

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

УДК 630.17:582.475.4

DOI: 10.53374/1993-0135-2023-6-541-545

Хвойные бореальной зоны. 2023. Т. XLI, № 6. С. 541–545

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РОСТОСТИМУЛИРУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ

А. А. Коротков¹, Ж. А. Кох²

¹Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газеты «Красноярский рабочий», 31

²Красноярский государственный аграрный университет
Российская Федерация, 660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
E-mail: ¹hbz@sibsau.ru, ²jannetta-83@mail.ru

*Ростостимулирующие соединения представляют собой группу растительных гормонов, которые являются важными регуляторами ряда физиологических процессов в растениях. Проблемы с проращиванием семян часто связаны с неблагоприятными микроклиматическими условиями. Доступность влаги после посева является одним из наиболее важных факторов, влияющих на проращивание семян в питомнике. Цель экспериментальных исследований заключалась в оценке влияния ростостимулирующего вещества на основе экстракта древесной зелени пихты сибирской и ели сибирской влияющего на проращивание семян четырех коммерчески важных лесных пород: ели сибирской (*Picea obovata* (L.)), сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* (L.)), пихты сибирской (*Abies sibirica* (L.)) и лиственницы сибирской (*Larix sibirica* (L.)). Полученные результаты экспериментальных исследований позволяют установить существенное влияние обработки семян хвойных 2 класса качества на их качественные показатели. Энергия прорастания семян, в сравнении с контролем, по ели сибирской увеличилась на 27,5 %, по сосне обыкновенной – на 32,1 %, по пихте сибирской – на 38,9 %, по лиственнице сибирской – 33,2 %. Техническая и абсолютная всхожесть повысились у ели сибирской – на 20,8 и 19,3 %, у сосны обыкновенной – на 15,0 и 16,0 %, у пихты сибирской – на 19,8 и 18,7 %, у лиственницы сибирской – на 21,8 и 19,2 % соответственно.*

Ключевые слова: ростостимулирующее вещество, экстракт, древесная зелень, семена, *Picea obovata*, *Pinus sylvestris*, *Abies sibirica*, *Larix sibirica*.

Conifers of the boreal area. 2023, Vol. XLI, No. 6, P. 541–545

STUDY OF THE EFFECT OF GROWTH-STIMULATING SUBSTANCES ON GERMINATION OF CONIFER SEEDS

A. A. Korotkov¹, Zh. A. Koch²

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
31, Krasnoyarskii rabochii prospekt, Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
Krasnoyarsk State Agrarian University
90, Mira prospekt, Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation

*Growth-stimulating compounds are a group of plant hormones that are important regulators of a number of physiological processes in plants. Problems with seed germination are often associated with unfavorable microclimatic conditions. The availability of moisture after sowing is one of the most important factors affecting seed germination in the nursery. The aim of experimental studies was to evaluate the effect of growth-stimulating substance based on extract of woody greens of Siberian fir and Siberian spruce on seed germination of four commercially important forest species: Siberian spruce (*Picea obovata* (L.)), common pine (*Pinus sylvestris* (L.)), Siberian fir (*Abies sibirica* (L.)) and Siberian larch (*Larix sibirica* (L.)). The obtained results of experimental studies allow us to establish a significant effect of coniferous seeds treatment2 quality class on their qualitative parameters. Seed germination energy increased by 27.5 % for Siberian spruce, by 32.1 % for Siberian pine, by 38.9 % for Siberian fir, by 33.2 % for Siberian larch in comparison with the control. Technical and absolute germination increased in Siberian spruce – by 20.8 and 19.3 %, in common pine –*

by 22.7 and 22.3 %, in Siberian fir – by 19.8 and 18.7 %, in Siberian larch – by 21.8 and 19.2 %, respectively pine, by 19.8 and 18.7 % for Siberian fir, and by 21.8 and 19.2 % for Siberian larch, respectively.

Keywords: growth-stimulating substance, extract, woody greens, seeds, *Picea obovata*, *Pinus sylvestris*, *Abies sibirica*, *Larix sibirica*.

ВВЕДЕНИЕ

Быстрое, синхронное прорастание семян хвойных пород деревьев является важным компонентом коммерческого производства саженцев в лесном хозяйстве. Семена хвойных растений, прорастающие в питомнике в течение длительного периода времени, приводят к обеднению почвы и появлению растений с различными требованиями к питанию. Проблемы с дружным прорастанием семян в питомнике может привести к снижению качества получаемых растений и к увеличению продолжительности производственного цикла или даже к потере части посадочного материала в питомнике. Проблемы с прорастанием семян часто связаны с неблагоприятными микроклиматическими условиями. Доступность влаги после посева является одним из наиболее важных факторов, влияющих на прорастание семян в питомнике. Однако полный контроль над влажностью почвы не всегда возможен (например, после прямого посева на лесном участке или даже в открытом грунте питомника), поэтому может возникнуть засуха и как следствие может возникнуть стресс у растения [1; 2; 4].

Ростостимулирующие соединения представляют собой группу растительных гормонов, которые являются важными регуляторами ряда физиологических процессов в растениях. Они могут взаимодействовать с другими гормонами, а также с стрессовыми факторами окружающей среды [6].

В настоящее время из растений успешно выделено около 85 различных ростостимулирующих компонентов из растений. Их содержание обычно выше в молодых и растущих тканях растений, чем в старых зрелых тканях. Ростостимулирующие вещества способны влиять на рост растений и деление клеток даже при очень низких концентрациях, таким образом влияя на показатели роста, а также способны повышать устойчивость растений к патогенам, болезням и другим различным стрессовым факторам. Положительное влияние стимуляторов роста на прорастание семян послужило важным стимулом для проведения данного исследования [7].

Растительная биомасса состоит из множества соединений, встречающихся в свободной или связанной форме, отличающихся разнообразной структурой, биологическими и физико-химическими свойствами. Их полярность и различная термическая стабильность определяют выбор методов и условий экстракции, которые играют ключевую роль в качестве экстрактов. Хотя свободные фенольные соединения экстрагируются растворителем, связанные фенольные соединения не могут быть экстрагированы в воду или органические растворители [4; 5].

Годовой цикл роста большинства растений умеренной зоны, регулируется эндогенными, или внутренними, ритмами. Но эти ритмы могут быть отменены экзогенными, или экологическими, факторами,

которые могут коллективно или по отдельности, сильно ограничивать или стимулировать активный рост. Поскольку детали эндогенной активности или реакции на экзогенные стрессы или стимуляцию широко варьируют среди видов растений, ботаники, садоводы, лесники и работники питомников должны быть хорошо знакомы с физическими особенностями эндогенной активности или реакции на эндогенный стресс или стимуляцию. Персонал должен быть хорошо знаком с физиологией растений и последовательностью действий в окружающей среде, необходимых для получения растений с одинаково высокой энергичностью. Выращивание видов в соответствии с физиологическими рекомендациями, необходимо, для получения растений с максимальной выживаемостью и ростом. Такое выращивание включает в себя правильную подготовку семян, чтобы обеспечить появление хорошо развитых молодых сеянцев, график полива, разработанный для обеспечения роста весной и в начале лета, а также в период покоя, внесение удобрений, обеспечивающих надлежащий баланс необходимых питательных веществ для оптимального роста и жизнеспособности. Однолетний сеянец хвойных обычно имеет индетерминантный тип роста, то есть удлинение побега происходит в результате производства клеток апикальной меристемой во время вегетативного роста. После первого вегетационного сезона хвойные деревья обычно демонстрируют детерминантный тип роста, т. е. удлинение побега, которое происходит в результате разрастания первичных клеток, заложенных на почках, образовавшихся в предыдущий вегетационный период. В естественных условиях этот период удлинения побегов обычно короткий, редко превышает 3 месяца. Такой рост нежелателен в питомниках, поскольку он, как правило, не развивает морозостойкость в ранние сроки и, следовательно, растение может погибнуть от осенних заморозков. Кроме того, сеянец не проходит, должным образом, через период покоя и поэтому не будет обладать высокой устойчивостью к стрессам, присущим последовательности полного цикла: выкопка-прикопка-посадка, и не будет активно расти после высадки [1; 8].

Вегетативный способ размножения некоторых растений является часто желателен или необходим, и для этой цели использование стеблевых черенков обычно является предпочтительным и, безусловно, наиболее широко применяемым методом. Однако использование этого важного средства размножения часто серьезно затруднено из-за низкой способности черенков многих видов к образованию придаточных корней или большими вариациями в этой способности.

У большинства видов наблюдаются сезонные колебания в их способности укореняться из черенков, а потенциал укоренения хвойных пород часто в зна-

чительной степени зависит от факторов связанные с сезоном или состоянием роста. Адвентивное образование придаточных корней является сложным феноменом, включающим взаимодействие многих факторов окружающей среды и эндогенных факторов, которые пока не изучены [3].

Цель данной работы – оценить влияние ростостимулирующего вещества на основе экстракта древесной зелени пихты и ели сибирской влияющего на прорастание семян четырех коммерчески важных лесных пород деревьев ели сибирской (*Picea obovata* (L.)), сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* (L.)), пихты сибирской (*Abies sibirica* (L.)) и лиственницы сибирской (*Larix sibirica* (L.)).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалом для исследований послужили образцы семян хвойных растений, а именно ели сибирской (*Picea obovata* (L.)), сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* (L.)), пихты сибирской (*Abies sibirica* (L.)) и лиственницы сибирской (*Larix sibirica* (L.)). Анализируемые семена имели 2 класс качества, а срок их хранения – 4 года. Определение показателей качества семян проводилось согласно ГОСТ 13056.6–97. Испытания на всхожесть проводились с использованием чистых партий семян. Для каждого вида были выбраны две различные обработки: контроль и обработка ростостимулирующим экстрактом. Контрольный вариант заключался в замачивании семян в дистиллированной воде в течение 24 часов, а предлагаемый вариант – в течение 20 часов в водном растворе концентрированного экстракта хвои и побегов пихты сибирской и ели с концентрацией экстракта 8–10 микролитров на литр воды. Расход экстракта составлял 20–25 микролитра на 1 кг семян [5].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В качестве растительного сырья для получения стимулятора роста семян хвойных растений может использоваться древесная зелень (побеги, хвоя) пихты

сибирской и ели сибирской. Для этого проводят экстракцию в условиях вакуума 0,06–0,08 МПа, в течение 180–240 мин. Создание пониженного давления внутри экстрактора и нагрев экстракционной массы позволяет интенсифицировать экстракцию растительного сырья. Полученный экстракт фильтруют с помощью фильтровальной установки для отделения от остатков сырья в промежуточную емкость. Из емкости фильтрат переносят в закрытый сосуд с возможностью нагрева для создания низкого вакуума для концентрирования, к оставшейся горячей массе древесной зелени добавляют воду в объеме, равном 3–7 л на 1 кг сухого сырья. Проводят второе экстрагирование при тех же условиях в течение 180–240 мин. Вторую порцию экстракта соединяют с первой. Проведение экстракции при гидромодуле 1:(35±2) обеспечивает максимальный выход в раствор компонентов хвои, обеспечивающих ростостимулирующий эффект получаемого экстракта.

Экстракты, полученные при использовании данного гидромодуля, сохраняют свою активность при хранении при температуре 4±0,5 °С в течение месяца. Полученный концентрированный экстракт из древесной зелени пихты сибирской и ели сибирской содержит сумму биологически активных веществ (аскорбиновую кислоту, каротиноиды, хлорофилл, фитонциды, полифенолы и микроэлементы); семена ели сибирской (*Picea obovata* (L.)), сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* (L.)), пихты сибирской (*Abies sibirica* (L.)) и лиственницы сибирской (*Larix sibirica* (L.)) выдерживают в водном растворе концентрированного экстракта хвои и побегов пихты сибирской и ели сибирской, при концентрации концентрированного экстракта 8–10 мкл на литр воды, расход концентрированного экстракта составляет 20–25 мкл на 1 кг семян. Выбранная концентрация 8–10 мкл на литр воды определена экспериментально. Влияние ростостимулирующего экстракта на показатели качества семян хвойных растений (энергию прорастания, техническую и абсолютную всхожесть) приведено в таблице.

Влияние обработки семян ели сибирской (*Picea obovata* (L.)), сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* (L.)), пихты сибирской (*Abies sibirica* (L.)) и лиственницы сибирской (*Larix sibirica* (L.))

№ п/п	Вариант	Энергия прорастания, %	Техническая всхожесть, %	Абсолютная всхожесть, %
		хср±mx	хср±mx	хср±mx
1	<i>Picea obovata</i> (L.)			
	Дистиллированная вода (контроль)	38,4±1,12	66,9±1,22	67,3±1,18
	Раствор концентрированного экстракта хвои и побегов пихты сибирской и ели	49,0±1,84	80,8±1,26	80,3±1,21
2	<i>Pinus sylvestris</i> (L.)			
	Дистиллированная вода (контроль)	37,7±1,32	81,9±1,22	82,1±1,18
	Раствор концентрированного экстракта хвои и побегов пихты сибирской и ели	49,8±1,25	94,2±1,17	95,4±1,22

№ п/п	Вариант	Энергия прорастания, %	Техническая всхожесть, %	Абсолютная всхожесть, %
		хср±mx	хср±mx	хср±mx
3	<i>Abies sibirica (L.)</i>			
	Дистиллированная вода (контроль)	38,6±1,16	34,3±1,24	35,1±1,26
	Раствор концентрированного экстракта хвои и побегов пихты сибирской и ели	53,6±1,13	41,1±1,22	41,7±1,24
4	<i>Larix sibirica (L.)</i>			
	Дистиллированная вода (контроль)	39,2±1,15	54,8±1,32	57,9±1,28
	Раствор концентрированного экстракта хвои и побегов пихты сибирской и ели	52,2±1,18	66,7±1,34	69,0±1,21

Примечание: $\bar{x}$ – среднее арифметическое значение; m_x – ошибка среднего.

В результате проведенных исследований выявлено существенное влияние обработки семян 2 класса различных хвойных растений на их качественные показатели. Энергия прорастания семян, в сравнении с контролем, по ели сибирской увеличилась на 27,5 %, по сосне обыкновенной – на 32,1 %, по пихте сибирской – на 38,9 %, по лиственнице сибирской – 33,2 %. Техническая и абсолютная всхожесть повысились по ели сибирской – на 20,8 и 19,3 %, по сосне обыкновенной – на 15,0 и 16,0 %, по пихте сибирской – на 19,8 и 18,7 %, по лиственнице сибирской – на 21,8 и 19,2% соответственно. Различия рассматриваемых показателей являются статистически достоверными ($t_d > 1,97$, $p < 0,05$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение стимулятора роста на основе экстракта из древесной зелени пихты сибирской и ели сибирской в нашем исследовании было эффективным на тестируемых семенах ели сибирской, сосны обыкновенной, пихты сибирской и лиственницы сибирской (энергии прорастания, технической и абсолютную всхожести), ускорению ростовых процессов и устойчивости всходов против бактериальных и грибковых поражений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Влияние стимуляторов роста природного происхождения на проростки хвойных пород / Е. М. Андреева, С. К. Стеценко, А. В. Кучин и др. // Лесотехнический журнал. 2016. Т. 6, № 3(23). С. 10–19.
2. Братилова Н. П., Коротков А. А., Коновалова Д. А. Влияние субстрата на рост и развитие сеянцев сосны кедровой сибирской с закрытой корневой системой // Хвойные бореальной зоны. 2022. Т. 40. № 5. С. 347–352.
3. Касаткина Е. А., Коротков А. А. Изучение корнеобразовательной способности хвойных растений в зависимости от используемого субстрата // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки : сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых уче-

ных ; под общ. ред. Ю. Ю. Логинова. Красноярск, 2020. С. 38–40.

4. Кириенко М. А., Гончарова И. А. Анализ характеристик стимуляторов роста на почвенной всхожести семян и сохранности сеянцев основных лесобразующих видов Средней Сибири // Сибирский лесной журнал. 2016. № 1. С. 39–45.

5. Пат. 2790247. Российская Федерация, Способ получения стимулятора роста для семян хвойных растений / А. А. Коротков, Ж. А. Кох: заявл. 03.08.2022 : опубл. 16.02.2023. 10 с.

6. Пентелькина Н. В., Пентелькин С. К. Экологически безопасные стимуляторы роста для лесных питомников // Лесохозяйственная информация. 2002. № 6.

7. Рекомендации по использованию новых экологически чистых биопрепаратов при выращивании посадочного материала хвойных пород в лесных питомниках / А. Р. Родин, Н. Я. Попова, Е. В. Кандыба и др. ; Министерство природных ресурсов РФ. М. : ВНИИЛМ, 2001. 13 с.

8. Семенчина А. А., Гольшева Е. А., Романов Г. Г. Влияние двух биопрепаратов на семена и сеянцы *Pinus sylvestris* L. и *Picea abies* (L.) Н. Karst // Международный научно-исследовательский журнал. 2014. № 11 (30). Ч. 1. С. 86–89.

REFERENCES

1. Vliyanie stimulyatorov rosta prirodno go prois-khozhd eniya na proro stki khvojnykh poro d / E. M. Andre-eva, S. K. Stetsenko, A. V. Kuchin et al. // Effect of growth stimulants of natural origin on conifer seedlings // Lesotekhnicheskij zhurnal / Forest Engineering Journal. 2016. T. 6, № 3(23). Pp. 10–19.
2. Bratilova N. P., Korotkov A. A., Konovalova D. A. Vliyanie substrata na rost i razvitie seyancev sosny kedrovoj sibirskoj s zakrytoj kornevoj sistemoj // Hvojnye boreal'noj zony. 2022. T. 40, № 5. S. 347–352.
3. Kasatkina E. A., Korotkov A. A. Izuchenie korneobrazovatel'noj sposobnosti hvojnykh rastenij v zavisimosti ot ispol'zuemogo substrata // Molodye uchenye v reshenii aktual'nykh problem nauki : Sbornik

materialov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenyh. pod obshchej redakciej Yu. Yu. Loginova. Krasnoyarsk, 2020. S. 38–40.

4. Kirienko M. A., Goncharova I. A. Analiz kharakteristik stimulyatorov rosta na pochvennoj vskhozhesti semyan i sokhrannosti seyancev osnovnykh lesoobrazuyushchikh vidov Srednej Sibiri // Analysis of the characteristics of growth stimulants on soil germination of seeds and seedling survival of the main forest-forming species of Central Siberia // *Sibirskij lesnoj zhurnal / Siberian Forestry Journal*. 2016. № 1. Pp. 39–45.

5. Pat. 2790247. Russian Federation, Rossijskaya Federaciya, Sposob polucheniya stimulyatora rosta dlya semyan khvojnykh rastenij / Method of obtaining a growth stimulant for seeds of coniferous plants / A. A. Korotkov, Zh. A. Kokh: avv. 03.08.2022 : published 16.02.2023. 10 p.

6. Pentelkina N. V., Pentelkin S. K. Ehkologicheski bezopasnye stimulyatory rosta dlya lesnykh pitomnikov / Ecologically safe growth stimulants for forest nurseries //

Lesokhozyajstvennaya informaciya / Forestry information. 2002. № 6.

7. Rekomendacii po ispol'zovaniyu novykh ehkologicheski chistykh biopreparatov pri vyrashchivanii posadochnogo materiala khvojnykh porod v lesnykh pitomnikakh / A. R. Rodin, N. Y. Popova, E. V. Kandyba et al. // Recommendations on the use of new ecologically pure biopreparations in the cultivation of planting material of coniferous species in forest nurseries // *Ministerstvo prirodnykh resursov RF / Ministry of Natural Resources of the Russian Federation*. M. : VNIILM, 2001. 13 p.

8. Semenchina A. A., Golysheva E. A., Romanov G. G. Vliyanie dvukh biopreparatov na semena i seyancy *Pinus sylvestris* L. i *Picea abies* (L.) H. Karst / Effect of two biopreparations on seeds and seedlings of *Pinus sylvestris* L. and *Picea abies* (L.) H. Karst // *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal / International Research Journal*. 2014. № 11 (30). Part 1. Pp. 86–89.

© Коротков А. А., Кох Ж. А., 2023

Поступила в редакцию 15.10.2023

Принята к печати 01.12.2023