

УДК 630\*232.318

**Е. В. Татун**

Белорусский государственный технологический университет

**ВЛИЯНИЕ СОРТИРОВКИ ОРГАНИЧЕСКИМИ РАСТВОРИТЕЛЯМИ, ЗАМАЧИВАНИЯ В ВОДЕ И СТИМУЛЯТОРАХ РОСТА НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ**

Цель проведенного исследования заключалась в определении влияния сортировки органическими растворителями, замачивания в воде разной продолжительности и использования стимуляторов роста на всхожесть и энергию прорастания семян березы повислой.

В результате проведенного исследования было установлено, что разделение семян на фракции при помощи ацетона положительно сказывается на всхожести и энергии прорастания семян березы повислой. Сортироваться таким способом могут как обескрыленные семена, так и необескрыленные. Наблюдалось повышение всхожести на 36% и энергии прорастания на 9% по отношению к контрольному опыту у обескрыленных отсортированных ацетоном семян, а также возрастание всхожести на 41% и энергии прорастания на 9% по отношению к контрольному опыту у необескрыленных отсортированных ацетоном семян. В вариантах опыта, где семена разделялись на фракции с помощью ацетона, заплесневелые семена не регистрировались, а в вариантах опыта без сортировки доля заплесневелых семян составляла от 3 до 5%.

Разделение семян березы повислой на фракции при помощи 96%-ного этилового спирта значительно снижает всхожесть семян березы – по результату нашего исследования на 20%.

Замачивание семян березы повислой в воде в течение 5 суток не оказало существенного воздействия на их всхожесть, но способствовало более быстрому прорастанию и значительно увеличило энергию прорастания (на 31%). Использование стимуляторов роста Эпин-экстра и Циркон не оказало значительного влияния на регистрируемые нами показатели.

**Ключевые слова:** береза повислая, семена, обескрыливание, сортировка, органические растворители, подготовка к посеву, лабораторная всхожесть, энергия прорастания.

**Для цитирования:** Татун Е. В. Влияние сортировки органическими растворителями, замачивания в воде и стимуляторах роста на прорастание семян березы повислой // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2025. № 2 (294). С. 78–83.

DOI: 10.52065/2519-402X-2025-294-9.

**Ya. U. Tatun**

Belarusian State Technological University

**EFFECT OF SORTING WITH ORGANIC SOLVENTS, SOAKING IN WATER AND GROWTH STIMULANTS ON GERMINATION OF SILVER BIRCH SEEDS**

The aim of the study was to determine the effect of sorting with organic solvents, soaking in water of different duration and use of growth stimulants on germination and germination energy of silver birch seeds.

As a result of the study it was found that the separation of seeds into fractions using acetone has a positive effect on germination and germination energy of birch seeds. Both unpeeled seeds and wingless seeds can be sorted in this way. Increase of germination by 36% and germination energy by 9% was observed in relation to the control experiment in unpeeled seeds sorted by acetone. The same increase in germinability by 41%, germination energy by 9% in relation to the control experiment in wingless seeds sorted by acetone. In the variants of the experiment, where seeds were separated into fractions using acetone, moldy seeds were not registered, and where separation into fractions was not carried out, the share of moldy seeds was from 3 to 5%.

Separation of birch seeds into fractions by means of 96% ethyl alcohol significantly reduces germination of birch seeds, according to the results of our study by 20%.

Soaking silver birch seeds in water for 5 days had no significant effect on their germination, but promoted faster germination and significantly increased germination energy by 31%. The use of growth stimulants Epin-extra and Zirkon did not have a significant effect on the germination rates.

**Keywords:** silver birch, seeds, decoating, sorting, organic solvents, preparation for sowing, laboratory germination, germination energy.

**For citation:** Tatun Ya. U. Effect of sorting with organic solvents, soaking in water and growth stimulants on germination of silver birch seeds. *Proceedings of BSTU, issue 1, Forestry. Nature Management. Processing of Renewable Resources*, 2025, no. 2 (294), pp. 78–83 (In Russian).

DOI: 10.52065/2519-402X-2025-294-9.

**Введение.** Посевной материал березы повислой обладает большой изменчивостью. На это влияет ряд факторов. Одним из таких факторов является способность к партенокарпии, когда в неурожайные годы 50–100% плодов оказываются без семян [1, с. 90]. Из-за этой особенности возникает необходимость в сортировке.

При сортировке семян березы повислой возможно разделение их гравитационным сепаратором или ацетоном на фракции, где в дальнейшем для хранения используют отсортированные семена, отделенные от пустых, поврежденных и недоразвитых [2, с. 127–128; 3]. Перед сортировкой семена лучше обескрыливать, так как это снижает потери при очистке и в несколько раз уменьшает объем семян, что сокращает затраты на хранение и транспортировку [4, с. 123]. Обескрыливание с разделением приобретает большое значение, когда появляется необходимость в одновременном хранении семян, в особенности элитных партий [2].

Сортировка позволяет отбирать семена с высокими показателями всхожести и жизнеспособности [5–7]. Использование для высева отсортированных семян может способствовать появлению дружных всходов и одновременному развитию растений [8–12]. Особенно важно использовать посевной материал высокого качества при получении сеянцев с закрытой корневой системой. В обычной практике питомников в одну ячейку высевают несколько семян березы повислой (2–3) [2, с. 128; 13, с. 87]. Но при этом часть ячеек остается без всходов или с наличием нескольких сеянцев в одной ячейке. Использование отсортированных семян может уменьшить трудозатраты, возникающие при таком способе посева. Для облегчения автоматизации обескрыленные и отсортированные семена можно дражировать и использовать автоматические механизмы посева, уменьшив трудозатраты на заполнение ячеек в кассетах семенами [2, с. 127–128].

В литературе отсутствуют сведения о влиянии разделения семян березы повислой органическими растворителями на посевные качества. В роли растворителя, применяемого для сортировки, упоминается только ацетон – широко используемый в промышленности органический растворитель [2]. Альтернативой может стать сходный по плотности и столь же распространенный 96%-ный этиловый спирт, сведения об использовании которого для сортировки семян березы отсутствуют в литературе.

Предпосевная подготовка семян, направленная на повышение всхожести и энергии прорастания, является важным агротехническим приемом [14, 15]. Одним из способов подготовки семян березы повислой к посеву выступает замачивание их в воде. Однако сроки этого за-

мачивания отличаются у разных авторов: до состояния частичного наклеивания (2–3 суток), 1, 7 суток [2, с. 127; 16, с. 280]. Учитывая положительное влияние замачивания в воде на посевные качества семян березы повислой, а также низкую стоимость и экологичность способа, необходимо уточнить оптимальные сроки этой обработки. Кроме того, актуальным является сравнение эффективности замачивания в воде и применения стимуляторов роста для подготовки семян березы повислой к посеву.

Цель исследования – определить влияние сортировки органическими растворителями, замачивания в воде разной продолжительности и использования стимуляторов роста на всхожесть и энергию прорастания семян березы повислой.

**Основная часть.** Объектами исследования являлись семена березы повислой после хранения в холодильнике при  $t = 4^{\circ}\text{C}$  на протяжении 6 месяцев.

Обескрыливание семян происходило путем перетирания их через сито с диаметром отверстий 2 мм.

При разделении семян березы повислой на фракции использовался ацетон технический и этиловый спирт (96%). Для разделения семена помещали в колбы, а затем заливали растворителем в соотношении 30 частей растворителя к 1 части семян по объему. Семена и примеси, всплывшие на поверхность после размешивания, удалялись, а растворитель сливался. Далее семена, оставшиеся на дне колбы, просушивались до состояния сыпучести и использовались в опыте (таблица).

В вариантах опыта с разной продолжительностью замачивания отсортированные семена заливали водой (50 : 1 по объему к семенам) на 1, 3, 5, 7 суток. В вариантах со стимуляторами роста семена замачивались на протяжении 2 ч в растворах стимуляторов Эпин-экстра (1 мл / 2 л) или Циркон (1 мл / 4 л) (согласно рекомендациям производителя). После этого семена извлекались из воды и растворов, просушивались до состояния сыпучести. Причем время начала замачивания подбиралось таким образом, чтобы проращивание семян с разным сроком замачивания начиналось одновременно.

В контрольном опыте использовались семена без очистки и подготовки.

Проращивание семян происходило согласно ГОСТ 13056.6–97 «Семена деревьев и кустарников. Методы определения всхожести» [17]. Для каждого из вариантов эксперимента выполнялось 4 повтора, каждый включал 100 семян. Процесс проращивания проводился при температуре  $24^{\circ}\text{C}$ . Подсчет нормально проросших семян осуществлялся ежедневно в течение 15 дней (после восьмого дня прорастание новых семян не регистрировалось ни у одного из вариантов опыта). Энергия прорастания определялась на

день достижения максимального количества нормально проросших семян. Такой способ расчета использовался в исследованиях [18]. Этот подход обусловлен тем, что к седьмому дню (срок определения энергии прорастания для березы повислой) семена в разных вариантах опыта достигнут 93–100% от итоговой всхожести. То есть всхожесть будет равняться энергии прорастания для большинства вариантов опыта.

Результаты проб находились в пределах допустимых расхождений [17].

Наше исследование показало, что обескрыливание улучшает посевное качество семян. Как видно из таблицы, всхожесть обескрыленных семян возросла на 7%, энергия прорастания при этом изменилась на 3% (рис. 1). Возрастание всхожести обескрыленных семян может быть связано с механическим разрушением пустых плодов в процессе перетиранья их через сито.

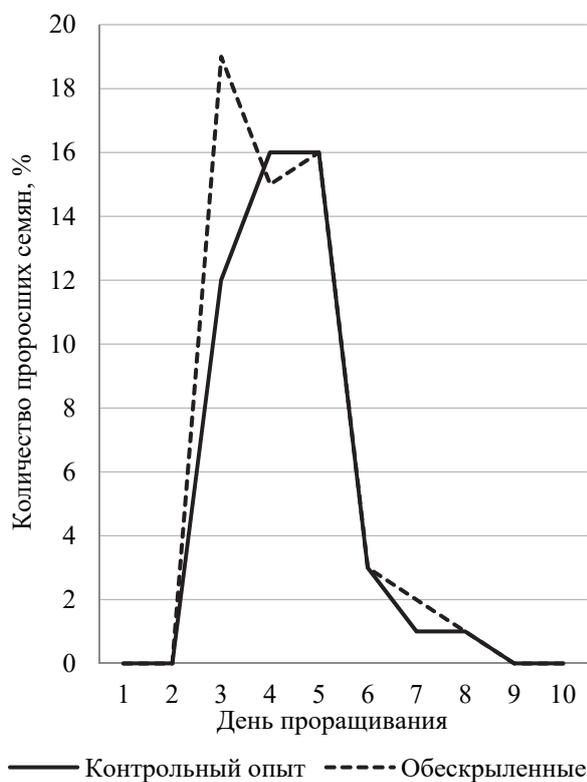


Рис. 1. Проращивание семян березы повислой в контрольном опыте и обескрыленных

Разделять ацетоном на фракции эффективно как обескрыленные семена, так и необескрыленные. Всхожесть обескрыленных семян, подвергшихся разделению на фракции в ацетоне, составила 85%, а энергия прорастания 41% (рис. 2). По показателям всхожести они превосходят контрольный опыт на 36%, а по энергии прорастания на 9%. Всхожесть семян, не обескрыленных и разделенных на фракции в ацетоне, составила 90%, а энергия прорастания 41% (рис. 2).

По показателям всхожести такие семена превосходят контрольный опыт на 41%, а по энергии прорастания на 9%.



Рис. 2. Проращивание семян березы повислой в контрольном опыте, с сортировкой в ацетоне, обескрыленных с сортировкой в ацетоне и в этиловом спирте

Стоит отметить, что в вариантах опыта, где проращивались семена после разделения на фракции ацетоном, не регистрировались заплесневелые семена. В опытах, где семена не сортировались ацетоном, заплесневелых семян было от 3 до 5% (таблица).

При сортировке семян этиловым спиртом мы наблюдали разделение обескрыленных семян березы повислой на фракции. Так, на дне используемого сосуда с этиловым спиртом оказались семена более крупные, а часть семян и примесей всплыла к поверхности. Однако этиловый спирт отрицательно сказался на посевных качествах семян, оставшихся на дне сосуда (рис. 2). Всхожесть составила 29%, а энергия прорастания 28%. По отношению к контролю всхожесть снизилась на 20%, а энергия прорастания на 1% (таблица). 2% семян заплесневели.

Семена, замоченные в воде на протяжении 5 суток, имели самый низкий процент всхожести и отличались по этому показателю от семян, замоченных на 1 сутки, на 5%. Увеличение продолжительности замачивания семян в воде больше влияло на энергию прорастания.

**Данные по проращению семян березы повислой, подвергшихся обескрыливанию, сортировке, разному сроку замачивания в воде и обработке стимуляторами роста**

Обработка семян	Дни учета результата										За-плес-невелье, шт.	Процент всхоже-сти, %	Энергия прорас-тания, %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
	Количество проросших семян на день учета, шт.												
Контрольный опыт	0	0	12	28	44	47	48	49	49	49	3	49	32
Обескрыленные	0	0	19	34	50	53	55	56	56	56	5	56	29
Отсортированные (ацетон)	0	0	27	64	82	89	90	90	90	90	0	90	41
Обескрыленные, отсортированные (ацетон)	0	0	30	75	82	84	85	85	85	85	0	85	41
Обескрыленные, отсортированные (этиловый спирт)	0	0	7	15	18	22	27	29	29	29	2	29	28
Обескрыленные, отсортированные (ацетон), замоченные в воде на 1 сутки	0	0	36	73	89	90	90	90	90	90	0	90	41
Обескрыленные, отсортированные (ацетон), замоченные в воде на 3 суток	0	5	45	78	86	86	86	86	86	86	0	86	47
Обескрыленные, отсортированные (ацетон), замоченные в воде на 5 суток	0	8	62	81	85	85	85	85	85	85	0	85	64
Обескрыленные, отсортированные (ацетон), замоченные в воде на 7 суток	0	3	48	79	88	88	88	88	88	88	0	88	51
Обескрыленные, отсортированные (ацетон), замоченные на 2 ч в растворе Эпин-экстра (1 мл / 2 л)	0	0	36	74	85	86	87	87	87	87	0	87	44
Обескрыленные, отсортированные (ацетон), замоченные на 2 ч в растворе Циркон (1 мл / 4 л)	0	0	34	70	83	85	85	86	86	86	0	86	42

Замоченные на протяжении 5 суток семена превосходили по этому параметру контрольный опыт, показатель находился на уровне 64% и превышал контрольный на 31%. Замачивание семян на протяжении 7 суток также положительно сказалось на энергии проращения семян, по отношению к контролю этот показатель возрос на 19% и находился на уровне 51% (рис. 3). Первые всходы в вариантах с замачиванием продолжительностью 3, 5, 7 суток появились на 1 сутки раньше, чем в контрольном опыте (таблица).

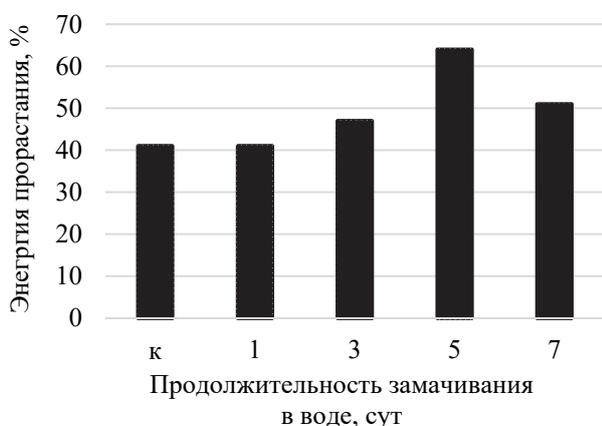


Рис. 3. Энергия проращения обескрыленных семян березы повислой с разделением в ацетоне и замачиванием в воде на протяжении 1, 3, 5, 7 суток, к – контроль

Использование стимуляторов роста Эпин-экстра и Циркон не оказало значительного влияния на регистрируемые нами показатели (рис. 4). Так, семена, замоченные в растворах Эпин-экстра и Циркон, по всхожести на 2 и 1%, а по энергии проращения на 3 и 1% соответственно превосходили семена, отсортированные ацетоном без замачивания в стимуляторах (таблица).



Рис. 4. Проращение семян березы повислой в контрольном опыте, отсортированных ацетоном и обескрыленных, без обработки стимулятором роста и с обработкой растворами Эпин-экстра, Циркон

**Заключение.** Разделение семян на фракции при помощи ацетона положительно сказывается на всхожести и энергии прорастания посевного материала березы повислой. Мы наблюдали возрастание всхожести на 36% и энергии прорастания на 9% по отношению к контрольному опыту у обескрыленных отсортированных в ацетоне семян, а также возрастание всхожести на 41% и энергии прорастания на 9% по отношению к контрольному опыту у необескрыленных отсортированных ацетоном семян.

В вариантах опыта, где проращивались семена, разделенные на фракции ацетоном, не регистрировались заплесневелые семена. В опытах, где семена не сортировались, заплесневелых семян было от 3 до 5%.

Разделение семян березы повислой на фракции при помощи 96%-ного этилового спирта зна-

чительно снижает посевные качества семян березы. Всхожесть при таком способе сортировки уменьшилась на 20%.

Оптимальный срок замачивания в воде семян березы повислой 5 суток. Такой способ ускорил прорастание семян и увеличил энергию прорастания на 31%. Увеличение сроков замачивания привело к снижению энергии прорастания. Замачивание семян в воде на протяжении 7 суток уменьшило энергию прорастания на 12% по отношению к семенам, замоченным на протяжении 5 суток.

Использование стимуляторов роста Эпин-экстра и Циркон незначительно повлияло на регистрируемые нами показатели. Семена, замоченные в растворах Эпин-экстра и Циркон, по всхожести на 2 и 1%, а по энергии прорастания на 3 и 1% соответственно превосходили семена без обработки стимуляторами.

### Список литературы

1. Родионова А. С. Лесная ботаника (Морфология и систематика растений). М.: Лесная пром-сть, 1980. 243 с.
2. Tylkowski T. *Betula pendula* seed storage and sowing pre-treatment: effect on germination and seedling emergence in container cultivation // *Dendrobiology*. 2012. Vol. 67. P. 49–58.
3. Szabla K., Pabian R. *Szkołkarstwo kontenerowe. Nowe technologie i technik w szkółkarstwie leśnym*. Wyd. II. Warszawa: CILP, 2009. 251 s.
4. Лесная энциклопедия: в 2 т. / редкол.: Г. И. Воробьев (гл. ред.) [и др.]. М.: Сов. энцикл., 1985–1986. Т. 2. 1985. 631 с.
5. Himanen K., Nygren M. Seed soak-sorting prior to sowing affects the size and quality of 1.5-year-old containerized *Picea abies* seedlings // *Silva Fenn*. 2015. Vol. 49, no. 3. P. 1–14. DOI: 10.14214/SF.1056.
6. Influence of *Scot pine* seed size on the quality of seedlings produced / V. Knyazev [et al.] // IOP Conference. Series: Earth and Environmental Science. Vol. 1112. Tashkent, 2022. P. 1–6. DOI: 10.1088/1755-1315/1112/1/012111.
7. Sanogo S., Sacande M., Damme P. Gravimetric sorting to improve germination of *Anogeissus leiocarpa* seed lots // *Seed Science and Technology*. 2015. Vol. 43. P. 318–323. DOI: 10.15258/SST.2015.43.2.20.
8. Kaliniewicz Z., Tylek P. Aspects of the process of sorting European black pine seeds // *Forests*. 2019. Vol. 10. P. 1–11. DOI: 10.3390/f10110966.
9. Казаков В. И., Казаков И. В. Влияние сортировки семян хвойных пород на посевные качества // *Лесотехнический журнал*. 2016. № 3. С. 161–167.
10. An evaluation of the physical characteristics of seeds of selected lilac species for seed sorting purposes and sustainable forest management / Z. Kaliniewicz [et al.] // *Sustainability*. 2024. Vol. 16. P. 1–18. DOI: 10.3390/su16156340.
11. Study on the selection of processing process and parameters of *Platycodon grandiflorum* seeds assisted by machine vision technology / W. Wu [et al.] // *Agronomy*. 2022. Vol. 12. P. 1–10. DOI: 10.3390/agronomy12112764.
12. Ламан Н. А., Алексейчук Г. Н., Калацкая Ж. Н. Современная технология предпосевной обработки семян // *Наука и инновации*. 2006. № 9 (43). С. 37–41.
13. Tylkowski T. *Przedsiębiorstwo traktowanie nasion drzew, krzewów, pnączy i krzewinek*. Warszawa: CILP, 2016. 476 s.
14. Effect of soaking treatment on germination of hard coated tropical forest tree seeds / J. Odoi [et al.] // *Uganda Journal of Agricultural Sciences*. 2021. Vol. 19. P. 1–9. DOI: 10.4314/UJAS.V19I2.1.
15. Himanen K., Nygren M. Effects of seed pre-soaking on the emergence and early growth of containerized Norway spruce seedlings // *New Forests*. 2013. Vol. 45. P. 71–82. DOI: 10.1007/s11056-013-9392-6.
16. Кречетова Н. В. Справочник по лесосеменному делу. М.: Лесная пром-сть, 1978. 334 с.
17. Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести: ГОСТ 13056.6–97. М.: Госстандарт, 1997. 31 с.
18. Chengjun Y., Guiying L. Effect of NaCl stress on germination of birch seeds // *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*. 2014. No. 6 (6). P. 1980–1986.

### References

1. Rodionova A. S. *Lesnaya botanika (Morfologiya i sistematika rasteniy)* [Forest botany (Morphology and systematics of plants)]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1980. 243 p. (In Russian).
2. Tylkowski T. *Betula pendula* seed storage and sowing pre-treatment: effect on germination and seedling emergence in container cultivation. *Dendrobiology*, 2012, vol. 67, pp. 49–58.
3. Szabla K., Pabian R. Szkółkarstwo kontenerowe. Nowe technologie i technik w szkółkarstwie leśnym. Warsaw, CILP Publ., 2009. 251 p. (In Poland).
4. *Lesnaya entsiklopediya: v 2 tomakh* [Forest Encyclopedia: in 2 vol.]. Moscow, Sovetskaya Entsiklopediya Publ., 1985. Vol. 2. 631 p. (In Russian).
5. Himanen K., Nygren M. Seed soak-sorting prior to sowing affects the size and quality of 1.5-year-old containerized *Picea abies* seedlings. *Silva Fenn.*, 2015, vol. 49, no. 3, pp. 1–14. DOI: 10.14214/SF.1056.
6. Knyazev V., Lapshina M., Borodin N., Tkachev V. V., Lebedev V. Influence of Scott pine seed size on the quality of seedlings produced. *IOP Conference*, series: Earth and Environmental Science, vol. 1112. Tashkent, 2022, pp. 1–6. DOI: 10.1088/1755-1315/1112/1/012111.
7. Sanogo S., Sacande M., Damme P. Gravimetric sorting to improve germination of *Anogeissus leiocarpa* seed lots. *Seed Science and Technology*, 2015, vol. 43, pp. 318–323. DOI: 10.15258/SST.2015.43.2.20.
8. Kaliniewicz Z., Tylek P. Aspects of the process of sorting European black pine seeds. *Forests*, 2019, vol. 10, pp. 1–11. DOI: 10.3390/f10110966.
9. Kazakov V. I., Kazakov I. V. Influence of conifer seed sorting on sowing qualities. *Lesotekhnicheskii zhurnal* [Forestry Engineering Journal], 2016, no. 3, pp. 161–167 (In Russian).
10. Kaliniewicz Z., Konopka S., Krzysiak Z., Tylek P. An evaluation of the physical characteristics of seeds of selected lilac species for seed sorting purposes and sustainable forest management. *Sustainability*, 2024, vol. 16, pp. 1–18. DOI: 10.3390/su16156340.
11. Wu W., Cheng Y., Tu K., Ning C., Yang C., Dong X., Cao H., Sun Q. Study on the selection of processing process and parameters of *Platycodon grandiflorum* seeds assisted by machine vision technology. *Agronomy*, 2022, vol. 12, pp. 1–10. DOI: 10.3390/agronomy12112764.
12. Laman N. A., Aleksejchuk G. N., Kalackaja Zh. N. Modern technology of pre-sowing seed treatment. *Nauka i innovatsii* [Science and innovation], 2006, no. 9 (43), pp. 37–41 (In Russian).
13. Tylkowski T. Przesiewne traktowanie nasion drzew, krzewów, pnączy i krzewinek. Warsaw, CILP Publ., 2016. 476 p. (In Poland).
14. Odoi J., Mugeni D., Kiiza R., Apolot B., Gwali S. Effect of soaking treatment on germination of hard coated tropical forest tree seeds. *Uganda Journal of Agricultural Sciences*, 2021, vol. 19, pp. 1–9. DOI: 10.4314/UJAS.V19I2.1.
15. Himanen K., Nygren M. Effects of seed pre-soaking on the emergence and early growth of containerized Norway spruce seedlings. *New Forests*, 2013, vol. 45, pp. 71–82. DOI: 10.1007/s11056-013-9392-6.
16. Krechetova N. V. *Spravochnik po lesosemennomu delu* [Handbook of forest seed production]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1978. 334 p. (In Russian).
17. GOST 13056.6–97. Seeds of trees and shrubs. Method for determination of germination. Moscow, Gosstandart Publ., 1997. 31 p. (In Russian).
18. Chengjun Y., Guiying L. Effect of NaCl stress on germination of birch seeds. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 2014, no. 6 (6), pp. 1980–1986.

### Информация об авторе

**Татун Евгений Владимирович** – аспирант кафедры лесных культур и почвоведения. Белорусский государственный технологический университет (ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: evgeniy.tatun@mail.ru

### Information about the author

**Tatun Yauheni Uladzimiravich** – PhD student, the Department of Forest Plantations and Soil Science. Belarusian State Technological University (13a Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: evgeniy.tatun@mail.ru

Поступила 14.03.2025