. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Балашов, 13–14 октября 2010 г.). – Балашов: Николаев, 2010. – С. 103–118.

11. Любимов, В.Б. Экологические основы интродукции древесных растений дифференцированно природным зонам / В.Б. Любимов, В.В. Солдатова // Эффективные инструменты современных наук: материалы 9 Междунар. науч.-практ. конф. (Прага, 7–9 декабря 2013 г.). – Прага: Education and Science s.r.o., 2013. – С. 26–30.

12. Любимов, В.Б. Переселение древесных растений в засушливые условия Саратовской области с целью обогащения и качественного улучшения озеленительного ассортимента / В.Б. Любимов, В.В. Солдатова // Биоразнообразие и антропогенная трансформация природных экосистем: материалы Всерос. науч.-практ. конф. (Балашов, 16–17 октября 2014 г.). – Саратов: Саратовский источник, 2014. – С. 71–77.

13. Любимов, В.Б. Экологические законы, как основа формирования ассортимента растений для создания искусственных экосистем различного целевого назначения / В.Б. Любимов, В.В. Солдатова // Ежегодник НИИ фундаментальных и прикладных исследований: сб. науч. ст. 2 Междунар. науч.-практ. конф. (Ростов-на-Дону, 17 октября 2014 г.). – Ростов-на-Дону: Науч. сотрудничество, 2014. – С. 112–117.

14. Любимов, В.Б. Интродукция растений, как основа для формирования искусственных экосистем / В.Б. Любимов, И.В. Москаленко, В.В. Солдатова // Экологическая безопасность региона: сб. ст. VII Междунар. науч.-практ. конф. (Брянск, 23–24 октября 2014 г.). – Брянск: РИО БГУ, 2014. – С. 131–136.

15. Lyubimov, V.V. Introduction of plants with the aim of establishing plantations to prevent further development of desertification processes in the southern regions of Russia and improvement of the environment / V.V. Lyubimov, V.V. Soldatova // European journal of Natural History. – 2016. – № 5. – P. 12–15.

16. Солдатова, В.В. Оптимизация технологии создания искусственных экосистем различного назначения в условиях засушливого климата Саратовской области / В.В. Солдатова // Экологическая безопасность региона: сб. ст. IX Междунар. науч.-практ. конф. (Брянск, 24 октября 2017 г.). – Брянск: РИО БГУ, 2017. – С. 148–153.

17. Солдатова, В.В. Сезонное развитие некоторых представителей древесных растений, введенных в озеленение г. Балашова Саратовской области / В.В. Солдатова // Экологическая безопасность региона: сб. ст. IX Междунар. науч.-практ. конф. (Брянск, 24 октября 2017 г.). – Брянск: РИО БГУ, 2017. – С. 141–148.

18. Любимов, В.Б. Экологические основы подбора перспективных видов древесных растений для создания устойчивых искусственных экосистем, дифференцировано природным зонам / В.Б. Любимов, И.В. Мельников, В.В. Солдатова // Экологическая безопасность региона: сб. ст. IX Междунар. науч.-практ. конф. (Брянск, 24 октября 2017 г.). – Брянск: РИО БГУ, 2017. – С. 88–96.

19. Солдатова, В.В. Жароустойчивость древесных растений и методы её определения / В.В. Солдатова // Экологическая безопасность региона: сб. ст. IX Междунар. науч.-практ. конф. (Брянск, 24 октября 2017 г.). – Брянск: РИО БГУ, 2017. – С. 153–157.

20. Ларионов, М.В. Фитомониторинг почвенного плодородия городов Среднего Прихопёрья / М.В. Ларионов, Н.В. Ларионов, Т.С. Громова, В.В. Солдатова, А.С. Ермоленко, А.Н. Логачев // Проблемы и мониторинг природных экосистем: сб. ст. IV Всерос. науч.-практ. конф. (Пенза, 26–27 октября 2017 г.). – Пенза: РИО ПГАУ, 2017. – С. 104–112.

21. Сираева, И.С. Актуальные экологические проблемы урбанизированных ландшафтов Среднего Прихоперья / И.С. Сираева, Т.С. Громова, А.С. Ермоленко, В.В. Солдатова, А.Н. Логачев, А.Г. Степанов // Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы: сб. ст. Всерос. науч.-практ. конф. (Саратов, 12–15 февраля 2018 г.). – Саратов: Изд-во СГАУ, ООО «ЦеСАин», 2018. – С. 571–576.

22. Степанов, А.Г. Анализ состояния газонных травостоев (на примере урбосистем юго-востока России) / А.Г. Степанов, Н.В. Ларионов, М.В. Ларионов, В.В. Солдатова, Т.С. Громова // Биоразнообразие и антропогенная трансформация природных экосистем: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной памяти проф. А.И. Золотухина и 85-летию Балаш. ин-та (Балашов, 17–18 мая 2018 г.). – Саратов: Саратовский источник, 2018. – С. 188–191.

23. Ларионов, М.В. Древесные растения в экологической инфраструктуре урбосистем Среднего Прихоперья / М.В. Ларионов, Н.В. Ларионов, В.В. Солдатова, И.С. Сираева // Геоэкологические проблемы современности и пути их решения: материалы I Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 100-летию ОГУ имени И.С. Тургенева (Орёл, 23 мая 2019 г.). – Орёл: Изд-во ОГУ имени И.С. Тургенева, 2019. – С. 230–234.

24. Громова, Т.С. Результаты исследования состояния древесных растений на рекреационных территориях Прихоперья / Т.С. Громова, И.С. Сираева, В.В. Солдатова, Е.А. Логачева // Экология и безопасность жизнедеятельности: сб. ст. XIX Междунар. науч.-практ. конф. (Пенза, 10–11 декабря 2019 г.), ч. I. – Пенза: РИО ПГАУ, 2019. – С. 75–81.

25. Ларионов, М.В. Исследование экологического состояния древесных растений в линейных насаждениях урбосистем Прихопёрья / М.В. Ларионов, Н.В. Ларионов, Т.С. Громова, И.С. Сираева, Е.А. Логачева, В.В. Солдатова // Актуальные проблемы природопользования и природообустройства: сб. ст. II Междунар. науч.-практ. конф. (Пенза, 25–26 декабря 2019 г.). – Пенза: РИО ПГАУ, 2019. – С. 179–184.

26. Солдатова, В.В. Возможности достижения экологического оптимума в развитии древесных растений в урбоэкосистемах Саратовской области / В.В. Солдатова // Среда, окружающая человека: природная, техногенная, социальная: материалы IX Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию образования университета (Брянск, 23–25 апреля 2020 г.). – Брянск: Изд-во БГИТУ, 2020. – С. 142–147.