

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИНТРОДУЦЕНТЫ ДЛЯ РАСШИРЕНИЯ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ БЕРЕЗНЯКОВ В СЕВЕРНОМ КАЗАХСТАНЕ

Я.А. Крекова¹, С.В. Залесов²✉

¹ТОО «Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации имени А.Н. Букейхана», Республика Казахстан, 021704, Акмолинская обл., Бурабайский р-н, г. Щучинск, ул. Кирова, д. 58

²ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», Россия, 620100, г. Екатеринбург, ул. Сибирский тракт, д. 37

zalesovsv@m.usfeu.ru

Приведены данные о распространении березовых насаждений по территории областей Республики Казахстан, а также представленность их в лесных фондах Республики Беларусь и Российской Федерации. Определено, что из выделенных в настоящее время 83 видов берез в Республике Казахстан естественно произрастают и формируют насаждения два вида: береза повислая (*Betula pendula* Roth) и береза пушистая (*B. Pubescens* Ehrh.). Данные виды не только формируют естественные насаждения, но и активно используются при озеленении, агролесомелиорации, лесовосстановлении и лесоразведении. Изучены перспективность и таксационные показатели 11 таксонов рода Береза (*Betula* L.), произрастающих в арборетуме Казахского научно-исследовательского института лесного хозяйства и агролесомелиорации им. А.Н. Букейхана (КазНИИЛХА). Установлено, что наиболее перспективными для интродукции на территории Северного Казахстана являются береза карельская (*B. Pendula* Roth var. *carelica* (Mercklin) Hämet Ahti) и береза плосколистная (*B. platyphylla* Sukaczev.), которые превосходят по высоте и диаметру другие таксоны, в том числе местные. Изложено мнение о перспективности для искусственного лесоразведения и лесовосстановления березы повислой (форма чернокоря (*B. Pendula* Roth) и березы маньчжурской (*B. mandshurica* (Regel.) Nakai), несмотря на некоторые отставание по высоте. Рекомендуются для озеленения береза Келлера (*B. Kelleriana* Sukacz.), береза даурская (*B. dahurica* Pall.) и береза Эрмана (*B. ermanii* Cham.).

Ключевые слова: береза, *Betula* L., площадь, запас, насаждения, Казахский мелкосопочник, интродукция

Ссылка для цитирования: Крекова Я.А., Залесов С.В. Перспективные интродуценты для расширения видового разнообразия березняков в Северном Казахстане // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2025. Т. 29. № 5. С. 75–85. DOI: 10.18698/2542-1468-2025-5-75-85

Среди древесных видов лесообразователей, активно заселяющих не покрытые лесной растительностью земли, можно выделить представителей рода Береза (*Betula* L.). Виды данного рода характеризуются высокой морозостойкостью, широкой амплитудой плодородия и влажности почв, что позволяет им формировать экосистемы в различных лесорастительных условиях. Береза широко используется при полезащитном лесоразведении, создании придорожных полос на территории Российской Федерации и Республики Казахстан.

В благоприятных лесорастительных условиях береза формирует чистые и смешанные насаждения как с хвойными, так и с лиственными видами. При этом общеизвестно положительное влияние опада березы на плодородие

почв. В частности, в результате смены хвойных насаждений на березняки замедляется подзолистый и развивается дерновый процесс почвообразования, что способствует повышению продуктивности будущих насаждений.

Древесина березы пользуется спросом и служит основным источником сырья для фанерного производства. В настоящее время прослеживается активная тенденция перехода целлюлозно-бумажных комбинатов с хвойных балансов на лиственные, прежде всего березовые, что с учетом скорости роста большинства видов берез создает основу для посадки специализированных лесных плантаций по выращиванию березовых балансов с коротким оборотом рубки.

Большой интерес вызывает заготовка бересты для изготовления различного рода сувенирной продукции. Издревле славятся березовый деготь и уголь, в частности, обладающий высокой

теплотоварной способностью и являющийся сырьем, используемым при выплавке металлов.

Березняки богаты недревесной продукцией леса. В них много грибов и ягод, а также лекарственного сырья. Широко известны лечебные свойства березовых почек и чаги.

В березняках находят корм многие птицы и животные. Так, в зимний период в тундре и лесотундре основным кормом белых куропаток служат почки березы карликовой.

Устойчивость берез к воздействию промышленных поллютантов обуславливает широкое их применение при озеленении городов и других населенных пунктов.

Род Береза (*Betula* L.) принадлежит семейству *Betulaceae*. Согласно данным современных исследований, установлено около 83 видов берез. Представители данного рода являются важным экологическим компонентом северных умеренных и бореальных лесов во многих частях мира. Березы широко распространены в северных умеренных и арктических регионах, в том числе в высокогорных районах Гималаев, в северо-восточной части Индии, в Непале, России, Китае, Монголии, Казахстане, Кыргызстане, Афганистане, Корее, Японии, на юге Европе, их ареал простирается до Северной и Южной Америки [1].

В Республике Казахстан береза представляет собой одну из главных лесообразующих пород. Березняки на территории республики распределены неравномерно, кроме того, некоторые популяции произрастают изолированно друг от друга. В северной части Казахстана произрастают береза повислая (*B. Pendula* Roth) и береза пушистая (*B. Pubescens* Ehrh.), которые образуют лесные насаждения [2, 3].

2000–2020-е годы ознаменовались проведением интенсивных работ в области создания искусственных березовых насаждений в санитарно-защитной зоне г. Астаны [4–7]. При этом, на первом этапе создания лесных культур прежде всего используется береза, которая впоследствии обеспечивает формирование насаждений других видов, высаживаемых на втором этапе, за счет улучшения лесорастительных условий. В то же время известны случаи поражения березы бактериальной водянкой [8], что нельзя не учитывать при планировании лесовосстановления и лесоразведения в Казахстане.

В целях увеличения биоразнообразия хозяйственно-ценных для лесного хозяйства видов в Северном Казахстане была проведена работа по интродукции лесообразующих видов, в число которых входила береза. Ввиду суровых условий роста (резко континентального климата, ограниченного количества доступной влаги и др.)

результаты по интродукции березы представляют большой научный и практический интерес.

Известно, что интродуцированные в ботанические учреждения березы являются ценными объектами для исследований адаптационных возможностей, устойчивости, содержания биологически активных веществ и итоговой оценки перспективности их применения в лесной интродукции и озеленении [9–12].

Представляется актуальной интродукция берез для озеленения в северные регионы с неблагоприятными климатическими условиями, где ресурсы местной древесной флоры ограничены. В настоящее время прорабатываются направления по мобилизации и испытанию декоративных форм и сортов березы [13, 14], а также получены определенные результаты и рекомендации по использованию в озеленении устойчивых к вредителям и болезням видов берез [15–17]. Проведены исследования по определению степени декоративности растений семейства березовые с учетом цветения и плодоношения и выявлены виды с высокими показателями [18].

Таким образом, в настоящее время имеются положительные результаты в области интродукции берез для лесоразведения и озеленения. Опыт интродукции берез в степную зону Казахстана представляет особый интерес, поскольку создание культур из устойчивых и продуктивных видов будет способствовать увеличению биоразнообразия и повышению лесистости региона.

Цель работы

Цель работы — определение регионов произрастания березовых насаждений и составление таксационной характеристики видов берез, интродуцированных в северную часть Казахского мелкосопочника (Северный Казахстан).

Объекты и методы исследования

Объектами исследований служили 11 таксонов рода Береза (*Betula* L.), представленных восьмью видами и разновидностями: береза повислая (*Betula pendula* Roth), береза повислая (чернокорая) (*Betula pendula* Roth), два таксона березы карельской (*Betula pendula* Roth var. *carelica* (Mercklin) Hämet-Ahti), два таксона березы маньчжурской (*Betula mandshurica* (Regel) Nakai), береза даурская (*Betula dahurica* Pall.), береза плосколистная (*Betula platyphylla* Sukaczew), береза бумажная (*Betula papyrifera* Marshall), береза Келлера (*Betula kelleriana* Sukacz.), береза Эрмана (*Betula ermanii* Cham.).

Изучаемые таксоны берез были получены двухлетними саженцами или выращены из семян, а затем саженцы высажены на постоянное место произрастания группами (на делянках с посадочными местами размером 3×3 м) в березовом квартале на территории арборетума КазНИИЛХА (52°57'11.3"N 70°15'58.6"E) в г. Щучинск в северной части Казахского мелкосопочника (Северный Казахстан).

Измерения необходимых показателей выполнены с помощью приборов и инструментов для лесной таксации [19, 20]. Измерения высоты растений проведены с помощью электронного высотомера-угломера «Haglof», диаметр ствола на высоте 1,3 м от поверхности земли — мерной вилкой «Haglof», проекция кроны каждого дерева в двух направлениях — мерной лентой.

Камеральная обработка полученных данных, расчет показателей и их статистическая обработка проведены на основании традиционных методов с помощью пакета программы MS Excel 2021 [21–23].

Анализ распределения березы на территории Казахстана проведен согласно материалам государственного лесного кадастра [24].

Результаты и обсуждение

При низкой лесистости территории Казахстана (5 %), береза представляет собой ценную лесообразующую породу. Особый интерес вызывает текущее распределение площадей березовых насаждений. Выполненный анализ показал, что березовые насаждения отсутствуют только в пределах трех областей Казахстана из семнадцати, а именно — в Атырауской, Мангистауской и Кызылординской областях. Распределение березовых насаждений по площади и запасу на остальной территории областей приведено в табл. 1.

Данные, изложенные табл. 1, свидетельствуют о существенной неоднородности распределения березовых насаждений в разрезе областей как по площади, так и по запасу древесины. Так, если в Жамбылской области площадь березняков не превышает 112 га при запасе древесины 4,2 тыс. м³, то в Северо-Казахстанской области площадь березняков составляет 417 951 га с запасом древесины 37 529,7 тыс. м³.

Получены данные о среднем запасе древесины березовых древостоев в пересчете на 1 га. Так, в Павлодарской области указанный показатель составляет 101,9 м³/га, в Северо-Казахстанской области — 89,8 м³/га, в Восточно-Казахстанской области — 89,2 м³/га. Другими словами, березовые насаждения в областях наибольшей представленности харак-

Т а б л и ц а 1

Распределение площадей и запасов березовых насаждений Республики Казахстан по состоянию на 01.01.2023 г.
Distribution of areas and stock of birch plantations in the Republic of Kazakhstan as of 01.01.2023

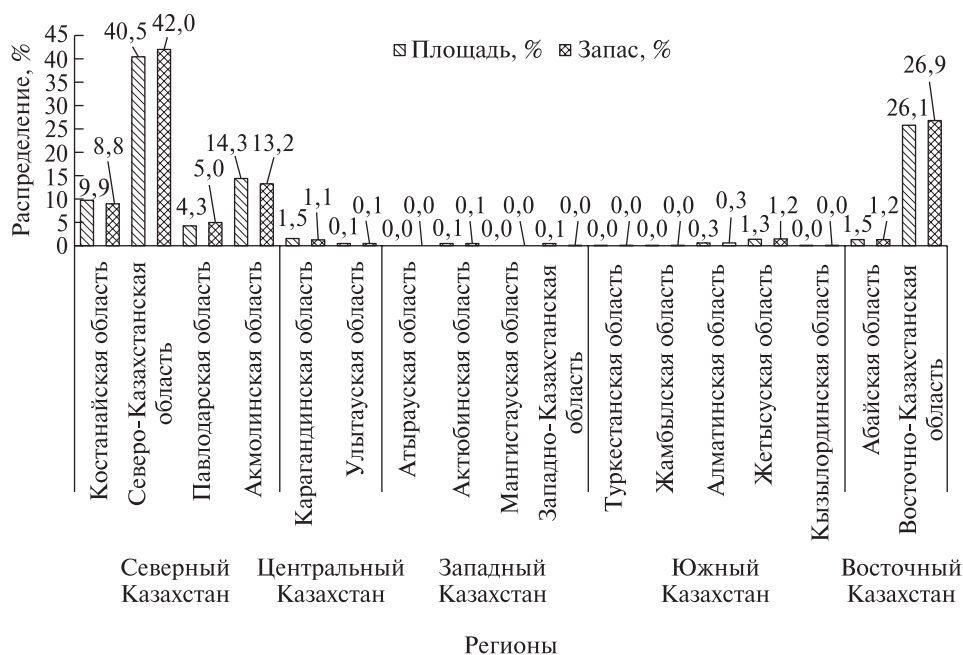
Область	Площадь, га	Запас древесины, тыс. м ³
Абайская	15 000	1077,5
Акмолинская	147 410	11 752,20
Актюбинская	1277	92,2
Алматинская	2956	244,4
Восточно-Казахстанская	269 237	24 025,90
Жамбылская	112	4,2
Жетысуская	13 780	1092,8
Западно-Казахстанская	690	24,1
Карагандинская	15 127	995
Костанайская	101 907	7889,3
Павлодарская	43 900	4474,4
Северо-Казахстанская	417 951	37 529,70
Туркестанская	306	13,3
Улытауская	1231	84,8
Всего в лесном фонде:	1 030 884	89 299,8

теризуются относительно высокой производительностью. Следует отметить, что береза хорошо возобновляется вегетативным путем, что позволяет обеспечивать ее восстановление после рубки спелых и перестойных насаждений с минимальными затратами, даже не прибегая к искусственному лесовосстановлению. Это, относится также и к омоложению полезащитных и придорожных полос при достижении ими значительного возраста.

Кроме того, данные, представленные в табл. 1, наглядно свидетельствуют о перспективности увеличения площади березняков в Казахстане. Березовые насаждения республики, на долю которых приходится 7,5 % площади (1 млн 30,9 тыс. га), вносят наибольший вклад в ее лесной фонд из всех произрастающих здесь лесообразующих видов, уступая только саксауловым насаждениям — 51,8 % [24].

В странах СНГ березовые насаждения являются экономически значимыми породами. Республика Беларусь занимает второе место по лесистости (40,1 %) среди стран СНГ, в которой на березовые насаждения приходится 18,8 % покрытой лесом площади [25]. В Российской Федерации доля березовых насаждений составляет 13 % площади всего лесного фонда (при лесистости — 46,4 %).

Благодаря высокой пластичности к изменяющимся условиям произрастания береза активно



Распределение площадей и запасов березовых насаждений (*Betula L.*) по регионам Казахстана

Distribution of areas and stock of birch trees (*Betula L.*) by regions of Kazakhstan

поселяется на нарушенных землях [26], гарях и вырубках [27], формируя производные насаждения на месте коренных хвойных пород, что вызывает необходимость разработки специальных лесоводственных мероприятий по ограничению ее распространения в таежной зоне [28, 29]. При этом обладая способностью быстро расти, береза формирует высокопроизводительные насаждения и по объему выращиваемой древесины на единице площади за аналогичное время значительно превосходит хвойные насаждения. С учетом имеющихся площадей и запасов древесины в березниках данная порода используется как источник ценного сырья в лесной промышленности России [30].

В ходе анализа распределения площадей и запасов березовых насаждений по регионам Казахстана было установлено, что наибольшая их доля находится в северном регионе страны (рисунок).

Согласно выполненным расчетам площади березовых насаждений по регионам республики распределились следующим образом: Северный Казахстан — 711 168 га (69,0 %), Восточный Казахстан — 284 237 га (27,6 %), Южный Казахстан — 17 154 га (1,7 %), Центральный Казахстан — 16 358 га (1,6 %), Западный Казахстан — 1967 га (0,2 %).

Таким образом, Северный Казахстан является одним из наиболее перспективных регионов для интродукции берез и лесоразведения путем выращивания перспективных видов. Предпо-

жительно, регионы с естественным произрастанием видов берез наиболее подходят для интродукции некоторых видов рода, поскольку они могут иметь схожие экологические требования к условиям роста, в зависимости от генотипа. К тому же результаты новых исследований показали, что к одному из факторов адаптации к изменяющимся условиям окружающей среды относится генетическая изменчивость видов берез. Так, фенотипическая пластичность березы повислой способствует ее акклиматизации и расширению имеющегося ареала на север в Северной Европе [31]. Полагаем, что данная закономерность, установленная для березняков Финляндии, проявится и при выращивании березовых насаждений в Казахстане, что обеспечит интродукцию отдельных видов, форм и сортов березы на юг ранее там не произраставших. Это чрезвычайно важно не только для лесоразведения, но и для озеленения и создания полезащитных, придорожных и других видов лесополос.

Расширение площади березовых насаждений помимо перечисленных положительных воздействий на окружающую природную среду будет иметь и климаторегулирующее значение. Интегральным показателем экологии лесных насаждений служит прирост древесины. Именно прирост древесины определяет объем депонируемого в процессе фотосинтеза углерода из атмосферного воздуха, а также выделяемого растениями кислорода. Увеличение площади

Т а б л и ц а 2

Сохранность и таксационная характеристика берез (*Betula* L.)**Preservation and taxation characteristics of birch (*Betula* L.)**

Таксоны берез	Год посадки	Сохранность, %	Средние значения		Высота ствола до начала кроны, м	Диаметр кроны, м
			высоты, м	диаметра ствола, см		
Бумажная*	1974	60,0	19,1	24	4,4	5,6
Даурская	1971	27,3	11,7 ± 0,3	15,8 ± 0,8	3,4 ± 0,1	4,9 ± 0,4
Карельская	1971	90,9	16,2 ± 0,5	22,2 ± 1,1	4,4 ± 0,1	3,0 ± 0,3
Карельская	1976	75,7	16,8 ± 0,3	24,5 ± 1,3	5,1 ± 0,1	5,0 ± 0,4
Келлера*	1967	42,9	7,2	15,8	1,2	6,8
Маньчжурская	1969	25,0	14,5 ± 0,6	21,9 ± 1,4	4,8 ± 0,1	5,5 ± 0,3
Маньчжурская*	1974	80,0	13,9	27,5	5,0	4,8
Плосколистная	1969	32,5	16,1 ± 0,4	22,2 ± 1,2	5,9 ± 0,1	4,9 ± 0,4
Повислая	1968	52,6	16,6 ± 0,3	25,4 ± 1,1	5,1 ± 0,1	5,6 ± 0,3
Повислая (чернокорая)	1975	62,5	14,0 ± 0,2	29,2 ± 1,3	4,2 ± 0,2	5,9 ± 0,2
Эрмана*	1994	50,0	10,5	19,9	4,2	6,0

Примечание. Звездочкой обозначены таксоны с количеством менее 6 экз., по которым приведены среднеарифметические значения.

березняков за счет не покрытых лесом площадей при лесоразведении в степной зоне будет существенным вкладом в сокращение объема парниковых газов в атмосферном воздухе, а следовательно, в проблему стабилизации изменений климата.

На момент обследования коллекционных насаждений арборетума возраст исследуемых таксонов берез составлял от 51 до 59 лет, за исключением березы Эрмана, возраст которой 32 года. В условиях интродукции также были выращены два таксона березы повислой как представителя местной флоры. Особый научный интерес представляют экземпляры деревьев березы повислой 1975 г. посадки, полученные от чернокорой особи и предоставленные для изучения А.М. Данченко, проводившим в тот период углубленное изучение популяционной изменчивости берез на территории Казахстана [32]. В результате исследования коллекционных берез, были получены данные об их сохранности и текущих показателях роста (табл. 2).

Сохранность растений в условиях интродукции — это один из показателей приспособленности вида к новым условиям роста. Так, в результате достаточно продолжительного периода интродукционного испытания средняя сохранность по всем таксонам составляла 54,5 %. Наивысшая сохранность (более 70 %) установлена для двух таксонов берез карельской и маньчжурской. При этом у березы маньчжурской из двух вариантов высокая сохранность (80,0 %) была у таксона более позднего года

посадки и с небольшим количеством высаженных и сохранившихся экземпляров (4 шт.). Промежуточные результаты по сохранности (от 50 до 62,5 %) были у видов местной флоры (береза повислая и ее чернокорая разновидность) и малочисленных экземпляров березы Эрмана и березы бумажной (2 и 3 шт. соответственно). Сохранность остальных видов была в пределах от 25,0 до 42,9 %.

Сравнительный анализ высоты деревьев и диаметра стволов был проведен между аборигенной березой повислой и остальными таксонами, произраставшими в одинаковых условиях. Так, в результате ранжирования высот было установлено, что у березы повислой данный показатель был одним из самых больших (16,6 ± 0,3 м) наряду с березой карельской (два таксона) и березой плосколистной, разница по высоте у которых составляла не более 0,5 м. Различия по высоте березы повислой и ее чернокорой разновидностью показали отставание в росте второго таксона в среднем на 2,6 м. При этом следует учесть разницу в возрасте между таксонами, так как береза повислая (чернокорая) младше на 7 лет.

Наибольшая высота зафиксирована у березы бумажной, которая была выше березы повислой на 2,5 м. Наименьшей высотой (менее 11 м) отличались береза Эрмана (ввиду возраста) и береза Келлера, отличающаяся наклоном стволов до 30°. Остальные таксоны были ниже березы повислой в среднем на 3 м при высоте в пределах от 11,7 ± 0,3 м (береза даурская) до 14,5 ± 0,6 м (береза маньчжурская).

В результате анализа диаметра стволов изучаемых таксонов было установлено, что его значение для всех таксонов составляло в среднем 22,9 см. Примечательно, что диаметр ствола березы повислой был меньше на 3,8 см, чем у чернокорой таксона. Кроме того, у березы повислой (чернокорой) был наибольший диаметр ствола из всех изучаемых таксонов — $29,2 \pm 1,3$ см. Среди лидеров по диаметру ствола также можно отметить таксон березы маньчжурской более позднего года посадки. У остальных таксонов берез диаметр стволов были меньше на 3,5...37,8 %. У березы карельской отмечено уменьшение диаметра ствола на 0,9 и 3,2 см по сравнению с березой повислой. При этом минимальные диаметры были у таких видов, как береза даурская ($15,8 \pm 0,8$ см) и береза Келлера (15,8 см). Отметим, что более половины деревьев березы Келлера многоствольны (от двух до пяти стволов).

Для характеристики насаждений большое значение также отведено бессучковой зоне ствола или высоте ствола до начала кроны. Во многом для лесной промышленности этот показатель отражает долю древесины более высокого качества, а для озеленения — общую декоративность насаждений за счет открытости или сомкнутости пространства. Нижняя бессучковая зона ствола является основным наиболее ценным материалом для заготовки деловых сортиментов [33].

У исследуемых таксонов берез высота ствола до начала кроны была в пределах 6 м, при минимальном значении 1,2 м у березы Келлера. Условно таксоны были подразделены на три группы:

1) от 5 м и выше — 36,4 % (береза плосколистная, береза повислая, береза карельская (1976 г.), береза маньчжурская (1974 г.);

2) от 4 до 4,9 м — 45,5 % (береза маньчжурская (1969 г.), береза бумажная, береза карельская (1971 г.), береза повислая (чернокорая), береза Эрмана);

3) менее 4 м — 18,1 % (береза даурская, береза Келлера).

Размер, диаметр и форма кроны обусловлены как биологическими особенностями вида, так и внешними факторами (плотностью насаждений, конкуренцией и т. д.). Помимо эстетической ценности крона дерева выполняет экологические функции: регулирует микроклимат и состав атмосферного воздуха, снижает уровень пыли и отравляющих веществ, уровня шума и т. д. [34–39].

Средний диаметр кроны изучаемых таксонов варьировал от 3 до 6,8 м. Наиболее широкая крона была сформирована у березы Келлера и березы Эрмана. Несколько меньшие значения диаметра кроны (5,5...5,9 м) были получены

для березы повислой, березы повислой (чернокорой), березы маньчжурской (1969 г.) и березы бумажной. У менее половины таксонов (36,4 %) размер диаметра кроны был приближен к среднему значению и составлял от 4,8 до 5 м. Самая узкая крона была сформирована у березы карельской (1971 г.) — $3,0 \pm 0,3$ м.

Проведенные исследования подтверждают возможность успешной интродукции и выращивания представителей рода Береза в условиях резко континентального климата в северной части Казахского мелкосопочника. В настоящее время в научной литературе изложены положительные результаты интродукции берез в другие регионы Евразии. В качестве примера успешной интродукции можно привести выращивание березы карельской на территории Евразии, представляющей особую ценность вследствие узорчатой древесины.

Так, анализ интродукционного испытания березы карельской в разнообразных регионах Европы и России (от северной тайги до лесостепи) на протяжении нескольких десятков лет при воздействии разнообразных природно-климатических условий показал перспективность данного направления в виду сохранения и проявления у вида таких ценных признаков, как узорчатость древесины и габитус [40–42]. Обследования лесных культур березы карельской в Нижегородской области выявили высокую продуктивность новосозданных насаждений [43]. Научные исследования по интродукции и культивированию данного вида были расширены посредством изучения генетической основы и поиска маркеров, позволяющих выявлять узорчатость древесины в раннем возрасте [44].

Опыт лесоразведения березы карельской в Нижегородской области и других районах Российской Федерации, а также данные о перспективности этого таксона в Северном Казахстане позволяют рекомендовать его широкое распространение при лесовосстановлении, озеленении и лесоразведении. Особенно перспективна интродукция березы карельской в северных областях с наиболее благоприятными для ее произрастания условиями, а также в Восточно-Казахстанской области, где естественные насаждения березы повислой и березы пушистой характеризуются высокой производительностью.

Основным сдерживающим фактором широкого распространения таксонов берез по территории Казахстана признается недостаток посадочного материала, что можно успешно решить микроклональным размножением. В настоящее время для этого имеются все необходимые условия. Созданы лаборатория по микроклональному размножению и теплица с регулируемым

микроклиматом, предназначенная для выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой. Работники КазНИИЛХА имеют опыт микроклонального размножения различных видов берез и других лесобразующих видов. К главным достоинствам такого размножения относится возможность выращивания большого количества посадочного материала при наличии небольшого числа маточных деревьев. Кроме того, микроклональное размножение обеспечивает стерильность выращиваемого посадочного материала и относительно короткие сроки его выращивания. В частности, в лаборатории микроклонального размножения Филиала «Северный регион» Республиканского государственного казенного предприятия «Республиканский лесной селекционно-семеноводческий центр» (ФСР РГКП «РЛССЦ») г. Щучинск (Северный Казахстан) накоплен опыт выращивания в промышленных масштабах посадочного материала березы повислой и ее чернокорой формы и создания лесных культур.

Выводы

Наибольшую ценность в лесоводственном отношении представляют такие интродуцированные таксоны, как береза карельская (1971 и 1976 гг.) и береза плосколистная. В условиях интродукции в северной части Казахского мелкосопочника (Северный Казахстан) эти виды отличились наилучшими показателями роста в высоту и по диаметру ствола среди исследуемых таксонов, а также по сравнению с аборигенной березой повислой.

Перспективны для выращивания в лесных культурах береза повислая (чернокорая) и береза маньчжурская, у которых отмечено некоторое отставание по росту в высоту и равнозначные или превышающие размеры диаметра ствола на высоте 1,3 м от поверхности земли по сравнению с березой повислой.

Ввиду отсутствия значимых таксационных показателей ствола, не превосходящих таковые у березы повислой, хорошо сформированной и развитой по диаметру и протяженности кроной береза Келлера, береза даурская и береза Эрмана рекомендуются для внедрения в озеленительные насаждения. Текстура и окраска коры ствола данных видов является дополнительным декоративным признаком.

Список литературы

- [1] Wani S., Tantray Y., Gupta R.C., Jan I., Zargar S.A. *Betula L.: Distribution, Ecology and Phytochemicals // Betula: Ecology and Uses*. Editor: Carl T. Bertelsen. New York: Nova Science Publishers, 2000, 182 p.
- [2] Флора Казахстана. Род *Betula* L. / под ред. Н.В. Павлова. Алма-Ата: Изд-во Академии наук Казахской ССР, 1960. Т. 3. С. 55–65.
- [3] Данченко А.М. Популяционная изменчивость березы. Новосибирск: Наука, 1990. 205 с.
- [4] Кабанова С.А., Кабанов А.Н., Данченко М.А., Шахматов П.Ф., Скотт С.А. Изучение морфологических признаков и флуктуирующей способности листового аппарата березы повислой // *Природообустройство*, 2021. № 4. С. 116–122.
- [5] Залесов С.В., Белов Л.А., Залесова Е.С., Оплетев А.С., Суяндиков Ж.О. Надземная фитомасса искусственных березовых насаждений в санитарно-защитной зоне г. Астаны // *Аграрный вестник Урала*, 2014. № 9 (127). С. 68–71.
- [6] Залесов С.В., Белов Л.А., Данчева А.В., Муканов Б.М., Оплетев А.С., Суяндиков Ж.О. Производительность искусственных березовых насаждений в зеленой зоне города Астаны // *Вестник сельскохозяйственных наук Казахстана*, 2014. № 9. С. 53–60.
- [7] Залесов С.В., Белов Л.А., Данчева А.В., Залесова Е.С., Оплетев А.С., Суяндиков Ж.О. Надземная фитомасса и площадь поверхности ассимиляционного аппарата искусственных березовых древостоев в зеленой зоне г. Астаны // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*, 2015. № 3 (125). С. 55–62.
- [8] Захаров А.Б., Бессчетнов В.П. Аномалии ветвления березы (*Betula*) в защитных лесных полосах автомагистралей // *ИзВУЗ Лесной журнал*, 2019. № 5 (371). С. 95–104.
- [9] Козловский Б.Л., Огородникова Т.К., Федоринова О.Н., Куропятников М.В. Оценка устойчивости видов семейства *Betulaceae* S.F. Gray к болезням при интродукции в Ростовской области // *Экологический Вестник Северного Кавказа*, 2012. Т. 8. № 4. С. 51–53.
- [10] Емельянова О.Ю., Маркова М.А., Фирсов А.Н. Перспективы интродукции растений рода *Betula* L. в Орловской области // *Современное садоводство*, 2018. № 4(28). С. 61–69.
<https://doi.org/10.24411/2312-6701-2018-10409>
- [11] Бабаев Р.Н., Бесчетнова Н.Н., Бесчетнов В.П. Содержание и баланс запасных веществ в побегах аборигенной и интродуцированных в Нижегородскую область видов и форм березы // *Труды Санкт-Петербургского науч.-исслед. института лесного хозяйства*, 2022. № 1. С. 59–71.
<https://doi.org/10.21178/2079-6080.2022.1.59>
- [12] Мартюшов П.А., Коростелева М.В., Марковская А.Н., Котова В.С., Залесов С.В. Роль ботанических садов в определении перспективности древесных интродуцентов // *Международный научно-исследовательский журнал*, 2022. № 12 (129). С. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.126.20>
- [13] Востовская Т.Н. Декоративные формы березы (*Betula*), рекомендуемые для первичного испытания в культуре в Сибири // *Растительный мир Азиатской России: Вестник Центрального сибирского ботанического сада СО РАН*, 2012. № 1(9). С. 119–126.
- [14] Крайнова А.А. Перспективы интродукции далекарлийской березы для озеленения северных городов // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: Материалы XXI Междунар. науч.-техн. конф., Вологда, 05 декабря 2023 года. Вологда: Изд-во ВоГУ, 2023. С. 68–70.

- [15] Дубовицкая О.Ю., Масалова Л.И. Перспективы расширения устойчивого ассортимента древесных растений для ландшафтного строительства с использованием североамериканских интродуцентов // Современное садоводство, 2013. № 4(8). С. 80–91.
- [16] Емельянова О.Ю., Цой М.Ф. Оценка состояния и сохранение генофонда растений семейства березовые (Betulaceae С.А. Agardh) дендрария ВНИИСПК // Современное садоводство, 2015. № 4(16). С. 86–96.
- [17] Соловьева М.В., Залесов С.В., Залесова Е.С., Бунькова Н.П., Крекова Я.А. Перспективные хвойные интродуценты для озеленения и расширения биологического разнообразия на Среднем Урале // Актуальные проблемы лесного комплекса, 2019. № 54. С. 157–159.
- [18] Масалова Л.И., Фирсов А.Н., Емельянова О.Ю., Цой М.Ф. Оценка степени и декоративности цветения и плодоношения растений семейства березовые (Betulaceae С.А. Agardh) // Селекция и сорторазведение садовых культур, 2017. Т. 4. № 1–2. С. 87–89.
- [19] Нагимов З.Я., Шевелина И.В., Коростелев И.Ф. Приборы, инструменты и устройства для таксации леса. Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, 2019. 214 с.
- [20] Нагимов З.Я., Шевелина И.В., Нагимов В.З., Артемьева И.Н. Лесотаксационные измерения. Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, 2021. 95 с.
- [21] Багинский В.Ф., Лапицкая О.В. Биометрия в лесном хозяйстве. Гомель: Изд-во ГГУ им. Ф. Скорины, 2017. 276 с.
- [22] Дружинин Ф.Н., Пилипко Е.Н. Методология исследований лесных экосистем. Вологда; Молочное: Изд-во Вологодской ГМХА, 2018. 132 с.
- [23] Шевелина И.В., Нуриев Д.Н., Нагимов З.Я. Стреление, рост и состояние городских озеленительных посадок березы повислой. Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, 2020. 146 с.
- [24] Пояснительная записка к материалам государственного лесного кадастра и кадастра особо охраняемых лесных территорий лесного фонда Республики Казахстан по состоянию на 1 января 2023 года. Алматы, 2023. 132 с.
- [25] Бухтик М.И., Трухнова Д.С. Лесное хозяйство Беларуси: эффективное использование // Устойчивое развитие экономики: состояние, проблемы, перспективы: Сб. трудов XVI Междунар. науч.-практ. конф. В 2 ч., Пинск, 29 апреля 2022 года. Часть I. Пинск: Изд-во Полесского государственного университета, 2022. С. 21–25.
- [26] Горбунова В.Д., Менщиков С.Л. Связь содержания поллютантов в листьях березы повислой с жизненным состоянием древостоя на примере АО «Карабашмедь» // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2024. Т. 28. № 5. С. 129–137. DOI: 10.18698/2542-1468-2024-5-129-137
- [27] Казанцев С.Г., Залесов С.В., Залесов А.С. Оптимизация лесопользования в производных березняках Среднего Урала. Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, 2006. 156 с.
- [28] Грязькин А.В., Новикова М.А., Новиков Я.А. Особенности естественного возобновления березы на вырубках // ИзВУЗ Лесной журнал, 2016. № 4 (352). С. 81–88.
- [29] Усольцев В.А., Цепордей И.С., Ковязин В.Ф., Уразова А.Ф., Борников А.В. Биомасса генеративных органов сосны обыкновенной и березы повислой в градиенте загрязнений от Карабашского медеплавильного завода на Урале // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии, 2021. № 234. С. 23–52.
- [30] Грязькин А.В., Беляева Н.В., Данилов Д.А., Ванджурак Г.В., Хунг В.В. Изменчивость толщины и массы коры березы по длине ствола // ИзВУЗ Лесной журнал, 2019. № 2(368). С. 32–39.
- [31] Saikkonen K., Saikkonen O., Helander M., Saloniemi I. *Betula pendula* Roth survival and growth in treeline is affected by genotype and environment // Scientific Reports, 2025, v. 15(1), p. 3597. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-87478-7>
- [32] Данченко А.М., Бударягин В.А. О природе черных особей березы повислой // Лесоведение, 1976. № 4. С. 88.
- [33] Рыкунин С.Н., Каптелкин А.А. Влияние ложного ядра березы на объемный выход ламелей из заболонной зоны для клееного щита // ИзВУЗ Лесной журнал, 2019. № 6 (372). С. 202–212.
- [34] Сингатуллин И.К., Шайхразиев Ш.Ш., Глушко С.Г. Естественное возобновление березы повислой (*Betula pendula* Roth.) в лесотепной зоне Республики Татарстан // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2021. Т. 25. № 5. С. 14–21. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-5-14-21
- [35] Лаврова О.П., Петров Д.А., Аржаева Е.В., Мирошкина Д.Ю. Аллелопатическое влияние деревьев на формирование травянистого покрова в их подкroновом пространстве // Инновации в ландшафтной архитектуре: Материалы VIII науч.-практ. конф., Нижний Новгород, 21 марта 2012 г. Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета, 2012. С. 60–64.
- [36] Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Бабаев Р.Н., Бабаев А.Н. Сравнительная оценка пигментного состава листьев березы карельской (*Betula pendula* var. *carelica* Merckl.) и березы повислой (*Betula pendula* Roth) // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2025. Т. 29. № 3. С. 5–16. DOI: 10.18698/2542-1468-2025-3-5-16
- [37] Сарбаева Е.В. Оценка экосистемных услуг зеленых насаждений г. Йошкар-Олы // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология, 2024. Т. 24. № 2. С. 214–224.
- [38] Тагирова О.В., Кулагин А.Ю. Сезонная изменчивость листьев березы повислой (*Betula pendula* Roth) в условиях промышленного загрязнения окружающей среды (Уфимский промышленный центр, Республика Башкортостан) // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2025. Т. 29. № 3. С. 65–91. DOI: 10.18698/2542-1468-2025-3-65-91
- [39] Авдеева Е.В., Черникова К.В., Рудо А.И., Кишкан Ю.В. Устойчивое развитие городов, экологические функции и экосистемные услуги природных компонентов в условиях городской среды // Хвойные бореальной зоны, 2024. Т. 42. № 3. С. 56–64.
- [40] Ветчинникова Л.В., Титов А.Ф. Оценка перспектив интродукции карельской березы // Труды Карельского научного центра Российской академии наук, 2021. № 3. С. 21–35.
- [41] Ветчинникова Л.В., Титов А.Ф. Интродукция карельской березы // Успехи современной биологии, 2021. Т. 141. № 3. С. 296–309.
- [42] Ветчинникова Л.В., Титов А.Ф. Интродукция карельской березы: история, опыт и оценка перспектив // Hortus Botanicus, 2023. Т. 18. С. 310–331.
- [43] Бабаев Р.Н., Бессчетнова Н.Н. Перспективы лесных культур березы карельской в Российской Федерации и Республике Беларусь // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии:

- Материалы междунар. науч.-практ. конф., Нижний Новгород, 26 сентября 2019 года. Нижний Новгород: Изд-во Нижегородской ГСХА, 2019. С. 78–82.
- [44] Gubaev R, Karzhaev D, Grigoreva E, Lytkin K, Safron-ycheva E, Volkov V, Nesterchuk V, Vetchinnikova L,

Zhigunov A, Potokina E. Dissection of figured wood trait in curly birch (*Betula pendula* Roth var. *carelica* (Mercklin) Hämet-Ahti) using high-throughput genotyping // Scientific Reports, 2024, v. 14(1), p. 5058. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-55404-y>

Сведения об авторах

Крекова Яна Алексеевна — канд. с.-х. наук, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. А.Н. Букейхана», zalesovsv@m.usfeu.ru
Залесов Сергей Вениаминович — д-р с.-х. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», zalesovsv@m.usfeu.ru

Поступила в редакцию 20.05.2025.

Одобрено после рецензирования 22.07.2025.

Принята к публикации 31.07.2025.

ADVANCED INTRODUCED SPECIES TO EXPANDING SPECIES DIVERSITY OF BIRCH FORESTS IN NORTHERN KAZAKHSTAN

Y.A. Krekova¹, S.V. Zalesov²✉

¹A.N. Bukeikhan Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry, 58, Kirov st., 021704, Shchuchinsk, Republic of Kazakhstan

²Ural State Forestry University, 37, Sibirsky tract st., 620100, Ekaterinburg, Russia

zalesovsv@m.usfeu.ru

The article presents data on the distribution of birch plantations in the Republic of Kazakhstan, as well as their representation in the forest fund of the Republic of Belarus and the Russian Federation. It has been determined that of the 83 birch species currently identified in the Republic of Kazakhstan, two species of birch, namely European white birch (*Betula pendula* Roth) and Pubescent birch (*B. pubedcens* Ehrh.), grow naturally and form plantations. These species do not only form natural plantations, but are also actively used in landscaping, agroforestry, reforestation and afforestation. The prospects and taxation indicators for 11 taxa of the Birch genus (*Betula* L.) growing in the arboretum of the A.N. Bukeikhan Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry (KazRIFA) have been investigated. It has been established that in the territory of Northern Kazakhstan the most promising species for introduction are Karelian birch (*B. pendula* Roth var. *carelica* (Mercklin) Hämet Ahti) and Asian white birch (*B. platyphylla* Sukacz.), which surpass other taxa, including local ones, in height and trunk diameter. Despite some lag in height, Pubescent birch (black-barked form of (*B. pendula* Roth) and Manchurian birch (*B. mandshurica* (Regel.) Nakai) are best suitable for artificial afforestation and reforestation. Keller's birch (*B. kelleriana* Sukacz.), Daurian's birch (*B. dahurica* Pall.) and Erman's birch (*B. ermanii* Cham.) can be recommended for landscaping.

Keywords: birch, *Betula* L., area, stock, plantations, Kazakh Uplands, introduction

Suggested citation: Krekova Y.A., Zalesov S.V. *Perspektivnyye introdutsenty dlya rasshireniya vidovogo raznoobraziya bereznyakov v Severnom Kazakhstane* [Advanced introduced species to expanding species diversity of birch forests in Northern Kazakhstan]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2025, vol. 29, no. 5, pp. 75–85. DOI: 10.18698/2542-1468-2025-5-75-85

References

- [1] Wani S., Tantray Y., Gupta R.C., Jan I., Zargar S.A. *Betula* L.: Distribution, Ecology and Phytochemicals. *Betula: Ecology and Uses*. Editor: Carl T. Bertelsen. New York: Nova Science Publishers, 2000, 182 p.
- [2] *Flora Kazakhstana. Rod Betula L.* [Flora of Kazakhstan. Genus *Betula* L.]. Ed. N.V. Pavlov. Alma-Ata: Publishing house of the Academy of Sciences of the Kazakh SSR, 1960, v. 3, pp. 55–65.
- [3] Danchenko A.M. *Populyatsionnaya izmenchivost' berezy* [Population variability of birch]. Novosibirsk: Science, 1990, 205 p.
- [4] Kabanova S.A., Kabanov A.N., Danchenko M.A., Shakhmatov P.F., Skott S.A. *Izucheniye morfologicheskikh priznakov i fluktuiruyushchey sposobnosti listovogo apparata berezy povisloy* [Study of morphological features and fluctuating ability of the leaf apparatus of silver birch]. *Prirodoobustroistvo*, 2021, no. 4, pp. 116–122.
- [5] Zalesov S.V., Belov L.A., Zalesova Ye.S., Opletayev A.S., Suyundikov ZH.O. *Nadzemnaya fitomassa iskusstvennykh berezovykh nasazhdeniy v sanitarno-zashchitnoy zone g. Astany* [Aboveground phytomass of artificial birch plantations in the sanitary protection zone of Astana]. *Agrarnyy vestnik Urals* [Agrarian Bulletin of the Urals], 2014, no. 9 (127), pp. 68–71.
- [6] Zalesov S.V., Belov L.A., Dancheva A.V., Mukanov B.M., Opletayev A.S., Suyundikov ZH.O. *Proizvoditel'nost' iskusstvennykh berezovykh nasazhdeniy v zelenoy zone goroda Astany* [Productivity of artificial birch plantations in the green zone of Astana]. *Vestnik sel'skokhozyaystvennykh nauk Kazakhstana* [Bulletin of agricultural sciences of Kazakhstan], 2014, no. 9, pp. 53–60.

- [7] Zalesov S.V., Belov L.A., Dancheva A.V., Zalesova Ye.S., Opletayev A.S., Suyundikov ZH.O. *Nadzemnaya fitomassa i ploshchad' poverkhnosti assimilyatsionnogo apparata iskusstvennykh berezovykh drevostoyev v zelenoy zone g. Astany* [Aboveground phytomass and surface area of the assimilation apparatus of artificial birch stands in the green zone of Astana]. Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of the Altai State Agrarian University], 2015, no. 3 (125), pp. 55–62.
- [8] Zakharov A.B., Besschetnov V.P. *Anomalii vetvleniya berezy (Betula) v zashchitnykh lesnykh polosakh avtomagistralei* [Anomalies in birch (Betula) branching in protective forest belts of highways]. Russian Forestry J., 2019, no. 5 (371), pp. 95–104.
- [9] Kozlovskiy B.L., Ogorodnikova T.K., Fedorinova O.N., Kuropyatnikov M.V. *Otsenka ustoychivosti vidov semeystva Betulaceae S.F. Gray k bolezniam pri introduktsii v Rostovskoy oblasti* [Assessment of resistance of species of the Betulaceae S.F. Gray family to diseases during introduction in the Rostov Region]. Ekologicheskii Vestnik Severnogo Kavkaza [Ecological Bulletin of the North Caucasus], 2012, v. 8, no. 4, pp. 51–53.
- [10] Yemel'yanova O.YU., Markova M.A., Firsov A.N. *Perspektivy introduktsii rasteniy roda Betula L. v Orlovskoy oblasti* [Prospects for the introduction of plants of the genus Betula L. in the Oryol region]. Sovremennoe sadovodstvo [Modern gardening], 2018, no. 4 (28), pp. 61–69. <https://doi.org/10.24411/2312-6701-2018-10409>
- [11] Babayev R.N., Beschetnova N.N., Beschetnov V.P. *Soderzhaniye i balans zapasnykh veshchestv v pobegakh aborigennoy i introdutsirovannykh v Nizhegorodskuyu oblast' vidov i form berezy* [Content and balance of reserve substances in the shoots of native and introduced to the Nizhny Novgorod region species and forms of birch]. Trudy Sankt-Peterburgskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta lesnogo khozyaystva [Proceedings of the St. Petersburg Research Institute of Forestry], 2022, no. 1, pp. 59–71. <https://doi.org/10.21178/2079-6080.2022.1.59>
- [12] Martyushov P.A., Korosteleva M.V., Markovskaya A.N., Kotova V.S., Zalesov S.V. *Rol' botanicheskikh sadov v opredelenii perspektivnosti drevesnykh introdutsentov* [The role of botanical gardens in determining the prospects of woody introducers]. Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal [International Research J.], 2022, no. 12 (129), pp. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.126.20>
- [13] Vstovskaya T.N. *Dekorativnyye formy berezy (Betula), rekomenduyemye dlya pervichnogo ispytaniya v kul'ture v Sibiri* [Ornamental forms of birch (Betula) recommended for primary testing in culture in Siberia]. Rastitel'nyy mir Aziatskoy Rossii: Vestnik Tsentral'nogo sibirskogo botanicheskogo sada SO RAN [Flora of Asian Russia: Bulletin of the Central Siberian Botanical Garden of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences], 2012, no. 1(9), pp. 119–126.
- [14] Kraynova A.A. *Perspektivy introduktsii dalekariyskoy berezy dlya ozeleneniya severnykh gorodov* [Prospects for the introduction of Dalecarlian birch for landscaping northern cities]. Aktual'nyye problemy razvitiya lesnogo kompleksa: Materialy XXI Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. [Actual problems of forest complex development: Proceedings of the XXI Int. scientific and technical. conf.], Vologda, December 5, 2023. Vologda: Vologda State University, 2023, pp. 68–70.
- [15] Dubovitskaya O.YU., Masalova L.I. *Perspektivy rasshireniya ustoychivogo assortimenta drevesnykh rasteniy dlya landshaftnogo stroitel'stva s ispol'zovaniyem severoamerikanskikh introdutsentov* [Prospects for expanding the sustainable range of woody plants for landscape construction using North American introduced species]. Sovremennoye sadovodstvo [Modern gardening], 2013, no. 4 (8), pp. 80–91.
- [16] Yemel'yanova O.YU., Tsoy M.F. *Otsenka sostoyaniya i sokhraneniye genofonda rasteniy semeystva berezovyye (Betulaceae C.A. Agardh) dendrariya VNIISPK* [Assessment of the state and conservation of the gene pool of birch family plants (Betulaceae C.A. Agardh) of the VNIISPK arboretum]. Sovremennoye sadovodstvo [Modern gardening], 2015, no. 4 (16), pp. 86–96.
- [17] Solov'yeva M.V., Zalesov S.V., Zalesova Ye.S., Bun'kova N.P., Krekova YA.A. *Perspektivnyye khvoynnye introdutsenty dlya ozeleneniya i rasshireniya biologicheskogo raznoobraziya na Srednem Urale* [Promising coniferous introducers for landscaping and expanding biological diversity in the Middle Urals]. Aktual'nyye problemy lesnogo kompleksa [Actual problems of the forest complex], 2019, no. 54, pp. 157–159.
- [18] Masalova L.I., Firsov A.N., Yemel'yanova O.YU., Tsoy M.F. *Otsenka stepeni i dekorativnosti tsveteniya i plodonosheniya rasteniy semeystva berezovyye (Betulaceae C.A. Agardh)* [Evaluation of the degree and decorativeness of flowering and fruiting of plants of the birch family (Betulaceae C.A. Agardh)]. Seleksiya i sortorazvedeniye sadovykh kul'tur [Breeding and variety cultivation of garden crops], 2017, v. 4, no. 1–2, pp. 87–89.
- [19] Nagimov Z.YA., Shevelina I.V., Korostelev I.F. *Pribory, instrumenty i ustroystva dlya taksatsii lesa* [Devices, tools and devices for forest taxation]. Ekaterinburg: USFTU, 2019, 214 p.
- [20] Nagimov Z.YA., Shevelina I.V., Nagimov V.Z., Artem'yeva I.N. *Lesotaksatsionnyye izmereniya* [Forest taxation measurements]. Ekaterinburg: USFTU, 2021, 95 p.
- [21] Baginskiy V.F., Lapitskaya O.V. *Biometriya v lesnom khozyaystve* [Biometrics in forestry]. Gomel: GSU named after F. Skorina, 2017, 276 p.
- [22] Druzhinin F.N., Pilipko Ye.N. *Metodologiya issledovaniy lesnykh ekosistem* [Methodology of forest ecosystem research]. Vologda-Molochnoe: Vologda State Medical Academy, 2018, 132 p.
- [23] Shevelina I.V., Nuriyev D.N., Nagimov Z.YA. *Stroyeniye, rost i sostoyaniye gorodskikh ozelenitel'nykh posadok berezy povisloy* [Structure, growth and condition of urban landscaping plantings of silver birch]. Yekaterinburg: USFTU, 2020, 146 p.
- [24] *Poyasnitel'naya zapiska k materialam gosudarstvennogo lesnogo kadastra i kadastra osobo okhranyayemykh lesnykh territoriy lesnogo fonda Respubliki Kazakhstan po sostoyaniyu na 1 yanvarya 2023 goda* [Explanatory note to the materials of the State forest cadastre and the cadastre of specially protected forest territories of the Forest fund of the Republic of Kazakhstan as of January 1, 2023]. Almaty 2023, 132 p.
- [25] Bukhtik M.I., Trukhnova D.S. *Lesnoye khozyaystvo Belarusi: effektivnoye ispol'zovaniye* [Forestry of Belarus: efficient use]. Ustoychivoye razvitiye ekonomiki: sostoyaniye, problemy, perspektivy: Sb. trudov XVI mezhdunar. nauch.-prakt. konf. V 2-kh chastyakh [Sustainable development of the economy: state, problems, prospects: Coll. of works of the XVI international. scientific-practical. conf. In 2 parts], Pinsk, April 29, 2022. Part I. Pinsk: Polesie State University, 2022, pp. 21–25.
- [26] Gorbunova V.D., Menshchikov S.L. *Svyaz 'soderzhaniya pollyutantov v list'yakh berezy povisloy s zhiznennym sostoyaniem drevostoya na primere AO «Karabashmed»* [Connection between pollutant content in silver birch leaves and stand vital state at JSC «Karabashmed»]. Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin, 2024, vol. 28, no. 5, pp. 129–137. DOI: 10.18698/2542-1468-2024-5-129-137
- [27] Kazantsev S.G., Zalesov S.V., Zalesov A.S. *Optimizatsiya lesopol'zovaniya v proizvodnykh bereznyakakh Srednego Urala* [Optimization of forest management in secondary birch forests of the Middle Urals]. Ekaterinburg: USLTU, 2006, 156 p.
- [28] Gryaz'kin A.V., Novikova M.A., Novikov YA.A. *Osobennosti yestestvennogo vozobnovleniya berezy na vyрубkakh* [Features of natural regeneration of birch in clearings]. Russian Forestry J., 2016, no. 4 (352), pp. 81–88.

- [29] Usol'tsev V.A., Tsepordey I.S., Kovyazin V.F., Urazova A.F., Bornikov A.V. *Biomassa generativnykh organov sosny obyknovennoy i berezy povisloy v gradiyente zagryazneniy ot Karabashskogo medeplavil'nogo zavoda na Urale* [Biomass of generative organs of Scots pine and silver birch in the pollution gradient from the Karabash copper smelter in the Urals]. *Izvestiya Sankt-Petersburgskoy lesotekhnicheskoy akademii* [Bulletin of the St. Petersburg Forest Engineering Academy], 2021, no. 234, pp. 23–52.
- [30] Gryaz'kin A.V., Belyayeva N.V., Danilov D.A., Vandzhurak G.V., Khung V.V. *Izmenchivost' tolshchiny i massy kory berezy po dline stvola* [Variability of Birch Bark Thickness and Weight Along the Trunk Length]. *Russian Forestry J.*, 2019, no. 2(368), pp. 32–39.
- [31] Saikkonen K., Saikkonen O., Helander M., Saloniemi I. *Betula pendula* Roth survival and growth in treeline is affected by genotype and environment // *Scientific Reports*, 2025, v. 15(1), p. 3597. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-87478-7>
- [32] Danchenko A.M., Budaragin V.A. *O prirode chernykh osobey berezy povisloy* [On the Nature of Black Silver Birch Specimens]. *Lesovedenie*, 1976, no. 4, p. 88.
- [33] Rykunin S.N., Kaptelkin A.A. *Vliyaniye lozhnogo yadra berezy na ob'yemnyy vykhod lameley iz zabolonnoy zony dlya kleyenogo shchita* [The influence of birch false core on the volumetric yield of lamellas from the sapwood zone for glued panels]. *Russian Forestry J.*, 2019, no. 6 (372), pp. 202–212.
- [34] Singatullin I.K., Shakhraziev Sh.Sh., Glushko S.G. *Estestvennoe vozobnovlenie berezy povisloy (Betula pendula Roth) v lesotepnoy zone Respubliki Tatarstan* [Betula pendula Roth natural regeneration in forest-steppe zone of Tatarstan Republic]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2021, vol. 25, no. 5, pp. 14–21. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-5-14-21
- [35] Lavrova O.P., Petrov D.A., Arzhayeva Ye.V., Miroshkina D.YU. *Allelopaticheskoye vliyaniye derev'yev na formirovaniye travyanistogo pokrova v ikh podkronovom prostranstve* [Allelopathic influence of trees on the formation of herbaceous cover in their undercrown space]. *Innovatsii v landshaftnoy arkhitekture: mater. VIII nauch.-prakt. konf.* [Innovations in landscape architecture: materials of the VIII scientific and practical. conf.], Nizhny Novgorod, March 21, 2012. Nizhny Novgorod: Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering, 2012, pp. 60–64.
- [36] Besschetnova N.N., Besschetnov V.P., Babaev R.N., Babaev A.N. *Sravnitel'naya otsenka pigmentnogo sostava list'ev berezy karel'skoy (Betula pendula var. carelica Merckl.) i berezy povisloy (Betula pendula Roth)* [Comparative assessment of pigment composition in Karelian birch (Betula pendula var. carelica Merckl.) and Silver birch (Betula pendula Roth) leaves]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2025, vol. 29, no. 3, pp. 5–16. DOI: 10.18698/2542-1468-2025-3-5-16
- [37] Sarbayeva Ye.V. *Otsenka ekosistemnykh uslug zelenykh nasazhdeniy g. Yoshkar-Oly* [Assessment of ecosystem services of green spaces in Yoshkar-Ola]. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya: Khimiya. Biologiya. Ekologiya* [Bulletin of the Saratov University. New series. Series: Chemistry. Biology. Ecology], 2024, v. 24, no. 2, pp. 214–224.
- [38] Tagirova O.V., Kulagin A.Yu. *Sezonnaya izmenchivost' list'ev berezy povisloy (Betula pendula Roth) v usloviyakh promyshlennogo zagryazneniya okruzhayushchey sredy (Ufimskiy promyshlennyy tsentr, Respublika Bashkortostan)* [Seasonal variability of birch leaves (Betula pendula Roth) under conditions of industrial environment pollution (Ufa industrial centre, Republic of Bashkortostan)]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2025, vol. 29, no. 3, pp. 65–91. DOI: 10.18698/2542-1468-2025-3-65-91
- [39] Avdeyeva Ye.V., Chernikova K.V., Rudo A.I., Kishkan YU.V. *Ustoychivoye razvitiye gorodov, ekologicheskiye funktsii i ekosistemnyye uslugi prirodnikh komponentov v usloviyakh gorodskoy sredy* [Sustainable development of cities, ecological functions and ecosystem services of natural components in the urban environment]. *Khvoynyye boreal'noy zony* [Conifers of the boreal zone], 2024, v. 42, no. 3, pp. 56–64.
- [40] Vetchinnikova L.V., Titov A.F. *Otsenka perspektiv introduktsii karel'skoy berezy* [Assessment of the prospects for the introduction of Karelian birch]. *Trudy Karel'skogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk* [Transactions of the Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2021, no. 3, pp. 21–35.
- [41] Vetchinnikova L.V., Titov A.F. *Introduktsiya karel'skoy berezy* [Introduction of Karelian birch]. *Uspekhi sovremennoy biologii* [Advances in modern biology], 2021, v. 141, no. 3, pp. 296–309.
- [42] Vetchinnikova L.V., Titov A.F. *Introduktsiya karel'skoy berezy: istoriya, opyt i otsenka perspektiv* [Introduction of Karelian birch: history, experience and assessment of prospects]. *Hortus Botanicus*, 2023, v. 18, pp. 310–331.
- [43] Babayev R.N., Beschetnova N.N. *Perspektivy lesnykh kul'tur berezy karel'skoy v Rossiyskoy Federatsii i Respublike Belarus* [Prospects for Karelian birch forest crops in the Russian Federation and the Republic of Belarus]. *Ekonomicheskiye aspekty razvitiya APK i lesnogo khozyaystva. Lesnoye khozyaystvo Soyuznogo gosudarstva Rossii i Belorussii: Mater. mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Economic aspects of the development of the agro-industrial complex and forestry. Forestry of the Union State of Russia and Belarus: Proceedings of the international scientific-practical. conf.], Nizhny Novgorod, September 26, 2019. Nizhny Novgorod: Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, 2019, pp. 78–82.
- [44] Gubaev R., Karzhaev D., Grigoreva E., Lytkin K., Safronycheva E., Volkov V., Nesterchuk V., Vetchinnikova L., Zhigunov A., Potokina E. *Dissection of figured wood trait in curly birch (Betula pendula Roth var. carelica (Mercklin) Hämet-Ahti) using high-throughput genotyping*. *Scientific Reports*, 2024, v. 14(1), p. 5058. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-55404-y>

Authors' information

Krekova Yana Alekseyevna — Cand. Sci. (Agriculture) of the A.N. Bukeikhan Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry, zalesovsv@m.usfeu.ru

Zalesov Sergey Veniaminovich — Dr. Sci. (Agriculture), Professor of the Ural State Forestry University, zalesovsv@m.usfeu.ru

Received 20.05.2025.

Approved after review 22.07.2025.

Accepted for publication 31.07.2025.

Вклад авторов: все авторы в равной доле участвовали в написании статьи

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Authors' Contribution: All authors contributed equally to the writing of the article

The authors declare that there is no conflict of interest