

УДК 630*232.311.9

С. В. РЕБКО¹, А. И. НОВИКОВ², Т. П. НОВИКОВА², Е. П. ПЕТРИЩЕВ²

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОИСХОЖДЕНИЯ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS* L.) СОРТА «НЕГОРЕЛЬСКАЯ»

¹Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь, e-mail: rebko@belstu.by²Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова,
Воронеж, Россия, e-mail: arthur.novikov@vglta.vrn.ru

Аннотация. В работе представлена подробная характеристика происхождения исходного материала, явившегося основой для получения отечественного сорта сосны обыкновенной «Негорельская» селекции Белорусского государственного технологического университета. Данный сорт отличается интенсивным ростом в высоту, ранним и обильным семеношением (в том числе гроздевидным со скученным расположением шишек на ветвях и побегах). Приведено описание мест заготовки семян сосны обыкновенной и дан анализ климатических показателей лесосеменных районов и подрайонов, в которых произрастали исследуемые древостои сосны обыкновенной – исходный материал для получения сорта. Также в статье проанализирована динамика сохранности климатипов сосны обыкновенной при произрастании в географических лесных культурах Негорельского учебно-опытного лесхоза в возрасте молодняков, средневозрастном и приспевающем классах возраста, изучено строение исследуемых древостоев по диаметру и дана их таксационная характеристика.

Ключевые слова: климатический экотип, географические лесные культуры, сохранность, рост, семеношение, продуктивность.

S. U. RABKO¹, A. I. NOVIKOV², T. P. NOVIKOVA², YE. P. PETRISHCHEV²

CHARACTERISTICS OF THE SOURCE MATERIAL ORIGIN OF *PINUS SYLVESTRIS* L. VARIETY «NEGORELSKAYA»

¹Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus, e-mail: rebko@belstu.by²Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov,
Voronezh, Russia, e-mail: arthur.novikov@vglta.vrn.ru

Annotation. The paper presents a detailed description of the origin of the source material that served as the basis for obtaining the domestic variety of pine "Negorelskaya", which was obtained at the Belarusian State Technological University. This variety is characterized by intensive growth in height, early and abundant seed production (including the grape-like arrangement of cones on branches and shoots). A description of the places of harvesting pine seeds is given and an analysis of the climatic indicators of forest seed regions and subregions in which the studied pine stands grew – the source material for obtaining the variety. The article also analyzes the dynamics of preservation of climatic types of pine when growing in geographic forest plantations of the Negorelsky educational and experimental forestry enterprise at the age of young, middle-aged and maturing age classes, studies the structure of the studied stands by diameter and provides their taxation characteristics.

Key words: climatic ecotype, geographical forest plantations, preservation, growth, seed production, productivity.

ВВЕДЕНИЕ

Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) является главной лесообразующей древесной породой Беларуси и по состоянию на 01.01.2024 г. долевое участие данного вида в лесном фонде по площади составляет 48,3% и имеет тенденцию к снижению [1, 2]. В соответствии со «Стратегическим планом развития лесохозяйственной отрасли на период с 2015 по 2030 годы» площадь покрытых лесом земель по сосне как основной лесообразующей породе должна увеличиться и к 01.01.2030 г. достигнуть 51,8% [3]. Увеличить

площади сосновой формации возможно, в том числе и путем использования в практике методов селекции.

Основными задачами лесного хозяйства в настоящее время являются повышение продуктивности и экологической устойчивости насаждений, особенно с учетом наметившейся в последние десятилетия тенденции изменений погодноклиматических условий, происходящих в рамках глобального потепления климата [4]. По имеющимся данным, в центральной части Беларуси и

подзоне грабово-дубово-темнохвойных лесов запасы стволовой древесины сосновых насаждений искусственного происхождения различных групп возраста и произрастающих в наиболее распространенных типах леса значительно выше по сравнению с древостоями естественного происхождения [5]. Кроме этого, широкое применение методов селекции в практике лесного хозяйства, по мнению многих исследователей, позволит добиться повышения продуктивности создаваемых древостоев и их устойчивости на 10–25% [6–10]. Все это говорит о необходимости использования в семеноводстве лесных растений и лесокультурном производстве страны наиболее ценных в селекционном отношении семян и селекционно улучшенного материала (в том числе сортового) основных лесобразующих пород для повышения продуктивности вновь создаваемых древостоев. На перспективность использования для повышения продуктивности лесов климатипов сосны обыкновенной различного географического происхождения, а также существующего у деревьев данной древесной породы формового разнообразия указывают работы исследователей как в Республике Беларусь [11–14], так и в Российской Федерации [15–17].

Семеноводство лесных растений в Беларуси имеет два направления развития – плантационное и популяционное. Всего по состоянию на 01.01.2024 г. в Беларуси создано 1929,16 га лесосеменных плантаций, из них аттестовано 1190,56 га, в том числе создано лесосеменных плантаций первого порядка – 788,81 га (из них аттестовано 574,60 га) и лесосеменных плантаций второго порядка – 1140,35 га (из них аттестовано 615,96 га), выделено 1455,7 га плюсовых лесных насаждений и 2734 плюсовых дерева, заложено и/или сформировано 227,9 га постоянных лесосеменных участков, выделено 5213,2 га хозяйственно-семенных насаждений и 4167,5 га лесных генетических резерватов.

Всего в 2023 г. заготовлено на объектах постоянной лесосеменной базы республики 26015,09 кг семян, в том числе на ЛСП – 16168,81 кг (в разрезе пород сосна обыкновенная – 3755,04 кг, ель европейская – 599,18 кг, дуб черешчатый – 11765,4 кг, лиственница европейская – 48,79 кг, берёза карельская – 0,4 кг), на ПЛСУ – 100,0 кг (дуб черешчатый – 100,0 кг), в плюсо-

вых лесных насаждениях – 9662,17 кг (сосна обыкновенная – 7,55 кг, дуб черешчатый – 9021,1 кг, ольха черная – 25,11 кг, берёза повислая – 608,41 кг), с плюсовых деревьев – 84,11 кг (берёза повислая – 84,11 кг).

В пересчете на 1 га лесосеменных плантаций сосны обыкновенной среднее количество формируемых семян находится на уровне немногим более 2 кг, что является не совсем достаточным с точки зрения использования потенциала вводимых клонов плюсовых деревьев на объекты постоянной лесосеменной базы данного вида.

Одним из перспективных методов лесной селекции является отбор географических происхождений как один из наиболее ранних способов изучения наследственных различий между насаждениями (популяциями), произрастающими в разных частях ареала и выявления перспективных климатипов. Популяционная селекция базируется на отборе и изучении генетического разнообразия лучших насаждений и гарантирует устойчивый и надежно прогнозируемый селекционный эффект при сохранении высокого уровня генетической изменчивости древостоев, свойственного природным популяциям.

Применение такого подхода осуществлено при выведении сорта сосны обыкновенной «Негорельская», впервые полученного в Беларуси и отличающегося ранним и обильным семеношением (первое семеношение клонов на прививочной лесосеменной плантации начинается в 5-летнем возрасте; в возрасте 15–17 лет фактический урожай сортовых семян на гибридно-семенной плантации составляет 11–15 кг семян с 1 га), наличием необычного для сосны обыкновенной гроздевидного семеношения как одного из признаков репродуктивного гетерозиса (в одной грозди может находиться от 3 до 32 шишек), более интенсивным ростом сортового потомства в испытательных культурах по сравнению с растениями, выращенными из семян категории «нормальные» (по результатам проводимых сортоиспытаний превышения достигают по высоте 17%, а по диаметру деревьев – 20%). В настоящей работе предлагается подробно рассмотреть характеристику исходного материала, послужившего основой для получения сорта сосны обыкновенной «Негорельская» селекции Белорусского государственного технологического университета.

ОБЪЕКТЫ (МАТЕРИАЛЫ) И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исходным материалом для получения сорта сосны обыкновенной «Негорельская» являются климатические экотипы, произрастающие в географических лесных культурах, созданных в 1959 г. на территории Негорельского учебно-

опытного лесхоза Минской области Беларуси, который согласно лесосеменному районированию относится к Центральному подрайону Белорусского лесосеменного района. Следует отметить, что это первые в Беларуси географические

культуры сосны обыкновенной, заложенные в 1959 г. В. Г. Мишневым и Е. Д. Манцевичем в содружестве с Центральной контрольной станцией лесных семян и Белорусской контрольной станцией лесных семян на площади 8,7 га. Семена получены из 200 пунктов бывшего Советского Союза, однако большая их часть исключена из-за типологической неоднородности. В результате отобрано 65 образцов семян из насаждений группы типов леса боры-зеленомошники, посев которых осуществлен в апреле 1958 г. в постоянном лесном питомнике Негорельского учебно-опытного лесхоза. По гранулометрическому составу почва на питомнике представляет собой песок связный. Для получения одинаковой густоты стояния сеянцев в одной строке высевали одинаковое количество жизнеспособных семян на 1 п. м. После посева гряды покрывали мхом. До середины июля всходы отенялись драночными щитами. За сеянцами проводился уход, заключающийся в трехкратной прополке и рыхлении почвы.

Площадь под географические культуры отведена в кв. 15 и представляла собой вырубку 1958 г., имеющую правильную конфигурацию, вытянутую с севера на юг. Осенью лесосека была раскорчевана и выравнена бульдозером, затем вспахана на глубину 25 см. В апреле 1959 г. площадь повторно выравнивалась бульдозером и бороновалась дисковыми боронами в два следа. Перед посадкой культур производилась окончательная планировка площади вручную с выборкой и сжиганием корней.

Пространственное размещение культур произведено по принципу выделения крупных климатических районов территории бывшего Советского Союза. Эти районы располагаются на участке в направлении с севера на юг, а с запада на восток они группируются по признаку наибольшего географического различия. Каждая административная область представлена участком культур площадью 0,1 га. Эти участки ограничены со всех сторон 2-метровой дорогой и остолблены. С западной стороны ко всему участку примыкает 4-метровая дорога.

В настоящее время географические культуры сосны обыкновенной произрастают на площади 4,4 га и представлены 44 климатипами. Диапазон происхождения семян сосны обыкновенной: 48°–62° северной широты и 22°–111° восточной долготы и представлен 30 лесосеменными районами [18].

В 6-летнем возрасте в географических культурах в пяти вариантах климатипов – белгородском, воронежском, саратовском, кировском и

минском происхождений, наблюдалось только женское цветение при полном отсутствии мужского пыления, следовательно, сформированные полнозернистые семена, извлеченные из шишек, оказались гибридными от переопыления указанных климатипов местной фоновой пылью от рядом расположенных сосновых насаждений. В дальнейшем были созданы из этих семян географические культуры второго поколения путем ручной посадки выращенных однолетних сеянцев, при этом в возрасте 18 лет на участках во всех представленных вариантах климатипов впервые в Беларуси отмечено гроздевидное семеношение (скупенное расположение шишек на ветвях деревьев в количестве от 3 до 32 шт.). Выявленные особенности раннего и обильного семеношения, в том числе гроздевидного расположения шишек, послужили основой создания ряда селекционных объектов – клоновых гибридно-семенных плантаций первого и второго поколений, испытательных культур семенного потомства клоновых гибридно-семенных плантаций. Такие же особенности проявились и на участках испытательных культур семенного потомства клоновых гибридно-семенных плантаций, причем в испытательных культурах наблюдается интенсивный рост в высоту (прирост в высоту центрального побега за вегетационный период достигает 80–115 см), раннее и обильное семеношение (первое семеношение отмечено в 5-летнем возрасте, количество шишек на одном дереве достигает 15–20 шт., в т. ч. гроздевидной формы с количеством в одной грозди до 8 шт.).

На основании изучения особенностей роста и развития климатипов сосны обыкновенной в географических культурах первого и второго поколения, а также на клоновых гибридно-семенных плантациях первого и второго поколений и ряда испытательных культур семенного потомства гибридно-семенных плантаций, была подана заявка в государственное учреждение «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений» Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь (заявка №2009015 с датой приоритета от 27.03.2008 г.) на получение сорта с названием «Негорельская». Заявленный кандидатом в сорта селекционный посадочный материал, представленный климатипами сосны обыкновенной белгородского, воронежского, саратовского, кировского и минского происхождений, успешно прошел государственное сортоиспытание на Мозырской сортоиспытательной станции, в результате чего получены свидетельство на сорт и свидетельство селекционера (рис. 1).



Рис. 1. Свидетельство на сорт сосны обыкновенной «Негорельская» и свидетельство селекционера
Fig. 1. Certificate for the pine variety "Negorelskaya" and the breeder's certificate

Приказом Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь № 142 от 31.12.2013 г. сосна обыкновенная сорта «Негорельская» включена с 01.01.2014 г. в Государственный реестр сортов древесных и кустарниковых пород и рекомендуется для районирования во всех геоботанических подзонах страны.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Характеристика мест происхождения климатических типов сосны обыкновенной, которые послужили основой для заготовки семян и последующего получения посадочного материала для создания географических культур, представлена в табл. 1.

Приведенные лесосеменные районы различаются климатическими показателями. Продолжительность вегетационного периода варьирует от 130 до 280 дней. Наиболее продолжительным вегетационным периодом 280 дней характеризуется Украинский степной лесосеменной район, куда относится донецкий климатип, а также Днепропровский левобережный и Полесский (Волинско-Житомирский подрайон) лесосеменные районы с продолжительностью вегетационного периода 200 дней. К этим районам относятся климатипы сумский, полтавский и хмельницкий. Короткий вегетационный период (130–140 дней) характерен для Томского, Алтайского низкогорного, Вятского и Прибайкальского лесосеменных районов. Северные климатипы, которые относятся к Верхне-Двинскому, Южно-Карельскому и Средне-Зауральскому лесосеменным районам, также имеют более короткий вегетационный период в пределах 150–155 дней. Остальные лесосеменные районы имеют продолжительность вегетационного периода в пределах 160–175 дней. Среднегодовая температура воздуха и сумма эф-

Изучение особенностей роста и определение средних показателей высоты и диаметра деревьев, класса бонитета насаждений и других показателей проводили по общепринятой в лесной таксации методике [19, 20]. У всех деревьев каждого климатипа измерены диаметр и высота. Высоты измеряли при помощи лазерного дальномера LEICA DISTO D8 с точностью 0,1 см, диаметры – с помощью мерной вилки на высоте груди с точностью до 0,5 см. Сохранность деревьев на участках климатипов сосны обыкновенной определяли исходя из сохранившегося их количества и исходной густоты с учетом схемы посадки. Запас стволовой древесины у произрастающих деревьев на участках климатипов определяли с помощью специальной программы «Forestry».

Взятие образцов древесины (кернов) у исследуемых климатипов осуществляли с помощью возрастного (приростного) бурава Пресслера. В дальнейшем проведена их подготовка к измерению и зачистка, фотографирование и измерение годичных колец древесины в программе QGIS с последующей статистической обработкой полученных данных в программе Excel и их анализом.

эффективных температур выше 5°C также сильно варьирует. Так, у бурят-монгольского климатипа (Прибайкальский лесосеменной район) среднегодовая температура воздуха составляет менее 1°C, а сумма эффективных температур выше 5°C находится в пределах 1400–2100°C.

Низкими температурными показателями характеризуются также климатипы, расположенные в Зауральском степном, Зауральском лесостепном, Южно-Уральском, Средне-Зауральском, Верхнеобском, Томском, Алтайском, а также Вятском и Верхне-Двинском лесосеменных районах.

Наиболее теплообеспеченными являются климатипы в Украинском степном, Нижнедонском, Поволжском, Волгоградском, Днепропровском левобережном и Центрально-Черноземном (Воронежско-Тамбовский подрайон) лесосеменных районах. Важным показателем, характеризующим условия произрастания растений, является континентальность климата. Более мягким климатом характеризуются районы произрастания прибалтийских (эстонский, латвийский, литовский), белорусских (витебский, минский, гродненский), юго-западных (хмельницкий, волинский) и северо-западных (псковский, ленинградский, вологодский) климатипов, показатель континентальности климата у которых составляет 36–45%.

Таблица 1. Характеристика мест происхождения семян сосны обыкновенной

Table 1. Characteristics of origin places of pine seeds

Номер секции	Географическое происхождение семян		Координаты		Вегетационный период, дни	Сумма эффектив. тем-р > 5°C, °C	Среднегод. тем-ра воздуха, °C	Гидротермич. коэф.	Сумма осадков за год, мм	Континентальн. климата, %
	лесосеменной район, подрайон	область, район								
			с. ш.	в. д.						
1	Центрально-черноземный (Курско-Белгородский)	Курская, Рыльский	51	34	170	2600	4,8	1,3	520	49–55
2	Верхнеднепровский	Брянская, Бежицкий	53	34	165	2500	4,7	1,6	580	42–51
3	Днепровский левобережный (Приднепровский)	Сумская, Ямпольский	52	34	200	3000	6,7	1,1	500	46–50
4	Белорусский (Северный)	Витебская, Полоцкий	55	29	170	2500	5,2	1,8	615	38–42
5	Центрально-Черноземный (Курско-Белгородский)	Белгородская, Шаталинский	51	38	170	2600	4,8	1,3	520	49–55
6	Средневолжский (Пензенско-Ульяновский)	Татарская, Елабужский	56	52	160	2600	3,0	1,2	450	60–64
7	Центрально-Черноземный (Воронежско-Тамбовский)	Воронежская, Бугурли-новский	51	41	165	2800	5,0	1,2	500	55–61
8	Эстонский (Прибрежный)	Эстонская, Пылваский	58	27	160	2200	4,8	2,0	600	35–36
9	Волгоградский	Волгоградская, Михайловский	51	42	170	3200	7,7	0,6	300	60–64
10	Латвийский (Западный)	Латвийская, Вентспилский	57	22	165	2500	5,3	1,8	630	35–36
11	Южно-Уральский (Горно-лесной, восточный)	Башкирская, Белорецкий	54	58	159	1918–2294	0,3–1,1	1,9–3,0	396–650	49–57
12	Литовский (Средний)	Литовская, Паневежский	56	22	175	2500	6,3	1,8	630	35–36
13	Зауральский (Степной)	Челябинская, Багарякский	56	62	165–175	2100–2600	1,0–1,8	0,7–1,6	250–375	57–66
14	Средне-Зауральский (Равнинный)	Свердловская, Сосьвинский	59	62	150–162	1944–2268	1,3	1,2–1,6	412–464	50–57
15	Белорусский (Центральный)	Гродненская, Волковысский	53	24	175	2550	5,3	1,7	665	36–43
16	Зауральский (Лесостепной)	Курганская, Шатровский	57	64	160–166	1900–2600	0,9–2,0	1,0–2,6	350–459	50–60
17	Средне-Зауральский (Равнинный)	Тюменская, Табольский	58	68	150–162	1944–2268	1,3	1,2–1,6	412–464	50–57
22	Верхнеобский (Присалаирский)	Новосибирская	54	82	159–164	2240–2300	0,2–0,8	1,0–1,33	420–625	65–75
23	Томский (Верхне-Кетский)	Томская, Верхне-Кетский	60	85	138–139	1786–1806	–0,7–0,9	1,33	635–721	60–70
26	Алтайский низкогорный	Алтайский	52	84	137–173	1540–2630	–1,5–3,0	0,8–1,3	391–826	75
36	Центральный (Верхнеокский)	Тульская, Заокский	55	37	160	2400	4,3	1,4	530	50–60
37	Центральный (Верхнеокский)	Рязанская, Бельковский	55	41	160	2400	4,3	1,4	530	50–60
39	Поволжский	Саратовская, Карабулакский	52	46	170	3200	7,7	0,8	300	64–67
40	Средневолжский (Пензенско-Ульяновский)	Пензенская, Кузнецкий	53	47	160	2600	3,0	1,2	450	60–64
41	Средневолжский (Пензенско-Ульяновский)	Ульяновский, Инзенский	54	46	160	2600	3,0	1,2	450	60–64
43	Прибайкальский (Западно-Байкальский)	Бурят-Монгольская, Ангарский	50	106	130–152	1441–2130	–2,1–0,4	0,6–1,33	213–675	70–80
44	Центрально-Черноземный (Воронежско-Тамбовский)	Томбовский, Рассказовский	53	42	165	2800	5,0	1,2	500	55–61
45	Центрально-Черноземный (Воронежско-Тамбовский)	Липецкая, Липецкий	53	40	165	2800	5,0	1,2	500	55–61

Номер секции	Географическое происхождение семян		Координаты		Вегетационный период, дни	Сумма эффективн. тем-р > 5°C, °C	Среднегод. тем-ра воздуха, °C	Гидротермич. коэф.	Сумма осадков за год, мм	Континентальн. климата, %
	лесосеменной район, подрайон	область, район								
			с. ш.	в. д.						
47	Нижедонский	Ростовская	50	42	180	3400	9,2	0,8	525	50–60
48	Белорусский (Центральный)	Минская, Столбцовский	54	27	175	2550	5,3	1,7	665	36–43
49	Южно-Карельский	Карельская, Петрозаводский	62	34	150	1800	2,0	1,8	600	36–42
51	Украинский степной (Восточный)	Донецкая, Донецкий	49	38	280	3400	8,0	0,1	425	45–50
52	Верхнедвинский (Южно-Архангельский)	Архангельский, Шенкурский	62	43	148	1810	1,0	1,8	400	40–50
53	Северо-Западный (Ленинградский)	Ленинградская, Вознесенский	61	34	160	1900	5,0	2,0	650	38–45
55	Днепровский левобережный (Приднепровский)	Полтавская, Кременчугский	49	33	200	3000	6,7	1,1	500	46–50
56	Северо-Западный (Псковско-Новгородский)	Псковская, Гдовский	59	28	165	1950	5,9	2,0	530	38–45
57	Верхне-Двинский (Северо-Вологодский)	Вологодская, Устюженский	59	36	155	1940	1,9	2,0	580	42–50
59	Полесский (Волыньско-Житомирский)	Хмельницкая, Славутский	50	27	200	2800	6,7	2,2	573	36–42
60	Вятский (Кировский)	Кировская, Тужинский	58	48	130	1800	1,3	1,4	500	50–58
61	Средне-Предуральский (Среднекамский)	Перьмская, Осинский	57	56	155	2000	-1,5	1,5	500	59–60
63	Полесский (Волыньско-Житомирский)	Волыньская, Волыньский	51	24	200	2800	6,7	2,2	573	36–42
64	Центральный (Верхневолжский)	Тверская, Пеновский	57	33	150	2200	3,2	1,7	500	42–50
65	Приволжский (Марийский)	–	57	49	150	2400	2,7	1,4	470	56–60

Для лесосеменных районов с резко континентальным климатом (60–80%) характерна малая сумма осадков (250–460 мм) и низкий гидротермический коэффициент (менее 1,0). Сюда относятся: Зауральский, Поволжский, Среднеуральский, Волгоградский, Алтайский, Прибайкальский, Томский и Верхнеобский лесосеменные районы.

Материнские насаждения, в которых были заготовлены семена, в различных лесосеменных районах принадлежали к группе типов леса сосняки зеленомошные.

Характеристика материнских насаждений на момент заготовки семян представлена в табл. 2. Несмотря на схожесть условий произрастания, материнские насаждения различаются продуктивностью. Наиболее низкую продуктивность имеют насаждения сосны в степных условиях (волгоградский), а также северные климатотипы (архангельский и карельский). Насаждения этих климатотипов произрастают по IV классу бонитета, что объясняется неблагоприятными климатическими условиями данных регионов. Основная часть представленных климатотипов растет по

II и III классам бонитета, встречаются также насаждения и I класса бонитета (витебский, брянский, хмельницкий и др.).

Важным показателем успешности адаптации деревьев к новым условиям среды является сохранность растений в географических лесных культурах. Проведенные исследования показали, что культуры разного географического происхождения характеризуются различной сохранностью и энергией роста.

Результаты учета сохранности деревьев в географических лесных культурах сосны обыкновенной Негорельского учебно-опытного лесхоза, проведенные в 1970, 1981, 2008 и 2024 гг., представлены в табл. 3.

На ранних периодах роста лучшей сохранностью деревьев (70–90%) отличались местные, юго-западные и северные климатотипы, удаленные от местного климатотипа на $\pm 3^\circ$ с.ш. и до 20° в.д. Низкая сохранность в этом возрасте отмечалась у юго-восточных климатотипов, а также у северного (архангельского) климатического экотипа, произрастающего северней 61° с.ш. Во втором классе возраста, в период начала дифференци-

ции деревьев, сохранность отдельных климатипов снизилась на 20–60% и составила в пределах 27–60%. Наиболее интенсивное снижение сохранности отмечено у быстрорастущих южных климатипов (волынский, хмельницкий, полтавский), это объясняется более напряженной внутривидовой конкуренцией у быстрорастущих популяций в новых для нее условиях. В третьем

классе возраста средневозрастные насаждения подвергаются наиболее сильной дифференциации и происходит резкое снижение сохранности – от 1,8 до 7,9%. Сохранность деревьев ниже 3% наблюдается у юго-восточных климатипов из Южно-Уральского, Среднеуральского, Поволжского и Центрально-Черноземного лесосеменных районов.

Таблица 2. Характеристика материнских древостоев мест заготовки семян сосны обыкновенной

Table 2. Characteristics of parent forest stands of pine seed collection sites

Наименование климатипа сосны обыкновенной	Характеристика мест сбора семян				Показатели качества семян	
	состав насаждения	класс возраста	класс бонитета	тип леса или ТУМ	класс качества	масса 1000 семян, г
Курский	9С1Б	II	II	B ₂	II	6,4
Брянский	7С2Б1Е	III	I	С. чер.	I	6,2
Сумский	9С1Б	IV	II	B ₂	I	7,8
Витебский	10С	III	I	С. зел.-мш.	I	6,5
Белгородский	10С	II	II	B ₂	I	6,3
Татарский	10С	III	I	С. кис.	I	6,0
Воронежский	10С	II	II-III	С. бр.	I	6,3
Эстонский	7С2Е1Б	II	II-III	С. зел.-мш.	II	5,9
Волгоградский	10С	II	IV	A ₁	I	6,7
Латвийский	10С+Е	III	III	С. зел.мш.	I	5,4
Башкирский	7М2Б1Ос	III	II	С.зел.-мш.	I	6,4
Литовский	8С2Б	III	II-III	С. чер.	I	6,0
Челябинский	8С2Б	V	II	С. бр.	I	6,0
Свердловский	9С1Б	V	III	С. чер.	I	6,3
Гродненский	9С1Б	IV	II	С. мш.	I	6,0
Курганский	8С2Б	IV	II	С. бр.	I	6,7
Тюменский	8С2Б	IV	III	С. бр.	II	6,1
Новосибирский	10С	III	II	С. бр.	II	6,2
Томский	10С	V	III	С. кис.	II	5,0
Алтайский	10С	VI	III	С. бр.	I	7,6
Тульский	4С4Б2Ос	III	III	С.зел.-мш.	I	6,7
Рязанский	9С1Б	III	III	С.зел.-мш.	II	6,4
Саратовский	10Сед.Б	III	II	B ₁ –B ₂	I	6,1
Пензенский	8С2Б	III	III	A ₂	I	5,6
Ульяновский	10С	II	I	A ₂	I	5,7
Бурят-Монгольский	10С	VI	III	A ₁	I	4,8
Тамбовский	9С1Б	II	I	B ₂	I	6,1
Липецкий	10С	III	II	A ₂	I	5,9
Ростовский	10С	I	II-III	A ₂	I	6,9
Минский	10С+Е	IV	II	С. мш.	I	6,0
Карельский	8С2Б	IV	IV	С. бр.	II	5,0
Донецкий	10С	II	II	A ₂	I	7,9
Архангельский	10С	V	IV	С. бр.	I	5,0
Ленинградский	6С2Е2Б	V	III	С. чер.	I	6,1
Полтавский	10С	III	I-II	A ₂ –B ₂	I	6,5
Псковский	10С	IV	II-III	С. вер.	I	6,0
Вологодский	10С	III	III	С. бр.	I	4,9
Хмельницкий	10С	III	I	С. бр.	I	7,5
Кировский	4С3Е3Б	IV	II	С. бр.	II	6,3
Пермский	10С	IV	II	С. бр.	I	5,7
Волинский	10С	I	II	B ₂	I	7,3
Тверский	7С3Б	III	II	С. бр.	II	6,1
Марийский	10С	II	I	С. зел.-мш.	I	6,4

Таблица 3. Сохранность климатипов сосны обыкновенной в географических культурах**Table 3.** Preservation of pine climatypes in geographical cultures

Климатип	Координаты		Сохранность деревьев на участках, %			
	с.ш.	в.д.	1970 г.	1981 г.	2008 г.	2024 г.
Архангельский	62	43	41	51,1	7,0	2,8
Ленинградский	61	34	82	–	10,9	4,4
Томский	60	85	45	–	–	6,0
Вологодский	59	36	83	–	7,1	4,5
Эстонский	58	27	81	–	3,8	3,4
Латвийский	57	22	80	–	10,6	6,0
Витебский	55	29	83	–	4,8	3,4
Минский	54	27	88	60,3	5,3	4,4
Ульяновский	54	46	81	–	6,1	5,7
Башкирский	54	58	18	–	3,9	3,1
Гродненский	53	24	76	–	6,8	6,6
Курский	51	34	73	–	7,6	6,5
Белгородский	51	38	81	–	6,2	5,3
Волгоградский	51	42	–	–	8,4	3,8
Ростовский	50	42	48	–	6,1	3,7
Хмельницкий	50	27	81	44,9	8,4	7,9
Полтавский	49	33	67	27,2	7,8	5,7
Брянский	53	34	70	–	11,7	6,7
Сумский	52	34	87	–	8,4	7,8
Татарский	56	52	31	–	4,9	4,3
Воронежский	51	41	76	–	5,0	3,4
Литовский	56	22	73	–	5,3	4,8
Челябинский	56	62	53	–	–	2,3
Свердловский	59	62	39	–	3,1	2,1
Курганский	57	64	–	–	5,9	3,0
Тюменский	58	68	24	–	4,7	3,4
Новосибирский	54	82	41	–	7,0	4,3
Алтайский	52	84	38	–	5,8	–
Тулский	55	37	86	–	2,2	1,8
Рязанский	55	41	86	–	6,7	6,2
Саратовский	52	46	65	–	5,4	2,5
Пензенский	53	47	83	–	5,4	1,9
Бурят-Монгольский	50	106	48	–	8,7	4,9
Тамбовский	53	42	79	–	3,9	3,9
Липецкий	53	40	76	–	3,5	3,9
Карельский	62	34	63	51,7	6,6	5,2
Донецкий	49	38	18	–	6,2	5,1
Псковский	59	28	80	63,1	8,3	6,3
Кировский	58	48	76	–	8,6	4,1
Пермский	57	56	64	–	6,7	6,2
Вольнский	51	24	83	48,1	5,6	4,8
Тверский	57	33	31	59,1	5,7	4,3
Марийский	57	49	81	–	3,6	3,0

В настоящее время сосновые насаждения географических культур перешли в разряд приспевающих и в основном закончили свое формирование. В результате проведенных исследований оказалось, что часть климатипов имеют очень низкую сохранность и представляют собой расстроенные насаждения с полнотой ниже 0,4. Резкое снижение сохранности наблюдается у северных климатипов. Так, у ленинградского и архангельского климатипов за последние 15 лет отпад

деревьев составил более 50%. Это может свидетельствовать о том, что северные климатипы оказались неприспособленными к изменившимся климатическим условиям. Более высокая сохранность деревьев – у климатипов из Полесского лесосеменного района (хмельницкий), а также Днепровского левобережного и Верхнеднепровского (сумский и брянский) лесосеменных районов. Имея различную сохранность, географические культуры различаются также по

интенсивности роста в различные возрастные периоды, о чем свидетельствует динамика радиального прироста деревьев, представленная в табл. 4. В первые годы, в период от 1 до 15 лет, большим радиальным приростом деревьев (более 0,3 см) характеризовались местные (витебский, гродненский) и юго-восточные (курский, полтавский, белгородский, волгоградский, башкирский) климатипы.

Более низкий прирост был у северных (вологодский, архангельский) и южного (хмельницкий) климатипов. Во втором 15-летнем периоде у деревьев большинства климатипов радиальный прирост снизился, за исключением сосны витебского, томского, полтавского, архангельского и вологодского происхождений. Наиболее высоким приростом по диаметру в этот период отличались насаждения эстонского, витебского, полтавского, курского и томского климатипов, у которых радиальный прирост был более 0,3 см. Следует отметить, что у сосны томского, архангельского, вологодского и также полтавского климатипов в этот период роста радиальный прирост по сравнению с первым 15-летним периодом увеличился на 5–29%. Если полтавский климатип показал незначительное увеличение среднего прироста по диаметру (5%), то древостои сосны обыкновенной северного (томский, архангельский и вологодский) происхождения показали его значительное увеличение на 17–29%.

В возрасте от 30 до 45 лет наблюдается значительное снижение радиального прироста у деревьев в юго-восточном лесостепном и степном климатипах (курский, башкирский, ростовский,

белгородский, волгоградский), снижение данного показателя составило от 9% у сосен волгоградского до 51% у курского происхождений. У северных вариантов (архангельский, ленинградский) также произошло снижение прироста по радиусу деревьев, однако по сравнению с юго-восточными климатипами оно незначительное и составляет всего от 2,5 до 4,9%. Максимальный средний радиальный прирост деревьев в этот период был у витебского и томского климатипов. Увеличение радиального прироста деревьев, хотя и незначительное, наблюдалось в насаждениях латвийского, вологодского, минского и хмельницкого климатипов.

В древостоях сосны обыкновенной в третьем классе возраста в большинстве своем наблюдается снижение радиального прироста, причем наибольшее снижение отмечено в насаждениях северного архангельского (68%) и степного волгоградского (37%) климатипов. В насаждениях минского, хмельницкого и ленинградского климатипов отмечено увеличение среднего радиального прироста на 2,5–17,1%.

Анализируя весь период исследования, можно отметить более стабильный прирост деревьев в насаждениях латвийского, витебского, томского и хмельницкого климатипов. Оценивая современное состояние географических культур, которые по возрастной характеристике перешли в класс приспевающих, следует признать, что лучшими таксационными показателями характеризуются древостои витебского, латвийского, эстонского, гродненского, полтавского и хмельницкого климатипов (табл. 5).

Таблица 4. Динамика изменения радиального прироста у сосны обыкновенной различного географического происхождения

Table 4. Dynamics of changes in radial growth in pine of different geographical origins

Климатип	Средний радиальный прирост по возрастным периодам, см			
	1–15 лет	16–30 лет	31–45 лет	46–65 лет
Архангельский	0,212	0,258	0,252	0,080
Ленинградский	0,299	0,244	0,232	0,280
Томский	0,269	0,316	0,345	0,233
Вологодский	0,152	0,197	0,248	0,165
Эстонский	–	0,362	0,201	0,171
Латвийский	0,296	0,229	0,285	0,265
Витебский	0,312	0,317	0,330	0,292
Минский	0,293	0,211	0,221	0,233
Ульяновский	0,267	0,192	0,199	0,174
Башкирский	0,342	0,232	0,169	0,114
Гродненский	0,330	0,242	0,169	0,123
Курский	0,427	0,347	0,168	0,106
Белгородский	0,326	0,276	0,145	0,113
Волгоградский	0,325	0,198	0,180	0,113
Ростовский	0,255	0,204	0,170	0,156
Хмельницкий	0,215	0,175	0,191	0,196
Полтавский	0,341	0,359	0,261	0,148

Таблица 5. Таксационная характеристика географических культур сосны обыкновенной**Table 5.** Taxation characteristics of pine geographical cultures

Наименование климатипа	Количество деревьев на 1 га, шт.	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Класс бонитета	Полнота	Запас, м ³ /га
Архангельский	280	21,7	20,9	I	0,26	94
Ленинградский	440	18,2	21,6	I	0,56	192
Томский	600	23,7	27,0	I	0,90	364
Вологодский	450	21,4	21,5	I	0,44	159
Эстонский	340	24,4	24,8	I	0,73	311
Латвийский	600	23,7	25,4	I	0,80	356
Витебский	480	24,9	31,0	I ^a	0,83	480
Минский	488	22,3	26,5	I	0,72	277
Ульяновский	670	21,4	18,3	I	0,46	170
Башкирский	310	22,6	24,6	I	0,36	140
Гродненский	660	23,5	26,0	I	0,85	320
Курский	413	21,0	23,5	I	0,49	174
Белгородский	300	22,1	26,0	I	0,43	160
Волгоградский	388	23,2	26,4	I	0,55	220
Ростовский	463	22,9	24,1	I	0,56	220
Хмельницкий	763	23,3	23,9	I	0,89	364
Полтавский	570	23,0	26,3	I	0,81	324

Насаждения этих климатипов имеют запас стволовой древесины выше 300 м³, а витебский более 400 м³ на 1 га, они являются высокополнотными и высокопродуктивными (произрастают по I и I^a классам бонитета). Хорошую сохранность и продуктивность в условиях Белорусского лесосеменного района имеет томский климатип.

Древостои остальных климатипов хоть и произрастают по I классу бонитета, однако являются низкополнотными и с низким запасом стволовой древесины. Среди этой группы худшими показателями отличается насаждение башкирского климатипа, у которого полнота составляет всего 0,36. Древесный ярус этого климатипа представлен отдельно стоящими деревьями и не может считаться полноценным лесным насаждением.

Климатипы лесостепной зоны (белгородский, курский) также являются низкополнотными, но на момент исследования не утратили своих функций как лесные насаждения. В целом климатипы этой зоны характеризуются более интенсивным ростом по диаметру, но замедленным ростом в высоту и низкой сохранностью.

Насаждения северных климатипов (архангельский, ленинградский, вологодский) уступают по интенсивности роста как местным, так и южным происхождениям и имеют низкие полноты и, соответственно, низкий запас стволовой древесины.

Необходимо также отметить, что продуктивность насаждений исследуемых климатипов (показатель класса бонитета) в условиях Белорусского лесосеменного района оказалась выше

продуктивности материнских насаждений в местах их естественного произрастания.

В процессе формирования сосновых насаждений различного географического происхождения большое значение имеет особенность строения их древостоя по диаметру, которое свидетельствует об адаптации инорайонных экотипов к местным условиям.

Исследуемые насаждения являются разновозрастными и произрастают в одинаковых условиях, в связи с чем можно предположить, что границы варьирования по диаметру определяются их индивидуальной изменчивостью, обусловленной принадлежностью семян к соответствующим лесосеменным районам.

Строение разновозрастных приспевающих насаждений по данным многих авторов подчиняется закону нормального распределения со сдвигом в сторону больших диаметров. Так, по результатам исследований, проведенных в Воронежской области М. И. Михайловой [16], установлено, что у древостои местных лесостепных экотипов сосны обыкновенной имеют одновершинный характер распределения деревьев, типичный для нормального распределения, но с незначительной правой асимметрией.

Распределение деревьев инорайонных степных экотипов имеет также ассиметричное, но двухвершинное распределение, что связано с естественным циклично-волновым отпадом тонкомерных деревьев сосны степных экотипов, произрастающих в условиях лесостепи, где расположен объект исследования.

В культурах лесостепных экотипов сосны в пяти центральных ступенях толщины сосредоточено 65,3% деревьев, а у степных – только 52,0% от их общего количества.

В табл. 6 представлено распределение деревьев сосны обыкновенной различных климатипов по двухсантиметровым ступеням толщины, выраженное в процентах от общего их количества.

У северных климатипов (архангельский, ленинградский, вологодский) основная масса деревьев (54–57%) сконцентрирована в нижних ступенях толщины (12–22 см).

Строение древостоев по диаметру деревьев местных (витебский, минский гродненский) и хмельницкого климатипов характеризуются кривой нормального распределения со сдвигом в правую сторону и основная масса деревьев (66–

70%) расположена в пределах четырех средних ступеней толщины (24–36 см). У прибалтийских климатипов основная масса деревьев находится в ступенях толщины от 20 до 28 см, строение древостоя подчиняется закону нормального распределения. Строение древостоев по диаметру деревьев юго-восточного климатипа (полтавский), который представляет степную зону, также имеет нормальное распределение, однако кривая имеет два явно выраженные пика.

Древостои башкирского и ульяновского климатипов, которые представляют Южно-уральский и Средневожский лесосеменные районы, также описываются кривыми нормального распределения с достаточно равномерным распределением деревьев по ступеням толщины, а в средних ступенях толщины сосредоточено только 45–50% деревьев.

Таблица 6. Распределение деревьев в древостоях различных климатипов сосны обыкновенной по их диаметру

Table 6. Distribution of trees in stands of different pine climatypes of by their diameter

Климатип	Распределение деревьев по 2-сантиметровым ступеням толщины, %														
	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
Архангельский	21,4	25,0	10,7	3,5	7,0	–	3,5	3,5	7,0	3,5	3,5	7,0	3,5	–	–
Ленинградский	–	2,3	18,2	20,5	15,9	4,6	13,6	13,6	6,8	4,6	–	–	–	–	–
Томский	2,4	4,8	7,3	4,8	17,1	4,8	22,0	14,6	9,8	4,9	4,9	4,8	2,4	–	–
Вологодский	6,7	–	8,9	17,8	22,2	17,8	11,1	–	11,1	2,2	–	–	2,2	–	–
Эстонский	–	–	–	2,9	14,7	20,6	2,9	14,7	20,6	11,7	8,8	2,9	–	–	–
Латвийский	–	–	7,9	12,7	11,1	11,1	14,3	7,9	9,5	7,9	6,3	3,2	7,9	–	–
Витебский	–	–	4,2	2,1	2,1	2,1	4,2	8,3	18,7	6,2	18,7	12,5	14,5	2,1	6,2
Минский	–	–	4,8	9,6	2,4	4,8	19,0	2,4	19,0	11,9	14,3	4,8	4,8	2,4	–
Ульяновский	–	7,0	10,5	8,8	19,3	10,5	8,8	12,3	15,8	5,3	1,7	–	–	–	–
Башкирский	3,2	6,4	12,8	9,7	6,4	6,4	16,1	6,4	9,7	6,4	6,4	3,2	–	–	–
Гродненский	4,1	3,5	4,7	5,9	9,4	5,9	5,9	3,5	7,1	5,9	11,8	2,3	2,3	3,5	1,2
Курский	–	1,5	1,5	3,0	12,3	7,7	13,8	15,4	32,3	1,5	3,0	1,5	4,6	1,5	–
Белгородский	–	–	–	–	4,3	6,5	8,6	8,6	17,4	28,2	8,6	13,0	2,1	2,1	–
Хмельницкий	–	3,3	6,6	13,1	9,8	14,8	16,4	13,1	8,2	4,9	8,2	1,6	–	–	–
Ростовский	–	10,2	15,4	20,5	10,2	2,5	2,5	12,8	5,1	–	2,5	–	5,1	10,2	–
Полтавский	–	5,3	12,3	5,3	8,8	1,8	8,8	8,8	19,3	5,3	12,3	7,0	3,5	1,8	–

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований дана характеристика происхождения исходного материала как основы для получения отечественного сорта сосны обыкновенной «Негорельская» селекции Белорусского государственного технологического университета. Проведено подробное описание древостоев сосны обыкновенной, произрастающих в различных лесосеменных районах и подрайонах на территории бывшего Советского Союза, в которых были заготовлены семена. Диапазон происхождения семян сосны обыкновенной составляет от 48° до 62° северной

широты и от 22° до 111° восточной долготы. Приведена таксационная характеристика насаждений и климатические показатели 30 проанализированных лесосеменных районов и подрайонов, в которых произрастали материнские древостои сосны обыкновенной.

Выявлены различия среди исследуемых климатипов сосны обыкновенной по динамике сохранности деревьев в географических лесных культурах Негорельского учебно-опытного лесхоза в молодняках, средневозрастном и приспевающем классах возраста.

Изучено в приспевающем возрасте распределение деревьев по диаметру и строение исследуемых насаждений, выявлены имеющиеся различия в связи с их географическим происхождением.

В связи с тем, что исследуемые насаждения различных климатипов сосны обыкновенной на всех секциях имеют одинаковый биологический возраст, а также с учетом того, что все древостои

произрастают в одинаковых лесорастительных условиях (тип условий местопрорастания – В₂), то установленные границы варьирования диаметров деревьев на высоте 1,3 м при отсутствии рубок ухода можно объяснить только их индивидуальной изменчивостью, обусловленной принадлежностью семян к соответствующим лесосеменным районам.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-26-00228, <http://rscf.ru/project/23-26-00228/>.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный лесной кадастр Республики Беларусь по состоянию на 01.01.2024 г. / Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь, лесоустроительное республиканское унитарное предприятие «Белгослес». – Минск, 2024. – 87 с.

2. Таркан, А. В. Динамика лесного фонда Республики Беларусь / А. В. Таркан // Формирование высокопродуктивных и биологически устойчивых лесных насаждений в условиях изменяющегося климата: современное состояние и пути решения : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию Жорновской экспериментальной лесной базы Института леса НАН Беларуси, г. Осиповичи, 25–27 сент. 2024 г. / Институт леса НАН Беларуси ; редкол.: А.И. Ковалевич (отв. ред.) [и др.]. – Гомель, 2024. – С. 174–177.

3. Продуктивность естественных и искусственных насаждений хвойных лесобразующих пород в подзоне грабово-дубово-темнохвойных лесов Беларуси / В. В. Усеня [и др.] // Формирование высокопродуктивных и биологически устойчивых лесных насаждений в условиях изменяющегося климата: современное состояние и пути решения : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию Жорновской экспериментальной лесной базы Института леса НАН Беларуси, г. Осиповичи, 25–27 сент. 2024 г. / Институт леса НАН Беларуси ; редкол.: А. И. Ковалевич (отв. ред.) [и др.]. – Гомель, 2024. – С. 182–185.

3. Стратегический план развития лесохозяйственной отрасли на период с 2015 по 2030 годы // Каталог библиотеки БГТУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://diskstation.belstu.by:5001/sharing/1KzeTDojj>. Дата доступа: 01.11.2024.

4. Пугачевский, А. В. Дифференциация и районирование территории Беларуси по характеру реакции хвойных лесов на изменение климата / А. В. Пугачевский // Формирование высокопродуктивных и биологически устойчивых лесных насаждений в условиях изменяющегося климата: современное состояние и пути решения : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию Жорновской экспериментальной лесной базы Института леса НАН Беларуси, г. Осиповичи, 25–27 сент. 2024 г. / Институт леса НАН Беларуси ; редкол.: А. И. Ковалевич (отв. ред.) [и др.]. – Гомель, 2024. – С. 139–143.

5. Лесная селекция в России : достижения, проблемы, приоритеты (обзор) / В. В. Тараканов [и др.]. // Лесохозяйственная информация. – 2021. – № 1. – С. 100–143.

6. Исаков, Ю. Н. Эколого-генетическая изменчивость и селекция сосны обыкновенной : автореф. дисс. ... д-ра биол. наук : 03.00.15; 06.01.05 / Ю. Н. Исаков; НИИ лесной генетики и селекции. – СПб., 1999. – 36 с.

7. Милютин, Л. И. Развитие лесной генетики в России / Л. И. Милютин, Е. Н. Муратова, А. Я. Ларионова // Сибирский лесной журнал. – 2018. – № 1. – С. 3–15.

8. Новиков, А. И. Совершенствование технологии получения высококачественного лесосеменного материала : автореф. дисс. ... д-ра техн. наук : 05.21.01 / А. И. Новиков ; Воронеж. гос. лесотехн. ун-т им. Г. Ф. Морозова. – Воронеж, 2021. – 32 с.

9. Сравнительная оценка физико-механических свойств древесины различных климатипов сосны обыкновенной / С. В. Ребко [и др.]. // Известия вузов. Лесной журнал. – 2023. – № 4. – С. 26–40.

10. Драгавцев, В. А. Решение технологических задач селекционного повышения урожая, вытекающие из теории эколого-генетической организации количественных признаков / В. А. Драгавцев // АгроФорум. – 2019. – № 1. – С. 64–71.

11. Крук, Н. К. Искусственное восстановление и улучшение генофонда *Pinus sylvestris* L. и *Picea abies* (L.) Karst. на базе селекционного семеноводства в условиях Белорусского Поозерья : автореф. дисс. ... канд. биол. наук : 06.03.01 / Н. К. Крук ; Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2002. – 21 с.

12. Ребко, С. В. Особенности роста и семеношения отдаленных внутривидовых гибридов сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в Беларуси : автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук : 06.03.01 / С. В. Ребко ; Бел. гос. технол. ун-т. – Мн., 2009. – 22 с.

13. Ивановская, С. И. Генетические ресурсы сосны обыкновенной в Беларуси, их сохранение и использование в селекционном семеноводстве : автореф. дисс. ... канд. биол. наук : 06.03.01 / С. И. Ивановская ; Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2015. – 24 с.
14. Анализ влияния морфометрических характеристик семян сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на всхожесть в контейнерах / С. В. Ребко [и др.] // Формирование высокопродуктивных и биологически устойчивых лесных насаждений в условиях изменяющегося климата: современное состояние и пути решения : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию Жорновской экспериментальной лесной базы Института леса НАН Беларуси, г. Осиповичи, 25–27 сент. 2024 г. / Институт леса НАН Беларуси ; редкол.: А. И. Ковалевич (отв. ред.) [и др.]. – Гомель, 2024. – С. 148–151.
15. Кузьмин, С. Р. Отбор перспективных климатипов сосны обыкновенной в географических культурах разных лесорастительных условий / С. Р. Кузьмин, Н. А. Кузьмина // Лесоведение. – 2020. – № 5. – С. 451–465.
16. Михайлова, М. И. Состояние, рост и продуктивность экотипов сосны обыкновенной в географических лесных культурах Воронежской области : автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук : 06.03.01 / М. И. Михайлова; Воронеж. гос. лесотехн. ун-т им. Г. Ф. Морозова. – Воронеж, 2022. – 22 с.
17. Федорков, А. Л. Фенотипический отбор в лесной селекции / А. Л. Федорков // Лесоведение. – 2019. – № 6. – С. 580–584.
18. Лесосеменное районирование основных лесобразующих пород в СССР. – М.: Лесн. пром-сть, 1982. – 368 с.
19. Анучин, Н. П. Лесная таксация / Н. П. Анучин. – М.: Лесн. пром-сть, 1977. – 532 с.
20. Таксационно-лесоустроительный справочник / М. В. Кузьменков [и др.]. – Минск : Редакция журнала «Лесное и охотничье хозяйство», 2019. – 336 с.

Поступила в редакцию 11.11.2024 г.