

УДК 631.962.4:582

ВЛИЯНИЕ РОСТОГЕНЕРИРУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА ПОКАЗАТЕЛИ ВСХОЖЕСТИ И ФЕНОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (PINUS SYLVESTRIS) И СОСНЫ СИБИРСКОЙ (PINUS SIBIRICA)

¹Коновалова Е.В., ¹Кисова С.В., ²Ставников Д.Ю.

¹ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова»,
Улан-Удэ, e-mail: konovelena@mail.ru, kisova.svetlana@mail.ru;

²Автономное учреждение Республики Бурятия «Лесресурс», Улан-Удэ, e-mail: stavnikov_d@mail.ru

В статье представлены результаты исследований по влиянию предпосевной обработки семян сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и сосны сибирской (*Pinus sibirica*) на фенологическое состояние сеянцев. Авторы ставили перед собой цель выяснить, насколько предпосевная обработка семенного материала влияет на фенологическое состояние однолетних сеянцев сосны обыкновенной и сосны сибирской. В качестве ростогенерирующих веществ были выбраны коммерческие препараты Эпин-Экстра, Циркон, Гумат калия, а также сок алоэ и микробиологический препарат БИЭМ. Результаты исследования позволяют говорить об эффективности предпосевной обработки семян, так, лабораторная всхожесть в различных вариантах опыта увеличилась на 0,3–12,6% по отношению к контролю, дружность прорастания семян увеличилась на 9,8–40,8%, энергия прорастания превышала контроль на 8,8–31,9%. Предпосевная обработка семян опытных культур не оказала значительного влияния на фенологическое состояние однолетних сеянцев, хотя увеличила их линейный прирост. Предпосевная обработка сосны обыкновенной и сосны сибирской не оказала влияния на прирост высоты стволика однолетних сеянцев и была на уровне контроля, при этом максимальный прирост показали сеянцы, обработанные раствором Гумата калия и соком алоэ. Предпосевная обработка семян опытных культур микробиологическим препаратом БИЭМ не выявила существенных различий морфометрических показателей по сравнению с контролем. Предпосевная обработка не оказала влияния на толщину корневой шейки, все растения соответствовали стандартным показателям. Анализ фенологического состояния сеянцев позволил говорить лишь о незначительном колебании в датах наступления фаз на 1–6 дней в различных вариантах опыта.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, сосна сибирская, морфометрические показатели, ростогенерирующие вещества, фенологическое состояние

INFLUENCE OF GROWTH-GENERATING SUBSTANCES ON INDICATORS OF SIMILARITY AND PHENOLOGICAL STATE PINE SEEDLING (PINUS SYLVESTRIS) AND SIBERIAN PINE (PINUS SIBIRICA)

¹Konvalova E.V., ¹Kisova S.V., ²Stavnikov D.Y.

¹Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov, Ulan-Ude,
e-mail: konovelena@mail.ru, kisova.svetlana@mail.ru;

²Autonomous Institution of the Republic of Buryatia «Lesresurs», Ulan-Ude,
e-mail: stavnikov_d@mail.ru

The article presents the results of studies on the effect of pre-sowing treatment of seeds of Scots pine (*Pinus sylvestris*) and Siberian pine (*Pinus sibirica*) on the phenological state of seedlings. The authors aimed to find out to what extent the pre-sowing treatment of seed material affects the phenological state of annual seedlings of Scots pine and Siberian pine. Commercial preparations Epin-Extra, Zircon, Potassium humate, as well as aloe juice and the microbiological preparation BIEM were chosen as growth-generating substances. The results of the study allow us to speak about the effectiveness of pre-sowing seed treatment, so laboratory germination in various variants of the experiment increased by 0.3–12.6% in relation to the control, the germination of seeds increased by 9.8–40.8%, the germination energy exceeded control by 8.8–31.9%. Presowing treatment of seeds of experimental crops did not have a significant effect on the phenological state of one-year-old seedlings, although it increased their linear growth. Presowing treatment of Scots pine and Siberian pine did not affect the growth of the stem height of annual seedlings and was at the control level, while the maximum growth was shown by seedlings treated with a solution of Potassium Humate and aloe juice. Presowing treatment had no effect on the thickness of the root collar, all plants corresponded to standard parameters.

Keywords: *Pinus sylvestris*, *Pinus sibirica*, morphometric indicators, growth-generating substances, phenological state

Искусственное лесовосстановление позволяет решить многие задачи современного лесоводства: повышение продуктивности и улучшение качественного состава лесов, оптимизация процессов механизации лесовыращивания. При этом нужно отметить,

что восстановление лесов методом посадки – наиболее надежный способ, в результате которого получаем насаждения с заранее заданными характеристиками.

С 2019 г. начата реализация регионального проекта «Сохранение лесов», его ре-

ализация рассчитана до 2025 года. Национальный проект «Сохранение лесов» – один из 11 национальных проектов в Российской Федерации. Проводится в рамках национального проекта «Экология». Основная цель – добиться, чтобы вырубленные и погибшие леса на 100 % восстанавливались. Основной задачей Проекта, помимо увеличения площади лесовосстановления и лесоразведения и снижения площади погибших лесных насаждений, значится «...увеличить количество выращенного посадочного материала лесных растений на 214 млн штук...». Возросшие объемы лесокультурных работ обуславливают необходимость увеличения эффективности традиционных и разработки новых способов выращивания посадочного материала. Поэтому необходимо оптимизировать и интенсифицировать приемы агротехники при выращивании сеянцев, с учетом биологических характеристик опытных растений [1].

Многие особенности роста сеянцев древесных пород определяются климатическими условиями района их произрастания. Нужно отметить, что экологические условия открытого и закрытого грунта, при выращивании сеянцев, могут значительно различаться [2].

При выращивании сеянцев основных лесобразующих пород важной задачей является повышение выхода стандартного посадочного материала, улучшение его качества. Эффективного выращивания сеянцев можно достигнуть, соединив знания в биологии роста и развития с агротехническими мероприятиями, в первую очередь с применением удобрений.

Цель исследования: определить влияние ростогенерирующих веществ на показатели всхожести и морфогенез сеянцев хвойных культур.

Задачи исследования:

1. Оценка влияния стимуляторов роста на показатели всхожести сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и сосны сибирской (*Pinus sibirica*).

2. Влияние ростогенерирующих препаратов на фенологическое состояние сеянцев сосны обыкновенной и сосны сибирской.

3. Оценка морфометрических показателей сеянцев сосны обыкновенной, сосны сибирской при обработке стимуляторами роста.

Материалы и методы исследования

В качестве объекта исследования изучались семена и сеянцы сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и сосны сибирской

(*Pinus sibirica*). А также изучалось влияние ростогенерирующих веществ на показатели всхожести и рост и развитие опытных культур. Стимулирующий эффект выявляли у препаратов: Эпин-Экстра, Циркон, Гумат калия, а также оценивали влияние раствора сока алоэ и микробиологического препарата БИЭМ [3]. Показатели всхожести в лабораторных условиях определяли согласно ГОСТ 13056.6-97. Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести. Перед посевом семена опытных культур замачивали в рабочих (рекомендованных производителем) растворах ростогенерирующих веществ на 12 часов. После этого семена помещали на марлю и подсушивали до сыпучего состояния.

Для определения показателей всхожести подготовленные семена помещали в чашки Петри по 100 шт., повторность 4-кратная.

Для оценки морфометрических показателей и влияния ростогенерирующих препаратов на фенологическое состояние однолетних сеянцев сосны обыкновенной и сосны сибирской семена высевали в кассеты. Кассета состоит из 81 ячейки, размером 38,5×38,5×8,5 см. У каждой ячейки в стенках нарезаны вертикальные щелевидные отверстия, книзу ячейки сужаются, размер отдельной ячейки 4,1×4,1×8,5 см с общим объемом 100 см³.

В период вегетации однолетних сеянцев проводились фенологические наблюдения. За начало фазы развития принимали день, когда в неё вступали 10 % растений, а полное наступление фазы – когда она наблюдалась у 75 % растений.

Схема опыта

Контроль – замачивание в дистиллированной воде.

1. Обработка раствором стимулятора Эпин-Экстра.

2. Обработка раствором стимулятора Циркон.

3. Обработка раствором стимулятора Гумат калия.

4. Обработка раствором сока алоэ.

5. Обработка микробиологическим препаратом БИЭМ.

Результаты исследований и их обсуждение

В феврале 2021 г. специалистами учреждения была собрана шишка сосны, переработана на шишкосушилке и получены семена. Класс качества семян определяли согласно ГОСТ 14161-86. Семена оказались 1 класса качества.

Для оценки влияния стимуляторов роста на показатели лабораторной всхожести, энергии и дружности прорастания семян сосны обыкновенной произвели посев семян в чашки Петри на ложе из фильтровальной бумаги. Анализ влияния ростогенерирующих веществ, в условиях модельного опыта, позволяет говорить о положительном влиянии всех препаратов на показатели всхожести сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и сосны сибирской (*Pinus sibirica*), что согласуется с исследованиями различных авторов [4-6]. Лабораторная всхожесть сосны обыкновенной в контроле (замачивание в дистиллированной воде) составила 77,6%. БИЭМ – микробиологический препарат, не оказал влияния на показатель лабораторной всхожести (на уровне контроля), но усилил энергию прорастания семян опытных культур на 8,8% по отношению к контролю. Наилучший результат отмечен в вариантах с предпосевным замачиванием в растворе гумата калия и сока алоэ, где показатели лабораторной всхожести показали 90,2% и 88,4% соответственно. Нужно отметить, что препараты гумата калия и сока алоэ оказали значительный эффект на энергию прорастания, превышая показатели с контролем на 31,9–31,1%. Обработка семян сосны обыкновенной растворами Эпина-Экстра и Циркона увеличила лабораторную всхожесть на 3,7–5%.

Дружность прорастания во всех вариантах опыта превышала показатели контроля, что говорит о положительном эффекте от предпосевной обработки семян росто-

генерирующими препаратами. Увеличение показателей энергии и дружности прорастания позволит получить однотипные сеянцы. Дружность прорастания семян сосны обыкновенной в контроле составила 7,1 шт. Во всех вариантах опыта дружность прорастания увеличилась, при этом минимальный прирост отмечен в варианте с обработкой препаратом БИЭМ – 9,8%, дружность прорастания при обработке гуматом калия увеличилась на 40,8% по отношению к контролю. Выровненные всходы позволяют растениям проходить стадии начального онтогенеза в одинаковых условиях, при этом каждое дерево формируется и занимает свое место в пространстве и биоценозе. Происходит формирование фенотипа дерева, обусловленное сложным взаимодействием внутренних и внешних причин. В течение всего этого периода индивидум испытывает сильное конкурентное давление, адаптируясь к условиям внешней среды.

Анализ влияния предпосевной обработки ростогенерирующими препаратами сосны сибирской позволяет говорить об аналогичной тенденции показателей всхожести. Наименьший эффект был получен при обработке семян сосны сибирской препаратом БИЭМ, наилучшие результаты при предпосевной обработке гуматом калия и соком алоэ.

При посеве семян в кассеты применялась система агротехнических мероприятий, которая включала в себя системное внесение корневых подкормок и обработку растворами препаратов (табл. 1).

Таблица 1
Система подкормок при выращивании сеянцев в закрытом грунте

| Возраст сеянцев, дни | Вид подкормки, способ внесения | Применяемые удобрения | Расход удобрений | Состав |
|----------------------|--|-------------------------------|-------------------------------|---|
| 15 | Корневая органоминеральная. Рассев гранул по поверхности | Гуми-Оми «Фосфор» | 4-6 г на 1 погонный метр | Азот – 0,5%, фосфор – 25%, калий – 0,5%, бор – 100-150 мг/кг, медь – 50-60 мг/кг, гуми – 0,4-0,6% и др. |
| 30 | Внекорневая | «Кристалон» | 60 мл/м ² раствора | азот, фосфор, магний, сера, калий; микроэлементы – бор, железо, марганец, медь, молибден, цинк. |
| 45 | Корневая | «Сотка» – двойной суперфосфат | 15-20 г/кв. м | 8-9% азота, 46% фосфора |
| 60 | Корневая органоминеральная. Рассев гранул по поверхности | Гуми-Оми «Фосфор» | 4-6 г на 1 погонный метр | Азот – 0,5%, фосфор – 25%, калий – 0,5%, бор – 100-150 мг/кг, медь – 50-60 мг/кг, гуми – 0,4-0,6% и др. |
| 75 | Внекорневая | «Кристалон» | 60 мл/м ² раствора | азот, фосфор, магний, сера, калий; микроэлементы – бор, железо, марганец, медь, молибден, цинк. |

| Окончание табл. 1 | | | | |
|----------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------|---|
| Возраст сеянцев, дни | Вид подкормки, способ внесения | Применяемые удобрения | Расход удобрений | Состав |
| 90 | Корневая | «Сотка» – двойной суперфосфат | 15-20 г/кв. м | 8-9% азота, 46% фосфора |
| 115 | Корневая | Гуми-Оми «Фосфор» | 4-6 г на 1 погонный метр | Азот – 0,5%, фосфор – 25%, калий – 0,5%, бор – 100-150 мг/кг, медь – 50-60 мг/кг, гуми – 0,4-0,6% и др. |

Таблица 2

Данные фенологических наблюдений за развитием сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и сосны сибирской (*Pinus sibirica*)

| Варианты | Фенологические фазы сеянцев 1 года (дни) | | | | | | |
|--------------------|--|-------------------|-------------------------|------------------------------------|--------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| | Прорастание семян | Появление всходов | Развертывание семядолей | Появление почки зачаточного побега | Развертывание хвои | Рост эпикотильной части стволика | Переход растения в состояние покоя |
| Сосна обыкновенная | | | | | | | |
| Контроль | 5 | 14 | 16 | 21 | 27 | 36 | 126 |
| Эпин-Экстра | 5 | 14 | 15 | 20 | 25 | 34 | 118 |
| Циркон | 5 | 13 | 15 | 20 | 26 | 34 | 119 |
| Гумат калия | 4 | 11 | 14 | 18 | 24 | 31 | 109 |
| БИЭМ | 5 | 14 | 16 | 22 | 26 | 35 | 120 |
| Сок алоэ | 4 | 11 | 13 | 19 | 24 | 31 | 109 |
| Сосна сибирская | | | | | | | |
| Контроль | 7 | 17 | 20 | 25 | 32 | 42 | 129 |
| Эпин-Экстра | 6 | 16 | 18 | 24 | 30 | 40 | 121 |
| Циркон | 6 | 16 | 19 | 23 | 30 | 39 | 122 |
| Гумат калия | 5 | 12 | 16 | 21 | 28 | 35 | 119 |
| БИЭМ | 6 | 16 | 19 | 25 | 30 | 40 | 126 |
| Сок алоэ | 5 | 13 | 17 | 23 | 28 | 36 | 119 |

Линейный рост стволика и корней сеянцев древесных пород наряду с проявлениями морфологических признаков в процессе органогенеза – наиболее наглядный показатель их сезонного развития. Результаты наблюдений позволяют выявить влияние предпосевной обработки семян опытных культур на морфометрические показатели сеянцев первого года, при этом значительных изменений в ходе сезонного роста сеянцев не наблюдается.

Анализ фенологического состояния сеянцев (табл. 2) позволил говорить лишь о незначительном колебании в датах наступления фаз на 1–6 дней в различных вариантах опыта.

В соответствии с Приказом Минприроды России от 04.12.2020 № 1014 [1] сеянцы сосны должны иметь высоту не менее 10 см, а толщину корневой шейки не менее

2 мм. Нами проводилась оценка основных параметров сеянцев, ежемесячно в течение периода вегетации случайно отбирались сеянцы исследуемых растений и проводились измерения (табл. 3).

В результате экспериментов было выявлено, что предпосевная обработка опытных растений ростогенерирующими веществами оказала положительное воздействие на все исследуемые параметры. Нужно отметить, что измерения проводились в сентябре, в фазу перехода растений в состояние покоя, при этом явно прослеживается пролонгирующий эффект от предпосевной обработки семян стимуляторами роста. Наиболее эффективно на морфометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и сосны сибирской (*Pinus sibirica*) оказали влияние предпосевные обработки семян соком алоэ и гуматом калия.



Рис. 1. Фаза разворачивания семядолей у сосны обыкновенной в кассетах



Рис. 2. Фаза роста эпикотильной части стволика у сосны обыкновенной в кассетах

Таблица 3

Морфометрические признаки однолетних сеянцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и сосны сибирской (*Pinus sibirica*)

| Варианты | Высота стволика, см | | Толщина корневой шейки, мм | | Длина хвои, см | |
|-------------|-------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|
| | <i>Pinus sylvestris</i> | <i>Pinus sibirica</i> | <i>Pinus sylvestris</i> | <i>Pinus sibirica</i> | <i>Pinus sylvestris</i> | <i>Pinus sibirica</i> |
| Контроль | 10,8 ± 0,92 | 10,5 ± 0,78 | 2,1 ± 1,12 | 3,1 ± 0,55 | 4,8 ± 0,76 | 5,8 ± 2,09 |
| Эпин-Экстра | 11,4 ± 1,12 | 11,3 ± 1,12 | 2,1 ± 0,76 | 3,1 ± 1,32 | 4,9 ± 1,12 | 6,1 ± 0,84 |
| Циркон | 11,6 ± 0,68 | 11,4 ± 2,11 | 2,1 ± 1,45 | 3,2 ± 1,46 | 5,0 ± 2,32 | 6,2 ± 1,43 |
| Гумат калия | 12,2 ± 1,32 | 12,1 ± 0,87 | 2,1 ± 2,32 | 3,2 ± 0,73 | 5,2 ± 1,45 | 6,3 ± 1,45 |
| БИЭМ | 10,9 ± 2,09 | 10,5 ± 1,57 | 2,1 ± 0,93 | 3,1 ± 2,13 | 4,8 ± 2,09 | 5,8 ± 1,09 |
| Сок алоэ | 12,1 ± 1,24 | 12,1 ± 2,19 | 2,1 ± 1,75 | 3,2 ± 1,25 | 5,1 ± 1,24 | 6,1 ± 1,24 |

Научно-исследовательская работа выполнена в 2021 году по заказу Министерства сельского хозяйства России в рамках тематики «Искусственное и естественное возобновление леса на гарях и вырубках в Республике Бурятия».

Список литературы / References

1. Приказ Минприроды России от 04.12.2020 N 1014 Об утверждении Правил лесовосстановления, состава проекта лесовосстановления, порядка разработки проекта лесовосстановления и внесения в него изменений (Зарегистрировано в Минюсте России 18.12.2020 N 61556). [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74983471/> (дата обращения: 18.11.2021).

The Order of the Russian Natural Resources Ministry under N 1014 dated December 4, 2020 on the approval of the Rules for reforestation, the composition of the reforestation project, the procedure for the development of the reforestation project

and amending it (Registered in the Ministry of Justice of Russia on December 18, 2020 under N 61556). [Electronic resource]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74983471/> (date of access: 18.11.2021) (in Russian).

2. Романов Е.М. Выращивание сеянцев древесных растений: биоэкологические и агротехнологические аспекты. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2000. 500 с.

Romanov E.M. The Growing seedlings of woody plants: bioecological and agrotechnological aspects. Yoshkar-Ola: PSTU, 2000. 500 p. (in Russian).

3. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. 2020. (утв. Минсельхозом России). [Электронный ресурс]. URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=750664#9kNXOiS71pgUtpUd> (дата обращения: 24.11.2021).

4. The State catalog of pesticides and agrochemicals permitted for using on the territory of the Russian Federation. 2020. (approved by the Ministry of Agriculture of Russia). [Electronic resource]. URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/>

online.cgi?req=doc&base=EXP&n=750664#9kNXOiS71pgUtP
Ud (date of access: 24.11.2021) (in Russian).

5. Кабанова С.А., Данченко А.М., Данченко М.А. Влияние стимуляторов на всхожесть семян и рост сеянцев сосны обыкновенной в Северном Казахстане // Успехи современного естествознания. 2016. № 8. С. 88–92.

Kabanova S.A., Danchenko A.M., Danchenko M.A. The Influence of stimulants on seed germination and growth of Scots pine seedlings in Northern Kazakhstan // Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya. 2016. No. 8. P. 88–92 (in Russian).

6. Поломошнова Н.Ю., Бессмольная М.Я., Бессмольный И.С., Кисова С.В. Перспективы применения ростостимулирующих препаратов в послепожарном восстановлении лесов // Аграрная наука, образование, производство: актуальные вопросы: сборник трудов всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Новосибирск: изд-во НГАСУ, 2014. С. 262–263.

Polomoshnova, N.Yu., Bessmolnaya, M.Ya., Bessmolnyi, I.S., Kisova, S.V. The perspectives for the use of growth-stimulating drugs in the post-fire restoration of forests // Agrarnaya nauka, obrazovaniye, proizvodstvo: aktual'nyye voprosy: sbornik trudov vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem. Novosibirsk: izd-vo NGAU, 2014. P. 262–263 (in Russian).

7. Кулагин А.А., Сахнов В.В., Прокопьев А.П. Влияние биологических активных веществ на рост и сохранность сеянцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) первого года выращивания // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 3(35). С. 12–13.

Kulagin A.A., Sakhnov V.V., Prokopyev A.P. The Influence of biological active substances on growth and safety of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings of the first year of cultivation // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2012. № 3(35). P. 12–13.