

УДК 630*232.11

DOI: 10.37482/0536-1036-2021-6-38-55

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕСНОЙ СЕЛЕКЦИИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: ТРЕНД ПОСЛЕДНИХ ДЕСЯТИЛЕТИЙ

А.П. Царев¹, д-р с.-х. наук, проф.; ResearcherID: [S-6639-2019](https://orcid.org/0000-0001-8019-0016)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8019-0016>

Н.В. Лаур², д-р с.-х. наук, доц.; ResearcherID: [AAL-1770-2021](https://orcid.org/0000-0003-1989-0384)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1989-0384>

В.А. Царев¹, канд. с.-х. наук, доц.; ResearcherID: [ABE-5600-2020](https://orcid.org/0000-0002-3921-9339)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3921-9339>

Р.П. Царева¹, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр.; ResearcherID: [AAK-2110-2021](https://orcid.org/0000-0002-6949-4665)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6949-4665>

¹Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии, ул. Ломоносова, д. 105, г. Воронеж, Россия, 394087; e-mail: antsa-55@yandex.ru, vad.tsareff@yandex.ru, tsarais42@mail.ru

²Петрозаводский государственный университет, просп. Ленина, д. 33, г. Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910; e-mail: laur@petsu.ru

Обзорная статья / Поступила в редакцию 07.04.20 / Принята к печати 13.06.20

Аннотация. Работа посвящена исследованию тенденций, существующих в лесной селекции России в последнее время, сравнению их с аналогичными достижениями в зарубежных странах с близкими климатическими условиями и оценке, на основании полученных результатов, перспективы развития этого научно-производственного направления в нашей стране. Используются официальные материалы государственных инвентаризаций за последние 25 лет и отечественные научные публикации, а также ряд зарубежных источников. Исследованы количественные показатели отбора плюсовых деревьев; создания архивов клонов, географических культур и популяционно-экологических культур; выделения генетических резерватов и плюсовых насаждений; организации временных и постоянных лесосеменных участков; закладки маточных и лесосеменных плантаций и испытательных культур плюсовых деревьев. Материалы по развитию или деградации лесных генетических ресурсов в России анализировали по годам. Установлено, что в стране идет регресс государственного лесного генетико-селекционного комплекса. За 25 лет произошло снижение в среднем на 50 % с колебаниями по отдельным показателям 7...940 %. Сравнение развития лесного единого генетико-селекционного комплекса в нашей стране с его развитием в зарубежных странах (Канада, Норвегия, Швеция, Финляндия) выявило наше отставание почти по всем показателям в несколько раз. В частности, интенсивность отбора плюсовых деревьев в странах Северной Европы (Норвегия, Швеция, Финляндия) выше, чем в России, в 21,0–61,7 раза. Обеспеченность лесосеменными плантациями в РФ в 2,7–12,0 раз ниже по сравнению с Норвегией и Финляндией. При этом в северных странах высокую долю составляют лесосеменные плантации более прогрессивного – второго порядка. Например, в Канаде их более 30 %. В РФ такие плантации практически отсутствуют и в официальных документах не числятся. Анализ показал, что настало время разработать новую долгосрочную программу генетико-селекционного улучшения лесных древесных пород для сохранения устойчивого лесовосстановления российских лесов и их ценного генофонда, а также определить ответственных за ее выполнение.

Для цитирования: Царев А.П., Лаур Н.В., Царев В.А., Царева Р.П. Современное состояние лесной селекции в Российской Федерации: тренд последних десятилетий // Изв. вузов. Лесн. журн. 2021. № 6. С. 38–55. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-6-38-55

Благодарность: Авторы благодарят коллег Дж. Ричардсона (Канада), Г. Блэкберна (Канада), Ю. Кузовкину (США), Р. Залесны (США) и Н. Рыжкову (Карелия, Россия) за помощь в поиске информации о лесных генетических ресурсах в зарубежных источниках.

Ключевые слова: лесная селекция, плюсовые деревья, лесосеменные плантации, испытательные культуры, географические культуры, генетические резерваты.

THE CURRENT STATE OF FOREST BREEDING IN THE RUSSIAN FEDERATION: THE TREND OF RECENT DECADES

*Anatoly P. Tsarev*¹, Doctor of Agriculture, Prof.; ResearcherID: [S-6639-2019](https://orcid.org/0000-0001-8019-0016),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8019-0016>

*Natalya V. Laur*², Doctor of Agriculture, Assoc. Prof.; ResearcherID: [AAL-1770-2021](https://orcid.org/0000-0003-1989-0384),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1989-0384>

*Vadim A. Tsarev*¹, Candidate of Agriculture, Assoc. Prof.; ResearcherID: [ABE-5600-2020](https://orcid.org/0000-0002-3921-9339),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3921-9339>

*Raisa P. Tsareva*¹, Candidate of Agriculture, Senior Research Scientist;

ResearcherID: [AAK-2110-2021](https://orcid.org/0000-0002-6949-4665), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6949-4665>

¹All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology, ul. Lomonosova, 105, Voronezh, 394087, Russian Federation; e-mail: antsa-55@yandex.ru, vad.tsareff@yandex.ru, tsarais42@mail.ru

²Petrozavodsk State University, prosp. Lenina, 33, Petrozavodsk, Republic of Karelia, 185910, Russian Federation; e-mail: laur@petsru.ru

Review article / Received on April 7, 2020 / Accepted on June 13, 2020

Abstract. The work is devoted to the study of the trends existing in forest breeding in Russia over the recent years, their comparison with similar achievements in foreign countries with close climatic conditions, and the assessment of the prospects for the development of this scientific and production direction in our country, based on the obtained results. The official data of State inventories over the last 25 years and national scientific publications were used. A number of foreign literature sources were also considered for comparison in addition to Russian sources. Quantitative indices of the following processes were studied: selection of plus trees; creation of clone archives, provenance trial and population-ecological plantations; allocation of forest genetic reserves and plus stands; organization of temporary and permanent forest seed plots; and creation of mother plantations, forest seed orchards and progeny field tests of plus trees. Materials on the development or degradation of forest genetic resources in Russia were analyzed by years. The analysis has shown that in Russia there is a regression of the state forest genetic and breeding complex. Over the past 25 years, there has been an average 50 % decline in individual components, with fluctuations in various indices ranging from 7 to 940 %. A comparison of the development of the unified forest genetic complex in our country with its development in a number of foreign countries (Canada, Norway, Sweden, and Finland) revealed our lag in almost all indices by several times. In particular, the selection intensity of plus trees in the countries of Northern Europe (Norway, Sweden, and Finland) is 21.0–61.7 times higher than in Russia. The provision with forest seed orchards in the Russian Federation is 2.7–12.0 times lower than in Norway and Finland. At the same time forest seed orchards of the more progressive, second order represent a large share in the

Nordic countries. For instance, in Canada there are more than 30 % of them. In the Russian Federation, such plantations are practically absent and are not listed in official documents. The analysis has shown that it is time to develop a new long-term program of genetic and breeding improvement of forest tree species in order to preserve sustainable reforestation of Russian forests and their valuable gene pool, as well as to identify those responsible for its implementation.

For citation: Tsarev A.P., Laur N.V., Tsarev V.A., Tsareva R.P. The Current State of Forest Breeding in the Russian Federation: The Trend of Recent Decades. *Lesnoy Zhurnal* [Russian Forestry Journal], 2021, no. 6, pp. 38–55. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-6-38-55

Acknowledgements: The authors are grateful to colleagues Jim Richardson (Canada), Gwylim Blackburn (Canada), Julia Kuzovkina (USA), Ronald Zalesny (USA) and Nina Ryzhkova (Karelia, Russia) for help in finding information on forest genetic resources in foreign literature sources.

Keywords: forest breeding, plus trees, forest seed orchards, progeny field tests, provenance trial plantations, forest genetic reserves.

Лесная селекция является развивающейся наукой и производственным направлением. Цель лесной селекции – сохранение и рациональное использование ценного генофонда лесных древесных растений при эксплуатации лесов. В XX в. во многих странах, включая Россию, развитие лесной селекции из отдельных опытных работ региональных организаций превратилось в государственную важную предпосылку устойчивого развития экономики.

Аспекты генетики и селекции лесных древесных пород изучены в разных регионах России. В Московской области известны пионерные работы А.С. Яблокова [58], Л.Ф. Правдина [36], Е.П. Проказина [37], С.П. Иванникова [17], А.Я. Любавской [30] и др.; в Ленинградской области – А.П. Тольского [45], П.Л. Богданова [5] и др.; в Волгоградской области – А.В. Альбенского [1], Г.П. Озолина [33] и др.; в Воронежской области – Н.П. Кобранова [21], О.Г. Каппера [20], М.М. Вересина [8] и др. В Карелии есть исследования Н.О. Соколова [40] по селекции карельской березы.

В более позднее время появились обстоятельные работы сибирских исследователей В.Т. Бакулина [2], В.В. Тараканова [42–44], А.И. Земляного [16] и др.; в Воронежской области – Ю.П. Ефимова [15, 62], А.М. Шутяева [56, 57, 68], А.П. Царева [47–48, 54, 70, 71] и др.; в Поволжье – М.М. Котова [23], Н.В. Бессчетновой [4] и др.; в Кировской области – Л.И. Ворончихина [13], А.И. Видякина [10, 12] и др.; в Республике Коми – А.Л. Федоркова [46]; в Башкирии – В.П. Путьихина [39], В.Ф. Коновалова [22] и др.; в Карелии – В.И. Ермакова [14], А.А. Мордася [31], Н.В. Лаур [24, 25, 49] и др.

В этом направлении в России в разное время принимались также государственные программы, одна из которых получила наименование «Единый генетико-селекционный комплекс» (ЕГСК). Она предполагала учет количества отобранных плюсовых деревьев (ПД), плюсовых насаждений (ПН), созданных лесных семенных плантаций (ЛСП), архивов клонов плюсовых деревьев (АК), маточных плантаций (МП), постоянных лесосеменных участков (ПЛСУ), географических культур (ГК), популяционно-экологических культур (ПЭК), лесных генетических резерватов (ЛГР), испытательных культур (ИК).

Цель работы заключается в попытке проследить тенденции, возникшие в лесной селекции России за последние 25 лет, сравнить их с аналогичными достижениями в соседних странах с близкими климатическими условиями, и на основании полученных результатов оценить перспективы развития этого научно-производственного направления в нашей стране.

При анализе состояния и динамики развития ЕГСК использованы официальные данные государственных инвентаризаций за последние 25 лет. Среди них «Лесной фонд России», [28]; «Лесной реестр 2013» [27]; «Объекты лесного семеноводства», [32]; «Состояние лесных генетических ресурсов Российской Федерации», 2020 [41]. Проанализирован ряд научных отечественных публикаций. Для сравнительных исследований применялись также зарубежные источники, освещающие данные по развитию лесных генетических ресурсов в Финляндии [63], Швеции [60, 64, 65], Норвегии [69], Канаде [67].

Проанализированы количественные показатели отбора ПД (шт.); создания АК, ГК и ПЭК (га); выделения ЛГР (тыс. га) и ПН (тыс. га); организации временных лесосеменных участков (ВЛСУ) и ПЛСУ (га); закладки МП, ЛСП и ИК (га).

Материалы по развитию или деградации лесного ЕГСК в России проанализированы по годам. Для расчетов использованы указанные выше официальные отечественные данные и зарубежные публикации. При анализе тенденций развития отдельных направлений селекции применены средства Excel.

Динамика изменения основных объектов ЕГСК Российской Федерации в течение последних лет представлена в табл. 1. Анализ данных таблицы позволяет установить некоторые закономерности и тенденции развития отдельных объектов лесной селекции в стране.

Таблица 1

Динамика объектов ЕГСК Российской Федерации

Объекты ЕГСК	Год регистрации			Примечание
	1996	2013	2019	
ПД, шт.	35 000 ¹	35 065 ³	31 514 ⁴	–
АК, га	689 ²	598,4 ³	573,6 ⁴	–
ЛГР, тыс. га	18,0 ²	215,3 ³	149,5 ⁴	–
ПН, тыс. га	16,0 ²	14,5 ³	14,0 ⁴	–
ГК, га	н. д.	872,1 ²	812,0 ⁴	² На 2012 г.
ПЭК, га	н. д.	31,3 ²	35,1 ⁴	² На 2012 г.
ПЛСУ, тыс. га	160,0 ²	18,2 ³	12,6 ⁴	² На 1983 г.
МП, га	н. д.	208,0 ³	186,0 ⁴	–
ЛСП, га	8 000,0 ²	6 039,8 ³	4 464,7 ⁴	–
ИК, га	1 234,6 ²	725,2 ³	785,1 ⁴	² На 2006 г.

Примечание: ¹ – [53]; ² – [25]; ³ – [27]; ⁴ – [41]; н. д. – нет данных.

Отбор плюсовых деревьев. ПД рассматривают и как источник сохранения ценного генофонда, и как материал для научно обоснованного семеноводства. Их отбор важен, т. к. естественные леса, в первую очередь лучшие и наиболее доступные, вырубается. ПД, погибшие из-за рубок или по другим причинам, восстановить будет невозможно. Количество ПД в России за период с 1996 по 2020 г. по разным данным [25, 27, 32, 41] представлено на рис. 1.

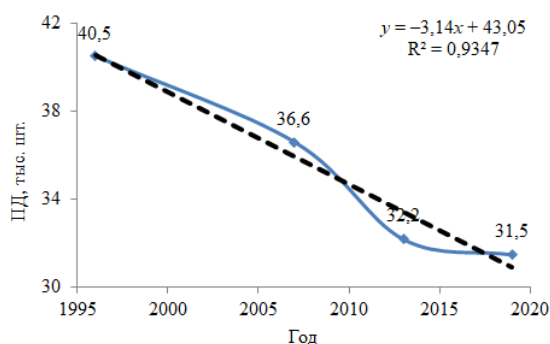


Рис. 1. Тренд отбора и сохранности ПД (по [25, 27, 32, 41])

Fig. 1. Trend of selection and survival of plus trees (according to [25, 27, 32, and 41])

Из данных рис. 1 видно, что число ПД в России за последние 25 лет значительно уменьшилось. Если учесть, что в 2018 г. площадь, занятая лесными насаждениями в нашей стране, составляла 769 531,7 тыс. га [41], то получается, что к 2020 г. на 24 419 га покрытой лесом территории было отобрано одно ПД. В середине 90-х гг. эта величина равнялась 18 714 га [53]. То есть интенсивность отбора ПД за 25 лет уменьшилась на 30 %. Рис. 2 иллюстрирует прямизну ПД Карелии.



Рис. 2. ПД Карелии: *а* – ель, Кривецкое лесничество; *б* – сосна обыкновенная, Петрозаводское лесничество. Фото Н.В. Лаур

Fig. 2. Plus trees of Karelia: *a* – Spruce plus tree, Krivetskoye forestry; *b* – Scots pine plus tree, Petrozavodsk forestry. Photos courtesy of N.V. Laur

Архивы клонов плюсовых деревьев. АК, создаваемые для сохранения ПД *ex situ*, в 1995 г. занимали 689 га. После инвентаризации 2007 г. – 569,9 га, на 1.01.2012 – 588,9 га [25], на 1.01.2014 – 598,4 га [27], на 1.01.2018 – 0,6 тыс. га [32], а на 1.01.2019 – 573,6 га [41]. То есть за 25 лет площадь архивов клонов в РФ уменьшилась на 20 %.

Сохранение природного и ценного генофонда in situ. Для сохранения природного генофонда лесных древесных пород используют ЛГР, а для сохранения фонда, практически ценного по каким-либо параметрам (рост, прямоствольность, устойчивость и др.), – ПН.

Лесные генетические резерваты. Выделение ЛГР к 1995 г. в России было осуществлено на незначительной площади (18 тыс. га). К 2003 г. их количество увеличилось в 13 раз – до 235 тыс. га, затем начало стабильно уменьшаться и к 2012 г. упало до 205 тыс. га [25]. К 2018 г. эта цифра составляла 197,7 тыс. га [32], в 2019 г. – 149 534,3 га [41]. То есть после максимального значения 2003 г. к 2019 г. площадь ЛГР сократилась на 57 %.

Плюсовые насаждения. В 1995 г. в России было отобрано 15 тыс. га ПН. Их максимальное количество было выделено к 2000 г. – 18 тыс. га [25]. После оно начало неуклонно снижаться и на 1.01.2018 г. сократилось до 14,1 тыс. га [32], а в 2019 г. – до 14 002,3 га [41]. Таким образом, после максимального значения в 2000 г. площадь сохранившихся ПН снизилась на 28,6 %.

Лесное семеноводство. Для успешного разведения многих хозяйственно ценных лесных древесных пород разработана целая система семеноводства, несколько отличающаяся (ввиду их более длительного онтогенеза) от семеноводства сельскохозяйственных культур. Здесь можно обозначить отдельные элементы лесосеменного дела: ГК и ПЭК, ВЛСУ и ПЛСУ, МП, ИК, ЛСП.

Географические культуры. Влияние географического происхождения семян на рост, устойчивость, качество древесины и другие признаки деревьев было отмечено еще в XIX в. и в дальнейшем изучалось в разных странах, в т. ч. и в России, на специально создаваемых ГК, в основном сосны и ели [8, 10, 18, 20, 29, 34, 52, 56, 68 и др.]. По данным филиала ФГУ «Рослесозащита», площадь ГК в России на 1.01.2012 г. составляла 872, 1 га [25], на 1.01.2019 г. – 812,0 га [41]. То есть за 7 лет численность ГК в России снизилась на 7,4 %.

Популяционно-экологические культуры. При исследовании ГК было обнаружено, что на качество древесных растений влияет не только географическое, но и экологическое происхождение семян [72]. В стране начали закладывать так называемые ПЭК некоторых древесных пород. При создании учитывались условия произрастания материнских особей. Примером таких культур могут служить ПЭК сосны обыкновенной в Кировской области [11]. В России на 1.01.2012 г. подобных культур числилось 31,3 га [25]. Через 7 лет, на 1.01.2019 г., их стало немного больше – 35,1 га [41], но для нашей страны эта площадь ничтожна, она не отражает огромного разнообразия условий местопроизрастаний.

Временные лесосеменные участки. ВЛСУ были рекомендованы в России в середине XX в. при проведении главных рубок на лесосеках особо крупных размеров, что должно было позволить собирать более ценные местные семена (рекомендовано до проведения сплошных рубок в лучших приспевающих насаждениях вырубать минусовые деревья) [26]. К сожалению, это предложение оказалось для лесозаготовительных фирм экономически невыгодным, и идею подготовки на площадях лесосек ВЛСУ так и не реализовали. В России при главных рубках из-за отсутствия более продвинутых методик семеноводства основная заготовка шишек хвойных пород проводится на лесосеках, причем со всех семяносящих деревьев, включая минусовые. Между тем, на ВЛСУ

целесообразно заготавливать семена местного происхождения и лучших для региона лесорастительных условий. Использование таких семян эффективнее по сравнению с использованием привозных семян неизвестных географического и экологического происхождений, создаваемые лесные культуры являются более устойчивыми. В официальных статистических документах по лесным генетическим ресурсам площади имеющихся в стране ВЛСУ не отражены.

Постоянные лесосеменные участки. ПЛСУ рекомендованы многими исследователями [3, 8, 9 и др.]. Положительные и отрицательные особенности ПЛСУ рассмотрены в работах [25, 50]. В одних регионах и условиях такие участки могут использоваться, в других это не всегда целесообразно. В частности, ПЛСУ показали неплохие результаты при сборе опадающих семян крупноплодных лиственных деревьев: дуба, бука, граба – в отличие от хвойных. В России максимальная величина площадей, отведенных под ПЛСУ, была отмечена в 1983 г. – 160 тыс. га [25]. С тех пор, вплоть до последнего времени, она неуклонно снижалась. Так, на 01.01.2019 г. их числилось 17 097,3 га, в том числе аттестованных – 12 596,6 га [41]. Таким образом, за последние 36 лет площадь ПЛСУ уменьшилась в 9,4 раза.

Маточные плантации. МП – это насаждения, создаваемые вегетативным потомством ПД в целях их массового размножения посредством заготовки черенков. В официальных сводках отражены в основном данные по хвойным породам. По состоянию на 1.01.2014 г. в России числилось 208,0 га МП [27]. Через 6 лет, на 1.01.2019 г., аттестованных МП было 186,0 га [41]. То есть количество МП каждый год становилось меньше на 3,7 га.

Лесосеменные плантации. ЛСП – это искусственно создаваемые на основе различных методов лесной селекции насаждения, предназначенные для получения семян с ценными наследственными свойствами. Выделяют следующие ЛСП: первого порядка; полуторного, или ЛСП повышенной генетической ценности (ПГЦ); второго и более высоких порядков. Большинство ЛСП России являются плантациями первого порядка (ЛСП-1). ЛСП-1,5 созданы в небольшом количестве, а ЛСП-2 почти отсутствуют, поскольку их закладка возможна только после испытания ПД в ИК, которых совершенно недостаточно. Примеры создания ЛСП в разных условиях приведены во 2-м томе сводки «Опытно-производственные селекционно-семеноводческие объекты Научно-исследовательского института лесной генетики и селекции» [35].

Наглядно тенденция создания ЛСП-1 в России за последние 25 лет представлена на рис. 3. Из них ПГЦ, или ЛСП-1,5, только 119,0 га, в т. ч. аттестованных – 72,2 га (1,6 %) [41]. В 1996 г. 1,0 га ЛСП был создан на 81 874 га лесной площади. К 2019 г. 1,0 га аттестованных ЛСП – на 172 359,1 га. То есть за 25 лет территория ЛСП в стране уменьшилась на 52 %. На рис. 4 представлено фото одной из ЛСП Карелии.

Испытательные культуры. ИК – один из важнейших этапов генетической оценки общей комбинационной способности отобранных материнских ПД. В случаях, когда известны опылители, в ИК возможна и оценка специфической комбинационной способности. Созданные в прошлом столетии ИК представляли собой только первые опытные работы. Известны труды Ф.А. Чепика [55] по созданию ИК в Петрозаводском лесхозе и на территории Карельской лесной опытной станции Ленинградского научно-исследовательского института лесного хозяйства [25, 38, 51, 55], исследователей Кировской области [12, 13], Новосибирской и других областей Сибири [42], Ленинградской области [6, 7].

Рис. 3. Тенденция уменьшения площадей ЛСП-1 в России (по [25, 27, 41])

Fig. 3. The area reducing trend of Forest Seed Orchards-1 in Russia (according to [25, 27, and 41])

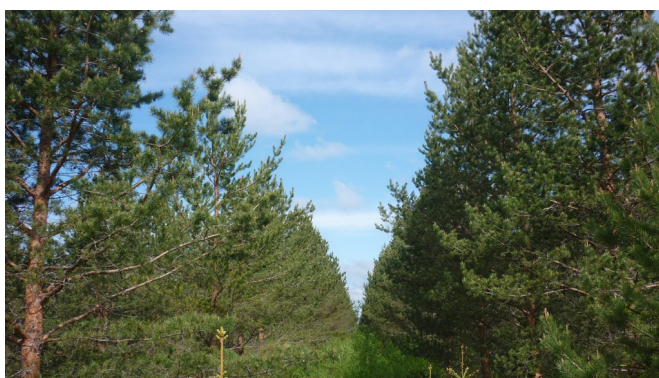
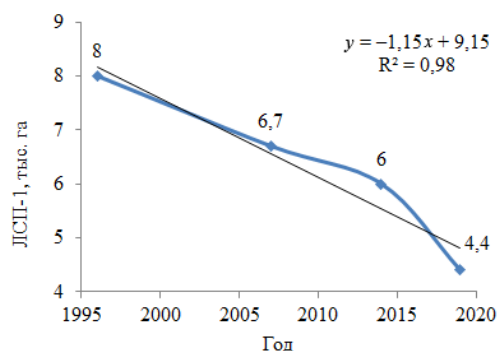


Рис. 4. Лесосеменная плантация Петрозаводского лесничества Карелии. Фото Н.В. Лаур

Fig. 4. Forest Seed Orchard of the Petrozavodsk forestry in Karelia. Photo courtesy of N.V. Laur

В Научно-исследовательском институте лесной генетики и селекции заложены ИК сосны обыкновенной, ели, лиственницы, дуба черешчатого, березы, ольхи черной, ореха грецкого [19].

Всего в России по данным ФБУ «Рослесозащита» к 2006 г. создано 1 234,6 га ИК [25]. На 1.01.2019 г. их осталось 785,1 га [41]. Следовательно, за 13 лет уменьшение площадей ИК составило 57 %, т. е. в среднем по 35 га в год.

Таким образом, в России за последние 10–25 лет произошло существенное сокращение ЕГСК (по всем показателям). В среднем списание объектов лесной селекции составило 50 % с колебаниями по отдельным показателям 7...940 %. Исключением было только создание ПЭК, размер которых увеличился и достиг 35,1 га [41]. Однако для страны в целом это количество представляет более чем незначительную величину, равную 0,000005 % от покрытой лесом площади.

Россия является самой многолесной в мире страной, расположенной в суровых условиях северного полушария земли. Близкими по климату являются такие государства, как Канада, Финляндия, Швеция, Норвегия и др. В связи с этим целесообразно проследить развитие лесных генетико-селекционных комплексов (ЛГСК) в них. Не все показатели ЛГСК можно найти в открытом доступе, хотя главные из них: количество отобранных ПД и созданных ЛСП – как правило, отражены различными информационными документами, которые мы попытались найти. В табл. 2 представлены некоторые доступные данные по ЛГСК указанных выше стран.

Таблица 2

Некоторые показатели ЛГСК в зарубежных странах

Число ПД, шт.	АК, число клонов / площадь, га	ГК, число происхождений / га	ИК, число семей / га	ЛСП, га	Примечание
<i>Норвегия, 2012 [69]</i>					
22 584	19 / н. д.	113 / н. д.	4 531 / н. д.	175,2	–
<i>Финляндия, 2012 [63]</i>					
20 793	н. д.	н. д.	н. д.	2 147,4	Планировалось в 2011–2025 гг. создать 240 га элитных ЛСП
<i>Швеция, 2012 [60]</i>					
35 489	н. д.	н. д.	н. д.	н. д.	Обеспеченность в 2019 г. из ЛСП составила для ели 67 %, для сосны – 67 % [65]
<i>Канада, 2012 [67]</i>					
55 105	26 608 / 120	2 321 / н. д.	41 229 / н. д.	2 245,0	Создано 4017 га ИК для испытания потомств 6601 семьи, полученных при контролируемом опылении [67]

Сравнение данных табл. 2 для зарубежных стран и табл. 1 для России, а также других источников показало следующие различия. Одна из самых северных стран, Норвегия, в 2012 г. имела лесопокрытую площадь 8,3 млн га (ежегодный прирост древесины – более 1 м³/га). Как видно из данных табл. 2, здесь к 2012 г. было отобрано 22 584 ПД; создано 19 АК; заложено 15 опытных площадей ГК, на которых испытывали 113 провениенций, и 177 опытов по испытанию ПД для тестирования семенного потомства 4531 семьи. К этому времени было создано 29 ЛСП-1 на площади 175,2 га [69]. То есть в Норвегии в 2012 г. одно ПД отобрано в среднем на 367,5 га покрытой лесом площади, а 1 га ЛСП-1 приходился на 47 374,4 га.

Для сравнения, в России на 01.01.2012 г. аттестовано 35 065 ПД [25]. Покрытая лесной растительностью площадь в это время составляла 795 257,2 тыс. га. [27], т. е. одно ПД отобрано на 22 679,5 га. Таким образом, интенсивность отбора ПД у нас была в 61,7 раза ниже, чем в Норвегии. Что касается закладки ЛСП, то в этот год в России их числилось 6,2 тыс. га [25], или 1 га ЛСП-1 был заложен на 128 267,3 га покрытой лесом площади. То есть обеспеченность ЛСП-1 оказалась в 2,7 раза ниже по сравнению с Норвегией.

В Финляндии в 2011 г. числилось 20 793 ПД и 143 ЛСП на площади 2147,36 га [63]. Общая лесопокрытая площадь составляла на этот год 22,2 млн га, получается, что одно ПД отобрано на территории 1068 га, а 1 га ЛСП приходился на лесную площадь в 10 338 га. Интенсивность отбора ПД в нашей стране в 21 раз, а создания ЛСП в 12 раз ниже, чем в Финляндии.

Кроме того, в Финляндии запланировано в течение 15 лет (2011–2025 гг.) создание 240 га «элитных» (полуторного и второго порядков) ЛСП. Ряд финских клонов испытывают в ЛСП других стран [66]. Исследования А. Ahtikoski и Р. Pulkkinen [59] показали высокую экономическую эффективность ЛСП в Финляндии.

В Швеции в 2011 г. отобрано 35 489 ПД, в т. ч. главных лесных видов: *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Betula pendula*, *Pinus contorta* – 34 100 шт. Других видов (*Populus tremula* × *Populus tremuloides*, *Populus sp.*, *Quercus robur*, *Betula pubescence* и др.) – 1389 шт. [60]. «Продуктивная» лесная площадь страны составляет 22,5 млн га, т. е. интенсивность отбора ПД – 1 дер. на 634 га, что в 35 раз выше по сравнению с Россией.

Значительную часть семян ели, а также частично и сосны обыкновенной в Швецию в XX в. завозили из Белоруссии и Прибалтики. Для лесного хозяйства страны было важно перейти на самостоятельное обеспечение семенным материалом. В связи с чем отмечается: в 2019 г. 80 % использованных семян получены из семян шведских ЛСП, а семена сосны обыкновенной почти исключительно (99 %) выращены из семян местных ЛСП. Доля семян ели европейской из семян шведских ЛСП увеличилась до 67 % в 2019 г. [65]. В работе Н. Nayatgheibi [64] представлена положительная оценка эффективности ЛСП в Швеции.

Самой многолесной страной Северной Америки является Канада. Площадь ее лесов составляет 397 262 тыс. га [67], что на 93 млн га больше по сравнению с США [61]. В 2011 г. в естественных насаждениях Канады отобрано 55 105 ПД. 26 608 включены в АК (банки клонов), которые созданы на площади 120 га. После генетической проверки ПД в ИК и других опытах выделено 9456 селектантов. Всего было создано 775 ИК, в них изучали 41 229 семей 26 видов от ПД первичного отбора при свободном опылении. Кроме того, заложено 4017 га ИК для изучения потомств 6601 семьи 12 видов, полученных при контролируемом опылении.

ЛСП в Канаде созданы для 28 видов древесных растений. Первоначально 97 ЛСП на площади в 1138 га, включающие 12 016 семей, были заложены сеянцами от ПД. Многие из них были заменены сеянцами от лучших деревьев после их оценки в ИК. Затем посажено 110 ЛСП-1 из 8905 клонов на площади 412 га, после чего начали закладку ЛСП-2. К 2012 г. создано 695 ЛСП-2 из 8905 клонов, в которые включены и лучшие представители из ЛСП-1 [67]. То есть в стране было заложено 2245 га ЛСП разного селекционного уровня.

Таким образом, уже к 2012 г. в Канаде одно отобранное ПД приходилось на 7209 га лесопокрытой площади. То есть интенсивность отбора ПД в России была ниже в 3 раза, чем в Канаде. 1 га ЛСП в Канаде в 2012 г. был создан на 176 954 га лесопокрытой площади. В России только через 7 лет, в 2019 г., создано на 2,7 % ЛСП больше, чем в Канаде в 2012 г. По отчетной документации в нашей стране не числится ни 1 га ЛСП-2. По этому показателю наблюдалось и, к сожалению, наблюдается в настоящее время значительное отставание [41].

В целом если проанализировать один из важнейших показателей (отбор ПД), который нельзя упускать из-за угрозы невозвратной потери ценного природного генофонда, то можно получить результат, наглядно показанный на рис. 5.

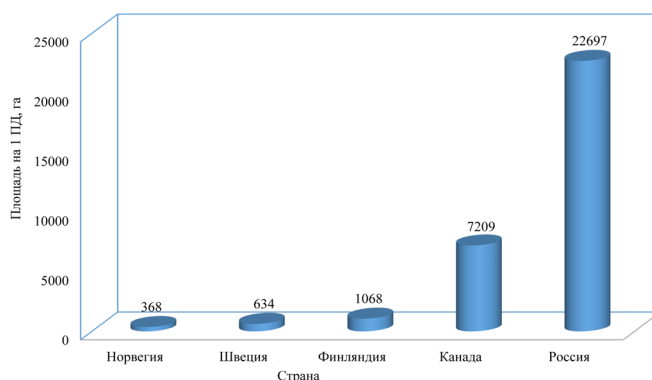


Рис. 5. Интенсивность отбора ПД в разных странах

Fig. 5. Selection intensity of plus trees in different countries

Из данных рис. 5 видно, что по отбору и сохранению ПД Россия в 2012 г. отставала от других стран в 3...61 раз (от Канады и Норвегии соответственно).

Второй важный показатель, который характеризует уровень заботы государства о создании новых лесов из селекционно-улучшенного и генетически ценного семенного материала, – это степень обеспеченности ЛСП (рис. 6).

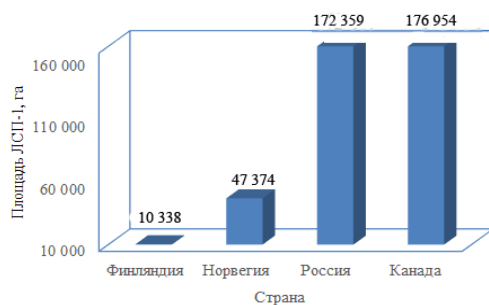


Рис. 6. Интенсивность создания ЛСП в России в 2019 г. и в других странах на 2012 г.

Fig. 6. Creation intensity of forest seed orchards in Russia in 2019 and in other countries as of 2012

Таким образом, сравнение развития лесной селекции в России с многолесными странами, расположенными в близких климатических условиях, показывает наше отставание как во временном, так и в географическом аспектах. Это отмечалось и в 1995, и в 2013 гг. [49, 53]. Но если в 2013 г. были определенные надежды на развитие лесной селекции России в прогрессивном направлении, то реалии настоящего времени продемонстрировали, что эти ожидания явно не оправдались.

Представленный в работе анализ показал, что существующая система управления лесами не нацелена на сохранение ценного генофонда лесных древесных пород и не может обеспечить устойчивого развития лесовосстановления. В России необходим поворот от направленности на истребление лесов к их восстановлению с учетом современных генетико-селекционных достижений, как отечественных, так и зарубежных.

Заключение

Проведенный анализ выявил, что фактически в России наблюдается регресс государственного лесного единого генетико-селекционного комплекса. За 25 лет списано в среднем 50 % с колебаниями по отдельным показателям 7...940 %. В то же время создание объектов лесного генетико-селекционного комплекса в арендованных лесах, которые в некоторых регионах занимают до 50 % и более площади лесов, в официальных сводках не отражено.

Наблюдаемый отрицательный результат обусловлен тем, что новые объекты не отбираются, не закладываются, а имеющиеся активно списываются из-за несвоевременности уходов, утраты документации, естественного старения, воздействия пожаров и отсутствия понимания важности проблемы со стороны управляющих органов.

Сравнение развития лесного генетико-селекционного комплекса в нашей стране и в других государствах с близкими климатическими условиями обрисовывает крайне неутешительную картину. Практически, мы отстаем от других северных стран по всем показателям в несколько раз.

Настало время разработать новую государственную долговременную программу генетико-селекционного улучшения лесных древесных пород, направленную на устойчивое развитие восстановления наших лесов и сохранение их ценного генофонда, определив ответственных за ее выполнение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Альбенский А.В. Селекция древесных пород и семеноводство. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1959. 306 с. Al'benskiy A.V. *Breeding of Woody Species and Seed Production*. Moscow, Goslesbumizdat Publ., 1959. 306 p.
2. Бакулин В.Т. Триплоидный клон осины в лесах Новосибирской области // Генетика. 1966. № 11. С. 58–68. Bakulin V.T. Triploid Clone of Aspen in the Forests of the Novosibirsk Region. *Genetika* [Soviet Genetics], 1966, no. 11, pp. 58–68.
3. Беспаленко О.Н., Мамонов Д.Н. Опыт использования ПЛСУ сосны в Воронежской области // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: материалы X Междунар. науч. конф. Красноярск: Сибир. гос. технол. ун-т, 2007. С. 3–5. Vespalenko O.N., Mamonov D.N. Experience of Using Pine Permanent Forest Seed Plots in the Voronezh Region. *Gardening, Seed Growing, Introduction of Woody Plants: Proceedings of the X International Scientific Conference*. Krasnoyarsk, SibSAU Publ., 2007, pp. 3–5.
4. Бессчетнова Н.Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Эффективность отбора плюсовых деревьев: моногр. Н. Новгород: Нижегород. ГСХА, 2016. 464 с. Besschetnova N.N. *Scots Pine (Pinus sylvestris L.). Efficiency of Plus Tree Selection*: Monograph. Nizhny Novgorod, NNSAA Publ., 2016. 464 p.
5. Богданов П.Л. Тополя и их культура. М.: Лесн. пром-сть, 1965. 104 с. Bogdanov P.L. *Poplars and Their Plantation*. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1965. 104 p.
6. Бондаренко А.С., Жигунов А.В. Комплексная оценка генотипов ели европейской для создания лесосеменных плантаций повышенной генетической ценности // Вестн. ПГТУ. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2016. № 1(29). С. 20–29. Bondarenko A.S., Zhigunov A.V. Complex Genotype Estimation of Norway Spruce for Seed Plantations with Increased Genetic Value. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta* [Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management], 2016, no. 1(29), pp. 20–29.
7. Бондаренко А.С., Жигунов А.В., Левкоев Э.А. Влияние селекционных мероприятий на фенотипическое и генетическое разнообразие семенного потомства плюсовых деревьев ели европейской и сосны обыкновенной // Изв. СПбЛТА. 2016. Вып. 216. С. 6–17. Bondarenko A.S., Zhigunov A.V., Levkoev E.A. Impacts of Selection Activities on Phenotypic and Genetic Diversity of Norway Spruce and Scotch Pine Plus Tree Seed Progenies. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoy akademii* [News of the Saint Petersburg State Forest Technical Academy], 2016, iss. 216, pp. 6–17. DOI: <https://doi.org/10.21266/2079-4304.2016.216.6-17>
8. Вересин М.М. Лесное семеноводство. М.: Гослесбумиздат, 1963. 158 с. Veresin M.M. *Forest Seed Production*. Moscow, Goslesbumizdat Publ., 1963. 158 p.

9. Вересин М.М., Ефимов Ю.П., Арефьев Ю.Ф. Справочник по лесному селекционному семеноводству. М.: Агропромиздат, 1985. 245 с. Veresin M.M., Efimov Yu.P., Aref'yev Yu.F. *Handbook of Forest Breeding Seed Production*. Moscow, Agropromizdat Publ., 1985. 245 p.

10. Видякин А.И. Влияние географического происхождения семян на рост сосны обыкновенной в таежной зоне Кировской области // Всесоюз. совещ. по лесной генетике, селекции и семеноводству. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1983. С. 118–119. Vidyakin A.I. Influence of Geographical Origin of Seeds on the Growth of Scots Pine in the Taiga Zone of the Kirov Region. *All-Union Meeting on Forest Genetics, Breeding and Seed Production*. Petrozavodsk, Kol'skiy filial AN SSSR Publ., 1983, pp. 118–119.

11. Видякин А.И. Географические и популяционно-экологические культуры сосны обыкновенной // Опыт-производственные селекционно-семеноводческие объекты НИИЛГиС: сб. науч. тр. Т. 1 / отв. ред. Ю.П. Ефимов. Воронеж: НИИЛГиС, 2004. С. 31–36. Vidyakin A.I. Provenance Trial and Population-Ecological Plantations of Scots Pine. *Experimental and Production Breeding and Seed-Growing Facilities of the Research Institute of Forest Genetics and Breeding (NIILGiS): Collection of Academic Papers*. Vol. 1. Ed. by Yu.P. Efimov. Voronezh, NIILGiS Publ., 2004, pp. 31–36.

12. Видякин А.И. Эффективность плюсовой селекции древесных растений // Хвойные бореальной зоны. 2010. XXVII. № 1-2. С. 18–24. Vidyakin A.I. Efficiency of Plus Selection of Trees. *Hvojnye boreal'noj zony* [Conifers of the boreal area], 2010, vol. XXVII, no. 1-2, pp. 18–24.

13. Ворончихин Л.И., Видякин А.И., Овечкин С.М. Пути повышения эффективности работ по селекции сосны и ели в Кировской области // Селекция ценных форм древесных пород и их использование для создания целевых насаждений. Воронеж: Центр. науч.-исслед. ин-т лесной генетики и селекции, 1989. С. 79–83. Voronchikhin L.I., Vidyakin A.I., Ovechkin S.M. Methods to Improve the Efficiency of Pine and Spruce Breeding in the Kirov Region. *Breeding of Tree Species Valuable Forms and Their Use for the Creation of Target Plantations*. Voronezh, TsNIILGiS Publ., 1989, pp. 79–83.

14. Ермаков В.И. Посевные качества семян березы карельской от свободного и контролируемого опыления // Лесная генетика, селекция и семеноводство. Петрозаводск: Карелия, 1970. С. 503–512. Ermakov V.I. Sowing Qualities of Karelian Birch Seeds from Open and Controlled Pollination. *Proceedings of the Meeting "Forest Genetics, Breeding and Seed Production"*. Petrozavodsk, Kareliya Publ., 1970, pp. 503–512.

15. Ефимов Ю.П. Семенные плантации в селекции и семеноводстве сосны обыкновенной. Воронеж: Истоки, 2010. 253 с. Efimov Yu.P. *Seed Orchards in Breeding and Seed Production of Scots Pine*. Voronezh, Istoki Publ., 2010. 253 p.

16. Земляной А.И. О создании кедросадов на генетико-селекционной основе в агроландшафтах Западной Сибири // ГЕО-Сибирь. 2010. Т. 3, № 2. С. 210–214. Zemljanoj A.I. On Formation of Cedar Gardens in Agrolandscapes of West Siberia. *GEO-Sibir'* [GEO-Siberia], 2010, vol. 3, no. 2, pp. 210–214.

17. Иванников С.П. Селекция осины в условиях центральной лесостепи по быстрому росту и устойчивости против гнили // Быстрорастущие и хозяйственно-ценные древесные породы: (Разведение и их использование). М.: МСХ СССР, 1958. С. 94–99. Ivannikov S.P. Breeding of Aspen in the Central Forest-Steppe by Rapid Growth and Resistance to Rot. *Fast-Growing and Economically Valuable Tree Species: (Breeding and Their Use)*. Moscow, Ministerstvo sel'skogo khozyaystva SSSR Publ., 1958, pp. 94–99.

18. Ирошников А.И. Географические культуры хвойных в Южной Сибири // Географические культуры и плантации хвойных в Сибири. Новосибирск: Наука, 1977. С. 4–110. Iroshnikov A.I. Provenance Trial Plantations of Conifers in Southern Siberia. *Provenance Trial Plantations and Plantations of Conifers in Southern Siberia*. Novosibirsk, Nauka Publ., 1977, pp. 4–110.

19. Испытательные культуры потомств плюсовых деревьев, отдельных биотипов, популяций, объектов ПЛСБ (объекты №№ 29-53) // Опытно-производственные селекционно-семеноводческие объекты НИИЛГиС: сб. науч. тр. Т. 2 / отв. ред. Ю.П. Ефимов. Воронеж: НИИЛГиС, 2004. С. 77–194. Progeny Test Plantations of Plus Trees, Individual Biotypes, Populations, and Objects of the Permanent Forest Seed Base (Objects No. 29–53). *Experimental and Production Breeding and Seed-Growing Facilities of the Research Institute of Forest Genetics and Breeding (NIILGiS): Collection of Academic Papers*. Vol. 2. Ed. by Yu.P. Efimov. Voronezh, NIILGiS Publ., 2004, pp. 77–194.

20. Каллер О.Г. Изучение экотипов древесных пород // Науч. зап. Воронеж. лесохоз. ин-та. Т. IX. Воронеж: Воронеж. обл. книгоизд-во, 1946. С. 56–64. Kapper O.G. Study of Tree Species Ecotypes. *Scientific Notes of the Voronezh Forestry Institute*. Vol. IX. Voronezh, Voronezhskoye oblastnoye knigoizdatel'stvo, 1946, pp. 56–64.

21. Кобранов Н.П. Селекция дуба. М.: Новая деревня, 1925. 37 с. Kobranov N.P. *Oak Breeding*. Moscow, Novaya derevnya Publ., 1925. 37 p.

22. Коновалов В.Ф., Насырова Э.Р. Состояние и закономерности роста сосны обыкновенной на лесосеменных объектах Республики Башкортостан // Вестник МГУЛ – Лесн. вестн. 2016. № 2. С. 60–65. Konovalov V.F., Nasyrova E.R. State and Growth Regularities of Scots Pine Forest Seed at the Objects of the Republic of Bashkortostan. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa – Lesnoy vestnik* [Forestry Bulletin], 2016, no. 2, pp. 60–65.

23. Котов М.М. Генетика и селекция. Йошкар-Ола: МарГТУ, 1997. Ч. 1. 284 с.; Ч. 2. 108 с. Kotov M.M. *Genetics and Breeding*. Yoshkar-Ola, MarGTU Publ., 1997, part 1. 284 p.; part 2. 108 p.

24. Лаур Н.В. Отбор плюсовых деревьев и насаждений карельской березы в Карелии // Научные основы селекции древесных растений Севера. Петрозаводск: Ин-т леса Кар. НЦ РАН, 1998. С. 134–137. Laur N.V. Selection of Plus Trees and Plus Stands of Karelian Birch in Karelia. *Scientific Foundations for Breeding of Woody Plants of the North*. Petrozavodsk, Institut lesa KarNTs RAN Publ., 1998, pp. 134–137.

25. Лаур Н.В. Лесная селекция и семеноводство в Карелии: моногр. М.: МГУЛ, 2012. 160 с. Laur N.V. *Forest Breeding and Seed Production in Karelia: Monograph*. Moscow, MSFU Publ., 2012. 160 p.

26. Лаур Н.В., Царев А.П. Воспроизводство хвойных пород при использовании временных лесосеменных участков // Материалы III Междунар. науч.-техн. конф. «Леса России: политика, промышленность, наука, образование». СПб.: СПбГЛТУ, 2018. Т. 1. С. 171–173. Laur N.V., Tsarev A.P. Reproduction of Coniferous Species when Using Temporary Forest Seed Plots. *Proceedings of the III International Scientific and Technical Conference "Forests of Russia: Politics, Industry, Science, and Education"*. Saint Petersburg, SPbFTU Publ., 2018, vol. 1, pp. 171–173.

27. Лесной реестр 2013: стат. сб. М.: Рослесинфорг, 2014. 690 с. *Forest Register 2013*. Statistical Collection. Moscow, Roslesinfor Publ., 2014. 690 p.

28. Лесной фонд России: справочник (по учету на 1 января 1993 г.). М.: ВНИИЦлесресурс, 1995. 280 с. *Forest Fund of Russia – a Reference Book (as of January 1, 1993)*. Moscow, VNIITslesresurs Publ., 1995. 280 p.

29. Лесосеменное районирование основных лесообразующих пород в СССР. М.: Лесн. пром-сть, 1982. 368 с. *Forest Seed Zoning of the Main Forest-Forming Species in the USSR*. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1982. 368 p.

30. Любавская А.Я. Лесная селекция и генетика. М.: Лесн. пром-сть, 1982. 288 с. Lyubavskaya A.Ya. *Forest Breeding and Genetics*. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1982. 288 p.

31. Мордась А.А. Научные основы и особенности создания лесосеменных плантаций хвойных в подзоне средней тайги // Селекция и лесное семеноводство в Карелии. Петрозаводск: Ин-т леса Кар. НЦ РАН, 1993. С. 176–193. Mordas' A.A. Scientific Basis and Features of Creation of Coniferous Forest Seed Orchards in the Middle Taiga Subzone. *Breeding and Forest Seed Production in Karelia*. Petrozavodsk, Institut lesa KarNTs RAN Publ., 1993, pp. 176–193.
32. Объекты лесного семеноводства. 03.05.2018. Режим доступа: <https://lesprominform.ru/news.html?id=9567> (дата обращения: 19.10.21). *Objects of Forest Seed Production*.
33. Озолин Г.П., Маттис Г.Я., Калинина И.В. Селекция древесных пород для защитного лесоразведения. М.: Лесн. пром-сть, 1978. 153 с. Ozolin G.P., Mattis G.Ya., Kalinina I.V. *Breeding of Woody Species for Protective Afforestation*. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1978. 153 p.
34. Опытнo-производственные селекционнo-семеноводческие объекты НИИЛГиС: сб. науч. тр. Т. 1 / отв. ред. Ю.П. Ефимов. Воронеж: НИИЛГиС, 2004. 196 с. *Experimental and Production Breeding and Seed-Growing Facilities of the Research Institute of Forest Genetics and Breeding (NIILGiS): Collection of Academic Papers*. Vol. 1. Ed. by Yu.P. Efimov. Voronezh, NIILGiS Publ., 2004. 196 p.
35. Опытнo-производственные селекционнo-семеноводческие объекты НИИЛГиС: сб. науч. тр. Т. 2 / отв. ред. Ю.П. Ефимов. Воронеж: НИИЛГиС, 2004. 213 с. *Experimental and Production Breeding and Seed-Growing Facilities of the Research Institute of Forest Genetics and Breeding (NIILGiS): Collection of Academic Papers*. Vol. 2. Ed. by Yu.P. Efimov. NIILGiS Publ., 2004. 213 p.
36. Правдин Л.Ф. Задачи и методы современного лесного семеноводства. М.: Гослесбумиздат, 1963. 48 с. Pravdin L.F. *Problems and Methods of Modern Forest Seed Production*. Moscow, Golebumizdat Publ., 1963. 48 p.
37. Проказин Е.П. Отбор плюсовых деревьев и создание семенных плантаций сосны. Пушкино: ВНИИ лесоводства и механизации лесного хозяйства, 1961. 15 с. Prokazin E.P. *Selection of Plus Trees and Creation of Pine Seed Orchards*. Pushkino, VNIILM Publ., 1961. 15 p.
38. Прокопюк В.М., Раевский Б.В. Современное состояние и основные характеристики постоянной лесосеменной базы хвойных видов Республики Карелия // Современное лесное хозяйство – проблемы и перспективы: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 50-летию «ВНИИЛГИСбиотех». Воронеж: Истоки, 2020. С. 79–82. Prokopyuk V.M., Raevskiy B.V. Current State and Main Characteristics of the Permanent Forest Seed Base of Coniferous Species of the Republic of Karelia. *Modern Forestry: Problems and Prospects. Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference Dedicated to the 50th Anniversary of the All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology*. Voronezh, Istoki Publ., 2020, pp. 79–82.
39. Путенихин В.П. Популяционная структура и сохранение генофонда хвойных видов на Урале: автореф. ... д-ра биол. наук. Красноярск, 2000. 48 с. Putenikhin V.P. *Population Structure and Gene Pool Conservation of Coniferous Species in the Urals*: Dr. Biol. Sci. Diss. Abs. Krasnoyarsk, 2000. 48 p.
40. Соколов Н.О. Карельская береза. Л.: ЛТА, 1959. 34 с. Sokolov N.O. *Karelian Birch*. Leningrad, LTA Publ., 1959. 34 p.
41. Состояние лесных генетических ресурсов Российской Федерации. 2-й Национальный доклад Российской Федерации, представленный ФАО для подготовки доклада «Лесные генетические ресурсы мира». М.: ВНИИЛМ, 2020. 225 с. *State of Forest Genetic Resources of the Russian Federation*. 2nd National Report of the Russian Federation, Submitted to FAO for the Preparation of the Report “Forest Genetic Resources of the World”. Moscow, VNIILM Publ., 2020. 225 p.

42. Тараканов В.В., Кальченко Л.И. Фенетический анализ клоновых и естественных популяций сосны в Алтайском крае. Новосибирск: Гео, 2015. 108 с. Tarakanov V.V., Kal'chenko L.I. *Phenetic Analysis of Clonal and Natural Pine Populations in Altai Krai*. Novosibirsk, Geo Publ., 2015. 108 p.

43. Тараканов В.В., Демиденко В.П., Ишутин Я.Н., Бушков Н.Т. Селекционное семеноводство сосны обыкновенной в Сибири. Новосибирск: Наука, 2001. 230 с. Tarakanov V.V., Demidenko V.P., Ishutin Ya.N., Bushkov N.T. *Breeding Seed Production of Scots Pine in Siberia*. Novosibirsk, Nauka Publ., 2001. 230 p.

44. Тараканов В.В., Дубовик Д.С., Роговцев Р.В., Зацепина К.Г., Бугаков А.В., Гончарова Т.В. Состояние и перспективы развития генетико-селекционного комплекса хвойных пород в Сибири (на примере Новосибирской области) // Вестн. ПГТУ. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2019. № 3(43). С. 5–24. Tarakanov V.V., Dubovik D.S., Rogovtsev R.V., Zatssepina K.G., Bugakov A.V., Goncharova T.V. State and Perspectives for Development of the Genetic-Breeding Pool of Conifers in Siberia (Based on the Example of the Novosibirsk Region). *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta* [Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management], 2019, no. 3(43), pp. 5–24. DOI: <https://doi.org/10.25686/2306-2827.2019.3.5>

45. Тольский А.П. Лесное семеноводство. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1950. 160 с. To'lsky A.P. *Forest Seed Production*. Moscow, Goslesbumizdat Publ., 1950. 160 p.

46. Федорков А.Л. Объем и качество ствола гибридной и обычной осины в клоновом архиве // Изв. вузов. Лесн. журн. 2021. № 1. С. 92–98. Fedorkov A.L. Stem Volume and Quality of Hybrid and Common Aspen in the Clonal Archive. *Lesnoy Zhurnal* [Russian Forest Journal], 2021, no. 1, pp. 92–98. DOI: <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2021-1-92-98>

47. Царев А.П. Сортоведение тополя. Воронеж: ВГУ, 1985. 152 с. Tsarev A.P. *Theory and Practice of Breeding New Poplar Varieties*. Voronezh, VGU Publ., 1985. 152 p.

48. Царев А.П. Программы лесной селекции в России и за рубежом: моногр. М.: МГУЛ, 2013. 164 с. Tsarev A.P. *Programs of Forest Breeding in Russia and Abroad: Monograph*. Moscow, MSFU Publ., 2013. 164 p.

49. Царев А.П., Лаур Н.В. Перспективные направления селекции и репродукции лесных древесных растений // Изв. вузов. Лесн. журн. 2013. № 2. С. 36–44. Tsarev A.P., Laur N.V. Promising Trends of Breeding and Reproduction of Woody Plants. *Lesnoy Zhurnal* [Russian Forestry Journal], 2013, no. 2, pp. 36–44. URL: <http://lesnoizhurnal.ru/upload/iblock/11f/lh3.pdf>

50. Царев А.П., Лаур Н.В. Создание постоянных лесосеменных участков // Тр. Кубан. гос. аграр. ун-та. 2018. № 73. С. 240–244. Tsarev A.P., Laur N.V. Making Permanent Forest Seed Stands. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Kuban State Agrarian University], 2018, no. 73, pp. 240–244. DOI: <https://doi.org/10.21515/1999-1703-73-240-244>

51. Царев А.П., Лаур Н.В. Испытательные культуры *Pinus sylvestris* в Республике Карелия // Тр. Кубан. гос. аграр. ун-та. 2020. № 85. С. 266–272. Tsarev A.P., Laur N.V. Test Plantations of *Pinus sylvestris* in Karelia Republic. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Kuban State Agrarian University], 2020, no. 85, pp. 266–272. DOI: <https://doi.org/10.21515/1999-1703-85-266-272>

52. Царев А.П., Погиба С.П., Лаур Н.В. Селекция лесных и декоративных древесных растений / под общ. ред. А.П. Царева. М.: МГУЛ, 2014. 552 с. Tsarev A.P., Pogiba S.P., Laur N.V. *Breeding of Forest and Decorative Woody Plants*. Ed. by A.P. Tsarev. Moscow, MSFU Publ., 2014. 552 p.

53. Царев А.П., Лаур Н.В., Щурова М.Л. Состояние и проблемы развития постоянной лесосеменной базы в Республике Карелия // Тр. лесоинж. фак. ПетрГУ. 1996. Вып. 1. С. 100–103. Tsarev A.P., Laur N.V., Schurova M.L. State and Problems of Devel-

opment of the Permanent Forest Seed Base in the Republic of Karelia. *Trudy lesoinzhenerernogo fakul'teta PetrGU* [Resources and Technology], 1996, iss. 1, pp. 100–103. DOI: <https://doi.org/10.15393/j2.art.1996.2377>

54. Царев А.П., Плугатарь Ю.В., Царева Р.П. Селекция и сортоиспытание тополей: моногр. / под общ. ред. А.П. Царева. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2019. 252 с. Tsarev A.P., Plugatar' Yu.V., Tsareva R.P. *Breeding and Variety Testing of Poplars*: Monograph. Ed. by A.P. Tsarev. Simferopol, ARIAL Publ., 2019. 252 p.

55. Ченик Ф.А. Проблемы сохранения генофонда древесных растений // Лесное хозяйство и многообразие природы: Финляндия, Республика Карелия и Карельский перешеек. Йоэнсуу: Европ. ин-т леса, 1995. С. 449–452. Chepik F.A. Problems of Preserving the Gene Pool of Woody Plants. *Forestry and Nature Diversity: Finland, the Republic of Karelia and the Karelian Isthmus*. Joensuu, EFI Publ., 1995, pp. 449–452.

56. Шутяев А.М. Биоразнообразие дуба черешчатого и его использование в селекции и лесоразведении. Воронеж: НИИ лесной генетики и селекции, 2000. 336 с. Shutyayev A.M. *Biodiversity of English Oak and Its Use in Breeding and Afforestation*. Voronezh, NIILGiS Publ., 2000. 336 p.

57. Шутяев А.М. Изменчивость хвойных видов в испытательных культурах Центрального Черноземья. М.; Воронеж: НИИ лесной генетики и селекции, 2007. 296 с. Shutyayev A.M. *Variability of Coniferous Species in Progeny Field Tests of the Central Chernozem Region*. Moscow, NIILGiS Publ., 2007. 296 p.

58. Яблоков А.С. Селекция древесных пород. М.: Сельхозиздат, 1962. 487 с. Yablokov A.S. *Breeding of Woody Species*. Moscow, Sel'khozizdat Publ., 1962. 487 p.

59. Ahtikoski A., Pulkkinen P. Cost-Benefit Analysis of Using Orchard or Stand Seed in Scots Pine Sowing, the Case of Northern Finland. *New Forests*, 2003, vol. 26, iss. 3, pp. 247–262. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1024423719864>

60. Black-Samuelsson S. *The 1st Report on the State of the World's Forest Genetic Resources. Country Report: Sweden*. Sweden, Skogsstyrelsen, 2012. 52 p. Available at: <https://www.fao.org/3/i3825e/i3825e66.pdf> (accessed 07.04.20).

61. *Country Report on the State of Forest Genetic Resources United States of America*. USA, 2012. 56 p. Available at: <https://www.fao.org/3/i3825e/i3825e74.pdf> (accessed 07.04.20).

62. Efimov J.P. Some Results on the Regularities of Seed Crops in Scots Pine Seed Orchards. *Silva Fennica*, 1980, vol. 14, no. 1, pp. 63–70. DOI: <https://doi.org/10.14214/sf.a15007>

63. *FAO State of the Forest Genetic Resources in Finland 2011*. Finland, Finish Forest Research Institute, 2012. 32 p. Available at: <https://www.fao.org/3/i3825e/i3825e25.pdf> (accessed 07.04.20).

64. Hayatgheibi H., Berlin M., Haapanen M., Kärkkäinen K., Persson T. Application of Transfer Effect Models for Predicting Growth and Survival of Genetically Selected Scots Pine Seed Sources in Sweden. *Forests*, 2020, vol. 11, iss. 12, art. 1337. DOI: <https://doi.org/10.3390/f11121337>

65. Levererade skogsplantor 2019. *Sveriges officiella Statistik Statistiska meddelanden JO 0313 SM 2001*. Statistiska meddelanden från Skogsstyrelsen, 2019. 29 p. Available at: <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/statistik/statistiska-meddelanden/sm-levererade-skogsplantor-2019-rattad-ny.pdf> (accessed 07.04.20).

66. Neyko I., Kolchanova O., Monarkh V., Poznyako S. Seed Productivity and Variability of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Clones of Finnish Origin in Seed Orchard in the Central Part of Ukraine. *Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry*, 2020, vol. 62(1), pp. 1–12. DOI: <https://doi.org/10.2478/ffp-2020-0001>

67. *Report on The State of Canada's Forest Genetic Resources*. Canada, 2012. 151 p. Available at: <https://www.fao.org/3/i3825e/i3825e11.pdf> (accessed 07.04.20).

68. Shutyaev A.M., Giertych M. *Scots Pine (Pinus sylvestris L.) in Eurasia – a Map Album of Provenance Site Interactions*. Kornik, Poland, Institute of Dendrology, 2003. 266 p.

69. Skrøppa T. *State of Forest Genetic Resources in Norway*. Norwegian Country Report to the Preparation of the FAO Report on The State of the World's Forest Genetic Resources. Norwegian Genetic Resource Centre, 2012. 47 p.

70. Tsarev A. The Influence of Sexual Dimorphism on the Phenotypical Properties of Poplar. *Silvae Genetica*, 2020, vol. 69, pp. 73–77. DOI: <https://doi.org/10.2478/sg-2020-0010>

71. Tsarev A.P. Growth and Breeding of Aspen in Russia. *Silvae Genetica*, 2013, vol. 62, iss. 4-5, pp. 153–160. DOI: <https://doi.org/10.1515/sg-2013-0020>

72. Veresin M.M. The Influence of Seeds of *Pinus sylvestris* L. on the Growth of Cultures. *Reports Submitted by Scientists-Participants of the International Symposium of Forest Tree Breeding, Genetics and Seed Production of Coniferous Tree Species, Novosibirsk, June 19–25, 1972, Part I*. Pushkino, 1972, pp. 45–61.