

Научная статья

УДК 630.165+630.232.11
DOI 10.24419/LNI.2304-3083.2023.1.09

Некоторые результаты испытания тополей в Центральной лесостепи

Анатолий Петрович Царев¹

доктор сельскохозяйственных наук

Раиса Петровна Царева²

кандидат сельскохозяйственных наук

Вадим Анатольевич Царев³

кандидат сельскохозяйственных наук

Наталья Владимировна Лаур⁴

доктор сельскохозяйственных наук

Аннотация. Проанализированы результаты исследований некоторых полевых опытных объектов тополя, а также сформулированы предложения по их внедрению в практику. Изучено 3 секции настоящих тополей с раскидистой или полураскидистой кроной, произрастающих на опулетуме Семилукского лесопитомника Воронежской обл.: черные, включая евро-американские гибриды, бальзамические и гибриды настоящих тополей. Полевые исследования позволили установить в каждой секции наиболее продуктивные растения к началу IV класса возраста (16 лет). Среди них в секции тополей черных выделен сорт 'Регенерата'; в секции бальзамических – клон *Populus trichocarpa* Torr. et Gray № 83 и 84, а в группе гибридов настоящих тополей – гибрид 'Э.с.-38' ('Воронежский Гигант'). Все эти генотипы могут быть рекомендованы для производства древесины, а мужской зимостойкий клон 'Э.с.-38' – и в озеленении, причем не только в зоне испытания, но и за ее пределами.

Ключевые слова: селекция, сортоиспытание, тополя, биометрические показатели, наиболее продуктивные клоны и гибриды в лесостепи.

Для цитирования: Царев А.П., Царева Р.П., Царев В.А., Лаур Н.В. Некоторые результаты испытания тополей в Центральной лесостепи. – Текст : электронный // Лесохозяйственная информация. 2023. № 1. С. 111–120. DOI 10.24419/LNI.2304-3083.2023.1.09.

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии, главный научный сотрудник, профессор (Воронеж, Российская Федерация), antsa-55@yandex.ru, vad.tsareff@yandex.ru

² Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии, ведущий научный сотрудник (Воронеж, Российская Федерация), tsarais42@mail.ru

³ Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии, старший научный сотрудник; Воронежский государственный лесотехнический университет, старший научный сотрудник, доцент (Воронеж, Российская Федерация), vad.tsareff@yandex.ru

⁴ Петрозаводский государственный университет, доцент (Петрозаводск, Республика Карелия, Российская Федерация), laur@petrsu.ru

Original article

DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2023.1.09

Some Results of Poplars Testing in the Central Forest-Steppe

Anatoliy P. Tsarev¹

Doctor of Agricultural Sciences

Raisa P. Tsareva²

Candidate of Agricultural Sciences

Vadim A. Tsarev³

Candidate of Agricultural Sciences

Natalya V. Laur⁴

Doctor of Agricultural Sciences

Abstract. The purpose of this work is to analyze the results of some really created field experimental poplar objects and to make proposals for their use. Three sections of eupopulus poplars with a spreading or semi-spreading crown growing on a populetum in the Semiluky nursery of the Voronezh region were studied: black, including euramerican hybrids of black poplars, balsamic and their hybrids. Field research allowed us to identify the most productive plants in each section by the beginning of the 4th grade of age (16 years). Among them in the black section the variety 'Regenerata' is distinguished. In the balsamic section the clones of *Populus trichocarpa* Torr. et Gray № 83 and № 84 were best. Hybrid 'E.s.-38' ('Voronezh Giant') was best in the group of eupopulus hybrids. All these genotypes can be recommended for the production of wood. The male winter-hardy clone 'E.s.-38' was recommended for landscaping not only in the test area, but also outside it.

Key words: breeding, cultivars testing, poplars, biometric indicators, the most productive clones and hybrids of the forest-steppe.

For citation: Tsarev A., Tsareva R., Tsarev V., Laur N. Some Results of Poplars Testing in the Central Forest-Steppe. – Text : electronic // Forestry information. 2023. № 1. P. 111–120. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2023.1.09.

¹ The All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology, Chief Researcher, Professor (Voronezh, Russian Federation), antsa-55@yandex.ru

² The All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology, Leading Researcher (Voronezh, Russian Federation), tsarais42@mail.ru

³ The All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology, Senior Researcher; Voronezh State Forestry Engineering University, Senior Researcher, Associate Professor (Voronezh, Russian Federation), vad.tsareff@yandex.ru

⁴ Petrozavodsk State University, Associate Professor (Petrozavodsk, Republic of Karelia, Russian Federation), laur@petsu.ru

Введение

Тополь – самая быстрорастущая древесная порода Северного полушария. Основная цель культивирования и селекции тополя в Центральной лесостепи – повышение продуктивности биомассы и устойчивости к неблагоприятным условиям среды, прежде всего засухо- и зимостойкости. Центральная лесостепь характеризуется невысокой лесистостью, которая в последние годы имеет тенденцию к снижению, и устойчивым дефицитом древесного сырья. Поэтому разведение и выращивание тополей с лесоводственной точки зрения являются актуальными проблемами для данного региона.

При лесных исследованиях используют различные методы – как заимствованные из других отраслей науки, так и сугубо специфичные для лесного дела. Чаще всего это анализ публикаций предшественников [1–3], исследования естественных лесных насаждений или созданных производственных лесных культур [4–6]. Кроме того, во многих научных подразделениях страны проводят лабораторные исследования эколого-биохимических, цитологических и других биологических свойств древесных растений [7–9].

Однако наибольшую ценность всегда представляют результаты, полученные в ходе специальных экспериментальных полевых испытаний со значительным количеством опытных объектов [5, 6, 10, 11].

Цель работы – проанализировать результаты исследований некоторых полевых опытных объектов рода *Populus* L. и представить предложения по их использованию.

Объекты и методы исследований

Для исследования отобраны 3 секции настоящих тополей с раскидистой или полупирамидальной кроной, произрастающих на популетуме в Семилукском лесопитомнике Воронежской обл.: черные тополя, включая евро-американские гибриды, бальзамические тополя и гибриды настоящих тополей.

Популетум расположен на приводораздельном склоне р. Ведуги. Географические координаты: 51°43' с. ш. и 38°57' в. д. Средняя высота над уровнем моря – 165 м. Почва – чернозем выщелоченный.

Подготовка выделенного участка заключалась в весенней вспашке, содержании в состоянии черного пара в течение вегетационного периода и осенней перепашке. После этого осенью составили план посадки, который перенесли в натуру с использованием железной мерной ленты. Каждое посадочное место закрепляли кольшками.

Ранней весной на коллекционно-маточной плантации этого же питомника, заложенной сотрудниками ЦНИИЛГиС (в настоящее время Всероссийский НИИ лесной генетики, селекции и биотехнологии), были заготовлены хлысты тополей, отобранных для испытания. Хлысты оставили на хранение в специально подготовленном снежнике. Перед посадкой хлысты извлекали из снежника, разрезали на черенки стандартного размера в соответствии с ГОСТ 17267–71 [12] и замачивали на сутки непосредственно перед посадкой. Затем с помощью посадочной доски и меча Колесова их высаживали в грунт в намеченные осенью места. В дальнейшем в течение первых 5 лет работники Семилукского питомника проводили прополки в рядах (ручные) и в междурядьях (механизированные) по мере необходимости.

Размещение растений – 5×4 м, или 500 экз./га. Сорта и клоны высажены в 4-х повторностях, в каждой повторности по 6 экз. Смещение растений в каждой повторности рандомизированное. Происхождение тополей, их латинское наименование, авторы гибридов и их инвентарные номера по коллекции Центрального НИИ лесной генетики и селекции большей частью приведены в монографии А.П. Царева [13]. При закладке опытов, наблюдениях и исследованиях использовали подходы, опубликованные в классических работах по созданию полевых опытных объектов [14–16].

Исследование растений, данные по которым представлены в настоящей публикации,

было проведено, когда им исполнилось 16 лет (1989 г.). Диаметры на высоте 1,3 м измеряли мерной лентой (с точностью до 1 см). Высоту устанавливали высотомером марки Blume-Leisse. Статистическая обработка результатов проводилась стандартными методами [17]. Зимостойкость определяли по 5-балльной шкале – от полностью погибших до не поврежденных зимними морозами. При этом интегральным показателем устойчивости ко всем неблагоприятным факторам среды является сохранность растений (в %) на момент проведения наблюдений.

Результаты и обсуждение

В секции черных тополей с раскидистой и полупирамидальной кроной было изучено 26 клонов: 'Бахельери' (инв. № 30); 'Брабантика'-175 и 176 (инв. № 158 и 155); 'Вернирубенс' (инв. № 54); 'Тельрика' (инв. № 80, 21 и 66); 'Дрезденский' 176 и 239 (инв. № 36 и 34); 'Казахстанский' (инв. № 60); 'Канадский' (инв. № 77); каповый (инв. № 115 в 2-х повторностях); 'Каролинский'-162 (инв. № 162); 'Мариландика'- 476, 543 и 497 (инв. № 88, X₅, 191); осокорь (инв. № 131); 'Пионер' (инв. № 42); 'Регенерата' (инв. № 78 и 79); 'Робуста'-173,

236 и 195 (инв. № 63, 24 и 33); 'Сакрау'-59 и 79 (инв. № 161 и 51).

В табл. 1 представлены биометрические показатели наиболее быстрорастущего и наиболее отстающего клонов по росту, контрольного клона, а также средние значения для этой секции. Учитывали только сохранившиеся растения.

Запас и средний прирост у наиболее быстрорастущего в 16-летнем возрасте сорта 'Регенерата' превышал средние значения этих показателей по секции на 33 % (см. табл. 1). В то же время текущий прирост этого сорта был больше среднего в 3,8 раза (рис. 1). У отдельных зимостойких евро-американских сортов также отмечались значительные приросты и объемы стволов (рис. 2). Этот свидетельствует о том, что потенциал прироста запасов у этих сортов в данных условиях пока не исчерпан и их количественная спелость еще не наступила.

Клон осокорь-131, который первоначально был высажен для контроля, по запасу значительно отставал от самого продуктивного сорта. Однако его текущий прирост был в 2 раза выше среднего значения для тополей секции в целом.

В секции бальзамических тополей было изучено 12 клонов тополей: бальзамический (инв. № X₆ – 2 клона); китайский (инв. № 133 и 85); волосистоплодный (инв. № 45, 83, 84, 110 и 135); Максимовича (инв. № 86); лавролистный

Таблица 1. Биометрические показатели по секции черных тополей с раскидистой и полупирамидальной кроной в 16-летнем возрасте

Число учтенных деревьев	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Средний объем ствола, дм ³	Запас древесины, м ³ /га	Средний прирост, м ³ /га/год	Текущий прирост, м ³ /га/год
<i>Наиболее быстрорастущий сорт 'Регенерата' (инв. № 79)</i>						
17	24±0,5	38±0,9	1 083±67	384	24,0	44,4
<i>Наиболее отстающий по росту клон Каповый-3 (инв. № 115(2))</i>						
18	20±0,3	20±0,73	276±22	103	6,4	11,7
<i>Контрольный клон – осокорь (инв. № 131)</i>						
13	21±1,0	26±1,8	473±67	128	8,0	18,1
<i>Среднее по подсекции из 26 клонов и сортов</i>						
503	23±0,1	31±0,3	717±15	289	18,1	9,3

Примечание: Здесь и далее запас определяли как произведение среднего объема ствола на фактически сохранившееся число деревьев на 1 га к моменту учета.



Рис. 1. ОБРАЗЕЦ СОРТА ТОПОЛЯ 'РЕГЕНЕРАТА' В СЕМИЛУКСКОМ ПОПУЛЕТУМЕ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛ. ВОЗРАСТ – 16 ЛЕТ, СРЕДНЯЯ ВЫСОТА – 24,6 м, СРЕДНИЙ ДИАМЕТР – 38 см, ОБЪЕМ СТВОЛА – 1,1 м³. ФОТО А.П. ЦАРЕВА



Рис. 2. ОБРАЗЦЫ ТОПОЛЕЙ В СЕМИЛУКСКОМ ПОПУЛЕТУМЕ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛ. В ВОЗРАСТЕ 16 ЛЕТ. СЛЕВА СОРТ 'САКРАУ-59' (СРЕДНЯЯ ВЫСОТА – 23,4 м, СРЕДНИЙ ДИАМЕТР – 28 см, ОБЪЕМ СТВОЛА – 0,6 м³). СПРАВА СОРТ 'ВЕРНИРУБЕНС' (СРЕДНЯЯ ВЫСОТА – 24,0 м, СРЕДНИЙ ДИАМЕТР – 31 см, ОБЪЕМ СТВОЛА – 0,8 м³). ФОТО Б.И. АНТОНОВА

(инв. № 99); душистый (инв. № 100). Таксационные показатели по секции бальзамических тополей представлены в табл. 2.

Запас, средний и текущий приросты бальзамических тополей в 16-летнем возрасте значительно ниже, чем евро-американских (табл. 2). Однако до 5-летнего возраста они росли более интенсивно [3, 18, 19]. При этом в 2-летнем возрасте бальзамические тополя имели высоту 1,7 м и превышали по росту евро-американские на 10–15 %. К 5 годам они сравнялись по высоте (до 6 м). И поскольку бальзамические тополя являются более зимостойкими, то их можно использовать для создания мини-ротационных биоэнергетических лесных культур с оборотом рубки 3–6 лет, а в северных регионах – и для мелиорации.

В группе межсекционных гибридов настоящих тополей изучено 13 клонов: 'Гибрид-3Б' (инв. № 134); канадский×лавролиственный (инв. № 102); 'Ленинградский' (инв. № 104); 'Невский' (инв. № 105); 'Гибрид-10' (инв. № 106); 'Немецкий-284' (инв. № 40); 'Берлинский' (инв. № 130); 'Воронежский Гигант' (гибрид 'Э.с.-38') (инв. № 44 и 94); гибрид Э.с.-53 (инв. № 93); тополь Максимовича × 'Краснонервный' (инв. № 49); 'Колоновидный' (инв. № 103); 'Ивантеевский' (инв. № 46). Биометрические показатели наиболее быстрорастущего и отстающего в росте гибридов представлены в табл. 3.

Лучшим ростом в 16-летнем возрасте отличался гибрид 'Э.с.-38', полученный

Таблица 2. Биометрические показатели по секции бальзамических тополей в 16-летнем возрасте

Число учтенных деревьев	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Средний объем стволов, дм ³	Запас древесины, м ³ /га	Средний прирост, м ³ /га/год	Текущий прирост, м ³ /га/год
<i>Наиболее быстрорастущий клон волосистоплодный (инв. № 83)*</i>						
24	22,4±0,3	27,4±0,7	522±27	261	16,4	27,5
<i>Наиболее отстающий по росту клон душистый (инв. № 100)</i>						
24	17,8±0,3	19,1±0,5	223±15	112	7,0	11,7
<i>Контрольный клон – бальзамический (X₆₍₂₎)</i>						
21	20,9±0,4	22,3±1,1	352±40	154	9,6	15,4
<i>Среднее по подсекции из 26 клонов и сортов</i>						
254	21,3±0,4	25,3±0,8	449±28	197	12,3	22,8

* По приростам к клону № 83 близок клон № 84.

Таблица 3. Биометрические показатели в группе гибридов настоящих тополей в 16-летнем возрасте

Число учтенных деревьев	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Средний объем стволов, дм ³	Запас древесины, м ³ /га	Средний прирост, м ³ /га/год	Текущий прирост, м ³ /га/год
<i>Наиболее быстрорастущий гибрид 'Э.с.-38' (инв. № 44)</i>						
23	23±0,3	30±0,9	647±40	338	21,1	21,3
<i>Наиболее отстающий по росту гибрид 'Ленинградский' (инв. № 104)</i>						
22	17±0,6	18±0,7	188±15	86	5,4	4,6
<i>Контрольный клон – осокорь (инв. № 131)*</i>						
2	21±1,0	26±1,8	473±67	128	8,0	18,1
<i>Среднее по подсекции из 13 клонов и сортов</i>						
333	21±0,5	26±1,0	462±38	213	13,3	14,1

* При расчете средних значений не использовался.

проф. М.М. Вересиным от гибридизации *P. deltoides* × *P. balsamifera* в Воронеже (см. рис. 3), а худшим среди исследуемых гибридов в условиях Центрального Черноземья стал гибрид 'Ленинградский', выведенный проф. П.Л. Богдановым. Этот тополь показал отличный рост и высокую зимостойкость в Ленинградской обл. [20], однако для более южных регионов, как и многие другие бальзамические тополя, оказался менее пригодным.

В целом межсекционные гибриды настоящих тополей по продуктивности мало отличались от бальзамических и в первые годы роста не уступали черным тополям. Поэтому, как и тополя

предыдущей секции, их можно выращивать на короткоротационных плантациях для энергетических и мелиоративных целей.

Выводы

В целом экспериментальные полевые исследования настоящих тополей, проведенные в лесостепной зоне Европейской России, показали следующие результаты.

1. У растений рассмотренных секций выявлена разная зимостойкость. Наибольшая зимостойкость оказалась у бальзамических тополей

и у гибридов, среди родителей которых был один из представителей этой секции.

2. В ювенильном периоде (до 4–5 лет) представители бальзамических и межсекционных гибридов настоящих тополей росли быстрее черных и их евро-американских гибридов. С учетом этого их можно рекомендовать для создания энергетических плантаций с короткоротационным циклом выращивания.

3. После ювенильного периода лучшие результаты роста показали черные тополя, особенно евро-американские гибриды. Однако эти тополя страдают от зимних морозов и только немногие из них могут обладать высокой продуктивностью. Поэтому важно выявить у них зимостойкие

формы, которые могут быть использованы для выращивания ценной деловой древесины в Центрально-Черноземном районе.

4. Полевые исследования позволили установить в каждой секции наиболее продуктивные тополя к началу IV класса возраста (16 лет). Среди них в секции черных тополей выделен клон 'Регенерата-79'; в секции бальзамических тополей – клон волосистоплодный № 83 и 84, а в группе гибридов настоящих тополей – гибрид 'Э.с.-38' ('Воронежский Гигант'). Все эти тополя могут быть рекомендованы для производства древесины, а мужской зимостойкий клон 'Э.с.-38' и для озеленения, причем не только в зоне испытания, но и значительно севернее.

Список источников

1. Ирошников, А.И. Состояние и проблемы сохранения генетического фонда древесных пород в лесах России / А.И. Ирошников // Программы сохранения и постоянного воспроизводства лесных генетических ресурсов в новых независимых государствах бывшего СССР : матер. совещания (23–26 сентября 1996). – Беловежа, Беларусь. – С. 37–41.
2. Драгавцев, В.А. Методы анализа внутривидовой изменчивости в лесных популяциях и методы прогноза эффективности аналитической лесной селекции / В.А. Драгавцев. – Москва : Центральный НИИ лесной генетики и селекции, 1973. – 16 с.
3. Царев, А.П. Селекция лесных и декоративных древесных растений: учебник / А.П. Царев, С.П. Погиба, Н.В. Лаур ; под ред. А.П. Царева. – Москва : МГУЛ, 2014. – 552 с.
4. Исполинская осина: биологические особенности и перспективы плантационного выращивания : моногр. / Е.С. Багаев, С.С. Макаров, С.С. Багаев, С.А. Родин. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2021. – 72 с.
5. Альбенский, А.В. Селекция древесных пород и семеноводство / А.В. Альбенский. – Москва-Ленинград : Гослесбумиздат, 1959. – 306 с.
6. Veresin, M.M. The influence of the origin of seeds of *Pinus sylvestris* L. on the growth of cultures / M.M. Veresin // Reports submitted by scientists-participants of the International Symposium on the Forest Tree Breeding, Genetics and Seed Production of Coniferous Tree Species. – State Committee of Forestry of the Council of Ministers of the USSR; The State Forest Research Institute, Helsinki; The Royal Swedish Academy of Agriculture and Forestry; The Royal College of Forestry, Stockholm (Novosibirsk, June 19–25, 1972). – Part I. – Pushkino, 1972. – P. 45–61.
7. Биохимическая адаптация микроклонов Вейгелы цветущей 'Вариегата' (*Weigela florida* 'Variegata') к соли и медь-индуцированным стрессам / О.А. Землянухина, В.Н. Калаев, В.С. Воронина, А.Т. Епринцев // Сибирский лесной журнал. – 2017. – № 6. – С. 89–101.
8. Titanium Trisulfide Nanoribbons Affect the Downy Birch and Poplar Aspen Hybrid in Plant Tissue Culture via the Emission of Hydrogen Sulfide / O. Zakharova, A. Gusev, D. Muratov, A. Shuklinov, N. Strekalova, S. Matveev // Forests. – 2021. – 12. – P. 713.
9. Цитогенетический полиморфизм семенного потомства сосны обыкновенной на востоке Воронежской области / В.Н. Калаев, В.Г. Артюхов, В.Н. Попов, И.В. Игнатова // Лесоведение. – 2010. – № 4. – С. 56–65.
10. Вересин, М.М. Лесное семеноводство / М.М. Вересин. – Москва : Гослесбумиздат, 1963. – 158 с.
11. Chernyshov, M.P. The structure in diameter and sanitary condition of geographical cultures of Scots pine – Text : electronic / M.P. Chernyshov, M.I. Mikhailova // IOP Conference Series : Ears and Environmental Science. – IOP Publishing Ltd, 2021. – Vol. 875. – 12054. – <https://doi.org/10.1088/1755-1315/875/1/012054>
12. ГОСТ 17267–71. Черенки тополя для лесостепной и степной зон: Государственный стандарт Союза ССР. – Группа С-91. – Разработан ВНИИЛМ. – Введен в действие Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 12 ноября 1971 г. № 1861. – Текст : электронный. – URL: ГОСТ 17 267-71. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200025551> (дата обращения 12.03.2022).
13. Царев, А.П. Сортоведение тополя / А.П. Царев. – Воронеж : изд-во Воронежского университета, 1985. – 152 с.
14. Cochran, W.G. Experimental designs : Second edition / W.G. Cochran, G.M. Cox. – New York : John Wiley and Sons, Inc., 1957. – 611 p.
15. Снедекор, Дж.У. Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии / Дж. У. Снедекор. – Москва : изд-во сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов, 1961. – 503 с.
16. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : изд. 4, перераб. и доп. / Б.А. Доспехов. – Москва : Колос, 1979. – 416 с.

17. Лакин, Г.Ф. Биометрия : учеб. пособие для биол. спец. вузов : 4-е изд., перераб. и доп. / Г.Ф. Лакин. – Москва : Высшая школа, 1990. – 352 с.
18. Promising introduced Black Cottonwood species for bioenergy and forage production / A. Tsarev, Yu. Plugatar, R. Tsareva, V. Tsarev, and N. Laur // IOP Conference Series : Earth and Environmental Science. – Vol. 875 (2021). – 012088. – International science conference “Forestry-2021”. – International Forestry Forum ‘Forest ecosystems as global resource of the biosphere: calls, threats, solutions’ (9–10 September 2021, Voronezh, Russian Federation). – 9 p. – Published online 10 November 2021. – <https://doi.org/10.1088/1755-1315/875/1/012088>; <https://iopscience.iop.org/issue/1755-1315/875/1>. (Scopus).
19. Царев, А.П. Селекция и сортоиспытание тополей : монография / А.П. Царев, Ю.В. Плугатарь, Р.П. Царева ; под общ. ред. А.П. Царева. – Симферополь : ИТ “АРИАЛ”, 2019. – 252 с.
20. Богданов, П.Л. Тополя и их культура / П.Л. Богданов. – Москва : Лесная промышленность, 1965. – 104 с.

References

1. Iroshnikov, A.I. Sostoyanie i problemy sohraneniya geneticheskogo fonda drevesnyh porod v lesah Rossii / A.I. Iroshnikov // Programmy sohraneniya i postoyannogo vosproizvodstva lesnyh geneticheskikh resursov v novykh nezavisimyyh gosudarstvakh byvshego SSSR : mater. soveshchaniya (23–26 sentyabrya 1996). – Belovezha, Belarus'. – S. 37–41.
2. Dragavcev, V.A. Metody analiza vnutrividovoy izmenchivosti v lesnyh populyatsiyah i metody prognoza effektivnosti analiticheskoy lesnoj selekcii / V.A. Dragavcev. – Moskva : Central'nyy NII lesnoj genetiki i selekcii, 1973. – 16 s.
3. Tsarev, A.P. Selekciya lesnyh i dekorativnyh drevesnyh rastenij: uchebnyk / A.P. Tsarev, S.P. Pogiba, N.V. Laur ; pod red. A.P. Tsareva. – Moskva : MGUL, 2014. – 552 s.
4. Ispolinskaya osina: biologicheskie osobennosti i perspektivy plantacionnogo vyrashchivaniya : monogr. / E.S. Bagaev, S.S. Makarov, S.S. Bagaev, S.A. Rodin. – Pushkino : VNIILM, 2021. – 72 s.
5. Al'benskij, A.V. Selekciya drevesnyh porod i semenovodstvo / A.V. Al'benskij. – Moskva-Leningrad : Goslesbumizdat, 1959. – 306 s.
6. Veresin, M.M. The influence of the origin of seeds of *Pinus sylvestris* L. on the growth of cultures / M.M. Veresin // Reports submitted by scientists-participants of the International Symposium on the Forest Tree Breeding, Genetics and Seed Production of Coniferous Tree Species. – State Committee of Forestry of the Council of Ministers of the USSR; The State Forest Research Institute, Helsinki; The Royal Swedish Academy of Agriculture and Forestry; The Royal College of Forestry, Stockholm (Novosibirsk, June 19–25, 1972). – Part I. – Pushkino, 1972. – P. 45–61.
7. Biohimicheskaya adaptatsiya mikroklonov Vejgely cvetushchej ‘Variegata’ (*Weigela florida* ‘Variegata’) k sole-i med'-inducirovannym stressam / O.A. Zemlyanuhina, V.N. Kalaev, V.S. Voronina, A.T. Eprincev // Sibirskij lesnoj zhurnal. – 2017. – № 6. – S. 89–101.
8. Titanium Trisulfide Nanoribbons Affect the Downy Birch and Poplar Aspen Hybrid in Plant Tissue Culture via the Emission of Hydrogen Sulfide / O. Zakharova, A. Gusev, D. Muratov, A. Shuklinov, N. Strekalova, S. Matveev // Forests. – 2021. – 12. – P. 713.
9. Citogeneticheskij polimorfizm semennogo potomstva sosny obyknovvennoj na vostoке Voronezhskoj oblasti / V.N. Kalaev, V.G. Artyuhov, V.N. Popov, I.V. Ignatova // Lesovedenie. – 2010. – № 4. – S. 56–65.
10. Veresin, M.M. Lesnoe semenovodstvo / M.M. Veresin. – Moskva : Goslesbumizdat, 1963. – 158 s.
11. Chernyshov, M.P. The structure in diameter and sanitary condition of geographical cultures of Scots pine – Text : electronic / M.R. Chernyshov, M.I. Mikhailova // IOP Conference Series : Earth and Environmental Science. – IOP Publishing Ltd, 2021. – Vol. 875. – 12054. – <https://doi.org/10.1088/1755-1315/875/1/012054>

12. GOST 17267–71. Cherenki topolya dlya lesostepnoj i stepnoj zon: Gosudarstvennyj standart Soyuza SSR. – Gruppy S-91. – Razrabotan VNIILM. – Vveden v dejstvie Postanovleniem Gosudarstvennogo komiteta standartov Soveta Ministrov SSSR ot 12 noyabrya 1971 g. № 1861. – Tekst : elektronnyj. – URL: GOST 17 267-71. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200025551> (data obrashcheniya 12.03.2022).
13. Tsarev, A.P. Sortovedenie topolya / A.P. Tsarev. – Voronezh : izd-vo Voronezhskogo universiteta, 1985. – 152 s.
14. Cochran, W.G. Experimental designs : Second edition / W.G. Cochran, G.M. Cox. – New-York : John Wiley and Sons. Inc., 1957. – 611 p.
15. Snedekor, Dzh.U. Statisticheskie metody v primenenii k issledovaniyam v sel'skom hozyajstve i biologii / Dzh.U. Snedekor. – Moskva : izd-vo sel'skohozyajstvennoj literatury, zhurnalov i plakatov, 1961. – 503 s.
16. Dospekhov, B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) : izd. 4, pererab. i dop. / B.A. Dospekhov. – Moskva : Kolos, 1979. – 416 s.
17. Lakin, G.F. Biometriya : ucheb. posobie dlya biol. spec. vuzov : 4-e izd., pererab. i dop. / G.F. Lakin. – Moskva : Vysshaya shkola, 1990. – 352 s.
18. Promising introduced Black Cottonwood species for bioenergy and forage production / A. Tsarev, Yu. Plugatar, R. Tsareva, V. Tsarev, and N. Laur // IOP Conference Series : Earth and Environmental Science. – Vol. 875 (2021). – 012088. – International science conference “Forestry-2021”. – International Forestry Forum ‘Forest ecosystems as global resource of the biosphere: calls, threats, solutions’ (9–10 September 2021, Voronezh, Russian Federation). – 9 p. – Published online 10 November 2021. – <https://doi.org/10.1088/1755-1315/875/1/012088>; <https://iopscience.iop.org/issue/1755-1315/875/1>. (Scopus).
19. Tsarev, A.P. Selekcija i sortoispytanie topolej : monografiya / A.P. Tsarev, Yu.V. Plugatar', R.P. Tsareva ; pod obshch. red. A.P. Tsareva. – Simferopol' : IT “ARIAL”, 2019. – 252 s.
20. Bogdanov, P.L. Topolya i ih kul'tura / P.L. Bogdanov. – Moskva : Lesnaya promyshlennost', 1965. – 104 s.