

Оригинальная статья

DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2023.1/1>

УДК 630*232.13



Новые межсекционные гибриды настоящих тополей *Europulus L.*

Анатолий П. Царев¹, antsa-55@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8019-0016>

Раиса П. Царева¹, tsarais42@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-6949-4665>

Вадим А. Царев^{1,2} , vad.tsareff@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0002-3921-9339>

Елена А. Мякотникова³, myakotnikovaea@sibur.ru

Раиса В. Момот³, momotr@v@sibur.ru

¹ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии», ул. Ломоносова, 105, г. Воронеж, 394087, Россия

²ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, 8, г. Воронеж, 394087, Россия

³ООО «СИБУР», ул. Кржижановского, 16/1, г. Москва, 117218, Россия

В мировой практике известен пример внезапного поражения лучшего наиболее производительного тополя Италии 'I-214' ('Слава Италии'), который во многих странах Европы занимал до 35 % тополевых насаждений. Поражение листовой ржавчиной *Marsoninabrunnea* в течение нескольких лет полностью уничтожило насаждения этого сорта тополя. Эта катастрофа привела к формированию подхода, что при создании насаждений надо использовать не один, даже самый лучший сорт или клон, а несколько. Были предложения высаживать в близких экологических условиях местопроисхождения не менее 30-50 разных клонов, гибридов и сортов. Такие подходы стали распространяться не только в Западной Европе, но и других странах, в том числе в Советском Союзе и России. Размножение межсекционных гибридов тополей (*Europulus L.*) производилось в производственных питомниках Воронежской и Липецкой областей. Анализ результатов гибридизации тополей (бальзамические×черные и черные×бальзамические) показал, что приживаемость гибридных сеянцев в Семилукской коллекции № 1 составила 85-100 %. Их сохранность к 2021 году снизилась до 45-74 %. По результатам многолетних наблюдений средние биометрические показатели роста по диаметру и высоте выросли от 5.9 до 14.0 см и от 8.6 до 24.4 м соответственно. Результаты исследований 16 новых межсекционных гибридов показывают, что объемы стволов в 21-летнем возрасте составили от 0,151 до 0,753 м³. В будущем планируется представить в Государственную комиссию по сортоиспытанию РФ три кандидата в сорта: 'Версия', 'Стройн' и 'Борей'.

Ключевые слова: гибридизация, размножение, сортоиспытание, тополь, биометрические показатели, государственная регистрация сортов

Финансирование: данное исследование не получало внешнего финансирования.

Благодарности: Авторы благодарят сотрудников Всероссийского научно-исследовательского института лесной генетики, селекции и биотехнологии, Воронежского государственного лесотехнического университета имени Г.Ф. Морозова, принимавших участие в проведении работ по гибридизации и размножению новых гибридов тополей, а также работников производственных лесных предприятий за помощь в создании коллекционных полевых испытательных объектов тополей и уходе за ними.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Новые межсекционные гибриды настоящих тополей *Europulus* L. / А. П. Царев, Р. П. Царева, В. А. Царев, Е. А. Мякотникова, Р. В. Момот // Лесотехнический журнал. – 2023. – Т. 13. – № 1 (49). – С. 5–22. – Библиогр.: с. 17–21 (24назв.). – DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2023.1/1>



Поступила 11.03.2023. Пересмотрена 07.04.2023. Принята 09.04.2023. Опубликовано онлайн 15.05.2023.


Article


New intersectional hybrids of *Europulus* L.

Anatoly P. Tsarev¹, antsa-55@yandex.ru,  <https://orcid.org/0000-0001-8019-0016>

Raisa P. Tsareva¹, tsarais42@mail.ru  <https://orcid.org/0000-0002-6949-4665>

Vadim A. Tsarev^{1,2} , vad.tsareff@yandex.ru  <https://orcid.org/0000-0002-3921-9339>

Elena A. Myakotnikova³, myakotnikovaea@sibur.ru 

Raisa V. Momot³, momotrv@sibur.ru 

¹All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology, Lomonosov str., 105, Voronezh, 394087, Russian Federation

²Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Timiryazeva str., 8, Voronezh, 394087, Russian Federation

³'SIBUR' LLC, Krzhizhanovskiy str., 16/1, Moscow, 117218, Russian Federation

Abstract

In world practice, there is an example of a sudden defeat of the best most productive poplar in Italy 'I-214' ('Glory of Italy'), which in many European countries occupied up to 35% of poplar plantations. The defeat of leaf rust *Marsonina brunnea* for several years completely destroyed the plantings of this variety of poplar. This catastrophe led to the formation of an approach that when creating plantings, it is necessary to use not one, even the best variety or clone, but several. There were proposals to plant at least 30-50 different clones, hybrids and varieties in close ecological conditions of the growing place. Such approaches began to spread not only in Western Europe, but also in other countries, including the Soviet Union and Russia. Reproduction of intersectional hybrids of poplars (*Europulus* L.) was carried out in production nurseries of the Voronezh and Lipetsk regions. Analysis of the results of hybridization of poplars (balsamic× black and black× balsamic) showed that the survival rate of hybrid seedlings in the Semiluk collection No. 1 was (85-100%). Their safety by the age of 21 has decreased to 45-74%. According to the results of long-term observations, the average biometric growth indicators in height and diameter increased from 5.9 to 14.0 cm and from 8.6 to 24.4 m, respectively. The results of studies of 16 new intersectional hybrids show that the trunk volumes at the age of 21 ranged from 0.151 to 0.753 m³. In the future, it is planned to submit three candidates for varieties to the State Commission for Variety Testing of the Russian Federation: 'Versiya', 'Stroyn' and 'Borey'.

Keywords: hybridization, reproduction, variety testing, poplar, biometric indicators, state registration of varieties

Funding: this research received no external funding.

Acknowledgments: The authors thank the staff of the All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology and the Voronezh State University of Forestry and Technology named after G.F. Morozov, who participated in the hybridization and reproduction of new poplar hybrids, as well as employees of industrial forest enterprises for their assistance in creating collection field test facilities of poplars and treatment for them.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

For citation: Tsarev A. P., Tsareva R. P., Tsarev V. A., Myakotnikova E. A., Momot R. V. (2023). New intersectional hybrids of *Eupopulus L. Lesotekhnicheskii zhurnal* [Forestry Engineering journal], Vol. 13, No. 1 (49), pp. 5-22 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2023.1/1>.

Received 11.03.2023. **Revised** 07.04.2023. **Accepted** 09.04.2023. **Published online** 15.05.2023.

Введение

Тополя являются одними из наиболее быстрорастущих древесных растений умеренного климата. И благодаря своей скорости роста, а также способности к вегетативному размножению, сохраняющей все генетические особенности материнских деревьев, тополя являются объектом пристального и первоочередного внимания лесных генетиков и селекционеров всего мира. Это реализовалось в создании международной тополевой комиссии (International Poplar Commission) в рамках ФАО, которая уже более 75 лет координирует исследования по генетике, селекции, разведению и использованию тополей и других быстрорастущих пород [1-3 и др.].

В систематике выделяют секции осин, белых, черных, бальзамических и туранговых тополей и насчитывают по разным источникам как минимум более 30 различных видов [4-6 и др.].

В зависимости от климатических и почвенно-экологических условий местопроизрастания в разных зонах отдается предпочтение представителям тех или иных секций [5-8].

Кроме того, в начале 20-го века в разных странах (сначала в Великобритании, затем в США, а потом и в других государствах) были начаты гибридизационные работы с целью соединить лучшие качества, которыми располагают разные виды тополей. Пионером гибридизационных работ считается исследователь А. Ненгу, который в 1912 году в Великобритании синтезировал гибрид *P. generosa* Ненгу, скрестив *P. trichocarpa* Hooker × *P. angulata* Ait. К середине XX века в мире (без СССР) насчитывалось 83 гибрида тополей. К настоящему времени число гибридов в мире увеличилось многократно [2, 9, 10].

В Советском Союзе и России также было выведено много гибридов [11 и др.]. При этом селекционеры стремились получить у гибридного

потомства оптимальное сочетание хозяйственно-ценных признаков материнских растений, в частности, быстрый рост и зимостойкость бальзамических тополей в ювенильном возрасте с быстрым ростом в более зрелом возрасте у черных [11-15].

Кроме того, гибридизационные работы проводились с целью получения у новых гибридов дополнительных хозяйственно-ценных свойств. Таких как прямизна стволов, пирамидальность кроны, плотность древесины и др., а также повышения устойчивости растений к энтомовам и фитоболезням, особенно после внезапного поражения лучшего и наиболее производительного тополя Италии 'I-214' ('Слава Италии'), который во многих странах Европы занимал до 35 % тополевых насаждений [16, 17].

Поражение листовой ржавчиной *Marsonina brunnea* в течение нескольких лет полностью уничтожило насаждения этого сорта тополя. Эта катастрофа привела к мысли, что при создании насаждений надо использовать не один, даже самый лучший сорт или клон, а несколько. В научной литературе появились предложения, что во избежание подобных катастроф необходимо в близких экологических условиях местопроизрастания высаживать 30-50 разных клонов, гибридов и сортов.

В настоящей работе приводятся данные по результатам гибридизации между бальзамическими и черными тополями и наоборот. Многолетние исследования позволили получить определенные положительные результаты.

Цель представленной работы заключалась в анализе результатов межсекционной гибридизации настоящих тополей и в отборе новых кандидатов в сорта.

Материалы и методы

Предмет и объект исследования

Объектами исследований были Семилукская коллекция новых гибридов тополя № 1, созданная в

1977 г. в Семилукском районе Воронежской области, а также коллекционно-маточные плантации (КМП), созданные на территории лесопаркового участка (ЛПУ) ФГБУ «ВНИИЛГИСБиотех» (2016 г., г. Воронеж), в Куликовском лесхозе Липецкого управления лесного хозяйства (2019-2020 гг., с. Кулики Усманского района Липецкой области) и на землях ООО «Объединенные питомники» (2022 г., с. Приволье Семилукского района Воронежской области).

Сбор данных

При межсекционных скрещиваниях в качестве материнских форм были взяты черные (дельтовидный и 'Пионер') и бальзамические (бальзамический и волосистоплодный) тополя. В качестве отцовских форм в скрещиваниях использовались черный тополь 'Пирамидально-осоконовый Камышинский' ('ПОК'), тополь бальзамический и межсекционный гибрид 'Э.с.-38' ('Элитный сеянец № 38').

Проведено 5 межсекционных вариантов скрещиваний: дельтовидный×бальзамический (семья 75.11), бальзамический×'ПОК' (семья 75.33), 'Пионер'× бальзамический (семья 75.41), волосистоплодный×'Э.с.-38' (семья 75.52). Всего было выращено несколько сотен гибридных сеянцев, из них отобрано 216 экземпляров, которые перенесены на постоянное место произрастания в Семилукскую коллекцию гибридов № 1 для последующего сортоизучения и первичного сортоиспытания.

Почва – чернозем обыкновенный суглинистый. Размещение гибридов на коллекции 5×5 м. На участке периодически проводились замеры высот и окружностей стволов. Высоты первые 5 лет измерялись с помощью мерного шеста, а в последующие годы высотомером *Blume Lisse*. Окружности стволов переводились в диаметры. Расчет объемов стволов осуществлялся по формуле:

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \times \frac{Hf}{10\,000} \quad (2.1)$$

где V – объем ствола, м³;

D – диаметр на высоте 1,3 м, см;

H – высота дерева, м;

f – видовое число, или форм-фактор; $f = V/V'$,

где V' – это цилиндр, основанием которого является сечение ствола дерева на высоте 1,3 м, а высота равна

высоте дерева; f для тополей в среднем составляет 0,39.

Анализ данных

В соответствии с директивой Совета 1999/105/ЕС статистическим контролем для сравнения могут служить средние характеристики тестируемой совокупности растений. В каждой семье были отобраны деревья, которые превышали соответствующее среднее значение тестируемых гибридных семей.

Результаты и обсуждение

В табл. 1 представлены показатели приживаемости и динамика сохранности межсекционных гибридных семей тополя на Семилукской коллекции № 1.

Из данных табл. 1 видно, что приживаемость сеянцев была высокой и составляла в среднем 93 %. Изучение динамики сохранности испытываемых гибридных семей показало, что плановая сохранность, принятая Управлением лесного хозяйства по Воронежской области равной 70 %, наблюдалась в основном до 17 лет. Исключение составила семья № 75.52 (волосистоплодный × 'Э.с.-38'). Сохранность ее потомства высокой (75-83 %) была до 7-летнего возраста. В 8 лет она снизилась до 58 %, а в 10-летнем возрасте – до 50 %, какой и оставалась до 21-летнего возраста. А у семьи № 75.41 ('Пионер'× бальзамический) сохранность гибридов оставалась высокой в течение всех лет наблюдений и в 21 год она составляла 74 % (рис. 1).

Динамика роста анализируемых гибридных семей представлена в табл. 2 и 3. Из данных табл. 2 видно, что в первые годы роста лучшие показатели по высоте, превышающие контроль, были у потомств гибридных семей 75.11, 75.41 и 75.52. И лидерами они оставались до 9 лет. В 9 лет эти семьи имели среднюю высоту 7,9-9,0 м, у контроля в этом возрасте она составила 7,8 м. В 10-летнем возрасте в тройку лидеров по высоте вошла семья 75.33, а семья 75.11 стала отставать и переместилась на 4-е место. Такое распределение рангов по высоте сохранялось до конца наблюдений, т.е. до 21 года. Средняя высота лидирующей тройки в 21 год составляла 14,0-16,7 м (рис. 2).

По диаметру, также как и по высоте, первыми были семьи 75.11, 75.41 и 75.52. В 10 лет в тройку лучших вошла семья 75.52, а семья 75.11 перемести-

ласть на 4-е место. Сложившаяся дифференциация сохранялась до конца наблюдений. Средний диаметр лидирующей группы в 21 год варьировал от 24 до 32 см (рис. 3).

Дифференциация по росту наблюдалась не только между семьями, но и внутри семей. В группу перспективных по энергии роста были отобраны 16 гибридов, перечень которых с динамикой их роста представлены в табл. 4.

Из семьи 75.11 (дельтовидный × бальзамический) отобрано 4 гибрида, которые в 18 лет имели

высоту 11,7-13,5 м (у контроля – 12,0 м) и диаметр – 18,5-25,8 см (у контроля – 19,0 см). Из семьи 75.33 (бальзамический × ‘ПОК’) отобрано также 4 гибрида с высотой 14,7-16,8 м, диаметром 27,7-30,3 см (у контроля соответственно 13,5 м и 22,0 см). Сложные гибриды этой семьи получены при опылении пыльцой тополя ‘Пирамидально-осокоревого Камышинского’, который, в свою очередь, получен при скрещивании тополя пирамидального с тополем черным (г. Волгоград, ВНИАЛМИ, автор гибрида – А.В. Альбенский).

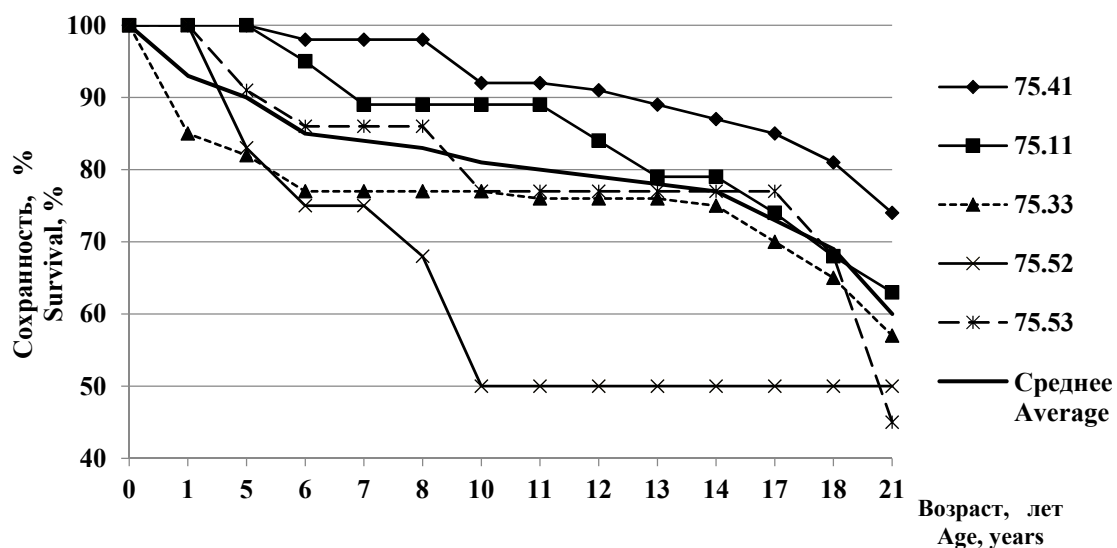


Рисунок 1. Динамика сохранности гибридных семей тополя, произрастающих на Семилукской коллекции № 1 (%)
Figure 1. Dynamics of survival of hybrid poplar families growing at the Semiluky collection No. 1 (%)

Источник: собственная композиция авторов
Source: authors' composition

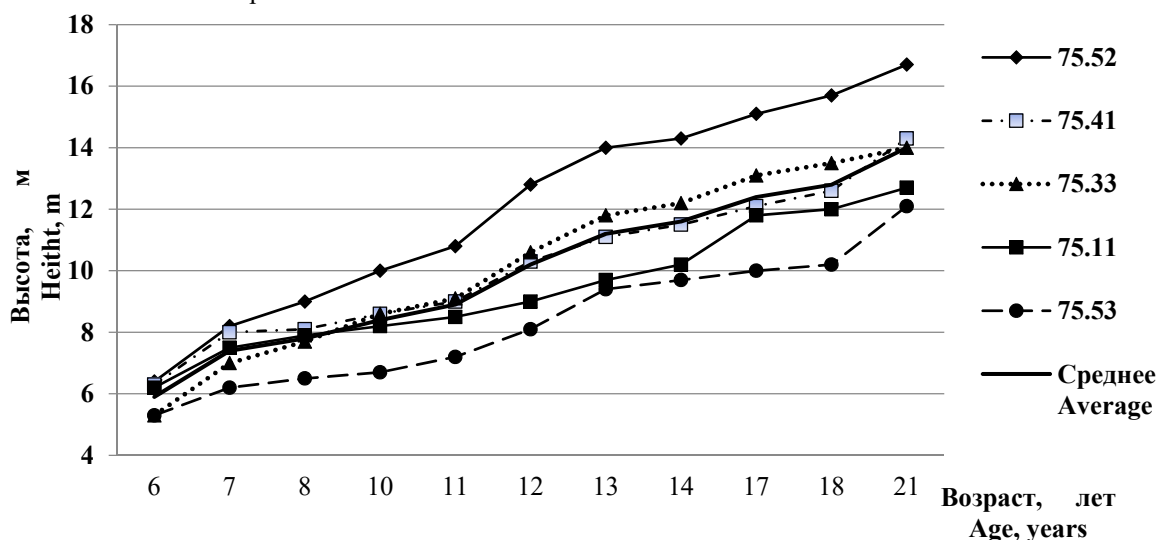


Рисунок 2. Динамика роста гибридных семей тополя по высоте (м) на Семилукской коллекции № 1
Figure 2. Dynamics of growth of hybrid poplar families in height (m) at the Semiluky collection No. 1

Источник: собственная композиция авторов
Source: authors' composition

Таблица 1

Приживаемость и динамика сохранности потомств гибридных семей тополя на Семилукской коллекции № 1

Table 1

Dynamics of survival of the offspring of hybrid poplar families at the Semiluky collection No. 1

Шифр гибридной семьи Inventory number of the hybrid families	Варианты скрещиваний Variants of crosses	Высажено сеянцев, шт. Number of planted seedlings, pcs.	Приживаемость, шт. % Rootage rate, pcs. %	Динамика сохранности по годам наблюдений, шт. % в возрасте (лет) Survival dynamics by years of observation, pcs. % at the age (years)												
				5	6	7	8	10	11	12	13	14	17	18	21	
75.11	дельтовид. × бальзам. <i>P. deltoides</i> × <i>P. balsam.</i>	19	19/100	18/95	17/89	17/89	17/89	17/89	17/89	17/89	16/84	15/79	15/79	14/74	13/68	12/63
75.33	бальзамич. × ПЛОК** <i>P. balsam.</i> × ПЛОК*	110	94/85	85/77	85/77	85/77	85/77	85/77	85/77	84/76	84/76	84/76	83/75	77/70	72/65	63/57
75.41	Пионер × бальзам. ‘Pioneer’ × <i>P. balsam.</i>	53	53/100	52/98	52/98	52/98	52/98	49/92	49/92	49/92	48/91	47/89	46/87	45/85	43/81	39/74
75.52	волосист. × ‘Э.с.-38’ <i>P. trichocarpa</i> × ‘E.s.-38’	12	12/100	9/75	9/75	7/58	7/58	6/50	6/50	6/50	6/50	6/50	6/50	6/50	6/50	6/50
75.53	волосист. × ПЛОК** <i>P. trichocarpa</i> × ПЛОК*	22	22/100	19/86	19/86	19/86	19/86	17/77	17/77	17/77	17/77	17/77	17/77	17/77	15/68	10/45
Итого и среднее: Total and average:		216	200/93	183/85	182/84	180/83	174/81	173/80	171/79	169/78	167/77	158/73	149/69	130/60		

*‘ПЛОК’ – ‘Пирамидально-осокоревый Камышинский’

‘РОК’ – ‘Pyramidal-osokorevy Kamushnitsky’

Источник: собственные вычисления авторов

Таблица 2
Динамика роста потомств гибридных семей тополя на Семилукской коллекции № 1, полученных от межсекционных скрещиваний (по высоте)

Table 2
Dynamics of growth of offspring of hybrid poplar families at the Semiluky collection No. 1, obtained from intersecational crosses (in height)

Шифр гибридной семьи Inventory number of the hybrid families	Варианты скрещиваний Variants of crosses	Динамика роста в высоту по годам наблюдений, м в возрасте (лет) Growth dynamics in height by years of observation, m at the age (years)										
		6	7	8	10	11	12	13	14	17	18	21
75.11	дельтовидный × бальзамический <i>P. deltoides</i> × <i>P. balsamifera</i>	6,2	7,5	7,9	8,2	8,5	9,0	9,7	10,2	11,8	12,0	12,7
75.33	бальзамический × ПЛОК** <i>P. balsamifera</i> × РОК'	5,3	7,0	7,7	8,6	9,1	10,6	11,8	12,2	13,1	13,5	14,0
75.41	'Пионер' × бальзамический 'Рюлеет' × <i>P. balsamifera</i>	6,3	8,0	8,1	8,6	9,0	10,3	11,1	11,5	12,1	12,6	14,3
75.52	волосистоплодный × 'Эс-38' <i>P. trichocarpa</i> × 'E.s.-38'	6,4	8,2	9,0	10,0	10,8	12,8	14,0	14,3	15,1	15,7	16,7
75.53	волосистоплодный × ПЛОК** <i>P. trichocarpa</i> × РОК'	5,3	6,2	6,5	6,7	7,2	8,1	9,4	9,7	10,0	10,2	12,1
Итого и среднее: Total (control):		5,9	7,4	7,8	8,4	8,9	10,2	11,2	11,6	12,4	12,8	14,0

*'ПЛОК' – 'Пирамидально-осокоревый Камышинский'

'РОК' – 'Рутамидально-осокоревый Камышинский'

Источник: собственные вычисления авторов

Source: own calculations

Таблица 3

Динамика роста потомств гибридных семей тополя на Семилукской коллекции № 1, полученных от межсекционных скрещиваний (по диаметру)

Table 3

Dynamics of growth of offspring of hybrid poplar families at the Semiluky collection No. 1, obtained from intersecional crosses (in diameters)

Шифр гибридной семьи Inventory number of the hybrid families	Варианты скрещиваний Variants of crosses	Динамика роста по диаметру, см в возрасте (лет) Growth dynamics in diameter by years of observation, cm at the age (years)										
		6	7	8	10	11	12	13	14	17	18	21
75.11	дельтовидный×бальзамический <i>P. deltoides</i> × <i>P. balsamifera</i>	9	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
75.33	бальзамический×'ПОК' <i>P. balsamifera</i> ×'POK'	7	10	11	14	15	16	17	18	21	22	24
75.41	'Пионер'×бальзамический 'Pioneer'× <i>P. balsamifera</i>	9	12	13	15	16	17	18	19	21	22	25
75.52	волосистоплодный×'Э.с.-38' <i>P. trichocarpa</i> ×'E.s.-38'	10	13	15	19	20	21	22	25	29	30	32
75.53	волосистоплодный×'ПОК' <i>P. trichocarpa</i> ×'POK'	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	21
Итого и среднее: Total (control):		8,6	11,0	12,2	14,4	15,4	16,4	17,4	18,8	21,0	22,0	24,4

*'ПОК' – 'Пирамидально-осокоревый Камышинский'

'РОК' – 'Рутамидально-осокоревый Камышинский'

Источник: собственные вычисления авторов

Source: own calculations

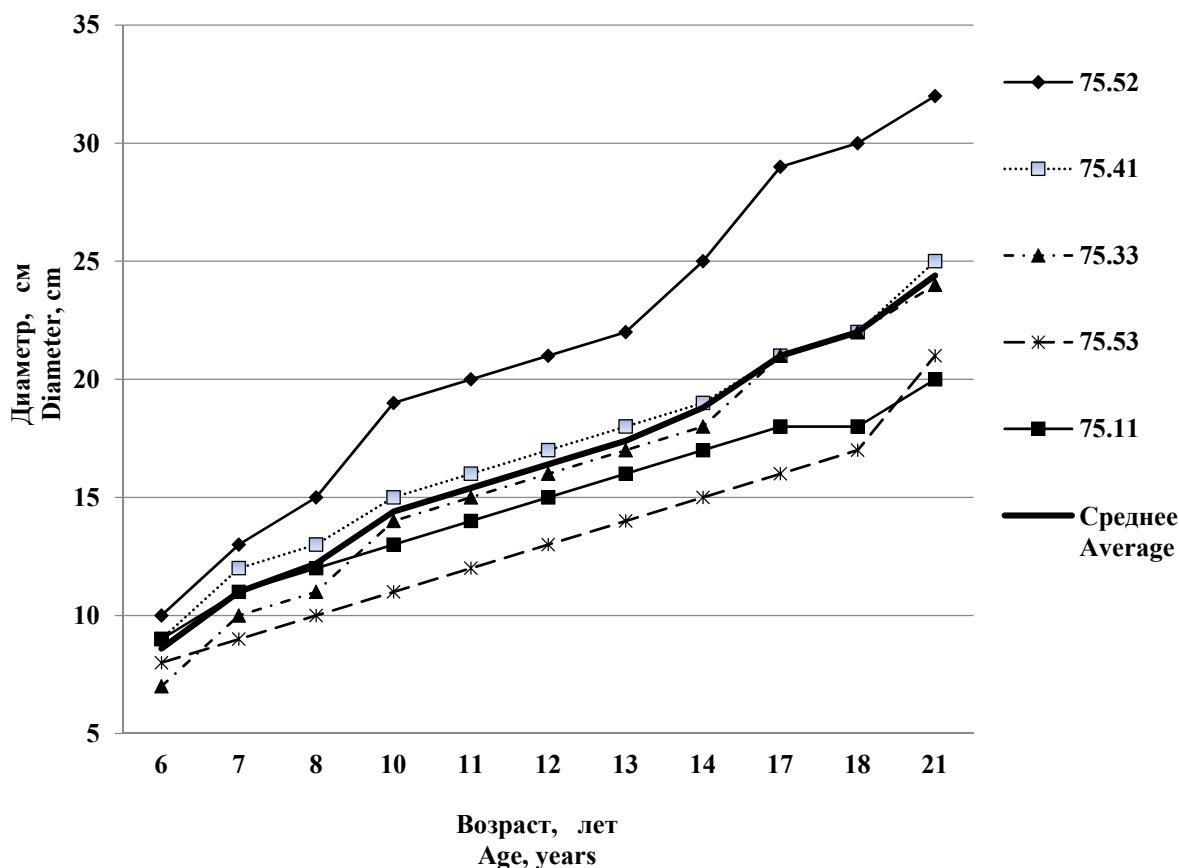


Рисунок 3. Динамика роста гибридных семей тополя по диаметру (см) на Семилукской коллекции № 1

Figure 3. Dynamics of growth of hybrid poplar families in diameter (cm) at the Semiluky collection No. 1

Источник: собственная композиция авторов

Source: author's composition

Несколько больше (7 гибридов) отобрано в перспективную группу из семьи 75.41 (т. 'Пионер' × бальзамический). Тополь 'Пионер' получен А. С. Яблоковым от скрещивания т. черного пирамидального с т. черным с раскидистой формой кроны. Перспективные гибриды семьи 75.41 в 18 лет имели высоту 13,8-18,0 м, диаметр – 22,6-30,0 см. У контроля средняя высота в этом возрасте была 12,6 м, диаметр 22,0 см.

В семье 75.52 (волосистоплодный × Э.с.-38) отобран один гибрид с показателями роста в 18 лет по высоте 17,2 м и по диаметру 32,5 см. Средние значения по семье (контроль) составляли в этом возрасте 15,7 м и 30,0 см соответственно. Потомство этой семьи состоит также из сложных гибридов, т.к. отцовская форма (т. 'Э.с.-38') получена М. М. Версиным (ВГЛТУ) при скрещивании тополя дельтовидного (из секции черных тополей) с тополем баль-

замическим и имеет следующую формулу: волосистоплодный × (дельтовидный × бальзамический).

Кроме того, в табл. 4 представлены данные по объемам стволов. Наибольшие объемы стволов в 21-летнем возрасте отмечены у гибридов 'Стройн', 'Борей', 'Передел', 'Версия', 'Арктур', 'Былина' и гибрида 14.13 (0,506-0,753 м³).

Среди перечисленных новых гибридов отобраны три гибрида – кандидата в сорта. Это два сложных мужских гибрида из семьи 75.33 (бальзамический × 'ПОК') – 'Стройн' и 'Борей', а также женский сложный гибрид из семьи 75.41 ('Пионер' × бальзамический) – 'Версия' с объемом стволов от 0,506 до 0,580 м³. Эти гибриды в настоящее время проходят стадию размножения с целью дальнейшей их передачи в Госсортокмиссию РФ для

Таблица 4

Table 4

Динамика роста отобранных гибридов тополей, произрастающих на Семилукской коллекции № 1

Growth dynamics of selected poplar hybrids growing at the Semiluky collection No. 1

№№ п/п Ordinal No	Шифр семьи Inventory number of the families	Наименование гибрида Hybrid names	Родители Parent trees	Шифр гибрида Inventory number of the hybrid	Динамика роста перспективных гибридов по высоте (H), диаметру (D) и объему ствола (V) Growth dynamics of promising hybrids in height (H), diameter (D) and trunk volume (V)												Пол			
					6 лет			10 лет			14 лет			18 лет				21 год		
					H, м	D, см	V, м³	H, м	D, см	V, м³	H, м	D, см	V, м³	H, м	D, см	V, м³		H, м	D, см	V, м³
1	75.11	'Руслан' 'Ruslan'	дельтовидн. × бальзамический <i>P. deltoides</i> × <i>P. balsamifera</i>	29-04	7,5	11,2	9,1	15,3	10,6	17,8	11,7	19,7	12,4	20,1	0,153	♂				
2		'Балиста' 'Balista'			7,5	11,6	10,0	15,6	12,0	17,5	13,5	18,5	13,8	18,9	0,151					
3		б/названия untitled			7,0	10,0	10,6	15,0	11,8	20,1	12,7	22,3	13,1	23,9	0,229					
4		б/названия untitled			6,6	9,7	9,4	17,5	10,5	22,0	12,6	25,8	13,1	26,8	0,288					
Среднее по семье (контроль) Family average (control):					6,2	9,0	8,2	13,0	10,2	17,0	12,0	19,0	12,7	20,0	0,156	-				
5	75.33	'Стройн' 'Stroyn'	бальзамиче- ский × 'ПОК' * <i>P. balsamifera</i> × 'POK'	11-05	8,8	12,2	12,1	21,3	15,5	27,0	16,7	30,3	16,9	32,0	0,530	♂				
6		'Борея' 'Borey'			7,4	10,2	11,0	17,8	15,5	23,0	16,7	27,7	17,6	32,8	0,580					
7		б/названия untitled			6,5	10,1	10,8	19,4	15,0	29,0	16,8	36,4	17,4	37,6	0,753					
8		б/названия untitled			6,4	11,8	9,5	20,4	13,3	26,8	14,7	29,6	15,2	31,2	0,453					
Среднее по семье (контроль) Family average (control):					5,3	7,0	8,6	14,0	12,2	18,0	13,5	22,0	14,0	24,0	0,247	-				
9	75.41	'Передел' 'Peredel'	'Пионер' × бальзамиче- ский <i>P. balsamifera</i> × 'POK'	22-02	9,1	17,5	10,5	22,9	13,6	27,4	14,1	30,0	16,2	33,4	0,554	♂				
10		'Адита' 'Addita'			8,4	14,1	10,4	20,1	13,1	24,8	14,0	27,0	15,3	31,2	0,456					
11		'Версия' 'Versiya'			9,3	15,4	12,0	20,5	15,7	25,2	16,7	27,4	18,0	30,3	0,506					
12		'Арктур' 'Arktur'			6,2	10,5	9,5	16,1	12,0	20,1	13,8	23,6	15,7	32,5	0,508					
13		'Садко' 'Sadko'			7,8	11,7	9,7	19,1	13,6	22,9	14,0	25,0	15,0	27,7	0,353					
14		'Эрда' 'Erda'			9,0	13,3	11,0	20,4	13,6	26,1	16,0	28,3	17,0	30,3	0,478					
15	'Арта' 'Arta'	8,5	11,5	10,0	17,2	12,2	20,4	14,3	22,6	15,7	23,9	0,275								
Среднее по семье (контроль) Family average (control):					6,3	9,0	8,6	15,0	11,5	19,0	12,6	22,0	14,3	25,0	0,274	-				
16	75.52	'Былина' 'Bylina'	волосистошолодный × 'Э.с.-38' <i>P. trichostoma</i> × 'E.s.-38'	36-02	7,0	11,5	11,0	21,0	16,2	28,0	17,2	32,5	18,3	34,7	0,675	♀				
Среднее по семье (контроль) Family average (control):					6,4	10,0	10,0	19,0	14,3	25,0	15,7	30,0	16,7	32,0	0,524	-				

Примечание: 'ПОК' – 'Пирамидально-осокоревый Камышинский'

Note: 'POK' – 'Pyramidal-osokorey Kamushinsky'

Источник: собственные вычисления авторов

Source: own calculations

патентования селекционного достижения и присвоения им статуса “сорт”. Из размноженных гибридов создано укоренительное отделение для выращивания укорененного посадочного материала с целью создания испытательного участка и проведения сортоизучения и сортоиспытания новых генотипов. В табл. 5 представлен материал по укореняемости стеблевых черенков новых гибридов тополя –

кандидатов в сорта, высаженных в разных регионах Воронежской и Липецкой областей: в с. Приволье Семилукского района Воронежской области (на землях ООО “Объединенные питомники”), в Куликовском лесхозе Липецкого управления лесного хозяйства (Усманский район Липецкой области) и в лесопарковом участке ФГБУ “ВНИИЛГИСБиотех” (г. Воронеж).

Таблица 5

Укореняемость стеблевых черенков новых гибридов тополя – кандидатов в сорта и средняя высота 1-летних саженцев в различных регионах исследования

Table 5

Rootability of stem cuttings of new poplar hybrids – candidates for varieties and the average height of 1-year-old seedlings in different regions of the study

Кандидаты сорта Candidates for variety	Районы испытания Test areas								
	ЛПУ “ВНИИЛГИСБиотех” Forest-Park Area of the All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology			Куликовский лесхоз Kulikovsky forestry			с. Приволье Privol’e village		
	высажено, шт. Initially planted, pcs.	укореняемость, % rootage, %	средняя высота, см average height, cm	высажено, шт. Initially planted, pcs.	укореняемость, % rootage, %	средняя высота, см average height, cm	высажено, шт. Initially planted, pcs.	укореняемость, % rootage, %	средняя высота, см average height, cm
‘Версия’ ‘Versiya’	45	82	64	196	89	84	120	82	89
‘Борей’ ‘Borey’	92	82	61	139	81	72	86	78	80
‘Стройн’ ‘Stroyn’	28	89	77	50	96	70	25	76	69
Почва Soil	серая лесная супесчаная gray forest sandy loam			чернозем обыкновенный среднесуглинистый ordinary medium loamy chernozem					

Источник: собственные вычисления авторов
Source: own calculations

Из данных табл. 5 видно, что укореняемость стеблевых черенков испытываемых тополей была высокая. У тополя ‘Версия’ она была равна 82-89 %, у ‘Борей’ – 78-82 %, у ‘Стройна’ – 76-96 %. Причем укореняемость в Куликовском лесхозе в Усманском районе Липецкой области на черноземе обыкновенном была самой высокой (81-96 %).

Средняя высота 1-летних укорененных саженцев варьировала от 61 до 89 см. Наибольшей она была у ‘Версии’ и ‘Борей’ в Куликовском

лесхозе и в питомнике в с. Приволье Семилукского района Воронежской области (72-84 см), наименьшая – у т. ‘Стройна’ (69-70 см).

По данным чешских исследователей [18], сохранность шести отобранных клонов гибридных тополей (*P. maximowiczii* × *P. berolinensis*) на миниротационных плантациях (размещение 2,6×0,7 м, 49°32'N, 16°15'E) в 6-летнем возрасте перед их срезкой на биомассу составляла от 59,1 % у гибрида *P. trichocarpa* × *P. koreana* (*P. trichocarpa* × *P.*

deltoides) до 73,1 % угибрида *P. nigra* × *P. maximowiczii*. Сохранность местного тополя черного в этом же возрасте составила 36,9 %. Средний диаметр 6-летних гибридов варьировал от 5,9 см (*P. nigra*) до 10,1 см у гибрида *P. trichocarpa* × *P. koreana* (cf. *P. trichocarpa* × *P. deltoides*). Средняя высота 5-ти из 6-ти испытываемых гибридов превышала 8 м, а у 3-х гибридов была выше 10 м. Сохранность наших гибридов в 5-летнем возрасте варьировала от 82 до 100 % и в среднем составила 90 % (см. табл. 1), что значительно превышает данные чешских исследований. Соответствующие средние показатели отобранных нами гибридов в этом же возрасте существенно превышают результаты чешских исследователей (см. табл. 4). Возможно, это связано с большей площадью питания наших гибридов, высаженных с размещением 5×5 м.

В опыте американских исследователей с тремя уровнями искусственного засоления [19] для 8-ми гибридов тополя после 4 лет испытаний 5 гибридов (3 гибрида *P. deltoides* Bart. ex Marsh. × *P. nigra* L., *P. 'Robusta'* и один гибрид *P. nigra* × *P. maximowichii* A. Henry) при низком уровне засоления (0,1-3,9 dS m⁻¹) демонстрировали высокую сохранность – от 87 до 100 %. Средняя высота этих гибридов после 4-го сезона испытаний варьировала от 2,7 до 3,4 м (размещение 3×3 м). Сохранность наших гибридов в 5-летнем возрасте варьировала от 82 до 100 % и в среднем составила 90 % (см. табл. 1). Средняя высота наших гибридов в 6-летнем возрасте составила 6,4-9,3 м (размещение 5×5 м) (см. табл. 4).

Китайскими исследователями из Нанкинского лесного университета [20] в 2021 г. были представлены результаты 24-х летних полевых испытаний 104-х интродуцированных из южных штатов (Миссисипи, Луизиана, Техас) США (*P. deltoides* Bartr. ex Marsh.), а также тополя 'I-69' (*P. deltoides* Bartr. ex Marsh. cv. 'Lux') итальянской селекции и 2-х местных гибридов 'Nanlin-95' и 'Nanlin-895', выведенных в Нанкинском лесном университете ('I-69' × 'I-45' (*P. × euramaricana* (Dode) Guinier cv. 'I-45/51')). Схема размещения 6×6 м. Опыт заложен в очень благоприятных для тополя условиях местопрорастания – на плодородных почвах низинной

равнины с теплым умеренным климатом (33°08' N, 119°19' E, среднегодовое количество осадков 964 мм, среднегодовая температура 14,3°C). После 24 лет роста сохранность клонов варьировала в очень широких пределах от 0 до 100 %. Сохранность гибридов 'I-69', 'Nanlin-95' и 'Nanlin-895' составила 70,8; 73,3 и 40,0 % соответственно. Средний диаметр клонов варьировал от 28,2 до 53,6 см; диаметры гибридов 'I-69', 'Nanlin-95' и 'Nanlin-895' составили 32,8-44,2 см, 44,1-44,9 см, 45,1-48,1 см соответственно. Средняя высота клонов варьировала от 24,0 до 36,8 м; высоты гибридов 'I-69', 'Nanlin-95' и 'Nanlin-895' составили 25,5-31,0 м, 32,5-34,0 м, 31,0-34,5 м соответственно. Средний объем стволов клонов варьировал от 0,407 до 2,85 м³; объемы стволов гибридов 'I-69', 'Nanlin-95' и 'Nanlin-895' составили 1,325-1,688 м³, 1,76-1,91 м³, 1,85-2,16 м³ соответственно. Сохранность наших гибридов в 21 год варьировала от 45 до 74 % и в среднем составила 60 % (см. табл. 1), что вполне сопоставимо с результатами китайских исследователей. Биометрические данные по нашим гибридам в 21 год (средний диаметр 18,9-37,6 см, в среднем 32,0 см; средняя высота 12,4-18,3 м и в среднем 16,7 м; средний объем ствола 0,151-0,753 м³, в среднем 0,524 м³) существенно ниже соответствующих показателей 24-летних гибридов китайских исследователей, что, скорее всего, связано с менее благоприятными климатическими условиями и большей густотой посадки.

По данным сербских исследователей [21] приживаемость 9-ти клонов тополей после первого года роста в затопляемой пойме с 45-дневным периодом летнего затопления составила от 41,7 до 78,6 %. Приживаемость наших гибридов на КМП в 3-х различных условиях произрастания составила от 76 до 96 % (см. табл. 5).

Коллекция латвийских исследователей [22] создана на заброшенных сельскохозяйственных угодьях (56°41' N, 25°58' E) и включала в себя 34 клон гибридов черных и бальзамических тополей (*P. maximowiczii* × *P. trichocarpa* и *P. deltoides* × *P. trichocarpa*) различного происхождения (из Швеции, Италии, Германии и Латвии). Размещение 3,5×0,5 м. Приживаемость после 1-го года роста в

среднем составила 82 % с вариацией по гибридам от 42 до 99 %. Средняя высота от 1,09 до 2,35 м.

В Ленинградской области сотрудники СПбГЛТУ и СПбНИИЛХ [23] исследовали 3 испытательных участка гибридных тополей *P. newesis* Bogd. (*P. canadensis* Moench. × *P. balsamifera* L.) и *P. suaveolens* Fisch. На первом участке (размещение 6×2 м) сохранность в возрасте 51 год была 68 %, средний диаметр 40,0 см, средняя высота 34,8, средний запас 474 м³/га. На втором участке (размещение 3×2 м) сохранность в возрасте 31 год была 72 %, средний диаметр 21,6 см, средняя высота 25,8, средний запас 435 м³/га. На третьем участке с очень сильно загущенной посадкой (размещение 2×1 м и 2×0,4 м) сохранность в возрасте 43 года составила только 23,4 %, средний диаметр 16,0 см, средняя высота 16,8, средний запас 332 м³/га.

В целом можно отметить, что организация селекции и проведенные нами работы по получению новых гибридов тополя являются продолжением гибридизационных исследований XX и начала XXI веков.

Однако, несмотря на большое количество гибридизационных работ в нашей стране, только один гибридный сорт тополя ‘Пионер’ А.С. Яблокова получил статус сорта в Государственной сортоиспытательной комиссии [24].

В результате наших полувековых исследований по гибридизации тополей [5, 6] к настоящему времени статус Сорта получили шесть гибридов. Патентами Госсорткомиссии РФ удостоены следующие гибриды: ‘Болид’, ‘Ведуга’, ‘Степная Лада’ (обладатель авторского свидетельства А.П. Царев); ‘Бриз’ и ‘Сюрприз’ (обладатели авторского свидетельства Р.П. Царева, В.А. Царев); ‘Белар’ (обладатели авторского свидетельства А.П. Царев, Р.П. Царева). Проходит процедуру Государственного сортоиспытания гибрид М.М. Вересина ‘Э.с.-38’,

размноженный и испытанный в разных регионах страны А.П. Царевым.

Размножение гибридных и отселектированных лучших интродуцированных гибридов, клонов и сортов осуществлялось в соответствии с многолетними опытами, авторское обобщение которых произведено в недавно изданных “Рекомендациях по выращиванию посадочного материала тополей методами *invivo* и *invitro* с целью закладки долгосрочных сортоиспытательных насаждений” [8].

Как показали представленные результаты исследований, ряд выведенных в Воронежской области гибридов (‘Борей’, ‘Версия’ и ‘Стройн’) могут быть представлены в Госсорткомиссию РФ для регистрации и патентования новых селекционных достижений.

Выводы

1. По результатам гибридизации настоящих тополей (бальзамические×черные и черные×бальзамические) в Центральном Черноземье в 21-летнем возрасте отобраны 4 перспективных гибридных семьи, внутри которых отобрано 16 перспективных межсекционных гибридов.

2. Приживаемость потомств гибридных семей в Семилукской коллекции № 1 составила от 85 до 100 %, а сохранность в 21-летнем возрасте снизилась до 45-74 %.

3. По результатам исследований динамики роста 16-ти новых межсекционных гибридов установлено, что с 6- до 21-летнего возраста средние диаметры стволов увеличились с 8,6 до 24,4 см, средние высоты – с 5,9 до 14,0 м, средние объемы стволов в 21-летнем возрасте варьировали от 0,153 м³ до 0,755 м³.

4. Для представления в Государственную комиссию по сортоиспытанию РФ отобраны три кандидата в сорта: ‘Версия’, ‘Стройн’ и ‘Борей’.

Список литературы

1. Poplars and Willows – Trees for Society and the Environment. Off. J. of FAO on the Forestry and Forest Products Studies.[Ed by J. S. Isebrands and J. Richardson] (Published by the Food and Agriculture Organization of the United Nations and CABI). Rome, 2014. 634 p. URL: www.poplar.ca.
2. Poplars And Other Fast-Growing Trees – Renewable Resources for Future Green Economies. Abstr. of Subm. Papers from the International Poplar commission. 25th Session. Berlin, Germany, 13-16 September 2016. Jointly

hosted by FAO and the German Federal Ministry of Ministry of Food and Agriculture. Working Paper IPC/14. Forestry Policy and Resources Division. FAO, Rome, 2016. 222 p. URL: www.fao.org.

3. The role of *Salicaceae* and other fast growing trees in economic recovery, sustainable wood supply, and climate change mitigation. Abstr. of Subm. Papers from the International Poplar commission (Rome, Italy 05-08 October 2021). Organized by Council for Agricultural Research and Economics, Italy (CREA), Italian Ministry for Agricultural Food and Forest Policies (MIPAAF), Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome (Italy), 2021. 143 p. – URL: <http://www.fao.org/ipc/en/> ; <http://www.fao.org/ipc/meetings/twenty-sixth-session/en/>

4. Dickmann D.I., Kuzovkina J. Poplars and Willows of the World, with Emphasis on Silviculturally Important Species. Poplars and Willows – Trees for Society and the Environment [Isebrands J. S., Richardson J. (eds)]. Published by the Food and Agriculture Organization of the United Nations and CABI, 2014. pp. 124-199. URL: www.poplar.ca.

5. Царев А.П., Плугатарь Ю.В., Царева Р.П. Селекция и сортоиспытание тополей : монография [под общ. ред. А.П. Царева]. Симферополь: ИТ “АРИАЛ”, 2019. 252 с. <https://elibrary.ru/item.asp?id=44730074>

6. Царев А.П., Царева Р.П., Царев В.А., Евлаков П.М. Гибридизация тополей : монография [под общ. ред. А.П. Царева]. М-во науки и высшего образования РФ, ФГБОУ ВО “ВГЛТУ”. Воронеж, 2021. 289 с. <https://elibrary.ru/item.asp?id=48706906>

7. Русин Н.С., Благодарова Т.А., Ирошников А.И., Русина Л.М., Свинцова В.С., Машкина О.С., Табацкая Т.М., Кострикин В.А., Горевалова С.Ю., Захарова Л.В. Рекомендации по выращиванию быстрорастущих видов и форм (клонов) тополя и осины для промышленного использования. Воронеж: НИИЛГиС, 2010. 40 с. <https://elibrary.ru/item.asp?id=23782660>

8. Царев А.П., Царева Р.П., Царев В.А., Шабанова Е.А. Рекомендации по выращиванию посадочного материала тополей методами *in vivo* и *in vitro* с целью закладки долгосрочных сортоиспытательных насаждений [под ред. д-ра с.-х. наук А.П. Царева]. Воронеж: ФГБОУ ВО “ВГЛТУ”, 2023. 49 с.

9. Carle J. Trends & Perspectives in Poplar & Willow Cultivation: Global Synthesis of National Progress Report. Poplars And Other Fast-Growing Trees – Renewable Resources For Future Green Economies. Abstr. of Subm. Papers from the International Poplar commission. 25th Session. Berlin, Germany, 13-16 September 2016. Jointly hosted by FAO and the German Federal Ministry of Ministry of Food and Agriculture. Working Paper IPC/14. Forestry Policy and Resources Division. FAO, Rome, 2016. p. 1. URL: www.fao.org.

10. Liesebach M. Pappeln und andere schnellwachsende Baumarten in Deutschland [Poplars and other fast-growing tree species in Germany]. Thünen Working Paper 141. Bericht der nationalen Pappelkommission 2016, 2019-2020. 34 p. [http://doi.org.10.3220/WP1585652175000-urn:nbn:de:gbv:253-202003-dn062188-7\(in German\)](http://doi.org.10.3220/WP1585652175000-urn:nbn:de:gbv:253-202003-dn062188-7(in German)).

11. Tsarev A.P., Tsareva R.P. Breeding of frost resistant poplar varieties in Central Chernozem region of Russia // Abstr. of subm. papers and posters from the 26th Session of International Poplar Commission and other fast-growing trees sustaining people and the environment: “The role of *Salicaceae* and other fast growing trees in economic recovery, sustainable wood supply, and climate change mitigation” (Rome, Italy 05-08 October 2021). Organized by Council for Agricultural Research and Economics, Italy (CREA), Italian Ministry for Agricultural Food and Forest Policies (MIPAAF), Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome (Italy), 2021. P. 7. – URL: <http://www.fao.org/ipc/en/> ; <http://www.fao.org/ipc/meetings/twenty-sixth-session/en/>

12. Tsarev A.P., Tsareva R.P., Tsarev V.A. Poplar testing and breeding in the Central Chernozem region of Russia. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 392 (2019). <http://doi.org.10.1088/1755-1315/392/1/0122010>

13. Tsarev A.P., Tsareva R.P., Tsarev V.A., Miligula E.N. The new poplar hybrids' growth in the Central Black Earth region of Russia. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 392 (2019). <http://doi.org.10.1088/1755-1315/392/1/0122011>

14. Tsarev V.A. Results of the intersectional poplar hybrids' testing in the Central Chernozem region // International Jubilee Scientific and Practical Conference “Innovative directions of development of the forestry

complex” 4-5 October 2018, Voronezh, Russian Federation. FORESTRY 2018. IOP Conf. Ser.: Earth and Environ. Sci. 226 (2019). <http://doi.org/10.1088/1755-1315/226/1/012006>

15. A. Tsarev, R Tsareva, V. Tsarev, E. Miligula and O. Lenchenkova. Introduced poplar varieties and new hybrids for protective afforestation. IOP Conf. Ser.: Earth and Environ. Sci. 595 (2020). International Forestry Forum “Forest ecosystems as global resource of the biosphere: calls, threats, solutions”, 23 October 2020. Voronezh, Russian Federation. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/595/1/012004>

16. Ostry M., Ramstedt M., Newcombe G., Steenackers M. Diseases of Poplars and Willows. Poplars and Willows – Trees for Society and the Environment. Off. J. of FAO on the Forestry and Forest Products Studies [Ed by J.S. Isebrands and J. Richardson] (Published by the Food and Agriculture Organization of the United Nations and CABI). Rome, 2014. pp. 443-458. URL: www.poplar.ca.

17. A.P. Tsarev, N.V. Laur and V.A. Tsarev. Phenological forms of aspen in the Central Black Earth region of European Russia. IV Sci.-Techn. Conf. "FORESTS OF RUSSIA: POLICY, INDUSTRY, SCIENCE AND EDUCATION" 22–24 May 2019. St. Petersburg Forest Engineering University, St. Petersburg, Russia. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 316 (2019). <http://doi.org/10.1088/1755-1315/316/1/012073>

18. Trnka M., Fialová J., Koutecký V., Fajman M., Žalud Z., Hejduk S. Biomass production and survival rates of selected poplar clones grown under a short-rotation on arable land. Plant, Soil and Environment, 2018. v. 54. pp. 78-88. <https://doi.org/10.17221/437-PSE>

19. Ronald S. Zalesny Jr., Craig M. Stange, Bruce A. Birr. Survival, height growth, and phytoextraction potential of hybrid poplar and Russian olive (*Elaeagnus Angustifolia* L.) established on soils varying in salinity in North Dakota, USA. Forests, 2019. v. 10 (672). DOI: <https://doi.org/10.3390/f10080672>.

20. Tian Ye, Liu Ya., Fang S., Yue J., Xu Xi. Genotypic variations in 107 poplar clones grown on a short-term water logging site: Long-term (1992-2015) data on survival rate, growth performance and branching traits. Data in Brief 34 (2021). 106711. 12 p. Published by Elsevier Inc. Journal homepage. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.106711/>

21. Нонић М., Максимовић Ф., Деветаковић Ј., Керкез Јанковић И., Шијачић-Николић М. Варијабилност преживљавања и раста садница различитих клонова црне тополе (*Populus nigra* L.) у плавним условима Великог Ратног Острва [Nonić M., Maksimović F., Devetaković J., Kerkez Janković J., Šijačić-Nikolić M. Variability of seedling survival and growth of different black poplar (*Populus nigra* L.) clones in the floodplain conditions of the Great War Island]. Гласник Шумарског факултета. бр. 124, 2021. Београд, Србија: Универзитет у Београду. Шумарски факултет [University of Belgrade, Faculty of Forestry]. С. 59-86. <https://doi.org/10.2298/GSF2124059N> (in Serbian).

22. Šenhofa S., Zeps M., Lazdina D. Winter frost damage and its link to early growth and survival in a poplar clone collection. Forestry and Wood Processing. Research for Rural Development, 2021. v. 36. pp. 70-76. <https://doi.org/10.22616/rrd.27.2021.010>

23. Zhigunov A.V., Danilov D.A., Navalikhin S.V., Janusz S. Yu., Butenko O. Yu. Quality and quantity of poplar plantations on postagrogenic land Northwest region of Russia. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 316 (2019). 012084. 6 p. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/316/1/012084>

24. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. “Сорта растений” (официальное издание). М.: ФГБНУ “Росинформагротех”, 2022. 646 с. Режим доступа: <https://elibrary.ru/ouigql>.

References

1. Poplars and Willows – Trees for Society and the Environment. Off. J. of FAO on the Forestry and Forest Products Studies.[Ed by J. S. Isebrands and J. Richardson] (Published by the Food and Agriculture Organization of the United Nations and CABI). Rome, 2014. 634 p.URL: www.poplar.ca. <https://clck.yandex.ru/redirect/>

2. Poplars And Other Fast-Growing Trees – Renewable Resources For Future Green Economies. Abstr. of Subm. Papers from the International Poplar commission. 25th Session. Berlin, Germany, 13-16 September 2016.Jointly

hosted by FAO and the German Federal Ministry of Ministry of Food and Agriculture. Working Paper IPC/14. Forestry Policy and Resources Division. FAO, Rome, 2016. 222 p. URL: www.fao.org. <https://clck.yandex.ru/redirect/>

3. The role of *Salicaceae* and other fast growing trees in economic recovery, sustainable wood supply, and climate change mitigation. Abstr. of Subm. Papers from the International Poplar commission (Rome, Italy 05-08 October 2021). Organized by Council for Agricultural Research and Economics, Italy (CREA), Italian Ministry for Agricultural Food and Forest Policies (MIPAAF), Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome (Italy), 2021. 143 p. – URL: <http://www.fao.org/ipc/en/> ; <http://www.fao.org/ipc/meetings/twenty-sixth-session/en/>

4. Dickmann D.I., Kuzovkina J. Poplars and Willows of the World, with Emphasis on Silviculturally Important Species. Poplars and Willows – Trees for Society and the Environment [Isebrands J. S., Richardson J. (eds)]. Published by the Food and Agriculture Organization of the United Nations and CABI, 2014. pp. 124-199. URL: www.poplar.ca. <https://clck.yandex.ru/redirect/>

5. Tsarev A.P., Plugatar' Ju.V., Tsareva R.P. *Selektsiya i sortoispytanie topolei : monografiya (pod obshch. red. A.P. Tsareva)* [Breeding and variety testing of poplars: monograph (ed. by A.P. Tsarev)]. Simferopol': "ARIAL" Publ., 2019. 252 p. (in Russian). <https://elibrary.ru/item.asp?id=44730074>

6. Tsarev A.P., Tsareva R.P., Tsarev V.A., Evlakov P.M. *Gibridizatsiya topolei : monografiya (pod obshch. red. A.P. Tsarev)* [Hybridization of poplars: monograph (ed. by A.P. Tsarev)]. Ministerstvo nauki i vysshego obrazovaniya RF, FBGOU VO "VGLTU" Publ. Voronezh, 2021. 289 p. (in Russian). <https://elibrary.ru/item.asp?id=48706906>

7. Rusin N.S., Blagodarova T.A., Iroshnikov A.I., Rusina L.M., Svintsova V.S., Mashkina O.S., Tabatskaya T.M., Kostrikin V.A., Gorevalova S.Ju., Zaharova L.V. *Rekomendatsiyi po vyrashchivaniyu bystrorastushchikh vidov i form (klonov) topolya i osiny dlya promyshlennogo ispol'zovaniya* [Recommendations for the cultivation of fast-growing species and forms (clones) of poplar and aspen for industrial use]. Voronezh: NIILGiS, 2010. 40 p. (in Russian). <https://elibrary.ru/item.asp?id=23782660>

8. Tsarev A.P., Tsareva R.P., Tsarev V.A., Shabanova E.A. *Rekomendatsiyi po vyrashchivaniyu posadochnogo materiala topolei metodami in vivo i in vitro s tsel'yu zakladki dolgosrochnykh sortoispytatel'nykh nasazhdenij (pod red. d-ra s.-h. nauk A.P. Tsareva)* [Recommendations for the cultivation of poplar planting material by in vivo and in vitro methods for the purpose of laying long-term variety-testing sites (ed. by Doct. of Agricult. Sci. A.P. Tsarev)]. Voronezh: FGBOU VO "VGLTU", 2023. 49 p. (in Russian).

9. Carle J. Trends & Perspectives in Poplar & Willow Cultivation: Global Synthesis of National Progress Report. Poplars And Other Fast-Growing Trees – Renewable Resources For Future Green Economies. Abstr. of Subm. Papers from the International Poplar commission. 25th Session. Berlin, Germany, 13-16 September 2016. Jointly hosted by FAO and the German Federal Ministry of Ministry of Food and Agriculture. Working Paper IPC/14. Forestry Policy and Resources Division. FAO, Rome, 2016. p. 1. URL: www.fao.org. <https://clck.yandex.ru/redirect/>

10. Liesebach M. Pappeln und andere schnellwachsende Baumarten in Deutschland [Poplars and other fast-growing tree species in Germany]. Thünen Working Paper 141. Bericht der nationalen Pappelkommission 2016, 2019-2020. 34 s. – <http://doi.org.10.3220/WP1585652175000-urn:nbn:de:gbv:253-202003-dn062188-7>(in German).

11. Tsarev A.P., Tsareva R.P. Breeding of frost resistant poplar varieties in Central Chernozem region of Russia // Abstr. of subm. papers and posters from the 26th Session of International Poplar Commission and other fast-growing trees sustaining people and the environment: "The role of *Salicaceae* and other fast growing trees in economic recovery, sustainable wood supply, and climate change mitigation" (Rome, Italy 05-08 October 2021). Organized by Council for Agricultural Research and Economics, Italy (CREA), Italian Ministry for Agricultural Food and Forest Policies (MIPAAF), Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome (Italy), 2021. P. 7. – URL: <http://www.fao.org/ipc/en/> ; <http://www.fao.org/ipc/meetings/twenty-sixth-session/en/>

12. Tsarev A.P., Tsareva R.P., Tsarev V.A. Poplar testing and breeding in the Central Chernozem region of Russia. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 392 (2019). – 11 p. – <http://doi.org.10.1088/1755-1315/392/1/0122010>.

13. Tsarev A.P., Tsareva R.P., Tsarev V.A., Miligula E.N. The new poplar hybrids' growth in the Central Black Earth region of Russia. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 392 (2019). 13 p. – <http://doi.org.10.1088/1755-1315/392/1/0122011>
14. Tsarev V.A. Results of the intersectional poplar hybrids' testing in the Central Chernozem region // International Jubilee Scientific and Practical Conference “Innovative directions of development of the forestry complex” 4-5 October 2018, Voronezh, Russian Federation. FORESTRY 2018. IOP Conf. Ser.: Earth and Environ. Sci. 226 (2019). 12 p. <http://doi.org.10.1088/1755-1315/226/1/012006>
15. A. Tsarev, R Tsareva, V. Tsarev, E. Miligula and O. Lenchenkova. Introduced poplar varieties and new hybrids for protective afforestation. IOP Conf. Ser.: Earth and Environ. Sci. 595 (2020). International Forestry Forum “Forest ecosystems as global resource of the biosphere: calls, threats, solutions”, 23 October 2020. Voronezh, Russian Federation. 14 p. – <https://doi.org/10.1088/1755-1315/595/1/012004>
16. Ostry M., Ramstedt M., Newcombe G., Steenackers M. Diseases of Poplars and Willows. Poplars and Willows – Trees for Society and the Environment. Off. J. of FAO on the Forestry and Forest Products Studies [Ed by J.S. Isebrands and J. Richardson] (Published by the Food and Agriculture Organization of the United Nations and CABI). Rome, 2014. pp. 443-458. URL: www.poplar.ca. <https://clck.yandex.ru/redirect/>
17. A.P. Tsarev, N.V. Laur and V.A. Tsarev. Phenological forms of aspen in the Central Black Earth region of European Russia. IV Sci.-Techn. Conf. "FORESTS OF RUSSIA: POLICY, INDUSTRY, SCIENCE AND EDUCATION" 22–24 May 2019. St. Petersburg Forest Engineering University, St. Petersburg, Russia. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 316 (2019). 8 p. – <http://doi.org.10.1088/1755-1315/316/1/012073>
18. Trnka M., Fialová J., Koutecký V., Fajman M., Žalud Z., Hejduk S. Biomass production and survival rates of selected poplar clones grown under a short-rotation on arable land . Plant, Soil and Environment, 2018. v. 54. pp. 78-88. <https://doi.org/10.17221/437-PSE>
19. Ronald S. Zalesny Jr., Craig M. Stange, Bruce A. Birr. Survival, height growth, and phytoextraction potential of hybrid poplar and Russian olive (*Elaeagnus Angustifolia* L.) established on soils varying in salinity in North Dakota, USA. Forests, 2019. v. 10 (672). URL: www.mdpi.com/journal/forests. <https://doi.org/10.3390/f10080672>
20. Tian Ye, Liu Ya., Fang S., Yue J., Xu Xi. Genotypic variations in 107 poplar clones grown on a short-term water logging site: Long-term (1992-2015) data on survival rate, growth performance and branching traits. Data in Brief 34(2021). 106711. 12 p. Published by Elsevier Inc. Journal homepage. URL: www.elsevier.com/locate/dib. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.106711>
21. Нонић М., Максимовић Ф., Деветаковић Ј., Керкез Јанковић И., Шијачић-Николић М. Варијабилност преживљавања и раста садница различитих клонова црне тополе (*Populus nigra* L.) у плавним условима Великог Ратног Острва [Nonić M., Maksimović F., Devetaković J., Kerkez Janković J., Šijačić-Nikolić M. Variability of seedling survival and growth of different black poplar (*Populus nigra* L.) clones in the floodplain conditions of the Great War Island]. Гласник Шумарског факултета. бр. 124, 2021. Београд, Србија: Универзитет у Београду. Шумарски факултет [University of Belgrade, Faculty of Forestry]. С. 59-86. <https://doi.org/10.2298/GSF2124059N> (in Serbian).
22. Šenhofa S., Zeps M., Lazdina D. Winter frost damage and its link to early growth and survival in a poplar clone collection. Forestry and Wood Processing. Research for Rural Development, 2021. v. 36. pp. 70-76. <https://doi.org/10.22616/rrd.27.2021.010>
23. Zhigunov A.V., Danilov D.A., Navalikhin S.V., Janusz S. Yu., Butenko O. Yu. Quality and quantity of poplar plantations on postagrogenic land Northwest region of Russia. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 316 (2019). 012084. 6 p. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/316/1/012084>
24. Gosudarstvennyj reestr selektsionnykh dostizhenij, dopushchennykh k ispol'zovaniyu. T.I. ‘Sorta rastenij’ (offitsial'noye izdaniye) [State Register of breeding achievements approved for use. vol. 1. ‘Plant varieties’ (official publication)]. Moscow: FGNBU ‘Rosinformagrotech’ Publ., 2022. 646 p. (in Russian).

Сведения об авторах

Царев Анатолий Петрович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник отдела биоразнообразия, рационального лесопользования и лесовыращивания ФГБУ “Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии”, ул. Ломоносова, 105, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8019-0016>, e-mail: antsa-55@yandex.ru.

Царева Раиса Петровна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник отдела селекции и семеноводства, ФГБУ “Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии”, ул. Ломоносова, 105, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6949-4665>, e-mail: tsarais42@mail.ru.

✉ *Царев Вадим Анатольевич* – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, старший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства, ФГБУ “Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии”, ул. Ломоносова, 105, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087; старший научный сотрудник лаборатории ПЦР ФГБОУ ВО “Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова”, ул. Тимирязева, 8, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3921-9339>, e-mail: vad.tsareff@yandex.ru.

Мякотникова Елена Александровна – советник Генерального директора ООО “СИБУР”, ул. Кржижановского, 16/1, г. Москва, Российская Федерация, 117218, e-mail: myakotnikovaea@sibur.ru.

Момот Раиса Владимировна – старший менеджер департамента по устойчивому развитию ООО “СИБУР”, ул. Кржижановского, 16/1, г. Москва, Российская Федерация, 117218, e-mail: momotr@yandex.ru.

Information about the authors

Anatoly P. Tsarev – Dr. Sci. (Agric.), Chief Researcher, Department of Biodiversity, rational forest management and reforestation, All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology, Lomonosov str., 105, Voronezh, Russian Federation, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8019-0016>, e-mail: antsa-55@yandex.ru.

Raisa P. Tsareva – Cand. Sci. (Agric.), Senior Researcher, Leading Researcher, Department of Breeding and Seed Production, All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology, Lomonosov str., 105, Voronezh, Russian Federation, 394087, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6949-4665>, e-mail: tsarais42@mail.ru.

✉ *Vadim A. Tsarev* – Cand. Sci. (Agric.), Associate Professor, Senior Researcher, Department of Breeding and Seed Production, All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology, Lomonosova str., 105, Voronezh, Russian Federation, 394087; Senior Researcher, Laboratory of Biotechnologies, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Timiryazev str., 8, Voronezh, Russian Federation, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3921-9339>, e-mail: vad.tsareff@yandex.ru.

Elena A. Myakotnikova – Advisor to the General Director of ‘SIBUR’ LLC, Krzhizhanovsky str., 16/1, Moscow, Russian Federation, 117218, e-mail: myakotnikovaea@sibur.ru.

Raisa V. Momot – Senior Manager of the Department for Sustainable Development of ‘SIBUR’ LLC, Krzhizhanovskogo str., 16/1, Moscow, Russian Federation, 117218, e-mail: momotr@yandex.ru.

✉ – Для контактов | Corresponding author