

## Повышение биоразнообразия зеленых насаждений растениями-интродуцентами рода *Picea* (Pinaceae Lindl.) в условиях юга Средней Сибири

### Increasing biodiversity of green spaces by introduced plants of the genus *Picea* (Pinaceae Lindl.) in the conditions of the south of Central Siberia

Лобанов А. И.<sup>1</sup>, Гордеева Г. Н.<sup>1</sup>, Кириенко М. А.<sup>2</sup>, Мулява В. В.<sup>2</sup>, Мулява В. Е.<sup>2</sup>, Коновалова Н. А.<sup>3</sup>

Lobanov A. I.<sup>1</sup>, Gordeeva G. N.<sup>1</sup>, Kirienko M. A.<sup>2</sup>, Mulyava V. V.<sup>2</sup>, Mulyava V. E.<sup>2</sup>, Konovalova N. A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии – филиал ФИЦ КНЦ СО РАН, с. Зеленое, Республика Хакасия, Россия. E-mails: anatoly-lobanov@ksc.krasn.ru, gordeeva.gal2011@yandex.ru

<sup>1</sup>Scientific Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia – Branch of the Federal Research Center Krasnoyarsk Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch, Zelenoe Village, Republic of Khakassia, Russia

<sup>2</sup>Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск, Россия. E-mails: Lma7878@mail.ru, mulyava83@gmail.com, sibhoney@mail.ru

<sup>2</sup>V. N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch, Federal Research Center Krasnoyarsk Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch, Krasnoyarsk, Russia

<sup>3</sup>Красноярский политехнический техникум, г. Красноярск, Россия. E-mail: konovalova\_nadez@mail.ru

<sup>3</sup>Krasnoyarsk Polytechnic College, Krasnoyarsk, Russia

**Реферат.** Проблема экологической оптимизации урбанизированных ландшафтов юга Средней Сибири посредством повышения биоразнообразия деревьев и кустарников приобретает научное и практическое значение. Урбоэкосистемы этого региона уже давно стали основной средой проживания и работы человека. На урбанизированных территориях, испытывающих высокую техногенную нагрузку, важную роль в защите и улучшении окружающей природной среды играют зеленые насаждения и, прежде всего, древесные. В связи с прогрессивно возрастающим уровнем антропогенного загрязнения южных районов Средней Сибири становится все более актуальным изучение ответных реакций древесных растений на условия произрастания. Реакция видов древесных растений, а также их роль в поддержании стабильности урбоэкосистем весьма неодинакова, и требует своего изучения. Хвойные рода *Picea* относятся к газоустойчивым древесным растениям, декоративны, фитонциды и все более привлекают внимание практиков-озеленителей, агролесомелиораторов и лесоводов. В связи с этим, целью работы явилось изучение реакции древесных растений-интродуцентов рода *Picea* по показателям зимостойкости и роста на условия урбоэкосистем южных районов Средней Сибири. Исследования выполнены с привлечением современных методических разработок на базе интродукционных центров городов Красноярск и Абакан. Проведенными исследованиями в разных ботанико-географических районах установлено, что резко континентальный климат не является барьером для успешного роста и адаптации разных видов и форм древесных растений рода *Picea*, обладающих в большинстве своем полной зимостойкостью и высокой продуктивностью. Более широкое их использование в зеленом строительстве, защитном лесоразведении и лесном хозяйстве позволит повысить биологическое разнообразие культурных ландшафтов, декоративность ландшафтных групп зеленых и иных насаждений, а также эффективно стабилизировать обитаемую среду урбоэкосистем юга Средней Сибири.

**Ключевые слова.** Биоразнообразие, зимостойкость, растения-интродуценты, род *Picea*, урбоэкосистемы.

**Summary.** The problem of ecological optimization of urbanized landscapes in the south of Central Siberia by increasing biodiversity of trees and shrubs is acquiring scientific and practical significance. The urban ecosystems of this region have long been the main living and working environment for humans. In urbanized areas experiencing high technogenic load, green spaces, and especially trees, play an important role in protecting and improving the natural environment. In connection with the progressively increasing level of anthropogenic pollution in the southern regions of Central Siberia, the study of the responses of woody plants to growing conditions is becoming increasingly relevant. The response of woody plant species, as well as their role in maintaining the stability of urban ecosystems, is very different and requires further study. Conifers of the genus *Picea* are gas-resistant woody plants, decorative, phytoncidal and increasingly attract the attention of landscapers, agroforestry specialists and foresters. In this regard, the aim of the work was to study the

reaction of woody plants-introducers of the genus *Picea* in terms of winter hardiness and growth to the conditions of the urban ecosystems of the southern regions of Central Siberia. The research was carried out using modern methodological developments based on introduction centers in the cities of Krasnoyarsk and Abakan. Research conducted in various botanical and geographical regions has established that the sharply continental climate is not a barrier to the successful growth and adaptation of various species and forms of woody plants of the genus *Picea*, most of which have complete winter hardiness and high productivity. Their wider use in green construction, protective afforestation and forestry will increase the biological diversity of cultural landscapes, the decorativeness of landscape groups of green and other plantings, and also effectively stabilize the habitable environment of urban ecosystems in the south of Central Siberia.

**Key words.** Biodiversity, introduced-plants, spruce genus, urban ecosystems, winter hardiness.

**Актуальность темы.** В настоящее время стратегия сохранения биологического разнообразия рассматривается как стратегия выживания видов древесных растений и их форм в новых экологических условиях. Ключевым звеном в этой проблеме является изучение и подбор соответствующего ассортимента видов древесных растений и их форм, наиболее отвечающих задачам формирования специализированных лесных биогеоценозов (Шварц, 1976). Научные основы по введению в культуру новых видов древесных растений – как местных, так и инорайонных – являются еще недостаточно разработанными в силу их изменчивости, динамики природных условий и антропогенных изменений окружающей среды (Протопопова, 1964; Лапин, Сиднева, 1968; Лиховид, 2007).

Биологическое разнообразие – основа поддержания экологических условий существования и экономического развития человеческого общества. Повысить природное биоразнообразие и улучшить качественный состав зеленых насаждений, являющихся экологическим каркасом урбанизированных территорий, успешно удастся методами интродукции древесных растений (Рубцов, Самошкин, 1997; Залывская, Бабич, 2020; Лобанов и др., 2024).

В условиях южных районов Средней Сибири важность этих исследований объясняется еще и тем, что возможность расширения ассортимента видов, пригодных для озеленительных и иных задач только за счет местной (сибирской) арборифлоры, чрезвычайно ограничены. В связи с этим для решения задачи по расширению ассортимента растений, пригодных для озеленения, защитного лесоразведения и лесного хозяйства, в ряде таких интродукционных центров, как Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН (ИЛ СО РАН) и Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии (НИИАПХ), на базе дендрариев и интродукционных питомников проводятся исследования по интродукции и селекции древесных растений.

Интенсивный рост урбанизации привел к возникновению комплекса экологических проблем во всех компонентах окружающей среды. По состоянию на 2021–2022 гг., в таких крупных городах, как Красноярск, Абакан и других, сохраняется острая нехватка озелененных территорий, формирующих комфортные условия для работы, проживания и отдыха человека (Авдеева, Извеков, 2021; Гордеева, Лобанов, 2022).

Одними из перспективных видов, которые должны найти более широкое применение в зеленых насаждениях, являются представители хвойных рода *Picea* A. Dietr. Они обладают обширным спектром полезных свойств: обеспечивают эстетические и комфортные условия для жизни населения, экологически пластичны, зимостойки, дымо- и газоустойчивы, декоративны и фитонцидны (Протопопова, 1964; Лоскутов, 1991; Лиховид, 2007; Локтева и др., 2023). Вопросы изучения зимостойкости и особенностей роста хвойных рода *Picea* в урбанизированной среде юга Средней Сибири все больше привлекают внимание исследователей (Седаева, 2016; Авдеева, Извеков, 2021; Гордеева, Лобанов, 2022). Они требуют дальнейшего изучения, поскольку эти сведения необходимы для установления перспективности их хозяйственного использования и разработке мер по повышению их биологической устойчивости.

Цель работы – изучение реакции древесных растений-интродуцентов рода *Picea* по показателям зимостойкости и роста на условия урбозкосистем южных районов Средней Сибири.

**Объекты и методы исследований.** Объектами исследований служили зеленые насаждения и посадки представителей рода *Picea* A. Dietr., испытываемые в трех дендрариях научных учреждений южных районов Средней Сибири. Первый дендрарий (Д-1) Института леса им. В. Н. Сукачева (ИЛ СО РАН) расположен на территории экспериментального хозяйства «Погорельский бор», находящегося в 38 км к северу от Красноярска. Климат здесь – резко континентальный: среднегодовая температура воздуха составляет  $-1,3$  °С; средняя годовая сумма осадков – 356 мм; абсолютный минимум

температуры воздуха достигает  $-61^{\circ}\text{C}$ . Почва – дерново-подзолистая супесчаная. Второй дендрарий (Д-2) ИЛ СО РАН расположен в красноярском Академгородке. Среднегодовая температура воздуха здесь составляет  $0,5^{\circ}\text{C}$ , средняя годовая сумма осадков – 485 мм, абсолютный минимум температуры воздуха достигает  $-53^{\circ}\text{C}$ , почва – дерново-карбонатная легкосуглинистая. Третий дендрарий (Д-3) Научно-исследовательского института аграрных проблем Хакасии (НИИАПХ) расположен в с. Зеленое Усть-Абаканского района Республики Хакасия. Климат здесь также резко континентальный: среднегодовая температура воздуха составляет  $-0,2^{\circ}\text{C}$ , сумма осадков за год – 286 мм, абсолютный минимум температуры воздуха достигает  $-47^{\circ}\text{C}$ . Почва – темно-каштановая легкосуглинистая.

Согласно ботанико-географическому районированию Л. М. Черепнина (1957), первые два дендрария (Д-1 и Д-2) ИЛ СО РАН отнесены к Красноярскому ботанико-географическому лесостепному району, третий дендрарий (Д-3) НИИАПХ – к Приабаканскому ботанико-географическому степному району.

При выполнении исследований использованы основные положения методических разработок (Артемьев, 1975; Методы ..., 2002; Зальвская, Бабич, 2020). Класс бонитета оценен по единой шкале для бонитировки насаждений по их высоте в определенном возрасте (Орлов, 1913). Для оценки зимостойкости растений-интродуцентов была принята семибалльная шкала: I – растения не обмерзают; II – обмерзает не более 50 % длины 1-летних побегов; III – обмерзает от 50 до 100 % длины 1-летних побегов; IV – обмерзают не только 1-летние, но и более старые побеги; V – обмерзает надземная часть до снегового покрова; VI – обмерзает вся надземная часть; VII – растение вымерзает полностью (Лапин, Сиднева, 1968).

**Результаты и их обсуждение.** Основным лимитирующим фактором для растений-интродуцентов является низкая температура воздуха в зимний период. По степени устойчивости к ним определяется успешность интродукции того или иного вида и возможность их культивирования в новых условиях (Протопопова, 1964; Гордеева, Лобанов, 2022).

В Красноярском лесостепном ботанико-географическом районе на базе двух дендрариев ИЛ СО РАН прошли испытания на зимостойкость 14 видов и форм рода *Picea*, некоторые из которых достигли 59-летнего биологического возраста. В этом возрасте они имеют полную зимостойкость (I балл) и достигают максимальной высоты 24,1 м. Максимальная продуктивность из них (I-а класс бонитета) характерна для ели сибирской, ели сибирской форм голубой и светящейся. Хорошей продуктивностью (I класс бонитета) обладают ель сибирская форм длиннохвойной, семинской и плакучей и ель сибирская Крылова (табл. 1).

Таблица 1

Максимальные показатели роста, продуктивность и зимостойкость представителей рода *Picea* в Красноярском ботанико-географическом лесостепном районе

Вид растений	Местонахождение	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см	Класс бонитета	Зимостойкость, балл
<i>Picea obovata</i> Ledeb.	Д-2	23*	11,0	30,0	I-а	I
		50	22,2	41,7	I-а	I
<i>Picea obovata</i> Ledeb. f. <i>glauca</i>		30*	6,0	9,0	III	I
		44	13,1	16,0	III	I
<i>Picea obovata</i> Ledeb. f. <i>lutescens</i> Lucznik		15**	1,54	–	V	I
		59	19,4	29,1	II	I
<i>Picea obovata</i> Ledeb. f. <i>densifolia</i> Lucznik		15**	2,1	–	V	I
		59	23,0	40,8	I	I
<i>Picea obovata</i> Ledeb. f. <i>seminskensis</i> Lucznik		12**	1,96	–	V	I
		59	21,4	42,3	I	I
<i>Picea obovata</i> Ledeb. f. <i>pendula</i> Lucznik		15**	2,25	–	V	I
		59	22,3	36,0	I	I
<i>Picea obovata</i> Ledeb. f. <i>lucifera</i> Lucznik	12**	1,68	–	V	I	
	59	24,1	27,9	I-а	I	

Продолжение табл. 1

Вид растений	Местонахождение	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см	Класс бонитета	Зимостойкость, балл
<i>Picea pungens</i> Engelm.	Д-1	50***	18,0	31,5	I	I
		58	21,5	37,3	I	I
	Д-2	36*	8,0	18,0	IV	I–II
		39***	10,5	22,5	III	I
		55	12,4	26,1	III	I
<i>Picea mariana</i> (Mill.) Britton, Stern et Poggenb.	Д-1	40****	12,8	–	II	I
		58	20,6	21,0	II	I
<i>Picea rubens</i> Sarg.		40****	12,4	21,3	III	I
<i>Picea jezoensis</i> (Siebold et Zucc.) Carriere		40****	12,7	–	III	I
<i>Picea glehnii</i> (F. Schmidt) Mast.		50***	12,5	18,5	III	I
<i>Picea obovata</i> var. <i>krylovii</i> Luchnik		58	20,6	21,0	I	I
<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.		Д-2	60	13,6	22,8	III

Примеч.: Д-1 – дендрарий ИЛ СО РАН в Академгородке г. Красноярск; Д-2 – дендрарий ИЛ СО РАН в 38 км северней г. Красноярск; \* по данным Р. И. Лоскутова (2008); \*\* по данным Р. И. Лоскутова (1991); \*\*\* по данным М. И. Седаевой (2016); \*\*\*\* по данным М. И. Седаевой и Г. С. Вараксина (2007).

В Приабаканском ботанико-географическом степном районе успешно прошли испытания на зимостойкость 11 видов и форм рода *Picea*. Неперспективными из них в зоне сухой степи оказались три вида: *Picea glenii* (F. Schmidt) Mast, *P. abies* (L.) H. Karst, *P. glauca* (Moench) Voss. Показатели роста, продуктивности и зимостойкости видов, успешно прошедших испытания и адаптацию, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Максимальные показатели роста, продуктивность и зимостойкость представителей рода *Picea* в Приабаканском ботанико-географическом степном районе

Вид растений	Местонахождение	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см	Класс бонитета	Зимостойкость, балл
<i>Picea obovata</i> Ledeb.	Д-3	44*	21,0	36,0	I-a	I
		60	22,6	67,8	I	I
<i>Picea obovata</i> Ledeb. f. <i>glauca</i>		45	14,6	9,5	II	I
<i>Picea pungens</i> Engelm.		38	16,0	15,0	I	I
<i>Picea pungens</i> Engelm. f. <i>glauca</i>		Д-3	35	16,5	11,5	I-a
	ЗН-А	60**	25,0	37,0	I-a	I
<i>Picea asperata</i> Masters	Д-3	45	12,0	13,5	III	I–II
<i>Picea jezoensis</i> (Siebold et Zucc.) Carriere		27	1,0	1,5	V-6	I
<i>Picea korainensis</i> Nakai		49	10,7	8,5	IV	I
<i>Picea schrenkiana</i> Fisch. et C. A. Mey.		43	14,6	16,0	II	I

Примеч.: Д-3 – дендрарий НИИАПХ; \* По данным Н. И. Лиховид (2007); \*\* по данным А. И. Августовского (2023); Д-3 – дендрарий НИИАПХ; ЗН-А – зеленые насаждения в г. Абакане.

Из табл. 2 видно, что все виды, успешно прошедшие адаптацию к низким температурам воздуха в сухостепных условиях, вполне зимостойки. Хорошим ростом и высокой продуктивностью (I-a и I

классы бонитета) обладают ель сибирская, ель колючая и ель колючая формы голубая. Неслучайно они используются в благоустройстве административных зданий, парков, скверов, придомовых территорий и частных усадеб. Целесообразно шире их использовать для защиты путей транспорта, для выращивания прифермских и прикошарных защитных лесных полос и для создания мемориальных комплексов «Воинская слава».

**Заключение.** Проведенными исследованиями в разных ботанико-географических районах установлено, что резко континентальный климат юга Средней Сибири не является препятствием для успешного роста и адаптации разных видов и форм представителей рода *Picea*, которые обладают высокой зимостойкостью. В целом декоративные и биологически устойчивые виды и их формы этого рода растений используются в озеленительных целях в этом регионе недостаточно. Успешно культивируются, но только на не больших площадях, лишь несколько представителей этого рода (*P. obovata*, *P. obovata* f. *glauca*, *P. pungens*, *P. pungens* f. *glauca*, *P. schrenkiana*). В то же время опыт, накопленный в интродукционных центрах этого крупного региона, свидетельствует о значительном потенциале использования новых представителей этого рода в практику зеленого строительства, лесного хозяйства и защитного лесоразведения с целью повышения комфортности работы, проживания и отдыха человека. Это позволит повысить биоразнообразие и декоративность ландшафтных групп зеленых и лечебно-оздоровительных насаждений, усилит их санитарно-гигиенические свойства, уменьшит негативное воздействие на окружающую среду урбоэкосистем, улучшит благоприятные условия труда и качество жизни населения, приумножит социально-культурный потенциал.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Августовский А. И.** Бессменный почетный караул памятника «Воинская слава» в парке Победы и на Первомайской площади г. Абакана // Мартыановские краеведческие чтения: сб. докл. и сообщ. – Красноярск, 2023. – Вып. 16. – С. 243–248.
- Авдеева Е. В., Извеков А. А.** Исследование фенологического цикла ели сибирской и колючей в условиях сибирского города // Хвойные бореальной зоны, 2021. – Т. XXXIX, № 2. – С. 81–89.
- Артемов А. С.** Инструкция по инвентаризации зеленых насаждений в городах, рабочих, дачных и курортных поселках РСФСР. – М.: МЖКХ, 1975. – 14 с.
- Гордеева Г. Н., Лобанов А. И.** Продолжительность жизненного цикла и зимостойкость древесных интродуцентов в сухостепной зоне Хакасии // Изв. вузов. Лесн. журн., 2022. – № 3. – С. 73–90. <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2022-3-73-90>
- Залывская О. С., Бабич Н. А.** Оценка декоративности насаждений // Изв. вузов. Лесн. журн., 2020. – № 6. – С. 98–110. <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2020-6-98-110>
- Ланин П. И., Сиднева С. В.** Определение перспективности растений для интродукции по данным фенологии // Бюллетень Главного ботанического сада АН СССР, 1968. – Вып. 69. – С. 14–21.
- Лиховид Н. И.** Интродукция древесных растений в аридных условиях юга Средней Сибири. – Абакан: ООО «Фирма «Март», 2007. – 288 с.
- Лобанов А. И., Гордеева Г. Н., Коновалова Н. А., Мулява В. В., Мулява В. Е.** Повышение биоразнообразия методами интродукции древесных растений в Средней Сибири // Лесные экосистемы бореальной зоны: Биосферная роль, биоразнообразие, экологические риски: мат-лы междунар. науч. конф., г. Красноярск, 16–20 сентября 2024 г. – Красноярск: ИЛ СО РАН, 2024. – С. 214–216.
- Локтева А. В., Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П.** Биологические особенности представителей рода ель (*Picea* A. Dietr.) в структуре урбоэкосистем // Ландшафтная архитектура и природообустройство: от проекта до экономики – 2023: Мат-лы XII Междунар. науч.-практ. конф. / Под науч. ред. О. Б. Сокольской, И. Л. Воротникова, Д. А. Соловьева. – Саратов-Н. Новгород: Вавиловский университет, НГТУ, 2023. – С. 7–21.
- Лоскутов Р. И.** Интродукция декоративных древесных растений в южной части Средней Сибири. – Красноярск: ИЛИД СО АН СССР, 1991. – 189 с.
- Лоскутов Р. И.** Рост и развитие древесных растений-интродуцентов семейства Pinaceae Lindl. в дендрарии Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН // Хвойные бореальной зонц, 2008. – Т. XXV, № 1–2. – С. 113–115.
- Методы изучения лесных сообществ* / Под ред. В. Т. Яришко, И. В. Лянгузовой. – СПб.: НИИ Химии СПбГУ, 2002. – 240 с.
- Орлов М. М.** Лесная вспомогательная книжка для лесничих, таксаторов и лесовладельцев. – СПб.: Изд. А. Ф. Маркса, 1913. – 244 с.
- Протопопова Е. Н.** Морозоустойчивость интродуцированных пород в Центральной Сибири // Селекция древесных пород в Восточной Сибири. – М.: Наука, 1964. – С. 80–95.

**Рубцов В. И., Самошкин Е. Н.** Интродукция древесных растений – важный путь увеличения биологического разнообразия лесных экосистем // Изв. вузов. Лесн. журнал, 1997. – № 1–2. – С. 44–47.

**Седаева М. И.** Рост интродуцированных деревьев в коллекции Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН // Интенсификация лесного хозяйства России: проблемы и инновационные пути решения: мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Красноярск, 19–23 сентября 2016 г. – Красноярск: ИЛ СО РАН, 2016. – С. 166–167.

**Седаева М. И., Варакин Г. С.** Инорайонные древесные растения в условиях Красноярской лесостепи // Вестник КрасГАУ, 2007. – Вып. 2. – С. 163–168.

**Черепнин Л. М.** Особенности флоры юга Красноярского края // Ученые записки Красноярского педагогического института. – Красноярск, 1957. – Т. 10. – С. 3–11.

**Шварц С. С.** Эволюция биосферы и экологическое прогнозирование // Вестник АН СССР, 1976. – № 2. – С. 61–72.