


АСПЕКТЫ ИНТРОДУКЦИИ *PICEA CANADENSIS* BRITT. В УСЛОВИЯХ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Н. Фирсов , н.с.
Л.И. Масалова, н.с.
О.Ю. Емельянова, к.б.н.
М.А. Макаркина, д.с.-х.н.


ФГБНУ ВНИИ селекции плодовых культур, 302530, Россия, Орловская область, Орловский район, д. Жилина, ВНИИСПК, info@vniispk.ru

Аннотация

Воздействие негативных факторов урбанизированных территорий часто приводит к ослаблению растительности, поражению болезнями и вредителями, потере их биологической устойчивости и снижению декоративности. Поэтому сохранение древесных растений *ex situ*, в том числе, в условиях интродукции, является особенно важным. Цель исследований – расширение ассортимента устойчивых декоративных древесных видов для озеленения и лекарственных садов при санаториях, домах отдыха, больницах, школах и частных усадьбах за счет интродукции *Picea canadensis* и ее формы *P. canadensis* f. *conica* в Орловской области. Исследования проводились на базе биоресурсной коллекции ВНИИСПК с 2012 по 2020 гг. (содержание биологически активных веществ в 2014...2015 гг.). Объекты исследования хорошо переносят неблагоприятные условия зимнего периода и ритмы сезонного развития соответствуют климатическим условиям Орловской области. Вредители и болезни на *P. canadensis* f. *conica* зафиксированы не были. На *P. canadensis* были обнаружены однодомные хермесы (*Sacchiphantes abietis* (L.), *Adelges laricis* (Vall.) и *A. Tardus* (Dreyf.)), сажистый грибок хвои (*Apiosporium*, *Antennaria*, *Limacinia*, *Triposporium* и др.) и шютте ели обыкновенное (*Lophodermium macrosporum* (Hart.) Rehm.). Объекты исследования, имея вечнозеленую хвою, сохраняют декоративность в течении всего года. Небольшие всплески декоративности наблюдаются в мае и июне: рост молодой голубоватой хвои (*P. canadensis* и *P. canadensis* f. *conica*) и красная окраска шишек в начале их роста (*P. canadensis*). По содержанию всех исследованных биологически активных веществ *P. canadensis* f. *conica* превосходит исходный вид *P. canadensis*, за исключением суммы каротиноидов хвои. Оценка *P. canadensis* и ее формы с целью расширения ассортимента устойчивых декоративных древесных видов показала, что наиболее перспективной для комплексного использования в озеленении Орловской области, в том числе в составе лекарственных садов при санаториях, домах отдыха, больницах, школах и частных усадьбах, является *P. canadensis* f. *conica*. Рекомендуется для одиночных и групповых посадок в небольших скверах и садах, для выращивания в контейнерах на крышах и террасах, для оформления каменистых садов.

Ключевые слова: биоресурсная коллекция, лекарственный сад, декоративность, аскорбиновая кислота, Р-активные вещества, каротиноиды

THE ASPECTS OF INTRODUCTION *PICEA CANADENSIS* BRITT. IN CONDITIONS OF OREL REGION

A.N. Firsov , researcher
L.I. Masalova, researcher
O.Yu. Emelyanova, Cand. Biol. Sci.
M.A. Makarkina, Doc. Agr. Sci.

Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, 302530, Russia, Orel region, Orel district, Zhilina, VNIISPK, info@vniispk.ru

Abstract

The influence of negative factors of urbanized territories leads very often to the weakening of vegetation, the damaging by diseases and pests, the loss of their biological resistance and a decrease their decorative effect. At the same time, saving wood plants ex situ, including, in introduction conditions, is important especially. The purpose of researches – is extension of assortment of resistant decorative tree species for landscaping and medicinal gardens at sanatoriums, rest homes, hospitals, schools and private estates due to introduction of *Picea Canadensis* and her form - *P. canadensis* f. *conica* in Orel region. The research was conducted on the basis of the VNIISPK bioresource collection from 2012 to 2020. (the content of biologically active substances in 2014...2015). The objects of research tolerate well to unfavorable conditions of the winter period and the rhythms of seasonal development, respond to the climatic conditions of the Orel region. The pests and diseases were not noted on *P. canadensis* f. *conica*. On *P. Canadensis* monoecious hermes (*Sacchiphantes abietis* (L.), *Adelges laricis* (Vall.) and *A. Tardus* (Dreyf.)), sooty fungus of needles (*Apiosporium*, *Antennaria*, *Limacinia*, *Triposporium* и др.) and the shute ordinary of the *Picea* (*Lophodermium macrosporum* (Hart.) Rehm.) were noted. The objects of the research, having evergreen needles, save decorative effect throughout the year. Small bursts of decorative effect were observed in May and June: the growth of young bluish needles (*P. canadensis* и *P. canadensis* f. *conica*) and the red color of cones at the beginning of their growth (*P. canadensis*). On the content all the biologically active substances, which were studied, *P. canadensis* f. *conica* surpasses the original species of *P. canadensis*, with the exception of the amount of carotenoids of needles. Evaluation of *P. canadensis* and its form in order to increase the assortment of resistant decorative tree species showed that *P. canadensis* f. *conica* was the most prospective for integrated use in landscaping of the Orel region, including as part of medicinal gardens at sanatoriums, rest homes, hospitals, schools and private estates. It is recommended for single and group plantings in small squares and gardens, for growing in containers on roofs and terraces, for decorating rocky gardens.

Key words: bioresource collection, *Picea Canadensis*, medicinal garden, degree of decorative effect, ascorbic acid, P-active substances, carotenoids

Введение

Активное влияние на биосферу антропогенных и техногенных факторов неуклонно

ведет к масштабному ухудшению экологии и вызывает изменения в атмосфере, опасные для жизни людей (Host et al., 2012; Дубовицкая, 2013; Yahia et al., 2018). В соответствии с этим растения, выполняя свои основные средообразующие функции, имеют жизненно важное значение для человека (Bessonova et al., 2011; Дубовицкая, 2013; Livesley et al., 2016; Yahia et al., 2018). В тоже время зеленые насаждения постоянно подвергаются химическому, физическому, биологическому и комплексному загрязнению (Касимов и др., 2004; Емельянова, Масалова, 2017).

Высокая степень воздействия негативных факторов урбанизированных территорий часто приводит к ослаблению растительности, поражению болезнями и вредителями, потере их биологической устойчивости, снижению декоративности, преждевременному старению и усыханию деревьев (Lovett et al., 2009; Bessonova et al., 2011; Серова А.А., Черчинцев, 2012; Хромова, Емельянова, 2016; Емельянова, Масалова, 2017). Вырубка лесных массивов для промышленных целей, или в связи с ростом городов, преобразование лесов в сельскохозяйственные угодья, участвовавшие лесные пожары ведут к деградации жизненно важной для экологии лесной растительности, особенно хвойных пород (Farjon, Page, 1999). В последние десятилетия в различных странах были предприняты активные шаги по сохранению древесных растений *ex situ*, в том числе, в условиях интродукции (Farjon, Page, 1999; Фирсов и др., 2018; Masalova et al., 2021) Роль интродукции растений на современном этапе развития многогранна. Являясь одним из методов изучения растений вне их естественных мест обитания, интродукция решает глобальную проблему сохранения мирового биоразнообразия (Фирсов и др., 2018; Бударин, Клемешова, 2018). Однако существуют объективные экологические факторы, ограничивающие распространение древесных растений, как *in situ*, так и *ex situ*. Основные из них – это дефицит влаги (особенно для хвойных) и недостаточная продолжительность вегетационного периода на фоне низкой теплообеспеченности. Оба фактора отрицательно сказываются на процессе формирования растениями полноценных семян и не позволяют в полной мере подготовиться к зиме. Еще одним ограничивающим фактором являются собственно повреждающие факторы зимнего периода (Егоров и др., 2014; Егоров, Афонин, 2017; Ожерельева и др., 2017). Для успешной интродукции на первом этапе необходимо сохранение, выращивание и изучение растений в специально созданных условиях ботанических садов и дендрариев (Farjon, Page, 1999; Фирсов и др., 2018)

Биоресурсная коллекция дендрария ВНИИСПК насчитывает более 320 видов, форм и сортов древесных растений, представляющих 31 семейство. Представители класса *Pinopsida* Burnett составляют 24% от общего числа таксонов и представлены тремя семействами: *Lindl.*, *Cupresaceae* Nees и *Taxaceae* Lindl. (Емельянова и др., 2018). Одним из потенциально перспективных видов семейства *Pinaceae* является *Picea canadensis* Britt. В Северной Европе имеет достаточно длительную историю интродукции и довольно широко культивируется, в том числе в виде разнообразных культиваров и форм (Егоров, Афонин, 2017). Однако сведений о ее распространении и успешном культивировании в Центральной России недостаточно.

P. Canadensis вечнозеленое дерево высотой 15...20 м. Естественный ареал – Северная Америка, от северной Аляски на западе до Ньюфаундленда на востоке (рисунок 1). На севере территория распространения ограничена лесотундрой, на юге – севером штатов Монтана, Мичиган, Мэн, Висконсин. Также существуют изолированные популяции в Южной Дакоте и Вайоминге (Элайс, 2014; Ламоткин и др., 2019). Вид весьма распространён, однако имеет охранный статус, который оценивается как с наиболее низкой угрозой.



Рисунок 1 – Ареал естественного произрастания *Picea canadensis*

P. canadensis, обладая довольно высокой газоустойчивостью, часто используется в озеленении Северной Америки и Западной Европы, в то же время вся биомасса данного растения находит широкое практическое применение в различных отраслях промышленности, в том числе, фармацевтической для получения эфирного масла высоким содержанием камфоры и борнилацетата (Ламоткин и др., 2019). Наряду с другими *Picea* A.Dietr является прекрасным пыльценосителем и источником клейкого вещества для прополиса (Бондарев, 2011).

Цель наших исследований – расширение ассортимента устойчивых декоративных древесных видов для озеленения и лекарственных садов при санаториях, домах отдыха, больницах, школах и частных усадьбах за счет интродукции *Picea canadensis* в Орловской области.

Материалы и методика исследований

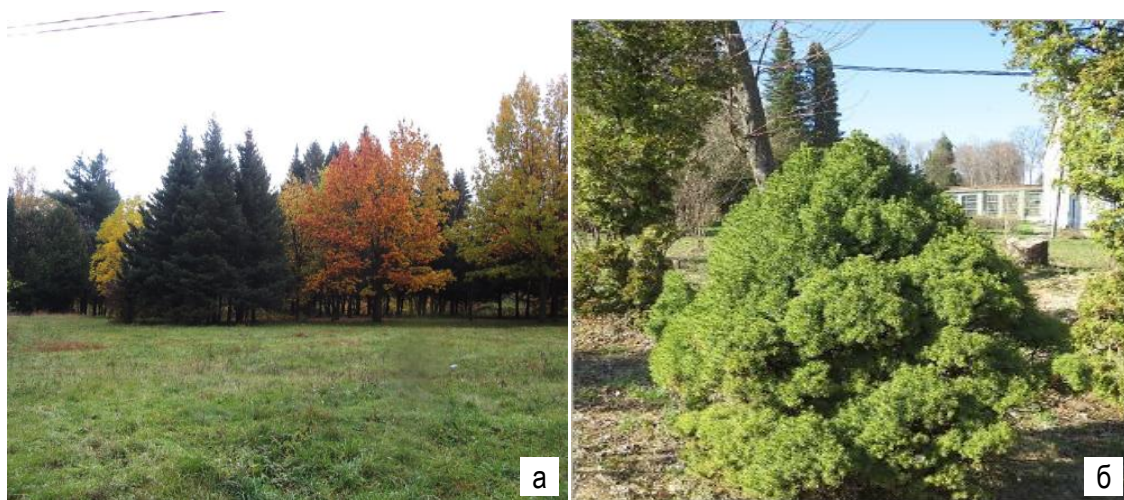
В качестве объектов исследования выбраны два таксона (*Picea canadensis* и *Picea canadensis* f. *conica*) биоресурсной коллекции ВНИИСПК (таблица 1, рисунок 2). *P. canadensis* f. *conica* – медленно растущая, низкорослая теневыносливая форма со строго пирамидальной плотной кроной.

Таблица 1 – Объекты исследования

Вид, форма	Количество экземпляров, шт.	Год посадки	Происхождение	Высота средняя, м
<i>Picea canadensis</i> Britt. Ель канадская	17	1976	Северная Америка	10,7
<i>Picea canadensis</i> f. <i>conica</i> Rehder Ель канадская ф. коническая	4	1977	Канада	1,5

Исследования проводились с 2012 по 2020 гг. (содержание биологически активных веществ в 2014...2015 гг.) по следующим методикам: зимостойкость в полевых условиях определяли после распускания хвои по 7-бальной шкале П.И. Лапина и С.В. Сидневой (Лапин, Сиднева, 1975), где 1 – подмерзания отсутствуют; степени пыления и семеношения – по 6-балльным шкалам (Голвач, 1980), где 5 – высший балл; оценка степени декоративности растений – по 5-балльной шкале (Емельянова и др., 2021), где 5 – высший балл; определение устойчивости к болезням и вредителям – путем визуальных осмотров с учетом влияния данного фактора на декоративность по разработанной в лаборатории

3-балльной шкале (0 – поражение (повреждение) отсутствует, 1 – поражение (повреждение) присутствует без потери декоративности, 2 – поражение (повреждение) присутствует с потерей декоративности); содержание биологически активных веществ в листьях и коре (с однолетних побегов) изучалось по методикам З.А. Седовой и др. (1999).



а – *Picea Canadensis*; б – *Picea canadensis* f. *conica*

Рисунок 2 – Объекты исследования

Результаты и их обсуждение

Фенологические наблюдения за ритмом сезонного развития являются обязательной составной частью процесса изучения растений, вводимых в культуру в новых условиях, так как во многом определяют устойчивость интродуцентов к неблагоприятным факторам среды и способность давать полноценные семена (Гордиенко, 2004; Мерзленко, 2006; Емельянова и др., 2020). Многолетние фенологические наблюдения за объектами исследования показывают, что ритмы их сезонного развития соответствуют климатическим условиям Орловской области.

Еще один важный фактор способный ограничить ввод растений в культуру – это зимостойкость. Экстремально низкие температуры, особенно при отсутствии снега, зимние оттепели, поздние весенние и ранние осенние заморозки могут привести к повреждению тканей и отдельных органов. Хвойные породы могут повреждаться в результате «зимней засухи», вызванной транспирацией хвои (Lebourgeois et al., 2009; Крекова, 2017; Ожерельева и др., 2017; Емельянова и др., 2020). Анализ зимостойкости объектов показал, что исследуемый вид и его форма не подвержены обмерзанию и хорошо переносят неблагоприятные условия зимнего периода Орловской области.

Важным показателем устойчивости растений, определяющим их способность существовать в данных условиях, не теряя своей декоративности, является сопротивляемость вредителям и болезням. В исследуемый период вредители и болезни на *P. canadensis* f. *conica* зафиксированы не были, что говорит о ее высокой устойчивости. Основными вредителями на *P. canadensis* были однодомные хермесы (желтый *Sacchiphantes abietis* (L.), ранний (елово-лиственничный) *Adelges laricis* (Vall.) и поздний *A. Tardus* (Dreyf.)). Вредят все стадии развития данного насекомого. Личинки, развивающиеся внутри почек, вызывают их деформации, и они принимают вид шишкообразных галлов. В целом вредители не выходили за порог вредоносности. С потерей декоративности *P. canadensis* повреждалась данным вредителем лишь в отдельные годы (1,1 балл). Из

болезней встречались сажистый грибок хвой (*Apiosporium*, *Antennaria*, *Limacinia*, *Triposporium* и др.) и шютте ели обыкновенное (*Lophodermium macrosporium* (Hart.) Rehm.). Из-за внешних изменений (сажистый налет и побурение хвой) в отдельные годы наблюдалась потеря декоративности растений *P. canadensis* (1,3 балла).

Общая декоративность определяется совокупностью внешних признаков (декоративные качества). Согласно методике, чтобы учесть сезонные изменения, мы ежемесячно оценивали степень декоративность объектов исследования по шести критериям: архитектура, хвоя и ее расположение, пыление, шишки, кора и оригинальность (Емельянова, 2016; Емельянова и др., 2021). При этом в соответствии со шкалой оценки мы учитывали правильное развитие формы кроны, оригинальность ее строения, яркость и сочность хвой, декоративность шишек, эмоциональное воздействие (Емельянова и др., 2020). Растения *P. canadensis*, как и большинство представителей рода *Picea* A.Dietr, имеют узкоконическую форму кроны. Однако расположение и длина боковых ветвей недостаточно симметрично и выровнено, поэтому выглядит несколько неряшливо, что снижает оценку архитектуры и общую ежемесячную оценку в целом. У растений *P. canadensis* f. *conica* форма кроны довольно четко выраженная, приближающаяся к правильной. При этом она карликовая и очень плотная, что всегда вызывает положительные эмоции у наблюдателя. Объекты исследования, имея вечнозеленую хвою, сохраняют декоративность в течении всего года. Этот факт имеет, как плюсы, так и минусы. С одной стороны, такая особенность позволяет использовать данные растения в любых видах посадок на различных объектах озеленения для поддержания круглогодичной декоративности. С другой стороны, в таких посадках практически отсутствует сезонная динамика (рисунок 3). Поэтому предпочтительно использовать их в смешанных с лиственными растениями группах или качестве фона для них. Небольшие всплески декоративности у объектов исследования наблюдаются в мае и июне: рост молодой голубоватой хвой (*P. canadensis* и *P. canadensis* f. *conica*) и красная окраска шишек в начале их роста (*P. canadensis*).

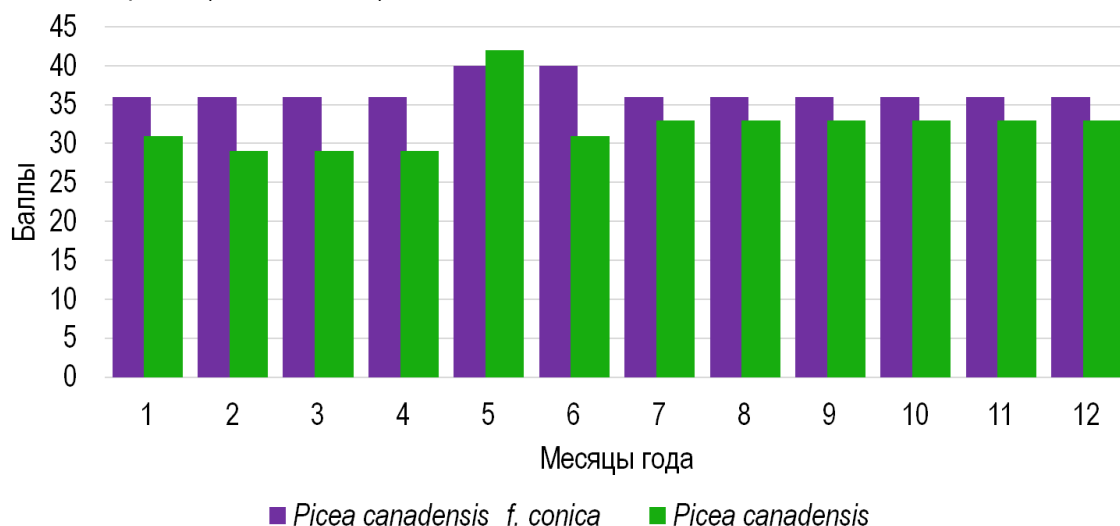
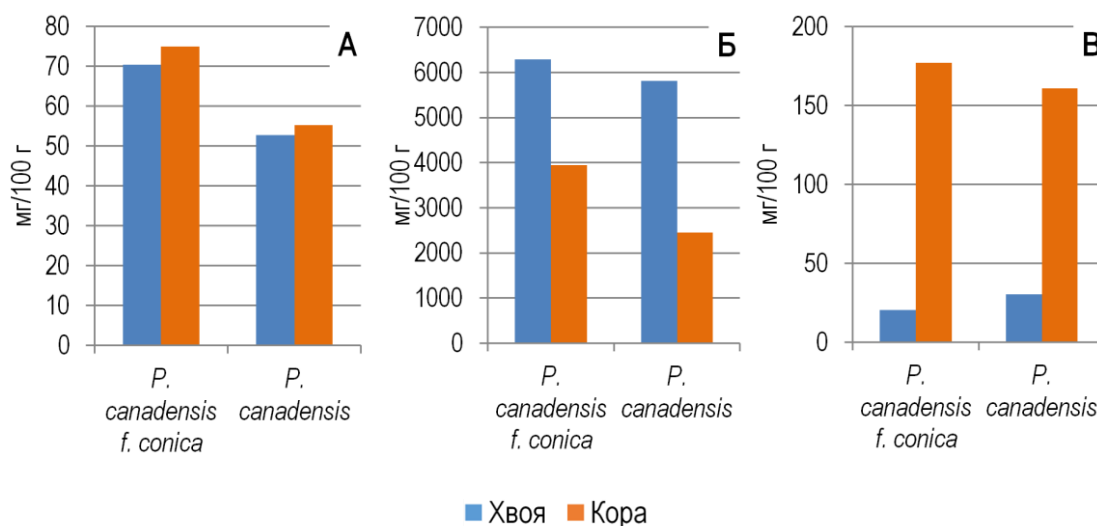


Рисунок 3 – Динамика изменения степени декоративности объектов исследования

Наличие ежегодной высокой степени пыления (4,7 балла) и образования шишек с полноценными семенами (4,5 балла) у *P. canadensis* говорит о возможности ее семенного размножения в условиях интродукции. Однако пыльца многих растений, в том числе хвойных, при вдыхании может вызывать сильные аллергические реакции у взрослых и детей, что является ограничивающим фактором для их использования в лекарственных

огородах и садах и внедрения в зеленое строительство. У *P. canadensis* f. *conica* не формируются генеративные органы, соответственно, она не пылит весной, что дает возможность использовать ее на всех объектах озеленения, включая детские сады, школы, больницы и санатории.

Для использования *P. canadensis* и ее формы коника в лекарственных садах необходимо было провести исследование на содержание биологически активных веществ в хвое и коре (рисунок 4). По результатам исследований аскорбиновой кислоты в хвое и коре исследованных растений содержится примерно равное количество. Содержание Р-активных веществ в хвое значительно выше, чем в коре. В то время, как сумма каротиноидов выше в коре. Если сравнивать между собой *P. canadensis* и ее форму, то по содержанию всех исследованных биологически активных веществ *P. canadensis* f. *conica* превосходит исходный вид *P. canadensis*, за исключением суммы каротиноидов хвои. Соответственно, для использования в лекарственных садах *P. canadensis* f. *conica* более предпочтительна.



А – аскорбиновая кислота; Б – сумма Р-активных веществ; В – сумма каротиноидов.

Рисунок 4 – Содержание биологически активных веществ (мг/100г) в хвое и коре *Picea canadensis* и *Picea canadensis* f. *conica*

Выводы

Оценка *Picea canadensis* и ее формы с целью расширения ассортимента устойчивых декоративных древесных видов показала, что наиболее перспективной для комплексного использования в озеленении Орловской области, в том числе в составе лекарственных садов при санаториях, домах отдыха, больницах, школах и частных усадьба, является *Picea canadensis* f. *conica*. Она обладает медленным ростом, устойчива к болезням и вредителям, не пылит, содержит достаточно высокое количество биологически активных веществ листьях и коре. Рекомендуется для одиночных и групповых посадок в небольших скверах и садах, для выращивания в контейнерах на крышах и террасах, для оформления каменистых садов.

Литература

1. Бондарев С.А., Ромашкин П.С. Всё о пчёлах и пчеловодстве. Ростов на Дону: Владис, 2011. 512 с.

2. Бударин А.А., Клемешова К.В. Анализ содержания фотосинтетических пигментов в листьях *Rosa × hybrida hort.* в условиях влажных субтропиков России // Субтропическое и декоративное садоводство. 2018. № 67. С. 153-159. DOI:10.31360/2225-3068-2018-67-153-159
3. Головач А.Г. Деревья, кустарники и лианы ботанического сада БИН АН СССР. Ленинград: Наука, 1980. 188 с.
4. Гордиенко Н.С. Роль многолетних фенологических наблюдений в системе экомониторинга природных комплексов // Известия Челябинского научного центра. 2004. № 2. С. 161-166.
5. Дубовицкая О.Ю. Создание устойчивых средоулучшающих фитотехнологий в Центрально-Черноземном регионе России // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2013. № 11. С. 20-26.
6. Егоров А.А., Уткин Л.В., Жук Ю.А., Васильев Н.П. Анализ зимостойкости хвойных на основе многолетних рядов наблюдений // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2014. № 209. С. 41-51.
7. Егоров А.А., Афонин А.Н. Эколого-географический потенциал ели сизой (*Picea glauca* (Moench) Voss, Pinaceae) и возможность ее интродукции в Северную Евразию // Журнал общей биологии. 2017. Т. 78, № 1. С. 67-76.
8. Емельянова О.Ю. К методике комплексной оценки декоративности древесных растений // Современное садоводство – Contemporary horticulture. 2016. № 3. С. 54-74. URL:<https://journal-vniispk.ru/pdf/2016/3/38.pdf>
9. Емельянова О.Ю., Масалова Л.И. Анализ состояния древесных растений городской и рекреационной зоны города Орла // Современное садоводство – Contemporary horticulture. 2017. № 4. С. 113-120. DOI:10.24411/2218-5275-2017-00041
10. Емельянова О.Ю., Масалова Л.И., Фирсов А.Н. Оценка степени декоративности древесных растений. Орел: ВНИИСПК, 2021. 20 с.
11. Емельянова О.Ю., Фирсов А.Н., Масалова Л.И. Таксономический анализ генетической коллекции дендрария ВНИИСПК // Селекция и сорторазведение садовых культур. 2018. Т. 5, № 2. С. 29-32.
12. Емельянова О.Ю., Цой М.Ф., Масалова Л.И. Фенологические наблюдения как основа формирования базы данных феноспектров древесных растений // Овощи России. 2020. № 6. С. 77-84. DOI:10.18619/2072-9146-2020-6-77-84
13. Емельянова О.Ю., Цой М.Ф., Масалова Л.И., Павленкова Г.А., Фирсов А.Н. Эколого-биологические особенности видов хвойных растений рода *Picea* при оценке перспективности их распространения в Орловской области // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2020. № 3. С. 30-34. DOI:10.30850/vrsn/2020/3/30-34
14. Крекова Я.А., Залесов С.В., Чеботько Н.К. Хозяйственно-ценные древесные породы в коллекции дендропарка КазНИИЛХА и оценка их биоэкологических показателей // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. 2017. № 20. С. 89-92.
15. Касимов Н.С., Курбатова А.С., Башкин В.Н., Анциферов В.В., Яковлев И.Н., Мишина К.Г., Мягков М.С., Грибкова С.И., Никифорова Е.М., Ратанова М.П., Битюкова В.Р., Корнева Е.Н., Савельева В.А., Савин Д.С., Баранникова Ю.А., Лемуткин Г.Б. Экология города. М.: Научный мир, 2004. 620 с.
16. Ламоткин С.А., Гиль Е.В., Романюк Л.И., Скаковский Е.Д. Сезонная динамика терпеноидов эфирного масла *Picea glauca* в городских условиях // Растительные ресурсы. 2019. Т. 55, № 2. С. 259-267. DOI:10.1134/S0033994619020055
17. Лапин П.И., Сиднева С.В. Оценка степени подмерзания видов растений. М.: Наука, 1975. С.18-19.

18. Мерзленко М.Д. Ценность фенологических наблюдений для лесохозяйственного производства // Лесной вестник. 2006. № 1. С. 37-40.
19. Ожерельева З.Е., Емельянова О.Ю., Фирсов А.Н. Определение основных компонентов зимостойкости видов декоративных деревьев и кустарников разного эколого-географического происхождения в контролируемых условиях // Современное садоводство – Contemporary horticulture. 2017. № 2. С. 17-24. DOI:10.24411/2218-5275-2017-00022
20. Седова З.А., Леонченко В.Г., Астахов А.И. Оценка сортов по химическому составу плодов // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова и Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. С. 160-167.
21. Серова А.А., Черчинцев В.Д. Влияние промышленных выбросов на габитус ели канадской // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2012. Т. 1, № 70. С. 167-168.
22. Фирсов А.Н., Емельянова О.Ю., Масалова Л.И. Изучение морфо-биологических особенностей видов растений Красной книги РФ в составе генетической коллекции дендрария ВНИИСПК // Современное садоводство – Contemporary horticulture. 2018. № 4. С. 70-79. DOI:10.24411/2312-6701-2018-10410
23. Хромова Т.М., Емельянова О.Ю., Цой М.Ф. Экологическая оценка состояния древесных растений декоративной группы возделываемых биотопов городов Орловской области // Плодоводство и ягодоводство России. 2016. № 46. С. 409-412.
24. Элайс Т.С. Североамериканские деревья. Определитель: пер. с англ. / под ред. И.Ю. Коропачинского. Новосибирск: Гео, 2014. 959 с.
25. Bessonova V.P., Chongova A.S., Sklyarenko A.V. Influence of multicomponent contamination on the content of pho-tosynthetic pigments in the leaves of woody plants commonly planted for greening of cities // Biosystems Diversity. 2020. Vol. 28, N 2. P. 203-208. DOI:10.15421/0120266
26. Farjon A., Page C.N. Conifers: Status survey and conservation action plan. Gland: IUCN. 1999. 133 p.
27. Host S., Chatignoux E., Leal C., Grémy I. Health risk assessment of traffic-related air pollution near busy roads // Revue d'Epidemiologie et de Sante Publique. 2012. Vol. 60, N 4. P. 321-330. DOI:10.1016/j.respe.2012.02.007
28. Lebourgeois F., Rathgeber C., Ulrich E. Sensitivity of French temperate coniferous forests to climate variability and extreme events (*Abies alba*, *Picea abies* and *Pinus sylvestris*) // Journal of Vegetation Science. 2010. Vol. 21, N 2. P. 364-376. DOI:10.1111/j.1654-1103.2009.01148.x
29. Livesley S.J., McPherson G.M., Calfapietra C. The urban forest and ecosystem services: Impacts on urban water, heat, and pollution cycles at the tree, street, and city scale // Journal of Environmental Quality. 2016. Vol. 45, N 1. P. 119-124. DOI:10.2134/jeq2015.11.0567
30. Lovett G.M., Tear T.H., Evers D.C., Findlay S.E., Cosby B.J., Dunscomb J.K., Driscoll C.T., Weathers K.C. Effects of air pollution on eco-systems and biological diversity in the Eastern United States // Annals of the New York Academy of Sciences. 2009. Vol. 1162, N 1. P. 99-135. DOI:10.1111/j.1749-6632.2009.04153.x
31. Masalova L., Emelyanova O., Tsoy M., Pavlenkova G., Firsov A. Ecological and biological features of the development of introduced species of the genus *Abies* Mill // E3S Web of Conferences. 2021. Vol. 254. 7 p. DOI:10.1051/e3sconf/202125406001
32. Yahia M.W., Johansson E., Thorsson S., Lindberg F., Rasmussen M.I. Effect of urban design on microclimate and thermal comfort outdoors in warm-humid Dar es Salaam. Tanzania //

International Journal of Biometeorology. 2018. Vol. 62, N 3. P. 373-385. DOI:10.1007/s00484-017-1380-7

References

1. Bondarev, S.A., & Romashkin, P.S. (2011). *All about bees and beekeeping*. Vladis. (In Russian).
2. Budarin, A.A., & Klemeshova, K.V. (2018). Analyzing the photosynthetic pigments content in Rosa × Hybrida Hort. Leaves in conditions of the Russian humid subtropics. *Subtropical and ornamental horticulture*, 67, 153-159. <https://doi.org/10.31360/2225-3068-2018-67-153-159>
3. Golovach, A.G. (1980). *Trees, shrubs and lianas of the Botany Garden of the USSR*. Nauka. (In Russian).
4. Gordienko, N.S. (2004). The role of long-term phenological observations in the environmental monitoring system of natural complexes. *Bulletin of the Chelyabinsk Scientific Center*, 2, 161-166. (In Russian).
5. Dubovitskaya, O.Yu. (2013). Creation of sustainable phytotechnology for improving the environment in central black soil region Russia. *Problems of biological, medical and pharmaceutical chemistry*, 11, 20-26. (In Russian, English abstract).
6. Egorov, A.A., Utkin, L.V., Zhuk, Yu., & Vasilev, N.P. (2014). Analysis winter resistance based on long standing of observation series. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoy akademii*, 209, 41-51. (In Russian, English abstract).
7. Egorov, A.A., & Afonin, A.N. (2017). Eco-geographical potential of the white spruce (*Picea glauca* (Moench) Voss, Pinaceae), and the possibility of its introduction into northern Eurasia. *Journal of general Biology*, 78(1), 67-76. (In Russian, English abstract).
8. Emelyanova, O.Yu. (2016). For method of complex assessment of woody plants decorativeness. *Sovremennoe sadovodstvo – Contemporary horticulture*, 3, 54-74. <https://journal-vniispk.ru/pdf/2016/3/38.pdf> (In Russian, English abstract).
9. Emelyanova, O.Yu., & Masalova, L.I. (2017). Analysis of the condition of woody plants in urban and recreational areas of Orel town. *Sovremennoe sadovodstvo – Contemporary horticulture*, 4, 113-120. <https://doi.org/10.24411/2218-5275-2017-00041>
10. Emelyanova, O.Yu., Masalova, L.I., & Firsov, A.N. (2021). *Assessment of the degree of decorative woody plants*. VNIISPK. (In Russian).
11. Emelyanova, O.Yu., Firsov, A.N., & Masalova, L.I. (2018). Taxonomic analysis of the genetic collection of the VNIISPK arboretum. *Breeding and variety cultivation of fruit and berry crops*, 5(2), 29-32. (In Russian, English abstract).
12. Emelyanova, O.Yu., Tsoy, M.F., & Masalova, L.I. (2020). The phenological observations as the basis for the formation of the database of phenological spectrums of woody plants. *Vegetable crops of Russia*, 6, 77-84. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-6-77-84>
13. Emelyanova, O.Yu., Tsoy, M.F., Masalova, L.I., Pavlenkova, G.A., & Firsov, A.N. (2020). Ecological and biological features of the pine plants varieties of the *Picea* genus in assessment of the prospects of their distribution in the Oryol region. *Vestnik of the Russian agricultural science*, 3, 30-34. <https://doi.org/10.30850/vrsn/2020/3/30-34>
14. Krekova, I.A., Zalesov, S.V., & Chebotko, N.K. (2017). Commercially valuable tree species in the collection of the KazSRI Arboretum and assessment of their bioecological indicators. *Gardening, seed growing, introduction of woody plants*, 20, 89-92. (In Russian, English abstract).
15. Kasimov, N.S., Kurbatova, A.S., Bashkin, V.N., Antsiferov, V.V., Iakovlev, I.N., Mishina, K.G., Miagkov, M.S., Gribkova, S.I., Nikiforova, E.M., Ratanova, M.P., Bitiukova, V.R.,

- Korneva, E.N., Saveleva, V.A., Savin, D.S., Barannikova, I.U.A., & Lemutkin, G.B. (2004). *Ecology of the City*. Scientific World. (In Russian).
16. Lamotkin, S.A., Hil, E.V., Romanyuk, L.I., & Skakovskiy, E.D. (2019). Seasonal dynamics of Terpenoids in essential oil of urban grown *Picea glauca*. *Rastitelnye resursy*, 55(2), 259-267. <https://doi.org/10.1134/S0033994619020055> (In Russian, English abstract).
 17. Lapin, P.I., & Sidneva, S.V. (1975). *The assessment of plant species freezing degree*. Nauka. (In Russian).
 18. Merzlenko, M.D. (2006). The value of Phenological observations for forestry production. *Forestry Bulletin*, 1, 37-40. (In Russian).
 19. Ozherelieva, Z.E., Emelyanova, O.Yu., & Firsov, A.N. (2017). The determination of the Basic winter hardiness components of ornamental tree and bush species of different ecological and geographical origin under controlled condition. *Sovremennoe sadovodstvo – Contemporary horticulture*, 2, 17-24. <https://doi.org/10.24411/2218-5275-2017-00022> (In Russian, English abstract).
 20. Sedova, Z.A., Leonchenko, V.G., & Astakhov, A.I. (1999). Variety estimation for chemical composition of fruit. In E.N. Sedov & T.P. Ogoltsova (Eds.), *Program and methods of variety investigation of fruit, berry and nut crops* (pp. 160–167). VNIISPK. (In Russian).
 21. Serova, A.A., & Cherkintsev, V.D. (2012). The effect of industrial emissions on the habitus *Picea glauca*. *Aktualnye problemy sovremennoi nauki tekhniki i obrazovaniia*, 1(70), 167-168. (In Russian).
 22. Firsov, A.N., Emelyanova, O.Yu., & Masalova, L.I. (2018). Study of morphological and biological characteristics of the species of plants from the red data book of the Russian federation in the genetic collection of the VNIISPK arboretum. *Sovremennoe sadovodstvo – Contemporary horticulture*, 4, 70-79. <https://doi.org/10.24411/2312-6701-2018-10410>
 23. Khromova, T.M., Emelyanova, O.Yu., & Tsoi, M.F. (2016). Environmental evaluation of the woody vegetation of decorative group of cultivated biotopes of Orel region cities. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*, 46, 409-412. (In Russian, English abstract).
 24. Elias, T.S. (2014). *Field Guide to North American Trees*. (I.Yu. Korpachinskiy, Ed.). Geo. (Original work published 1991). (In Russian).
 25. Bessonova, V.P., Chongova, A.S., & Sklyarenko, A.V. (2020). Influence of multicomponent contamination on the content of photosynthetic pigments in the leaves of woody plants commonly planted for greening of cities. *Biosystems Diversity*, 28(2), 203-208. <https://doi.org/10.15421/0120266>
 26. Farjon, A., & Page, C.N. (1999). *Conifers: Status survey and conservation action plan*. IUCN.
 27. Host, S., Chatignoux, E., Leal, C., & Grémy, I. (2012). Health risk assessment of traffic-related air pollution near busy roads. *Revue d'Epidemiologie et de Sante Publique*, 60(4), 321-330. <https://doi.org/10.1016/j.respe.2012.02.007>
 28. Lebourgeois, F., Rathgeber, C., & Ulrich, E. (2010). Sensitivity of French temperate coniferous forests to climate variability and extreme events (*Abies alba*, *Picea abies* and *Pinus sylvestris*). *Journal of Vegetation Science*, 21(2), 364-376. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2009.01148.x>
 29. Livesley, S.J., McPherson, G.M., & Calfapietra, C. (2016). The urban forest and ecosystem services: Impacts on urban water, heat, and pollution cycles at the tree, street, and city scale. *Journal of Environmental Quality*, 45(1), 119-124. <https://doi.org/10.2134/jeq2015.11.0567>
 30. Lovett, G.M., Tear, T.H., Evers, D.C., Findlay, S.E., Cosby, B.J., Dunscomb, J.K., Driscoll, C.T., & Weathers, K.C. (2009). Effects of air pollution on eco-systems and biological diversity in the Eastern United States. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1162(1), 99-135. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04153.x>

31. Masalova, L., Emelyanova, O., Tsoy, M., Pavlenkova, G., & Firsov, A. (2021). Ecological and biological features of the development of introduced species of the genus *Abies* Mill. *E3S Web of Conferences*, 254, Article 06001. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125406001>
32. Yahia, M.W., Johansson, E., Thorsson, S., Lindberg, F., & Rasmussen, M.I. (2018). Effect of urban design on microclimate and thermal comfort outdoors in warm-humid Dar es Salaam, Tanzania. *International Journal of Biometeorology*, 62(3), 373-385. <https://doi.org/10.1007/s00484-017-1380-7>