

УДК 630*232.13

DOI: 10.36305/0513-1634-2022-144-75-81

ПОЛОВОЙ ДИМОРФИЗМ ЮВЕНИЛЬНЫХ ГИБРИДОВ ОСИНЫ

Анатолий Петрович Царев¹, Раиса Петровна Царева¹,
Вадим Анатольевич Царев^{1,2}, Елена Николаевна Милигула¹

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

²ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет»,
394087, Россия, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8
E-mail: antsa-55@yandex.ru

Пол у двудомных растений тополей, в том числе и у осин, имеет большое значение при использовании их для озеленения, так как женские экземпляры образуют большое количество пуха. Кроме того, в зависимости от условий местопроизрастания в научной литературе неоднократно отмечалось различие в росте и распространении растений осины и тополей в зависимости от их пола. Новые опыты по гибридизации осины проведены в течение последних 6 лет. Проведенные нами исследования показали, что начало цветения у гибридов осины в Центральной лесостепи Европейской России зафиксировано после 4-летней вегетации. При этом, у полных сибсов зацвело 33%, а у полусибсов – 37% растений. Среди зацветших полных сибсов было 66% мужских и 34% женских особей, а у полусибсов было 70% мужских и 30% женских. Средняя высота 4-летних растений полных сибсов мужского пола была на 10,8% выше, чем у женских. У полусибсовых растений этот показатель был выше на 3,9% в пользу женских особей. Отобранные 5 самых высоких мужских и 5 самых высоких женских растений показали, что мужские растения полных сибсов превышали женские на 19,8%, а у полусибсов такое же превышение составило 11,6%. Для уточнения и изучения качества и динамики роста мужских и женских представителей гибридов осины необходимо дальнейшее проведение исследований.

Ключевые слова: половой диморфизм; гибриды осины; полные сибсы; полусибсы; различия между высотами мужских и женских растений

Введение

Тополя, как представители быстрорастущих лиственных древесных растений, в последнее столетие приобрели существенное практическое значение. Они обладают быстрым ростом и способны в краткие сроки набирать значительные объемы биомассы. Из-за наличия декоративных форм они широко используются в озеленении. Их используют для борьбы с эрозией почв и залужения оврагов и балок, а также в полезационном и придорожном лесоразведении [1, 5, 9, 15].

В последние десятилетия тополя и осины начали применять как источник возобновляемой энергии. Обобщения и отдельные опыты в этом направлении представлены как в зарубежных публикациях [16-17, 20-21, 23, 25-26], так и в отечественных [8, 10-11].

В нашей стране в последние годы в засушливые периоды пожары уничтожают огромные лесные массивы хвойных лесных древесных пород. Разведение тополей и развитие промышленных предприятий по использованию осинового и тополевого древесины могут в значительной степени снизить ущерб от пожаров.

Пол у двудомных растений тополей, в том числе и осин, имеет большое значение при использовании их для озеленения. Из-за того, что женские экземпляры при цветении образуют огромное количество пуха, создатели озеленительных насаждений стараются избегать их широкого использования, особенно при плотной застройке в городах и поселках. Кроме того, в зависимости от условий местопроизрастания в научной литературе неоднократно отмечалось различие в росте и распространении растений осины и тополей в зависимости от их пола. У разных пород

в разных странах и условиях получены различные результаты [6-7, 12, 14]. На большие размеры мужских особей у тополей указывали М.Е. Ткаченко (1951) [6], Х. Эйзенрейх (1959) [14], С. Muhle-Larsen (1970) [19].

В последнее время наблюдается всплеск интереса к этой проблеме у тополей. Так, Yang Y. et al. (2015) [27] установили, что у исследуемого ими тополя *Populus cathayana* Rehder мужские особи имели преимущество над женскими в росте и аккумуляции углеводов. В публикации Н.В. Мельниковой и др. (2017) [18] обобщен ряд исследований последнего десятилетия в отношении реакции тополей различного пола на стрессовые воздействия в разных условиях местопроизрастания: засуху, засоление, содержание тяжелых металлов, дефицит питательных веществ и повышенную концентрацию CO₂ и др.

В Центральном Черноземье интерес к половому диморфизму тополей и осин в последние два десятилетия также получил свое развитие [4, 13, 22, 24]. Цель данного исследования заключалась в проведении оценки полового диморфизма у вновь полученных 4-х летних гибридов осины и определении их ростовых характеристик в зависимости от половой принадлежности.

Объекты и методы исследования

Исследования проведены на гибридах осины, высаженных вблизи поселка Латное Семилукского района Воронежской области (СШ 51°42', ВД 38°56'). Почва – чернозем обыкновенный. Перед посадкой участок содержался в течение предыдущего вегетационного периода под черным паром. Посадка осуществлялась двухлетними саженцами.

Опыт осуществлен в трех повторениях. Размещение растений 4×2 м. В каждом повторении было высажено по 19 гибридных семей полных сибсов и по 6 полусибсовых. От каждой семьи высажено по 9 гибридов. Размещение семей в каждой повторности рендомизированное. Со всех сторон участка гибридов осины созданы однорядные защитные насаждения из тополей. Общая площадь сортоиспытательного участка равна 2 160 м².

Оценка половой принадлежности гибридов осин проведена у 4-летних насаждений 14 и 22 апреля 2022 г.

Результаты и обсуждение

Наблюдения за цветением осин в 4-летнем насаждении весной 2022 г. показало, что из 144 сибсовых гибридных растений зацвело только 47 растения или 33%. Из них 66% было мужских и 34% – женских. Их средняя высота представлена в таблице 1.

Как видно из данных таблицы 1, средняя высота у мужских гибридов на 10,8% превышает этот показатель у женских растений. Но если сравнить 5 лучших гибридов мужского пола и 5 лучших гибридов женского, то выясняется, что средняя величина у лучших мужских растений равна 477±15,3 см, а у женских – 398±13,6 см. То есть, различие составляет 19,8% в пользу мужских растений.

Расчет полученных различий по высоте у лучших растений по критерию *t* Стьюдента показал, что он равен 3,85 при уровне значимости в 0,05, что превышает табличный показатель 2,26 [2, 3] (табл. 1).

Таблица 1

Проявление пола у полных сибсов осины на 4-летнем сортоучастке

Варианты скрещивания гибридных семей	Высажено гибридов из семьи	Пол цветущих гибридов	Число цветущих гибридов, шт.	Средняя высота семьи, см	Высота пяти самых высоких сибсов, см
10-03×08-02	9	М Ж	3 2	420 338	– 360
10-03×07-02	7	М Ж	1 –	420 –	– –
10-03×32-03	9	М Ж	6 1	394 330	470 –
10-03×45-03	9	М Ж	2 3	450 315	500 410
10-03×48-02	9	М Ж	2 2	298 318	– 400
Итого и среднее по материнской форме	43	М Ж	14 8	390 344	
18-02×08-02	9	М Ж	2 2	293 365	– 380
18-02×07-02	2	М Ж	1 –	380 –	– –
18-02×32-03	9	М Ж	2 2	335 340	– –
18-02×45-03	9	М Ж	2 –	500 –	480; 520 –
18-02×48-02	9	М Ж	2 3	363 390	– 390
18-02×Ос.local	7	М Ж	2 –	315 –	– –
Итого и среднее по материнской форме	45	М Ж	11 7	364 365	– –
23-05×07-02	6	М Ж	– 1	– 300	– –
23-05×08-02	9	М Ж	– –	– –	– –
23-05×32-03	2	М Ж	– –	– –	– –
23-05×45-03	9	М Ж	2 –	385 –	– –
Итого и среднее по материнской форме	26	М Ж	2 1	385 300	– –
45-01×08-02	9	М Ж	2 –	340 –	– –
45-01×45-03	3	М Ж	– –	– –	– –
45-01×48-02	9	М Ж	2 –	428 –	445 –
Итого и среднее по материнской форме	21	М Ж	4 –	384 –	– –
02-01×08-02	9	М Ж	1 –	380 –	– –
Всего и среднее по всем материнским формам	144	М Ж	32 16	378,4 341,6	– –

Результаты наблюдений за полусибсами, полученными от некоторых материнских растений представлены в таблице 2.

Таблица 2

Проявление пола у полусибсов осины на 4-летнем сортоучастке

№№ материнских растений	Пол цветущих полусибсов	Цветение, шт.	Средняя высота, см	Пять самых высоких полусибсов
10-03	М	5	387	500; 390
	Ж	2	380	410; 350
02-01	М	—	—	—
	Ж	1	470	470
15-01	М	5	352	420; 440
	Ж	—	—	—
18-02	М	2	360	—
	Ж	—	—	—
23-05	М	—	—	—
	Ж	2	375	430
45-01	М	2	385	470
	Ж	1	330	330
Итого и среднее:	М	14	370,4	444
	Ж	6	385,0	398

От каждого материнского дерева было высажено по 9 полусибсов. Как можно видеть из данных таблицы 2, из высаженных 54 полусибсов цветение наблюдалось у 20 растений, т.е. у 37%, что немного больше, чем у полных сибсов. Из них мужское цветение составляло 70%, а женское 30%, что также близко к полным сибсам. Усредненная высота у мужских растений равнялась 370,4 см, в то время как у женских – 385,0 см.

Разница между ними равна 14,6 см, или 3,9% в пользу женских растений. Однако, при сравнении 5 лучших мужских растений и 5 лучших женских, разница оказалась 46 см или 11,6% в пользу мужских растений.

Полученные первоначальные результаты цветения гибридных растений могут служить исходным материалом для дальнейших исследований. Для их уточнения и изучения динамики роста желательно проведения наблюдений в более старшем возрасте.

Выводы

Проведенные исследования показали, что начало цветения у гибридов осины в Центральной лесостепи Европейской России зафиксировано после 4-летней вегетации в апреле пятого (2022) г. При этом у полных сибсов зацвело 33%, а у полусибсов 37% растений.

Среди зацветших полных сибсов было 66% мужских и 34% женских особей, а у полусибсов было 70% мужских и 30% женских.

Средняя высота 4-летних растений полных сибсов мужского рода составила 378,4 см, а женского – 341,6 см. То есть, средняя высота мужских особей была на 10,8% выше, чем женских.

Средняя высота у полусибсовых растений мужского пола оказалась 370,4 см, а у женских – 385,0 см, или на 3,9% выше, чем у мужских.

Сравнение отобранных 5 самых высоких мужских и 5 самых высоких женских растений показало, что мужские растения полных сибсов превышали женские на 19,8%, а у полусибсов такое же превышение составило 11,6%.

Для уточнения и изучения качества и динамики роста мужских и женских представителей гибридов осины необходимо проведение исследований в более старшем возрасте.

Список литературы

1. Альбенский А.В. Селекция древесных пород и семеноводство. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1959. – 306 с.
2. Бондаренко А.С., Жигунов А.В. Статистическая обработка материалов лесоводственных исследований. – Санкт-Петербург: Изд. Политехнического университета, 2016. – 124 с.
3. Ивантер Э.В., Коросов А.В. Введение в количественную биологию. – Петрозаводск: Издательство ПетрГУ, 2014. – 300 с.
4. Сиволопов А.И. Тополь сереющий: генетика, селекция, размножение. – Воронеж: ВГУ, 2005. – 157 с.
5. Старова Н.В. Селекция ивовых. – М.: Лесная промышленность, 1980. – 208 с.
6. Ткаченко М.Е. Материалы о степном лесоразведении. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1951. – 84 с.
7. Царев А.П. Половой диморфизм осины. // Лесоведение. – 1969. – № 2. – С. 76-78.
8. Царев А.П., Мироненко С.С. Возможности энергетических плантаций тополя в Центральной лесостепи // Лесное хозяйство. – 1997. – № 2. – С. 35-36.
9. 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.
10. Царев А.П., Царев В.А. Биомасса тополей подрода *Europulus* Dode для производства биоэнергии // Лесной вестник. – Вестник Московского государственного университета леса. – 2015. – Т. 19. – № 6. – С. 57-62.
11. Царев А.П., Царев Р.П., Царев В.А., Милигула Е.Н. Биотопливо: возврат к прошлому или современный возобновляемый источник биоэнергии // Материалы Всероссийской научно-практической конференции "Современные машины, оборудование и IT-решения лесопромышленного комплекса: теория и практика". – Воронеж: ВГЛУ, 2021. – С. 136-143. – [Электронный ресурс]. – URL: https://doi.org/10.34220/MMEITSIC2021_136-143
12. Царева Р.П. Половой диморфизм у новых гибридов осины и тополя // Биоиндикация и оценка повреждения организмов и экосистем. Материалы докладов первой международной конференции Баренц-Евро-Арктического региона. – 10-12 июня 1997 г. [отв. ред. И. А. Болотников]. – Петрозаводск: ПетрГУ, 1997. – С. 165-166.
13. Царев А.П., Царева Р.П., Царев В.А., Евлаков П.М. Гибридизация тополей: монография. Под общ. ред. А.П. Царева. – Воронеж, 2021. – 289 с.
14. Эйзенрейх Х. Быстрорастущие древесные породы. – М.: Изд. Иностранной литературы, 1959. – 508 с.
15. Яблоков А.С. Воспитание и разведение здоровой осины. – М.: Гослесбумиздат, 1963. – 442 с.
16. *Energieholzplantagen*. Die Erstellung dieser Broschüre wurde durch die Europäische Union in Rahmen des OPTFUEL Projekts (Energy wood plantations. The preparation of this brochure was supported by the European Union as part of the OPTFUEL project). – 2013. – FP7. – No. 218890. – Unterstützt: Lignovis GmbH. – 35 p. – [Электронный ресурс]. – URL: https://www.lignovis.com/fileadmin/user_upload/PDF/Energieholzplantagen_Lignovis_Broschuere_06_2013.pdf

17. *Kutsokon N., Khudolieieva L., Rakhmetov J., Rakhmetova S., Rashydov N.* Evaluation of the fast-growing tree clones for bioenergy needs in Ukraine // Proc. from the International commission on poplars and other fast-growing trees sustaining people and the environment 26th session 5-8 October 2021. – Abstr. of Subm. Papers and Posters ‘The role of Salicaceae and other fast-growing trees in trees in economic recovery, sustainable wood supplies and climate change mitigation’. – Rome, Italy. – FAO. – Forestry Division, 2021. – P. 95. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.fao.org/ipc/meetings/twenty-sixth-session/en/>
18. *Melnikova N.V., Borkhert E.V., Kudryavtseva A.V., Dmitriev A.A.* Sex-Specific Response to Stress in Populus // Frontiers in Plant Science (PMCID: PMC5662629. PMID: 29123538). – 2017. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01827>
19. *Muhle-Larsen C.* Recent advances in poplar breeding // International review of forestry research. – 1970. – Vol. 3. – P. 1-67.
20. *Niemczyk M., Kaliszewski A., Niemczyk M.* The effects of cultivar and rotation length on biomass production, sustainability, and economic profitability of poplar (*Populus* spp.) bioenergy plantation // Proc. from the International commission on poplars and other fast-growing trees sustaining people and the environment 26th session 5-8 October 2021. – Abstr. of Subm. Papers and Posters ‘The role of Salicaceae and other fast-growing trees in trees in economic recovery, sustainable wood supplies and climate change mitigation’. – Rome, Italy. – FAO. – Forestry Division, 2021. – P. 96. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.fao.org/ipc/meetings/twenty-sixth-session/en/>
21. *Townsend P.A., Kar S.P., Miller R.O., Jackson B., Zamora D.* Poplar (*Populus* spp.) trees for Biofuel Production // Farm energy. – April 3. – 2019. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://farm-energy.extension.org/poplar-populus-spp-trees-for-biofuel-production/>
22. *Tsarev A.* The influence of sexual dimorphism on the phenotypical properties of poplar // *Silvae genetica*. – 2020. – Vol. 69. – Edited by the Thünen Institute of Forest Genetics. – P. 73-77. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.2478/sg-2020-0010>
23. *Tsarev A., Plugatar Yu., R. Tsareva, V. Tsarev and N. Laur* Promising introduced Black Cottonwood species for bioenergy and forage production // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – International science conference “Forestry-2021”. – International Forestry Forum ‘Forest ecosystems as global resource of the biosphere: calls, threats, solutions’ 9-10 September 2021. – Vol. 875. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/875/1/012088>
24. *Tsareva R., Tsarev V.* Aspen Breeding in the Central Black Earth Region of Russia // Proc. from the International commission on poplars and other fast-growing trees sustaining people and the environment 26th session 5-8 October 2021. – Abstr. of Subm. Papers and Posters ‘The role of Salicaceae and other fast-growing trees in trees in economic recovery, sustainable wood supplies and climate change mitigation’. – Rome, Italy. – FAO. – Forestry Division, 2021. – P. 6. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.fao.org/ipc/meetings/twenty-sixth-session/en/>
25. *Wühlisch G. von.* Ergebnisse der Züchtung von Pappeln und Aspen in Großhansdorf. Perspektiven für die Energie – und Rohstoffherzeugung // Vortr. Pflanzenzüchtung. – 2006. – Vol. 70. – P. 157-172.
26. *Ylitalo E., Mustonen M.* Consumption of renewable energy and wood fuels in the European Union // Forest Bioenergy for Europe. – 2014. – No 4. – P. 17-22.
27. *Yang Y., Jiang H., Wang M., Korpelainen H.* Male poplars have a stronger ability to balance growth and carbohydrate accumulation than do females in response to a short-term

potassium deficiency // *Physiologia Plantarum*. – 2015. – No 155 (4). – [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.1111/ppl.12325>

Статья поступила в редакцию 04.09.2022 г.

Tsarev A.P., Tsareva R.P., Tsarev V.A., Miligula E.N. The sex dimorphism of juvenile aspen hybrids // *Bull. of the State Nikita Botan. Gard.* – 2022. – № 144 – P. 75-81

The sex of dicotyledonous poplars, including aspens, is of great importance when using them for landscaping, since female specimens forms make a large amount of fluff. In addition, the differences in the growth and spread of aspens and poplars depending on their gender and environments, has been repeatedly noted in the scientific literature. New experiments on aspen hybridization were carried out with the support of the German Research Institute of Forest Genetics named after Tünen and the German Ministry of Agriculture (MaRussiA project, grant 68706 BLE). Our studies have shown that the beginning of aspen hybrids flowering in the Central forest-steppe of European Russia was registered after a 4-year vegetation period when 33 % of full sibs' and 37 % of half sibs' plants were bloomed. Among the blooming full sibs there were 66 % male and 34 % female individuals, and half sibs had 70 % male and 30 % female. The average height of 4-year-old plants of full male sibs was 10.8 % higher than of female. In half sibs' plants, this indicator was 3.9 % higher in favor of female individuals. The selected 5 highest male and 5 highest female plants showed that male plants of full sibs exceeded female ones by 19.8 %, and in half sibs the same excess was 11.6 %. Further research is needed to clarify and study the quality and growth dynamics of male and female representatives of aspen hybrids.

Key words: *Sexual dimorphism; aspen hybrids; full sibs; half sibs; height differences between the male and female plants*