

КОНДЕНСАТ СУШКИ ДРЕВЕСИНЫ КАК АКТИВАТОР ЭНЕРГИИ ПРОРАСТАНИЯ И ВСХОЖЕСТИ СЕМЯН СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ *PINUS SYLVESTRIS* L.

Н.Р. Сунгурова✉, А.А. Дрочкова, Н.П. Гаевский,
Н.В. Волыхина, Н.А. Бабич

ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова» (САФУ), 163002, Россия,
г. Архангельск, ул. набережная Северной Двины, д. 17

n.sungurova@narfu.ru

Искусственное восстановление сосны обыкновенной зачастую происходит с помощью семян среднего или низкого качества, что обусловлено отсутствием или нехваткой высококачественного сырья. Решением этой проблемы может служить использование препаратов, улучшающих качественные характеристики семян. Изучено влияние ростостимулятора — конденсата, образующегося в процессе сушки древесины в сушильной камере деревообрабатывающего предприятия на всхожесть и энергию прорастания семян сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. В опытах использовали стимулятор разной концентрации и с разными сроками замачивания. Исследованиями установлено, что лучшие показатели всхожести семян 97 % и энергии прорастания 87 % получены при замачивании их в неразбавленном конденсате (100%-й концентрации) на 24 ч. Чуть ниже значения этих показателей при замачивании семян на период 6 и 12 ч. В ходе анализа результатов эксперимента выяснилось, что исследуемое вещество влияет на способность обрабатываемых семян противостоять загниванию.

Ключевые слова: семена, сосна обыкновенная, *Pinus sylvestris* (L.), всхожесть, энергия прорастания, конденсат

Ссылка для цитирования: Сунгурова Н.Р., Дрочкова А.А., Гаевский Н.П., Волыхина Н.В., Бабич Н.А. Конденсат сушки древесины как активатор энергии прорастания и всхожести семян сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2022. Т. 26. № 4. С. 39–45.
DOI: 10.18698/2542-1468-2022-4-39-45

Качество посевного материала во многом определяет успешность выращенных стандартных сеянцев, устойчивых к бактериальным и грибковым заболеваниям [1–4]. В настоящее время доступно относительно большое количество стимуляторов, использующихся именно для улучшения биологического потенциала как семян, так и сеянцев деревьев и кустарников. Многие из известных стимуляторов древесных пород изначально активно применялись для сельскохозяйственных культур [5]. Например, циркон (изготовленный из растительного сырья эхинацеи) обладает ростостимулирующими и защитными свойствами: обеспечивает увеличение всхожести и ускорение прорастания семян овощных, зерновых, плодовых и декоративных культур, ослабленных длительным хранением, стимулирует рост сеянцев, снижает степень поражения фитопатогенными грибами [6]. Применяя его на семенах сосны Банкса (*Pinus banksiana* Lamb.), авторы работы [7] пришли к выводу, что циркон не дает положительных результатов.

Однако существуют и такие стимуляторы, которые специально разрабатывались непосред-

ственно для определенных видов деревьев с учетом особенностей развития их посадочного материала [8–12]. Для семян и сеянцев сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. подобраны ростостимулирующие вещества, которые улучшают их качественные характеристики [13–16]. Авторы работы [17] отметили положительный результат обработки перед посевом семян сосны экстрактом чаги как профилактическое мероприятие фузариозного полегания сеянцев.

Тем не менее, поиск новых препаратов, эффективно стимулирующих всхожесть семян и рост сеянцев, остается актуальным по сегодняшний день [18]. Это можно объяснить неэкономичностью и не экологичностью многих используемых препаратов [19–22].

В качестве стимулятора активации энергии прорастания и всхожести семян можно использовать конденсат агента сушки древесины, который содержит многообразные компоненты [23–24].

Цель работы

Цель работы — изучение влияния биологически активных веществ на посевные качества семян сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L.

Материалы и методы

Эксперимент заключался в исследовании воздействия на семена сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. изучаемого вещества — конденсата, образующегося в процессе сушки древесины. Конденсат собирали в специальное устройство сушильной камеры при сушке пиломатериалов



Рис 1. Проращивание обработанных конденсатом семян сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. в климаточкамере «Фитотрон-30»

Fig. 1. Germination of condensate-treated pine seeds in the «Phytotron-30» climate chamber

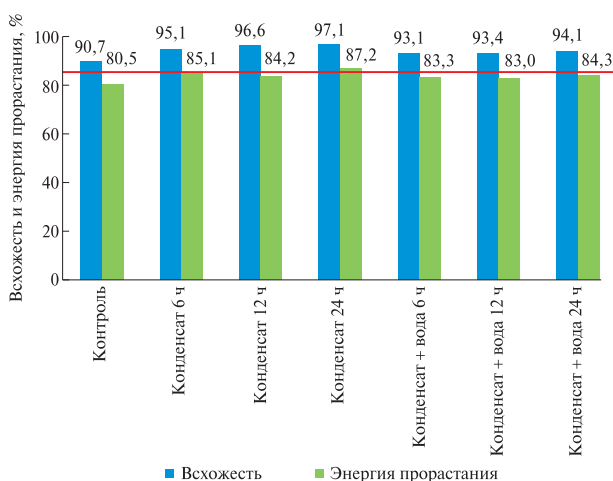


Рис. 2. Всхожесть и энергия прорастания обработанных конденсатом семян сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. (всхожесть семян 1-го класса качества согласно ГОСТ 14161–86) [19]

Fig. 2. Germination and germinative energy of condensate-treated *Pinus sylvestris* L. seeds (seeds germination of the 1st quality class according to GOST 14161–86) [19]

на Соломбальском перерабатывающем лесокомбинате в объеме 5 л. Установлено, что из 1 м³ древесины при сушке испарением удаляется 300...500 кг влаги в виде раствора макро- и микроэлементов и других компонентов [25]. Конденсат использовался в двух вариантах: 100%-й концентрации и 50%-й концентрации, разбавленный водой. Опыты проводили весной 2021 г. в лабораторных условиях на специализированном оборудовании. Было заложено семь вариантов исследования в четырех повторностях. Для каждой повторности отбирали 10 проб по 100 шт. семян. Контролем служили необработанные семена.

Для исследований был использован посевной материал сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. 1-го класса качества, заготовленный Вологодским лесничеством. Семена проращивали в климаточкамере «Фитотрон-30», которая позволяет регулировать освещенность, температуру, длину светового дня посредством задания параметров прибору через встроенный микрокомпьютер (рис. 1). Параметры задавались согласно с ГОСТ 13056.6–97 [26]. Постоянная температура воды и ложа для проращивания 24 °С, освещенность 40 000 Лк обеспечивалась на протяжении 8 ч. Семена предварительно замачивали на 6, 12, 24 ч в приготовленных заранее препаратах. Проращивание проводилось на фильтровальных кружках, наложенных на фланелевые фитильки. Оценку и учет проросших семян проводят на 5-й, 7-й, 10-й и 15-й день. В день окончательного учета всхожести, оставшиеся на ложе семена разрезают вдоль зародыша, отдельно по каждой пробе, и определяют количество здоровых, ненормально проросших, загнивших, запаренных, беззародышевых и пустых семян [27, 28].

Основными показателями качества семян являются всхожесть и энергия прорастания семян. Всхожесть семян сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. определяется на 15-й день проращивания, а энергия прорастания на 7-й день. При определении всхожести учитывались различные категории семян.

Для обработки полученных данных применяли пакет программ Microsoft Office Excel, при этом достоверность составляла 95 %.

Результаты и обсуждение

Выявлено влияние конденсата, образующегося в процессе сушки древесины, на качественные показатели семян сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. — всхожесть и энергию их прорастания. Семена замачивали на различные временные промежутки в чистом конденсате и в конденсате, разбавленном дистиллированной водой в соотношении 1:1 (рис. 2).

Т а б л и ц а 1

Статистически обработанные результаты проращивания семян сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L., замоченных в конденсате

Statistically processed results of germination of *Pinus sylvestris* L. seeds soaked in condensate

Вариант опыта	Показатели качества семян	Среднее значение, %, с основной ошибкой	Среднее квадратическое отклонение, %	Коэффициент изменчивости, %	Точность опыта, %	Достоверность среднего значения
1	Всхожесть	95,10 ± 0,46	1,45	1,52	0,48	207,53
	Энергия прорастания	85,10 ± 0,18	0,57	0,21	2,381	474,08
2	Всхожесть	96,60 ± 0,22	1,633	0,70	0,23	436,89
	Энергия прорастания	84,20 ± 0,29	0,92	1,07	0,34	296,63
3	Всхожесть	97,10 ± 0,41	1,29	1,33	0,42	238,64
	Энергия прорастания	87,20 ± 0,51	1,62	1,86	0,59	170,29
4	Всхожесть	93,10 ± 0,18	0,57	0,61	0,19	518,65
	Энергия прорастания	83,30 ± 0,37	1,16	1,39	0,44	227,18
5	Всхожесть	93,40 ± 0,31	0,97	1,03	0,33	305,72
	Энергия прорастания	83,00 ± 0,26	0,82	0,98	0,31	321,46
6	Всхожесть	94,10 ± 0,23	0,74	0,78	0,25	403,29
	Энергия прорастания	84,30 ± 0,21	0,67	0,80	0,25	394,96
Контроль	Всхожесть	90,70 ± 0,26	0,82	0,91	0,29	348,39
	Энергия прорастания	80,50 ± 0,27	0,85	1,06	0,33	299,54

Исследования проведены по следующим вариантам опыта:

1) замачивание семян на 6 ч в конденсате 100%-й концентрации;

2) замачивание семян на 12 ч в конденсате 100%-й концентрации;

3) замачивание семян на 24 ч в конденсате 100%-й концентрации;

4) замачивание семян на 6 ч в конденсате, 50%-й концентрации, разбавленном дистиллированной водой 1:1;

5) замачивание семян на 12 ч в конденсате, 50%-й концентрации, разбавленном дистиллированной водой 1:1;

6) замачивание семян на 24 ч в конденсате, 50%-й концентрации, разбавленном дистиллированной водой 1:1;

7) контроль.

Конденсат в чистом виде увеличил показатели всхожести и энергии прорастания семян. Статистически обработанные данные экспериментов (табл. 1, 2) указывают на то, что наилучший результат по всхожести и энергии прорастания семян отмечается в варианте опыта, где использовался неразбавленный конденсат с продолжительностью замачивания семян 24 ч.

Их всхожесть составила 97,1 %, а энергия прорастания — 87,2 %, что значительно выше показателя, приведенного в ГОСТ 14161–86 [19]. Чуть ниже результаты показали варианты опыта с неразбавленным концентратом с временем замачивания 6 и 12 часов. Всхожесть и энергия прорастания семян в этих вариантах 95...96 % и 85...84 % соответственно.

Т а б л и ц а 2

Существенность различий между средними значениями показателей качества семян сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. (контроль)

Differences between the average values of quality indicators of Scots pine *Pinus sylvestris* L. (control) seeds

Вариант опыта	Существенность различий между средними значениями	
	всхожесть	энергия прорастания
1	8,33	14,18
2	17,32	9,34
3	13,18	11,61
4	7,60	6,11
5	6,67	6,67
6	9,80	11,11

Существенность различий между средними значениями всхожести семян сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. и контрольным вариантом наиболее высока в опыте с замачиванием семян в чистом конденсате с временем замачивания 12 ч и составляет 17,32 (см. табл. 2).

Энергия прорастания семян сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L., согласно проведенным опытам также зависит и от концентрации конденсата, и от продолжительности замачивания в данном растворе посевного материала (см. табл. 2). Так, существенность различий между средними значениями данного показателя составляет 14,18 в контрольном варианте и в варианте с замачиванием семян в чистом конденсате с временем замачивания 6 ч.

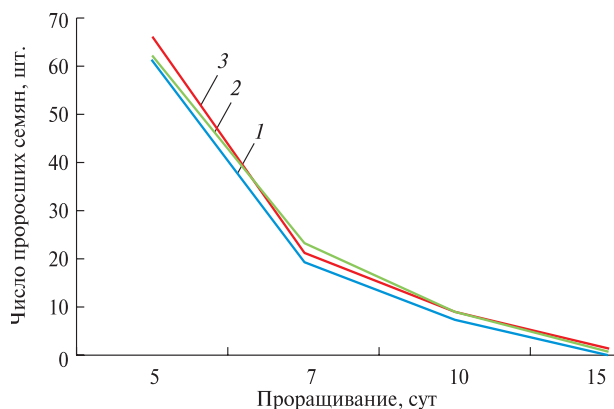


Рис. 3. Число проросших семян в дни наблюдений: 1 — контроль; 2 — конденсат (концентрация 1:1); 3 — конденсат без разбавления

Fig. 3. The number of germinated seeds on the observation days: 1 — control; 2 — condensate (concentration 1:1); 3 — condensate without dilution

Эксперименты с разбавлением конденсата дистиллированной водой в соотношении 1:1 показали результат хуже, что подтверждает преимущество использования конденсата в чистом виде. Время замачивания в данных опытах также влияет на результат. Наилучшие показатели были у семян, замоченных на 24 ч. Так тенденцию можно наблюдать во все дни проращивания (рис. 3): число проросших семян, замоченных перед проращиванием в неразбавленном концентрате, выше. Коэффициент корреляции составляет 0,99.

Анализируя результаты опытов нужно отметить, что обработка семян конденсатом повлияла на их способность противостоять загниванию. На защитные свойства препарата указывает незначительное количество загнивших семян, которое варьировало от 0 до 1 %, в то время как на контроле число загнивших семян составило 15 %. Это свидетельствует о том, что данное биологически активное вещество можно использовать в качестве защиты семян от различных болезнетворных бактерий.

Помимо улучшения показателей качества семян важно отметить и экологически чистую составляющую этого ростостимулятора, простоту его применения, экономичность и актуальное направление на сегодняшний момент — безотходность производства.

Выводы

Проведенные исследования показали эффективность применения конденсата, образующегося в процессе сушки древесины, на качественные показатели семян. При замачивании семян сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. на 24 ч всхожесть их составила 97,1 %, энергия прорастания — 87,2 %. Также препарат показал свои защитные свойства: процент загнивших семян снизился и варьировал от 0 до 1.


Изучаемый конденсат оказывает ростостимулирующий и защитный эффект, дополненный такими достоинствами, как их малозатратное производство, легкость в применении и отсутствие токсичности и для человека, и для окружающей среды.

Список литературы

- [1] Бабич Н.А., Дрочкова А.А., Комарова А.М., Лебедева О.П., Андропова М.М. Вариативность массовых характеристик семян *Pinus sylvestris* L. в таежной зоне // ИВУЗ Лесной журнал, 2019. № 2. С. 141–147. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.2.141
- [2] Orians G.S. Diversity stability and naturity in natural ecosystem. Unifying Concepts in Ecology The Haque, Wageningen, 1975, pp. 20–26.
- [3] Usoltsev V.A., Vanclay J.K. Stand biomass dynamics of pine plantations and natural forests on dry steppe in Kazakhstan // Scandinavian J. of forest Research, 1995, v. 10, pp. 305–312.
- [4] Walther G.-R. Plants in a warmer world. Perspectives in Plant Ecology // Evolution and Systematics, 2003, v. 6/3, pp. 169–185.
- [5] Вакуленко В.В. Регуляторы роста // Защита и карантин растений, 2004. № 1. С. 24–46.
- [6] Проказин Н.Е., Лобанова Е.Н., Пентелькина Н.В., Казаков В.И., Ивановцева Г.И., Сахнов В.В., Чукарина А.В., Багаев С.С. Влияние биостимуляторов и микроудобрений на рост сеянцев хвойных пород // Лесохозяйственная информация, 2013. № 2. С. 9–15.
- [7] Острошенко В.В., Острошенко Л.Ю. Влияние стимуляторов на всхожесть семян и рост сеянцев сосны Банкса (*Pinus banksiana* Lamb.) // Вестник КрасГАУ, 2011. № 11(62). С. 85–92.
- [8] Алиев Э.В., Сиволапов А.И. Влияние предпосевной обработки семян на всхожесть и рост сеянцев сосны обыкновенной ростовыми веществами // Современные проблемы науки и образования, 2013. № 4. С. 369.
- [9] Кабанова С.А., Данченко М.А., Борцов В.А., Кочегаров И.С. Результаты предпосевной обработки семян сосны обыкновенной стимуляторами роста // Лесотехнический журнал, 2017. Т. 7. № 2 (26). С. 75–83.
- [10] Кабанова С.А., Данченко М.А., Мироненко О.Н., Кабанов А.Н. Результаты предпосевной обработки стимуляторами семян сосны обыкновенной в Северном Казахстане // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова, 2016. № 3 (44). С. 99–106.
- [11] Лихолат Т.В. Регуляторы роста древесных растений. М.: Лесная пром-сть, 1983. 240 с.
- [12] Носников В.В., Волкович А.П., Юренин А.В., Ярмолович В.А. Эффективность предпосевной обработки семян сосны и ели препаратом Эмистим-С // Труды БГТУ, 2014. № 1 (165). С. 150–153.
- [13] Castro J., Hódar J.A., Gómez J.M. Seed Size. Ch. 14 // Handbook of Seed Science and Technology. Ed. by A.S. Basra. New York: Haworth Press, 2006, pp. 397–428.
- [14] Fober H. Relation between Climatic Factors and Scots Pine (*Pinus sylvestris*) Cone Crops in Poland // Arboretum Kórnickie, 1976, v. 21, pp. 367–374.
- [15] Sarvas R. Investigations of the Flowering and Seed Crop of *Pinus sylvestris*. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja, 1962, v. 53, no. 4, p. 198.
- [16] Yakovlev I., Fossdal C.G., Skrøppa T., Olsen J.E., Jahren A.H., Johnsen Ø. An Adaptive Epigenetic Memory in Conifers with Important Implications for Seed Production //

- Seed Science Research, 2012, v. 22, iss. 2, pp. 63–76.
DOI: 10.1017/S0960258511000535
- [17] Соколов Д.В., Щедрова В.И. Экстракт чаги (*Inonotusobliquus* (Pers.) (Pil.) как профилактическое средство против фузариоза семян сосны // Лесоводство, лесные культуры, охрана и защита леса. Раздел IV. Защитное лесоразведение и лесные культуры. Вып. 1. Воронеж, 1973. С. 110–112.
- [18] Пентелькин С.К. Итоги изучения стимуляторов и полимеров в лесном хозяйстве за последние 20 лет // Лесохозяйственная информация, 2003. № 11. 20 с.
- [19] ГОСТ 14161–86. Семена хвойных древесных пород. Посевные качества. Технические условия.
URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200025549> (дата обращения 11.06.2021).
- [20] Пентелькина Ю.С. Влияние стимуляторов на всхожесть семян и рост сеянцев хвойных видов: дис. канд. с.-х. наук. М.: МГУЛ, 2003. 140 с.
- [21] Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации // Приложение к журналу «Защита и карантин растений», 2004. 575 с.
- [22] Чилимов А.И., Пентелькин С.А. Проблемы использования стимуляторов роста в лесном хозяйстве // Лесное хозяйство, 1995. № 6. С. 11–12.
- [23] Крамер П.Д., Козловский Т.Т. Физиология древесных растений. М.: Лесная пром-сть, 1983. С. 269–272.
- [24] Мелехов В.И., Бабич Н.А., Лебедева О.П., Тюрикова Т.В., Васильева Н.Н. Средство для предпосевной обработки семян хвойных пород. Пат. 2680700 Российская Федерация, МПК 51А 01 С 1/06. / заявитель и патентообладатель ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова». № 2018117368; заявл. 10.05.2018; опубл. 25.02.2019, бюл. № 6, 4 с.
- [25] Расев А.И. Сушка древесины. М.: МГУЛ, 2004. С. 167–170.
- [26] ГОСТ 13056.6–97. Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200025567> (дата обращения 11.06.2021).
- [27] Редько Г.И., Мерзленко М.Д., Бабич Н.А., Данилов Ю.Н. Лесные культуры и защитное лесоразведение: учебник для студ.вузов / под ред. Г.И. Редько. М.: Академия, 2008. 400 с.
- [28] Словарь-справочник таежного лесокulturника / под ред. Н.А. Бабича. Архангельск: Изд-во СевНИИЛХ, 2005. 252 с.

Сведения об авторах

Сунгурова Наталья Рудольфовна  — д-р с.-х. наук, доцент кафедры ландшафтной архитектуры и искусственных лесов Высшей школы естественных наук и технологий, ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова» (САФУ), n.sungurova@narfu.ru

Дрочкова Анна Алексеевна — аспирант кафедры ландшафтной архитектуры и искусственных лесов Высшей школы естественных наук и технологий, ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова» (САФУ), annadrochkova@gmail.com

Гаевский Николай Петрович — канд. с.-х. наук, доцент кафедры ландшафтной архитектуры и искусственных лесов Высшей школы естественных наук и технологий, ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова» (САФУ), n.gaevsky@narfu.ru

Волыхина Нелли Владимировна — аспирант кафедры ландшафтной архитектуры и искусственных лесов Высшей школы естественных наук и технологий, ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова» (САФУ), n.volihina@narfu.ru

Бабич Николай Алексеевич — д-р с.-х. наук, профессор кафедры ландшафтной архитектуры и искусственных лесов Высшей школы естественных наук и технологий, ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова» (САФУ), n.babich@narfu.ru

Поступила в редакцию 24.11.2021.

Одобрено после рецензирования 18.02.2022.

Принята к публикации 04.04.2022.

WOOD DRYING CONDENSATE AS *PINUS SYLVESTRIS* L. SEEDS GERMINATION ACTIVATOR

N.R. Sungurova✉, A.A. Drochkova, N.P. Gayevsky,
N.V. Volykhina, N.A. Babich

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, 17, Naberezhnaya Severnoy Dviny, 163002, Arkhangelsk, Russia

n.sungurova@narfu.ru

One of the urgent problems of reforestation is the shortage and lack of high-quality seeds. Although *Pinus sylvestris* L. is one of the most common species in Europe and Asia, the widespread felling of scots pine, due to the great demand for its valuable raw materials, created the need for the renewal of this breed. Artificial restoration of scots pine often occurs with the help of seeds of medium or low quality, due to the absence or shortage of high-quality raw materials. The solution to this problem can be the use of preparations that improve the quality characteristics of seeds. Therefore, the main task of our study was the impact on seeds, in order to improve their basic qualitative characteristics, of the proposed growth regulator — condensate formed during the drying of wood in the drying chamber of a woodworking enterprise. The reasons for choosing condensate were the content of a large amount of useful substances, cost-effectiveness, environmental safety of use for both humans and the environment, and ease of use. The results of the experiment showed that the germination of seeds was 97 %, and the germinative energy was 87 %. In addition, during the processing of the results of the experiment, it turned out that the substance under the study affects the ability of the seeds treated with it to resist rotting. The protective properties of the condensate are indicated by an insignificant amount of rotted seeds, which ranges from 0 to 1 %. Another weighty argument in favor of the use of condensate seeds for growth stimulation is the waste-free production which is undoubtedly an urgent direction today.

Keywords: seeds, *Pinus sylvestris* (L.), germination, germination energy, condensate

Suggested citation: Sungurova N.R., Drochkova A.A., Gayevsky N.P., Volykhina N.V., Babich N.A. *Kondensat sushki drevesiny kak aktivator energii prorastaniya i vskhozhesti semyan sosny obyknovennoy Pinus sylvestris L.* [Wood drying condensate as *Pinus Sylvestris* L. seeds germination activator]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2022, vol. 26, no. 4, pp. 39–45. DOI: 10.18698/2542-1468-2022-4-39-45

References

- [1] Babich N.A., Drochkova A.A., Komarova A.M., Lebedeva O.P., Andronova M.M. *Variativnost massovykh kharakteristik semyan Pinus sylvestris L. v taezhnoy zone* [Variability of mass characteristics of *Pinus sylvestris* L. seeds in the taiga zone]. *Lesnoy Zhurnal* (Russian Forestry Journal), 2019, no. 2, pp. 141–147. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.2.141
- [2] Orians G.S. Diversity stability and naturity in natural ecosystem. *Unifying Concepts in Ecology* The Haque, Wageningen, 1975, pp. 20–26.
- [3] Usoltsev V.A., Vanclay J.K. Stand biomass dynamics of pine plantations and natural forests on dry steppe in Kazakhstan. *Scandinavian J. of forest Research*, 1995, v. 10, pp. 305–312.
- [4] Walther G.-R. Plants in a warmer world. *Perspectives in Plant Ecology. Evolution and Systematics*, 2003, v. 6/3, pp. 169–185.
- [5] Vakulenko V.V. *Regulatory rosta* [Growth regulators]. *Zashchita i karantin rasteniy* [Protection and quarantine of plants], 2004, no. 1, pp. 24–46.
- [6] Prokazin N.E., Lobanova E.N., Pentel'kina N.V., Kazakov V.I., Ivanyusheva G.I., Sakhnov V.V., Chukarina A.V., Bagaev S.S. *Vliyanie biostimulyatorov i mikroudobreniy na rost seyantsev khvoynykh porod* [The influence of biostimulants and micronutrients on the growth of coniferous seedlings]. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya* [Forestry information], 2013, no. 2, pp 9–15.
- [7] Ostrosenko V.V., Ostrosenko L.Yu. *Vliyanie stimulyatorov na vskhozhest' semyan i rost seyantsev sosny Banksa (Pinus banksiana Lamb.)* [The effect of stimulants on seed germination and seedling growth of Banks pine] *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University], 2011, no. 11 (62), pp. 85–92.
- [8] Aliev E.V., Sivolapov A.I. *Vliyanie predposevnoy obrabotki semyan na vskhozhest' i rost seyantsev sosny obyknovennoy rostovymi veshchestvami* [Influence of pre-sowing seed treatment on germination and growth of seedlings of common pine with growth substances]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], 2013, no. 4, p. 369.
- [9] Kabanova S.A., Danchenko M.A., Bortsov V.A., Kochegarov I.S. *Rezultaty predposevnoy obrabotki semyan sosny obyknovennoy stimulyatorami rosta* [Results of pre-sowing treatment of common pine seeds with growth stimulants]. *Lesotekhnicheskyy zhurnal* [Forestry Journal], 2017, no. 2 (26), pp. 75–83.
- [10] Kabanova S.A., Danchenko M.A., Mironenko O.N., Kabanov A.N. *Rezultaty predposevnoy obrabotki stimulyatorami semyan sosny obyknovennoy v Severnom Kazakhstane* [Results of pre-sowing treatment with stimulants of common pine seeds in Northern Kazakhstan]. *Vestnik Buryatskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii im. V.R. Filippova* [Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Filippov], 2016, no. 3 (44), p. 99–106.
- [11] Likholat T.V. *Regulatory rosta drevesnykh rasteniy* [Growth regulators of woody plants]. *Lesnaya promyshlennost'* [Forest industry], 1983, 240 p.
- [12] Nosnikov V.V., Volkovich A.P., Yurenya A.V., Yarmolovich V.A. *Effektivnost' predposevnoy obrabotki semyan sosny i eli preparatom Emistim-S* [Efficiency of pre-sowing treatment of pine and spruce seeds with Emistim-S preparation]. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2014, no. 1 (165), pp. 150–153.

- [13] Castro J., Hódar J.A., Gómez J.M. Seed Size. Ch. 14 // Handbook of Seed Science and Technology. Ed. by A.S. Basra. New York: Haworth Press, 2006, pp. 397–428.
- [14] Fober H. Relation between Climatic Factors and Scots Pine (*Pinus silvestris*) Cone Crops in Poland // Arboretum Kórnickie, 1976, v. 21, pp. 367–374.
- [15] Sarvas R. Investigations of the Flowering and Seed Crop of *Pinus silvestris*. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja, 1962, v. 53, no. 4, p. 198.
- [16] Yakovlev I., Fossdal C.G., Skrøppa T., Olsen J.E., Jahren A.H., Johnsen Ø. An Adaptive Epigenetic Memory in Conifers with Important Implications for Seed Production // Seed Science Research, 2012, v. 22, iss. 2, pp. 63–76. DOI: 10.1017/S0960258511000535
- [17] Sokolov D.V., Shchedrova V.I. *Ekstrakt chagi (Inonotus obliquus (Pers.) (Pil.) kak profilakticheskoe sredstvo protiv fuzarioza seyantsev sosny* [Chaga extract (*Inonotus obliquus* (Pers.) (Pil.) as a prophylactic against fusarium of pine seedlings]. Lesovodstvo, lesnye kul'tury, okhrana i zashchita lesa. Razdel IV. Zashchitnoe lesorazvedenie i lesnye kul'tury [Forestry, forest crops, forest protection and protection. Section IV. Protective afforestation and forest crops], v. 1. Voronezh, 1973, pp. 110–112.
- [18] Pentel'kin S.K. Itogi izucheniya stimulyatorov i polimerov v lesnom khozyaystve za poslednie 20 let [Results of the study of stimulants and polymers in forestry over the past 20 years]. Leskhozyaystvennaya informatsiya [Forestry information], 2003, no. 11, 20 p.
- [19] ГОСТ 14161–86. Semena khvoynykh drevesnykh porod. Posevnye kachestva. Tekhnicheskie usloviya [Seeds of coniferous tree species. Sowing qualities. Technical conditions]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200025549> (accessed 11.06.2021).
- [20] Pentel'kina Yu.S. *Vliyaniye stimulyatorov na vskhozhest'semyan i rost seyantsev khvoynykh vidov* [The effect of stimulants on seed germination and growth of seedlings of coniferous species]. Dis. ... Cand. Sci. (Agric.). Moscow, 2003. 140 p.
- [21] *Spisok pestitsidov i agrokhimikatov, razreshennykh k primeneniyu na territorii Rossiyskoy Federatsii* [List of pesticides and agrochemicals approved for use on the territory of the Russian Federation]. Prilozhenie k zhurnalnu «Zashchita i karantin rasteniy» [Supplement to the journal «Protection and Quarantine of Plants»], 2004, 575 p.
- [22] Chilimov A.I., Pentel'kin S.A. *Problemy ispol'zovaniya stimulyatorov rosta v lesnom khozyaystve* [Problems of using growth stimulators in forestry]. Lesnoe khozyaystvo [Forestry], 1995, no. 6, pp. 11–12.
- [23] Kramer P.D., Kozlovskiy T.T. *Fiziologiya drevesnykh rasteniy* [Physiology of woody plants]. Moscow: Lesnaya promyshlennost' [Forest industry], 1983, pp. 269–272.
- [24] Melekhov V.I., Babich N.A., Lebedeva O.P., Tyurikova T.V. Vasil'eva N.N. *Sredstvo dlya predposevnoy obrabotki semyan khvoynykh porod* [Means for pre-sowing treatment of coniferous seeds]. Pat. 2680700 RF, MPK 51 A 01 S 1/06. Zayavitel' i patentoobladatel' FGAOU VO «Severnnyy (Arkticheskiy) federal'nyy universitet imeni M.V. Lomonosova». № 2018117368; zayavl. 10.05.2018; opubl. 25.02.2019, bul. 6, 4 p.
- [25] Rasev A.I. *Sushka drevesiny* [Drying of wood]. Moscow: MSFU, 2004, pp. 167–170.
- [26] ГОСТ 13056.6–97. *Semena derev'ev i kustarnikov. Metod opredeleniya vskhozhesti* [Seeds of trees and shrubs. Method of germination determination]. Moscow: Standartinform, 1997. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200025567> (accessed 11.06.2021).
- [27] Red'ko G.I., Merzlenko M.D., Babich N.A., Danilov Yu.N. *Lesnye kul'tury i zashchitnoe lesorazvedenie* [Forest crops and protective afforestation: a textbook for students. universities]. Ed. G.I. Redko. Moscow: Publishing Center «Academy», 2008, 400 p.
- [28] *Slovar'-spravochnik taezhnogo lesokul'turnika* [Dictionary-reference book of the taiga forest cultivator]. Ed. N.A. Babich. Arkhangelsk: SevNIILKh, 2005, 252 p.

Authors' information

Sungurova Natal'ya Rudol'fovna [✉] — Dr. Sci. (Agriculture), Associate Professor of the Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, n.sungurova@narfu.ru

Drochkova Anna Alekseevna — Pg. student of the Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, annadrochkova@gmail.com

Gaevskiy Nikolay Petrovich — Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor of the Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, n.gaevsky@narfu.ru

Volykhina Nelli Vladimirovna — Pg. student of the Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, n.volihina@narfu.ru

Babich Nikolay Alekseevich — Dr. Sci. (Agriculture), Professor of the Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, n.babich@narfu.ru

Received 24.11.2021.

Approved after review 18.02.2022.

Accepted for publication 04.04.2022.

Вклад авторов: все авторы в равной доле участвовали в написании статьи
 Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов
 Authors' Contribution: All authors contributed equally to the writing of the article
 The authors declare that there is no conflict of interest