



Защитное лесоразведение Protective afforestation

DOI: 10.22363/2312-797X-2019-14-4-437-452
УДК 634.0.232.411.1

Научная статья / Research article

Scientific support of production experiments in forest plantations of green zone in Nur-Sultan city

Svetlana A. Kabanova^{1*}, Andrey N. Kabanov¹,
Ardak A. Khasenov², Matvey A. Danchenko³

¹Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry,
Shchuchinsk, Republic of Kazakhstan

²Astana Ormany company, *Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan*

³Tomsk State University, *Tomsk, Russian Federation*

*Corresponding author: Kabanova.05@mail.ru

Abstract. Natural and climatic conditions of the green zone of Nur-Sultan (Kazakhstan) are unfavorable for tree and shrub species due to low soil fertility, sharply continental climate and other factors. The purpose of the research was to choose an assortment of stable introducents for Nur-Sultan green zone. The monitoring of growth and condition of artificial plantations included the selection of an assortment of stable coniferous introducents. The objects of research were coniferous introducents, which were planted in 2011 as container annual seedlings and three-year-old seedlings with open root system. According to the results of observations of conservation, taxation indicators and condition of artificial plantations, it was revealed that for the soil and climatic conditions of the research region, *Picea nigra* and *Picea sibirica* turned out to be the most adapted. *Quercus robur* was also characterized by good growth, but in the first years after planting, it was significantly damaged by late spring frosts and rodent ingestion. *Larix sibirica*, despite the fact that most of its plants died in the first years after planting, has adapted to soil and climatic conditions now and grows well enough and has a satisfactory condition. The safety of introduced plants planted with annual seedlings with a closed and open root system was practically the same and at the age of 8 it was 62.6 and 64.9%, respectively. It was revealed that it is better to plant crops with older seedlings (3–4 years old), because cultivation of annual seedlings with closed root system requires large financial and labor investments due to prolonged manual care. Therefore, to create artificial plantations in the green zone of Nur-Sultan, *Picea sibirica*, *Picea nigra* and *Quercus robur* can be recommended. When growing them, it is necessary to carry out thorough agro-technical cares and protection from rodents.

Key words: suburban forests, coniferous introduced species, conservation, growth

© Кабанова С.А., Кабанов А.Н., Хасенов А.А., Данченко М.А., 2019.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

AUTHOR CONTRIBUTIONS

S.A. Kabanova analyzed the data and wrote the manuscript; M.A. Danchenko analyzed the data and wrote the manuscript; A.N. Kabanov collected and analyzed the data; A.A. Khasenov collected the data.

RESEARCH FUNDING

Astana ormany company supported the research.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful for the assistance given by V.A. Bortsov, I.S. Kochegarov and P.F. Shakhmatov.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.

Article history:

Received: 16 October 2019. Accepted: 20 November 2019

For citation:

Kabanova S.A., Kabanov A.N., Khasenov A.A., Danchenko M.A. Scientific support of production experiments in forest plantations of green zone in Nur-Sultan city. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2019; 14(4):437—452. doi: 10.22363/2312-797X-2019-14-4-437-452

Научное сопровождение производственных опытов в лесных культурах зеленого пояса г. Нур-Султан

С.А. Кабанова^{1*}, А.Н. Кабанов¹, А.А. Хасенов², М.А. Данченко³

¹Казахский научно-исследовательский лесного хозяйства
и агролесомелиорации, *Щучинск, Казахстан*

²ТОО «Астана орманы», *Нур-Султан, Казахстан*

³Томский государственный университет, *Томск, Российская Федерация*

*Kabanova.05@mail.ru

Аннотация. Природно-климатические условия расположения зеленого пояса столицы Казахстана города Нур-Султан являются неблагоприятными для произрастания древесных и кустарниковых пород из-за низкой плодородности почвы, резко-континентального климата и других факторов. Цель исследований — выбор ассортимента устойчивых интродуцентов в зеленом поясе г. Нур-Султан. В задачу мониторинга роста и состояния искусственных насаждений входил выбор ассортимента устойчивых хвойных интродуцентов. Объектами исследований были лесные культуры хвойных интродуцентов, посаженные в 2011 г. однолетними сеянцами с закрытой корневой системой (ЗКС) и трехлетними сеянцами с открытой корневой системой (ОКС). По результатам наблюдений за сохранностью, таксационными показателями и состоянием искусственных насаждений выявлено, что для почвенно-климатических условий региона исследований наиболее приспособленными оказались интродуценты рода Ель — ель черная и сибирская. Также хорошим жизненным состоянием характеризовался дуб черешчатый, но в первые годы после посадки он подвергался значительным повреждениям поздне-весенними заморозками и объеданию грызунами. Лиственница сибирская,

несмотря на то, что большинство растений погибло в первые годы после посадки, в настоящее время приспособилась к почвенно-климатическим условиям и достаточно хорошо растет и имеет удовлетворительное состояние. Сохранность интродуцентов, посаженных однолетними сеянцами с закрытой и открытой корневой системой, практически не различалась и в 8-летнем возрасте составила соответственно 62,6 и 64,9%. Выявлено, что лучше высаживать культуры сеянцами более старшего возраста (3—4-летними), так как выращивание однолетних саженцев ЗКС требует больших финансовых и трудовых вложений из-за продолжительных ручных уходов. Следовательно, для создания искусственных насаждений в зеленом поясе г. Нур-Султана можно рекомендовать ель сибирскую, ель черную и дуб черешчатый. При их выращивании необходимо проводить тщательные агротехнические уходы и защиту от грызунов.

Ключевые слова: пригородные леса, хвойные интродуценты, сохранность, рост

Информация о вкладе каждого автора. Участие авторов: Кабанова С.А. — анализ полученных данных, написание текста; Данченко М.А. — анализ полученных данных, написание текста, Кабанов А.Н. — сбор и обработка материалов, Хасенов А.А. — сбор материалов.

Благодарности. Авторы выражают благодарность сотрудникам КазНИИЛХА, принимавшим участие в работе: В.А. Борцову, И.С. Кочегарову, П.Ф. Шахматову.

Информация о финансировании. Источником финансирования научной работы является ТОО «Астана орманы».

Информация о конфликте интересов. Авторы гарантируют, что конфликта интересов (финансовые отношения, служба или работа в учреждениях, имеющих финансовый или политический интерес к публикуемым материалам, должностные обязанности и др.), способного повлиять на авторов рукописи и привести к сокрытию, искажению данных, или изменить их трактовку не имеется.

История статьи:

Поступила в редакцию 16 октября 2019 г. Принята к публикации 20 ноября 2019 г.

Для цитирования: Кабанова С.А., Кабанов А.Н., Хасенов А.А., Данченко М.А. Научное сопровождение производственных опытов в лесных культурах зеленого пояса г. Нур-Султан // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2019. Т. 14. № 4. С. 437—452. doi: 10.22363/2312-797X-2019-14-4-437-452

Introduction

Suburban forests in green zones around cities and other settlements have undeniable benefits — they reduce the influence of adverse weather and environmental factors, improve the aesthetic situation, are used as recreation for population and perform many other functions [1—3]. Therefore, great attention is paid everywhere to the creation, conservation, and reconstruction of suburban forests [4—6]. The climatic conditions of Nur-Sultan (Kazakhstan) are unfavorable for tree and shrub species due to the low soil fertility, sharply continental climate and other factors [7, 8]. For these reasons, large labor and financial costs are required for creation, maintenance and survival of artificial plantings of the suburban zone, and because of soil salinity, inclusion of salt tolerant plants in the assortment is necessary [9]. Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry, jointly with Astana ormany company, participates in the laying and monitoring of scientific and production experiments in artificial plantings of the green zone [10, 11].

The aim of the research was to determine the most appropriate wood species introduced into the green zone of Kazakhstan capital that are most adapted to adverse soil and climatic conditions. Monitoring the growth and condition of artificial plantations, they solved the problem of choosing an assortment of stable coniferous introducers.

Materials and methods

The objects of research were forest crops of coniferous introducers planted in 2011. Coniferous introducers were obtained from Russian nurseries in the form of one- and three-year-old seedlings with open and closed root system. Annual seedlings of Siberian spruce was planted with open root system, and seedlings with closed root system were 3—4 years old. In addition to introducers, native *Pinus sylvestris* seedlings were planted in Nur-Sultan.

Monitoring was carried out on permanent trial plots laid in the most representative places of forest crops. Each sample had at least 200 trees, for which continuous observations were made. Quantitative traits were measured: the height of the trees was determined with a measuring rod with an accuracy of 1 cm, the trunk diameter — with a vernier caliper with an accuracy of 0.1 cm. In introduced crops that did not reach a 2 m height, the stem diameter was measured at the base of the root neck and for trees above 2 m — at an altitude of 1.3 m [12, 13].

Fruiting and condition of trees was visually determined by a 5-point system, the highest score was assigned to trees with the highest bearing and the best condition. Survival of crops was calculated as the ratio of number of living to the number of dead trees, so 50% of doubtful trees related to the dead ones, and 50% — to living trees.

Results and discussion

In 2019, the average survival of coniferous introducers planted with annual container seedlings varied from 19.6 to 62.6%. Engelmann spruce had a large number of dubious trees, which indicated instability of plants state. Siberian spruce was the best preserved (62.6%), and only 0.3% of dubious trees were observed, the rest of the plants were in good condition (4.2 points). This year's (2019) Balsam fir died completely; in 2018, its survival was 8.8%. Weak growth and a large dying-out of Balsam fir was noted immediately after planting.

Siberian spruce is the leader among coniferous introducers with open root system, whose survival continues to remain at a high level (64.9%) this year. The lowest survival index (16.5%) was found in Siberian fir. The examination revealed it was highly exposed to solar radiation (burned needles), in some cases leading to plant death. The introducer Siberian larch and native Scots pine (open root system) had low survival level — 28.1 and 23.4%, respectively.

Survival of Common oak (open root system) was 1% higher than in 2018 and amounted to 88.4% in 2019, which was associated with overgrowth renewal of seedlings. A large number of dubious trees of Common oak is associated with rodent trunks damage and late spring frost influence.

When comparing the average survival of seedlings, it was higher for open root seedlings (44.3%) than for closed root seedlings (35.8%) (Table 1).

Table 1

Average survival of forest species in Nur-Sultan green zone

Species	Number of plants				Survival, %
	total	alive	dead	doubtful	
Closed root seedlings					
<i>Abies balsamea</i>	224	0	0	0	0
<i>Picea engelmannii</i>	2 126	1 126	961	39	53.8
<i>Picea pungens</i>	5 367	2 294	3 045	28	43.0
<i>Picea nigra</i>	1 784	350	1 434	0	19.6
<i>Picea obovata</i>	989	618	369	2	62.6
average					35.8
Open root seedlings					
<i>Picea obovata</i>	8 713	5 647	2 788	11	64.9
<i>Pinus sylvestris</i>	5 657	1 302	4 312	43	23.4
<i>Quercus robur</i>	4 451	3 915	375	43	88.4
<i>Abies sibirica</i>	2 195	279	1 916	0	16.5
<i>Larix sibirica</i>	2 741	769	1 967	5	28.1
average					44.3

Table 2

Growth of forest species in Nur-Sultan green zone

Species	Diameter, cm		Height, cm		Growth, cm	
	X±m	V, %	X±m	V, %	X±m	V, %
Open root seedlings						
<i>Pinus sylvestris</i> *	3.2±0.1	41.3	246.8±7.0	34.6	39.1±1.1	35.5
<i>Abies sibirica</i>	1.9±0.08	43.0	82.4±3.8	47.4	15.4±1.1	73.0
<i>Picea obovata</i>	1.8±0.04	40.5	154.8±2.0	24.6	31.2±0.7	40.6
<i>Larix sibirica</i> *	2.3±0.07	42.6	243.8±4.7	27.3	47.7±1.0	29.9
<i>Quercus robur</i> *	2.6±0.06	44.1	278.6±6.2	38.4	46.7±1.3	38.0
Closed root seedlings						
<i>Picea nigra</i>	2.0±0.05	34.2	138.3±3.5	31.6	28.8±1.3	53.9
<i>Picea engelmannii</i>	2.3±0.04	29.4	121.5±2.6	32.9	26.0±0.6	37.3
<i>Picea pungens</i>	1.9±0.04	39.9	115.6±1.9	36.0	24.3±0.6	55.2
<i>Picea obovata</i>	1.0±0.06	43.4	138.7±4.8	35.0	33.0±1.2	37.5

Note: *diameter was measured at 1.3 m height.

Although the survival of black spruce was low, its condition was generally satisfactory (3.9 points). In addition, this species had fruiting. The number of cones per 1 plant ranged from 3 to 45. The cone sizes averaged 2.0...2.5 cm in length and 1.3...1.5 cm in diameter. The fruiting trees had a very decorative appearance due to red-violet color and beautiful shape of cones. The first fruit bearing was noted in 2018, at the 7th year of growing.

Consider the data on height, growth and diameter of introduced trees planted with open root system (Table 2).

Among coniferous open root introducers, Siberian larch had the largest diameter and height — 2.3 and 243.8 cm in 2019, respectively, the trees were in good condition. The growth of all coniferous introducers and Scots pine varied at a very high level

in diameter (coefficient of variation V was 40.5...43.0%) and at high and very high level in height ($V = 24.6...47,4$). Siberian fir trees differed in height most of all the trees. The height of the Common oak, as a faster-growing breed, averaged 278.6 cm and an average diameter of 2.6 cm, but was also a strong differentiation of trees in growth. Common pine, as more adapted to the local conditions species, had good growth indicators both in height and in diameter.

Among the crops planted with closed root, Black spruce and Siberian spruce prevailed in height, and had the similar characteristics. Engelmann spruce with a small height (121.5 cm) had the largest diameter (2.3 cm), which was associated with biological characteristics of the species. Prickly spruce lagged behind other spruce species in height, but was slightly inferior to Black spruce and Engelmann spruce in diameter.

Comparing Siberian spruce, trees planted with closed root lagged by 10.4% in height and 44.4% in diameter compared to open root trees. But on the basis of the data obtained, it is impossible to draw a conclusion about the priority of planting seedlings with open root, since the biological age of seedlings in plants differs by 2 years.

Since growth indicators vary significantly, an analysis of the minimum, maximum and average values was carried out (Table 3).

Table 3

The limits of the values of the growth of introduced forest species

Species	Limits											
	Diameter, cm						Height, cm					
	min	Quantity, %	Average	Quantity, %	max	Quantity, %	min	Quantity, %	average	Quantity, %	max	Quantity, %
Open root seedlings												
<i>Pinus sylvestris</i>	0.7	48.6	3.0	50.9	6.0	0.6	90	46.9	215	52.6	450	0.6
<i>Abies sibirica</i>	0.5	52.8	1.9	46.3	3.6	0.9	20	58.3	82	40.7	235	0.9
<i>Picea obovata</i>	0.4	47.2	1.8	52.5	5.1	0.3	70	56.3	155	43.4	275	0.3
<i>Larix sibirica</i>	0.4	53.5	2.3	45.0	5.1	1.5	67	48.0	240	51.5	430	0.5
<i>Quercus robur</i>	0.3	60.3	2.7	39.4	7.0	0.3	60	55.2	280	5.1	580	39.7
Closed root seedlings												
<i>Picea nigra</i>	0.6	39.9	2.0	59.5	3.6	0.7	30	44.1	140	55.3	240	0.7
<i>Picea engelmannii</i>	0.7	26.5	2.0	73.1	4.0	0.4	25	50.4	120	48.7	230	0.9
<i>Picea pungens</i>	0.3	51.8	2.0	48.0	4.6	0.2	9.5	48.4	115	51.4	225	0.2
<i>Picea obovata</i>	0.4	37.7	0.9	60.4	2.5	1.9	52	51.7	140	47.4	240	0.9

In coniferous open root seedlings, the minimum and average height were found most often, plants with a maximum height — from 0.3 to 0.9%. Only in Common oak trees with a maximum height (up to 580 cm) were found in 39.7% of the total number of measured trees.

In all coniferous introducers with closed root system, height of plants refers to the minimum and average indicators, number of plants with maximum height is 0.2...0.9%.

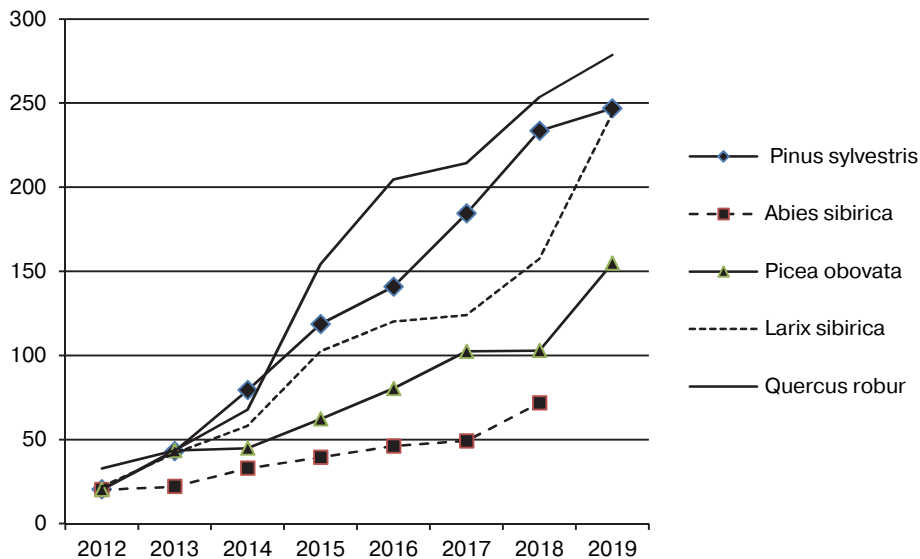


Fig. 1. Dynamics of height (cm) of introduced species (open root seedlings)

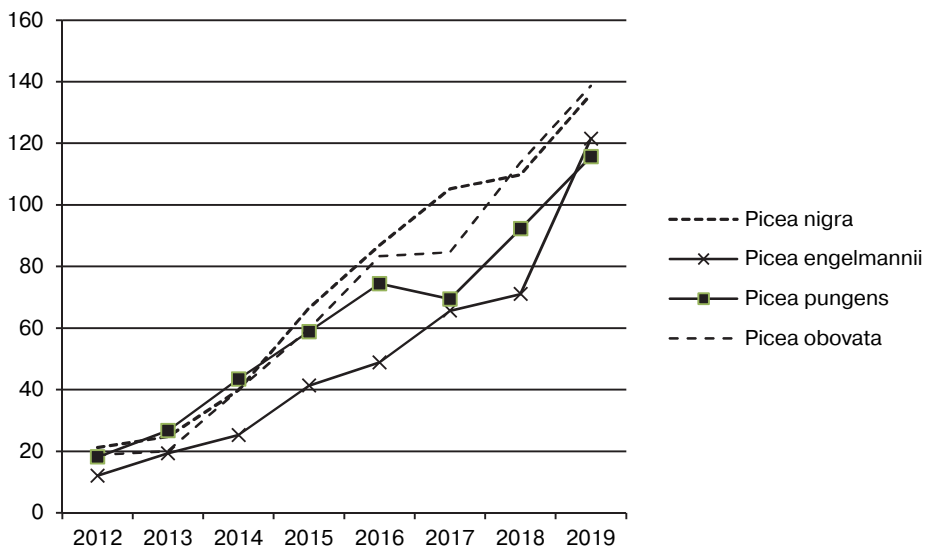


Fig. 2. Dynamics of height (cm) of introduced species (closed root seedlings)

Introducers are observed from their planting. Figures 1 and 2 clearly show the growth dynamics in height of all the studied tree species. Starting from the second year of life, open root seedlings of Common oak exceeded all other seedlings in height. Native Ordinary pine ranked the second place in growth. Siberian larch, significantly lagging in growth from Ordinary pine, has so far caught up with it in height, which has increased by 35%. The same sharp jump was observed in the period 2014—2015, then height of Siberian larch increased by 43.2% and by 56% in Common oak. The height of Siberian

spruce varied according to the research years within 21.5...26.7%, in 2019 its height increased by 33.5%. This is primarily due to the weather conditions in 2019, when there were many rainy days with high air temperatures. In addition, the plants successfully survived post-planting stress and local acclimatization.

Two Spruce species — black spruce and Siberian spruce — grew almost identically, Engelmann and Spiny spruce slightly lagged behind the above species in height. Moreover, Engelmann spruce up to this year lagged behind other species, and now it is equal in height to them.

Conclusion

According to the results of observations of survival, taxation indicators and state of artificial plantations, it was revealed that for the soil and climatic conditions of the research region — green zone of Nur-Sultan city, the most introduced species were the Black and Siberian spruce species. Common oak was also characterized by good growth and vitality, although in the first years after planting it underwent significant damage by late spring frosts and rodents. Siberian and Balsam firs were characterized by weak growth, low survival rate and vitality. Siberian larch, despite the fact that most plants died in the first years after planting, has now adapted to soil and climatic conditions and grows well enough in satisfactory condition. The survival of Siberian spruce, planted with one-year-old seedlings with closed root and three-year-old seedlings with open root, at 8 years of age was 62.6 and 64.9%, respectively. Although the growth and survival of spruce trees planted with different types of planting material varied minimally, it is better to plant crops with older seedlings (3—4 years old), since the cultivation of annual closed root seedlings requires prolonged manual care with large financial and labor investments. Therefore, Siberian spruce, black spruce (3—4-year-old seedlings) and Common oak (1—2-year-old seedlings) can be recommended to create artificial plantations in green zone of Nur-Sultan. When cultivating them, it is necessary to carry out thorough agro-technical cares and protection from rodents.

Введение

Пригородные леса в виде зеленых зон вокруг городов и других населенных пунктов несут неоспоримую пользу — снижают влияние неблагоприятных погодных и экологических факторов, улучшают эстетическую обстановку, используются в качестве рекреации для отдыха населения и выполняют множество других функций [1—3]. Поэтому повсеместно уделяется большое внимание созданию, сохранению и реконструкции пригородных лесов [4—6]. Природно-климатические условия города Нур-Султан (Казахстан) являются неблагоприятными для произрастания древесных и кустарниковых пород из-за низкой плодородности почвы, резко-континентального климата и других факторов [7, 8]. По этим причинам требуются большие трудовые и финансовые затраты по созданию, содержанию и сохранению искусственных насаждений пригородной зоны, а из-за засоленности почв необходимо включение в ассортимент солеустойчивых растений [9]. Казах-

ский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации совместно с ТОО «Астана орманы» участвует в закладке и мониторинге научно-производственных опытов в искусственных насаждениях зеленого пояса [10, 11].

Цель исследований — определение наиболее приспособленных к неблагоприятным почвенно-климатическим условиям в зеленом поясе столицы Казахстана древесных интродуцированных пород. С помощью мониторинга роста и состояния искусственных насаждений решали задачу выбора ассортимента устойчивых хвойных интродуцентов.

Материалы и методы

Объектами исследований являлись лесные культуры хвойных интродуцентов 2011 г. посадки. Хвойные интродуценты были получены из питомников России в виде одно- и трехлетних сеянцев с открытой (ОКС) и закрытой (ЗКС) корневой системой. Следует отметить, что ель сибирская была посажена с ЗКС в однолетнем возрасте, а сеянцы с ОКС имели возраст 3—4 года. Кроме интродуцентов, были высажены сеянцы ОКС аборигенной для условий г. Нур-Султана породы — сосны обыкновенной.

Мониторинг проводился на постоянных пробных площадях, заложенных в наиболее репрезентативных местах лесных культур. На каждой пробе было не менее 200 деревьев, за которыми вели сплошные наблюдения. Измерялись количественные признаки: высота деревьев определялась мерной рейкой с точностью до 1 см, диаметр ствола — штангенциркулем с точностью до 0,1 см. У интродуцированных культур, не достигших высоты до 2 м включительно, диаметр стволика измерялся у основания корневой шейки, а у деревьев выше 2 м — на высоте 1,3 м [12, 13].

Визуально определялось плодоношение и состояние деревьев по 5-балльной системе, высший балл присваивался деревьям с наибольшим плодоношением и лучшим состоянием. Сохранность культур вычислялась как отношение числа живых к числу погибших деревьев, причем 50% сомнительных деревьев относилось к погибшим, 50% — к живым.

Результаты исследований и обсуждения

В 2019 г. средняя сохранность хвойных интродуцентов, посаженных однолетними сеянцами с ЗКС, изменялась от 19,6 до 62,6%. У ели Энгельмана имелось большое число сомнительных деревьев, что говорит о нестабильности состояния растений. Наибольшей сохранностью отличалась ель сибирская (62,6%), причем сомнительных деревьев наблюдалось только 0,3%, остальные растения имели хорошее состояние (4,2 балла). Пихта бальзамическая в текущем году выпала полностью, в 2018 г. ее сохранность составляла 8,8%. Следует отметить слабый рост и большой отпад пихты бальзамической сразу после посадки.

Среди хвойных интродуцентов с ОКС посадки лидирует ель сибирская, сохранность которой в текущем году продолжает оставаться на высоком уровне (64,9%). Наименьший показатель по сохранности (16,5%) выявлен у пихты сибирской. При обследовании отмечено, что она сильно подвержена воздействию сол-

нечной радиации (ожег хвои), в отдельных случаях доводящей до гибели растения. Интродуцент для зеленого пояса лиственница сибирская и аборигенная порода сосна обыкновенная (ОКС) имели невысокую сохранность — 28,1 и 23,4% соответственно.

Сохранность дуба черешчатого (ОКС) на 1% превысила сохранность 2018 г. и составляла 88,4% в 2019 г., что связано с порослевым возобновлением саженцев. Большое число сомнительных деревьев дуба черешчатого связано с повреждениями стволов грызунами и влиянием на состояние деревьев поздне-весенних заморозков.

При сравнении средней сохранности саженцев ЗКС и ОКС видно, что изучаемый показатель был больше у саженцев ОКС (44,3%), чем у саженцев ЗКС (35,8%) (табл. 1).

Таблица 1

Средняя сохранность лесных культур в зеленом поясе г. Нур-Султана

Порода	Число растений, шт.				Сохранность, %
	Всего	Живые	Погибшие	Сомнительные	
Сеянцы ЗКС					
Пихта бальзамическая	224	0	0	0	0
Ель Энгельмана	2 126	1 126	961	39	53,8
Ель колючая	5 367	2 294	3 045	28	43,0
Ель черная	1 784	350	1 434	0	19,6
Ель сибирская	989	618	369	2	62,6
Среднее					35,8
Сеянцы ОКС					
Ель сибирская	8 713	5 647	2 788	11	64,9
Сосна обыкновенная	5 657	1 302	4 312	43	23,4
Дуб черешчатый	4 451	3 915	375	43	88,4
Пихта сибирская	2 195	279	1 916	0	16,5
Лиственница сибирская	2 741	769	1 967	5	28,1
Среднее					44,3

Таблица 2

Рост лесных культур в зеленом поясе г. Нур-Султан

Порода	Диаметр, см		Высота, см		Прирост, см	
	$X \pm m$	$V, \%$	$X \pm m$	$V, \%$	$X \pm m$	$V, \%$
Сеянцы ОКС						
Сосна обыкновенная*	$3,2 \pm 0,1$	41,3	$246,8 \pm 7,0$	34,6	$39,1 \pm 1,1$	35,5
Пихта сибирская	$1,9 \pm 0,08$	43,0	$82,4 \pm 3,8$	47,4	$15,4 \pm 1,1$	73,0
Ель сибирская	$1,8 \pm 0,04$	40,5	$154,8 \pm 2,0$	24,6	$31,2 \pm 0,7$	40,6
Лиственница сибирская*	$2,3 \pm 0,07$	42,6	$243,8 \pm 4,7$	27,3	$47,7 \pm 1,0$	29,9
Дуб черешчатый*	$2,6 \pm 0,06$	44,1	$278,6 \pm 6,2$	38,4	$46,7 \pm 1,3$	38,0
Сеянцы ЗКС						
Ель черная	$2,0 \pm 0,05$	34,2	$138,3 \pm 3,5$	31,6	$28,8 \pm 1,3$	53,9
Ель Энгельмана	$2,3 \pm 0,04$	29,4	$121,5 \pm 2,6$	32,9	$26,0 \pm 0,6$	37,3
Ель колючая	$1,9 \pm 0,04$	39,9	$115,6 \pm 1,9$	36,0	$24,3 \pm 0,6$	55,2
Ель сибирская	$1,0 \pm 0,06$	43,4	$138,7 \pm 4,8$	35,0	$33,0 \pm 1,2$	37,5

Примечание: * Диаметр измерялся на высоте 1,3 м.

Хотя сохранность ели черной была невысокой, ее состояние было в целом удовлетворительным (3,9 балла). Кроме того, у данной породы имелось плодоношение. Число шишек на 1 растении колебалось от 3 до 45 шт. Размеры шишек составили в среднем 2,0...2,5 см по длине и 1,3...1,5 см по диаметру. Деревья с имеющимся плодоношением имели очень декоративный вид из-за красно-фиолетового окраса и красивой формы шишек. Впервые плодоношение было отмечено в 2018 г., на 7 году жизни.

Рассмотрим данные по высоте, приросту и диаметру культур интродуцентов, высаженных с ОКС (табл. 2).

Среди хвойных интродуцентов ОКС в 2019 г. наибольшим диаметром и высотой обладала лиственница сибирская — 2,3 и 243,8 см соответственно, деревья имели хорошее состояние. Рост всех хвойных интродуцентов и сосны обыкновенной изменялся на очень высоком уровне по диаметру (коэффициент вариации V составил 40,5...43,0%) и на повышенном и очень высоком — по высоте ($V = 24,6...47,4$). Больше всего различались деревья по высоте в культурах пихты сибирской. Высота дуба черешчатого, как более быстрорастущей породы, составила в среднем 278,6 см, а средний диаметр — 2,6 см, но в данных культурах также наблюдалась сильная дифференциация деревьев по росту. Сосна обыкновенная, как более адаптированная к местным условиям произрастания порода, имела хорошие показатели роста как по высоте, так и по диаметру.

Среди культур с посадкой ЗКС по высоте преобладали ель черная и ель сибирская, высота которых практически не различалась. Ель Энгельмана при небольшой высоте (121,5 см) имела наибольший диаметр (2,3 см), что связано с биологическими особенностями вида. Ель колючая отставала по высоте от других видов ели, но по диаметру незначительно уступала ели черной и ели Энгельмана.

Можно сравнить ель сибирскую, посаженную с закрытой и открытой корневой системой. Ель сибирская, посаженная с ЗКС, отстает на 10,4% по высоте и на 44,4% по диаметру от ели сибирской ОКС. Но на основании полученных данных нельзя сделать вывод о приоритетности посадки семян с ОКС, так как биологический возраст саженцев в культурах различается на 2 года.

Поскольку показатели роста значительно различаются, проведен анализ минимальных, максимальных и средних значений (табл. 3).

У хвойных саженцев ОКС минимальная и средняя высота встречаются наиболее часто, растений с максимальной высотой немного — от 0,3 до 0,9%. Только у дуба черешчатого деревья с максимальной высотой (до 580 см) встречаются в 39,7% случаях от общего числа измеренных деревьев.

У всех хвойных интродуцентов ЗКС высота основной массы растений относится к минимальным и средним показателям, растений с максимальной высотой имеется 0,2...0,9%.

За интродуцентами ведутся наблюдения с момента их посадки, на рис. 1 и 2 наглядно видна динамика роста в высоту всех изучаемых древесных пород. Саженцы ОКС дуба черешчатого, начиная со второго года жизни, превышали все остальные саженцы по высоте.

Таблица 3

Пределы значений роста интродуцированных лесных культур

Порода	Пределы значений											
	Диаметр, см						Высота, см					
	min	Количество, %	Среднее	Количество, %	max	Количество, %	min	Количество, %	Среднее	Количество, %	max	Количество, %
Сеянцы ОКС												
Сосна обыкновенная	0,7	48,6	3,0	50,9	6,0	0,6	90	46,9	215	52,6	450	0,6
Пихта сибирская	0,5	52,8	1,9	46,3	3,6	0,9	20	58,3	82	40,7	235	0,9
Ель сибирская	0,4	47,2	1,8	52,5	5,1	0,3	70	56,3	155	43,4	275	0,3
Лиственница сибирская	0,4	53,5	2,3	45,0	5,1	1,5	67	48,0	240	51,5	430	0,5
Дуб черешчатый	0,3	60,3	2,7	39,4	7,0	0,3	60	55,2	280	5,1	580	39,7
Сеянцы ЗКС												
Ель черная	0,6	39,9	2,0	59,5	3,6	0,7	30	44,1	140	55,3	240	0,7
Ель Энгельмана	0,7	26,5	2,0	73,1	4,0	0,4	25	50,4	120	48,7	230	0,9
Ель колючая	0,3	51,8	2,0	48,0	4,6	0,2	9,5	48,4	115	51,4	225	0,2
Ель сибирская	0,4	37,7	0,9	60,4	2,5	1,9	52	51,7	140	47,4	240	0,9

На втором месте по темпам роста была аборигенная порода — сосна обыкновенная. Лиственница сибирская, значительно отставая в росте от сосны обыкновенной, к настоящему времени догнала ее по высоте, которая повысилась на 35%. Такой же резкий скачок наблюдался в период 2014—2015 гг., тогда высота лиственницы сибирской увеличилась на 43,2% и на 56% — у дуба черешчатого. Высота ели сибирской варьировала по годам наблюдений в пределах 21,5...26,7%, в 2019 г. ее высота увеличилась на 33,5%. Это связано, в первую очередь, с погодными условиями 2019 г., когда было много дождливых дней с высокой температурой воздуха. Кроме того, растения благополучно пережили послепосадочный стресс и местную акклиматизацию.

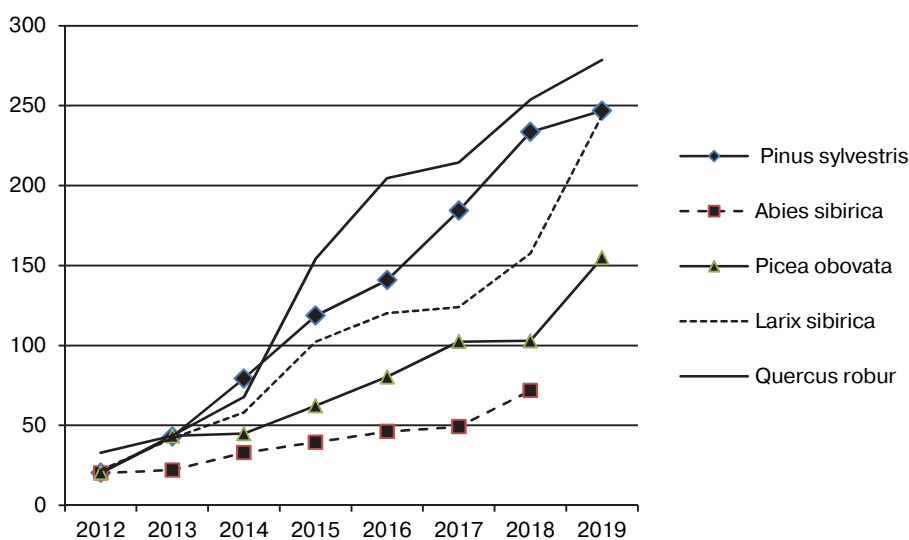


Рис. 1. Динамика высоты, см, интродуцированных культур (ОКС)

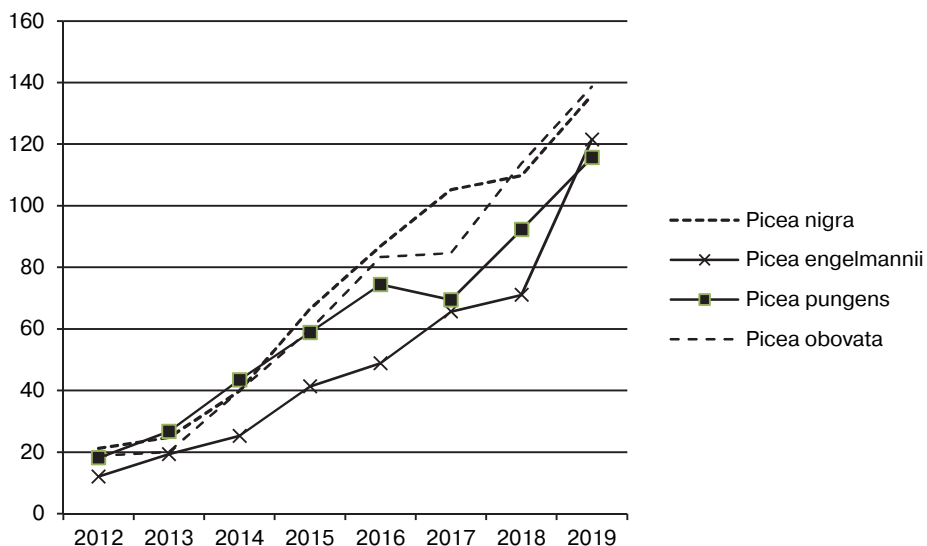


Рис. 2. Динамика высоты, см, интродуцированных культур (ЗКС)

Среди саженцев ЗКС рода Ель два вида — черная и сибирская — росли практически одинаково, ели Энгельмана и колючая незначительно отставали от вышеуказанных пород по высоте. Причем ель Энгельмана до нынешнего года отставала от других видов, а сейчас сравнялась с ними по высоте.

Заключение

По результатам наблюдений за сохранностью, таксационными показателями и состоянием искусственных насаждений выявлено, что для почвенно-климатических условий региона исследований — зеленого пояса г. Нур-Султана наиболее приспособленными оказались интродуценты рода Ель — черная и сибирская. Также хорошим ростом и жизненным состоянием характеризовался дуб черешчатый, хотя в первые годы после посадки он подвергался значительным повреждениям поздне-весенними заморозками и объеданию грызунами. Слабым ростом, низкой приживаемостью и сохранностью отличались пихты сибирская и бальзамическая. Лиственница сибирская, несмотря на то, что большинство растений погибло в первые годы после посадки, в настоящее время приспособилась к почвенно-климатическим условиям и достаточно хорошо растет и имеет удовлетворительное состояние. Сохранность ели сибирской, посаженной однолетними сеянцами с закрытой и трехлетними сеянцами с ОКС, в 8-летнем возрасте составила соответственно 62,6 и 64,9%. Хотя рост и сохранность елей, высаженных различным по виду посадочным материалом, варьировались минимально, все же лучше высаживать культуры сеянцами более старшего возраста (3—4-летним), так как выращивание однолетних саженцев ЗКС сопровождается продолжительным ручным уходом, требующим больших финансовых и трудовых вложений. Следовательно, для создания искусственных насаждений в зеленом поясе г. Нур-Султана можно рекомендовать ель сибирскую, ель черную (3—4-летними сеянцами) и дуб черешчатый (1—2-летними сеянцами). При их выращивании необходимо проводить тщательные агротехнические уходы и защиту от грызунов.

References

1. Lukarevskaya TV. *Rasteniya v usloviyakh goroda* [Plants in city]. Moscow: Lesnaya Nov' Publ.; 2005. (In Russ).
2. Baturina RR. Filtration ability of urban plantations. In: *Plodovodstvo, semenovodstvo, introduktsiya drevesnykh rastenii: materialy VII Mezhdunar. nauch. konf.* [Fruit growing, seed growing, introduction of wood plants: materials of the VII Intern. scientific conf.]. Krasnoyarsk: SibGTU Publ.; 2004. p. 21—24. (In Russ).
3. Chernyshenko OV. *Poglotitel'naya sposobnost' i gazoustoichivost' drevesnykh rastenii v usloviyakh goroda* [Absorption capacity and gas resistance of woody plants in a city] [Dissertation] Moscow; 2001. (In Russ).
4. Ferrari B, Corona P, Mancini LD, Salvati R, Barbati A. Taking the pulse of forest plantations success in peri-urban environments through continuous inventory. *New Forests*. 2017; 48(4):527—545. doi: 10.1007/s11056-017-9580-x
5. Salvati L, Ferrara C, Mavrakis A, Colantoni A. Toward forest “sprawl”: monitoring and planning a changing landscape for urban sustainability. *Journal of Forestry Research*. 2016; 27(1):175—184. doi: 10.1007/s11676-015-0144-7
6. Pausas JG, Bladé C, Valdecantos A. Pines and oaks in the restoration of Mediterranean landscapes of Spain: New perspectives for an old practice — a review. *Plant Ecology*. 2004; 171(1—2):209—220. doi: 10.1023/B:VEGE.0000029381.63
7. Danchenko MA, Kabanova SA. *Ekologo-ekonomicheskie osnovy ustoichivogo lesopol'zovaniya* [Ecological and economic bases of sustainable forest management]. Almaty: ALOS Publ.; 2011. (In Russ).
8. Azbaev BO, Rakhimzhanov AN, Razhanov IR, Suyundikov ZO. The history of afforestation in the sanitary protection zone of Astana. In: *Lesovosstanovlenie v Povolzh'e: sostoyanie i puti sovershenstvovaniya* [Reforestation in the Volga region: state and ways of improvement]. Yoshkar-Ola: PGU Publ.; 2013. p. 14—18. (In Russ).
9. Suyundikov ZO. Technology of creation and maintenance of forest plantations of Astana green zone. In: *Tekhnologii sozdaniya zashchitnykh nasazhdenii v prigorodnoi zone g. Astany* [Technologies of creation of protective plantings in the suburban area of Astana]. Astana; 2012. p. 3—5. (In Russ).
10. Mukanov BM. Scientific support for the creation of a green zone of Astana. In: *Tekhnologii sozdaniya zashchitnykh nasazhdenii v prigorodnoi zone g. Astany* [Technologies of creation of protective plantings in the suburban area of Astana]. Astana; 2012. p. 21—23. (In Russ).
11. Kabanova SA, Nysanbaev EN, Danchenko MA, Kabanov AN. The outcomes of the pilot projects on tree replantation into the spaces between strips and introduction coniferous introducents in the green zone of Astana. *Advances in current natural sciences*. 2016; (9):56—61. (In Russ).
12. Ogievsky VV, Khairov AA. *Obsledovanie i issledovanie lesnykh kul'tur* [Examination and study of forest crops]. Leningrad; 1967. (In Russ).
13. Danchenko AM. *Obsledovanie i issledovanie lesnykh kul'tur* [Examination and study of forest crops]. Tomsk: TGU Publ.; 2008. (In Russ).

Библиографический список

1. Лукаревская Т.В. Растения в условиях города. М.: Лесная новь, 2005. Т. 1. 145 с.
2. Батурина Р.Р. Фильтрационная способность городских насаждений // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: материалы VII Междунар. науч. конф. Красноярск: СибГТУ, 2004. С. 21—24.

3. Чернышенко О.В. Поглотительная способность и газоустойчивость древесных растений в условиях города: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М.: МГУЛ, 2001. 200 с.
4. Ferrari B., Corona P., Mancini L.D., Salvati R., Barbati A. Taking the pulse of forest plantations success in peri-urban environments through continuous inventory // *New Forests*. 2017. Vol. 48. № 4. P. 527—545. doi: 10.1007/s11056-017-9580-x
5. Salvati L., Ferrara C., Mavrakis A. Toward forest “sprawl”: monitoring and planning a changing landscape for urban sustainability // *Journal of Forestry Research*. 2016. Vol. 27. № 1. P. 175—184. doi: 10.1007/s11676-015-0144-7
6. Pausas J.G., Bladé C., Valdecantos A., Colantoni A. Pines and oaks in the restoration of Mediterranean landscapes of Spain: New perspectives for an old practice — a review // *Plant Ecology*. 2004. Vol. 171. № 1—2. P. 209—220. doi: 10.1023/B:VEGE.0000029381.63
7. Данченко М.А., Кabanova С.А. Эколого-экономические основы устойчивого лесопользования. Алматы: АЛОС, 2011. 122 с.
8. Азбаев Б.О., Рахимжанов А.Н., Ражанов И.Р., Суюндиков Ж.О. История лесоразведения в санитарно-защитной зоне г. Астаны // *Лесовосстановление в Поволжье: состояние и пути совершенствования*. Йошкар-Ола, 2013. С. 14—18.
9. Суюндиков Ж.О. Технология создания и содержания лесонасаждений зеленой зоны г. Астаны // *Технологии создания защитных насаждений в пригородной зоне г. Астаны*. Астана, 2012. С. 3—5.
10. Муқанов Б.М. Научное обеспечение создания зеленой зоны г. Астаны // *Технологии создания защитных насаждений в пригородной зоне г. Астаны*. Астана, 2012. С. 21—23.
11. Кabanova С.А., Нысанбаев Е.Н., Данченко М.А., Кабанов А.Н. Итоги опытно-производственных работ по пересадке деревьев в межкулисные пространства и введению хвойных интродуцентов в зеленой зоне г. Астаны // *Успехи современного естествознания*. 2016. № 9. С. 56—61.
12. Огиевский В.В., Хиров А.А. Обследование и исследование лесных культур. Л., 1967. 50 с.
13. Данченко А.М. Обследование и исследование лесных культур. Томск: ТГУ, 2008. 20 с.

About the authors:

Kabanova Svetlana Anatolyevna — Candidate of Biological Sciences, Head of the Department of Forest Reproduction and Afforestation, Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry, 58, Kirova st., Shchuchinsk, Akmola Region, 021704, Kazakhstan, e-mail: Kabanova.05@mail.ru

Kabanov Andrey Nikolaevich — Master student, Researcher, Department of Forest Reproduction and Afforestation, Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry, 58, Kirova st., Shchuchinsk, Akmola Region, 021704, Kazakhstan, e-mail: 7058613132@mail.ru

Khasenov Ardak Aydarovich — chief agronomist, Astana ormany company, 1, east highway of Karkaraly 3600 m, Lesnoy kordon village, Yesil district, Astana, 010000, Kazakhstan, e-mail: astana_ormani@mail.ru

Danchenko Matvey Anatolyevich — Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Department of Forestry and Landscape Construction, Biological Institute, Tomsk State University, house 36; Lenina st., Tomsk, 634050, Russian Federation, e-mail: mtd2005@sibmail.com

Об авторах:

Кabanova Светлана Анатольевна — кандидат биологических наук, заведующий отделом воспроизводства лесов и лесоразведения, Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации, Казахстан, 021704, Акмолинская обл., г. Щучинск, ул. Кирова, 58; e-mail: Kabanova.05@mail.ru

Кабанов Андрей Николаевич — магистр, научный сотрудник отдела воспроизводства лесов и лесоразведения, Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации, Казахстан, 021704, Акмолинская обл., г. Щучинск, ул. Кирова, 58; e-mail: 7058613132@mail.ru

Хасенов Ардак Айдарович — главный агроном ТОО «Астана орманы», Казахстан, 010000, Астана, район Есиль, д. Лесной кордон, восточнее шоссе Қарқаралы 3600 м, д. 1; e-mail: astana_ormani@mail.ru

Данченко Матвей Анатольевич — кандидат географических наук, доцент кафедры лесного хозяйства и ландшафтного строительства, Биологический институт, Томский государственный университет, Российская Федерация, 634050, г. Томск. ул. Ленина, д. 36; e-mail: mtd2005@sibmail.com