

Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. 2025. № 2 (79). С. 69–79.

Buryat Agrarian Journal. 2025;2(79):69-79.

Научная статья

УДК 630.232

doi: 10.34655/bgsha.2025.79.2.009

Использование ростостимулирующих препаратов при выращивании сеянцев сосны в защищенном грунте

А.А. Дрочкова¹, Н.Р. Сунгурова¹, С.Е. Страздаускас¹, С.С. Макаров²

¹Северный (Арктического) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, Архангельск, Россия

²Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

Автор, ответственный за переписку: Наталья Рудольфовна Сунгурова, n.sungurova@narfu.ru

Аннотация. В статье приводятся результаты исследований по применению ростостимулирующих препаратов при выращивании сеянцев сосны обыкновенной в теплицах Архангельской области. Проблема выращивания высококачественного посадочного материала хвойных пород в ускоренном режиме стоит очень остро перед работниками лесного хозяйства не только в условиях Европейского Севера. Решить данную проблему возможно, применяя ростостимулирующие препараты. Однако не все из доступных препаратов обладают такими важными достоинствами, как экономичность, экологичность и простота применения. В качестве стимуляторов всхожести семян и активации роста сеянцев в наших исследованиях использованы технические лигносульфонаты (хлорированный и нитрозированный) 10%-ной концентрации; экстракт луба березы (фракция менее 1 мм и фракция более 1 мм) концентрацией 1:10000; фильтрат, полученный при выделении суберина из бересты концентрацией 1:10000; флавобактерин; мизорин; конденсат, образующийся при сушке пиломатериалов; пепел вулкана Эйяфьядлайёкюдль. Установлено, что самый большой процент грунтовой всхожести (91,5%) наблюдается у семян, обработанных растворами лигносульфоната нитрозированным и хлорированным, также конденсатом от сушки древесины, в то время как на контроле данный показатель составляет 40%. Выявлено, что максимальная средняя высота ($11,30 \pm 0,20$ см) отмечена у растений сосны, обработанных раствором хлорированного лигносульфоната; диаметр у шейки корня ($2,19 \pm 0,25$ мм) и длина корней ($17,90 \pm 0,26$ см) – раствором флавобактерина. Доказано, что выход стандартных сеянцев повысился при использовании лигносульфонатов, экстрактов фракции луба березы менее 1 мм, растворов конденсата, мизорина, флавобактерина и пепла вулкана Эйяфьядлайёкюдль до 96-99%, в то время как на контрольной площади этот показатель составил всего 54%. Препараты мизорин и флавобактерин показали ростостимулирующий эффект на сеянцах сосны обыкновенной благодаря содержанию в них азотофиксирующих бактерий. Рекомендуется применять эти вещества в процессе лесовосстановления древесных пород..

Ключевые слова: стимуляторы роста, сосна, сеянцы, защищенный грунт.

The use of growth-stimulating drugs in the cultivation of pine seedlings in protected soil

Anna A. Drochkova¹, Natalia R. Sungurova¹, Sergey E. Strazdauskas¹,
Sergey S. Makarov²

¹Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia

²Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

Corresponding author: **Natalia R. Sungurova**, n.sungurova@narfu.ru

Abstract. The article presents the results of the research on the use of growth-stimulating drugs in the cultivation of seedlings of Scots pine in greenhouses of the Arkhangelsk Region. The problem of growing of high-quality softwood planting material in an accelerated mode is very acute for forestry workers, not only in the conditions of the European North. It is possible to solve this problem by using growth-stimulating drugs. However, not all of the available drugs have such important advantages as cost-effectiveness, environmental friendliness and ease of use. The studies used technical lignosulfonates (chlorinated and nitrosated) of 10% concentration; birch bark extract (fraction less than 1 mm and fraction more than 1 mm) with a concentration of 1:10000; filtrate obtained by isolating suberin from birch bark with a concentration of 1:10000; Flavobacterin; Mizorin; condensate formed during the drying of lumber; ash from Eyjafjallajökull volcano. It was found that the largest percentage of ground germination (91.5%) is observed in seeds treated with nitrosated and chlorinated lignosulfonate solutions, as well as condensate from drying wood. While under control, this indicator is 40%. It was found that the maximum average height (11.30 ± 0.20 cm) was observed in pine plants treated with a solution of chlorinated lignosulfonate; the diameter of the root neck (2.19 ± 0.25 mm) and the length of the roots (17.90 ± 0.26 cm) with a solution of Flavobacterin. It is proved that the yield of standard seedlings increased with the use of lignosulfonates, extracts of birch bark fraction less than 1 mm, solutions of condensate, Mizorin, Flavobacterin and ash from Eyjafjallajökull volcano to 96-99%. While in the control area, this figure was only 54%. The preparations Mizorin and Flavobacterin showed a growth-stimulating effect on seedlings of Scots pine due to the content of nitrogen-fixing bacteria in them. We recommend using these substances in the process of reforestation of tree species.

Keywords: growth stimulators, pine, seedlings, protected soil.

Введение. Исследование влияния стимуляторов роста на качество посадочного материала имеет особое значение в научном плане, так как при положительных результатах применение этих препаратов позволит изменить концепцию и систему выращивания сеянцев, от состояния и развития которых зависит дальнейший успех лесовосстановления [1].

Процесс воспроизводства леса не всегда происходит на должном уровне. Бывает, что из-за нехватки высококачественных семян выращивание сеянцев приходится производить семенами более низкого класса качества, отсюда и возникают проблемы с дальнейшим их прорастанием и развитием сеянцев [2]. Решить трудности, появляющиеся из-за вышепе-

речисленных особенностей лесовосстановления, поможет внедрение в процесс выращивания препаратов, обладающих ростостимулирующим действием.

Стимуляторы роста активно используются в сельском хозяйстве, этого, к сожалению, нельзя сказать об их применении в лесохозяйственной практике. Но наблюдается тенденция к увеличению применения в лесных питомниках широко известных и уже используемых в сельском хозяйстве стимуляторов роста. Кроме того, поиск новых препаратов с ростостимулирующим и защитным эффектом для семян и сеянцев древесных пород всё чаще и чаще встречается в исследовательских и научных трудах [3-6]. На текущий момент рынок росторегуляторов

для древесных пород не предлагает многофункционального препарата, который бы сочетал в себе ключевые характеристики, такие как улучшение качества семян, стимулирование роста сеянцев, защиту от неблагоприятных внешних факторов и патогенных микроорганизмов. Хотя О.Н. Тюкавина, Н.А. Демина, Е.Н. Наквасина [7] и ряд других авторов [8-10] отмечают положительное влияние препаратов циркон и эпин на рост и развитие сеянцев, а также их стрессоустойчивость. Также отсутствует средство с экологически чистым составом, легкое в использовании, экономически выгодное и соответствующее современным требованиям – безотходности производства.

Стимуляторы роста растений играют важную роль в лесном хозяйстве, особенно при выращивании основных лесобразующих пород, таких как сосна обыкновенная. В последние годы наблюдается активный интерес к различным веществам, способным улучшать не только скорость роста, но и общий иммунитет растений, их устойчивость к неблагоприятным условиям.

Экономичность препаратов является важнейшим фактором, поскольку высокая стоимость может ограничить их применение в массовом лесоводстве. Поэтому поиски более доступных и эффективных стимуляторов становятся все более актуальными. В этом контексте также необходимо учитывать экологическую безопасность веществ, ведь лесные экосистемы чувствительны к изменениям, вызванным химическими препаратами. Негативное воздействие на полезные микроорганизмы, животных и окружающую среду может свести на нет все положительные эффекты от применения стимуляторов роста [11-12].

Следовательно, будущее в области применения стимуляторов роста заключается в поиске сбалансированных решений, которые будут сочетать в себе как высокую эффективность, так и безопасность для окружающей среды. Это позволит существенно повысить продуктивность лесов и улучшить параметры выра-

щаемого посадочного материала, что, в конечном итоге, скажется на устойчивом развитии лесного хозяйства.

Цель данной работы – изучить использование экологически безопасных препаратов для стимуляции роста и развития сеянцев сосны в защищенном грунте в Архангельской области.

Объекты и методы. Исследования проводились в Бобровском лесном базисном питомнике, расположенном в городе Архангельске. Территория питомника относится к северо-таёжному лесному району европейской части Российской Федерации. Район исследований находится в умеренном климатическом поясе. Зимний период здесь характеризуется как умеренно морозный, снежный покров – устойчивый, летний период – умеренно теплый. Динамика средней температуры января находится в пределах $-12,5^{\circ}\text{C} \dots -14,0^{\circ}\text{C}$, июля - $+16,0^{\circ}\text{C} \dots +17,2^{\circ}\text{C}$. Короткий вегетационный период характеризуется относительно низкими температурами воздуха. Пределы его длительности – 110-146 дней. Годовое количество осадков в районе исследований, в среднем, колеблется в пределах 520-620 мм, при этом количество дней с осадками составляет около 200-210 [13].

Выращивание сеянцев сосны обыкновенной выполнялось в защищенном грунте. Почва в теплице рыхлилась лопатой, при этом формировались гряды высотой 15 см. Размер каждого варианта составлял 1 м^2 . Расстояние между посевами строчками 20 см. Всего заложено 9 вариантов опыта с обработкой семян различными препаратами и контрольный вариант с высевом необработанных семян. Опыты заложены в 10-кратной повторности. Площадки с вариантами и контроль чередовались между собой.

Посевы семян сосны проводились на свежем фрезерованном торфе переходного типа с показателем кислотности рН 5, без внесения извести. Данные о химическом составе почвы представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав почвы, на которой производилось выращивание сеянцев

Определяемый показатель	Единица измерения	Результаты определения
рН полевой суспензии	рН	5
Подвижный фосфор	мг/кг	94
Подвижный калий	мг/кг	46
Общий азот	%	0,40

Перед посевом семена замачивались в стимуляторах роста на 24 часа. Данная оптимальная продолжительность замачивания установлена нами опытным путем в лабораторных условиях [14-16]. В качестве стимуляторов всхожести семян и активации роста сеянцев использованы следующие препараты: технические лигносульфонаты (хлорированный и нитрозированный) 10%-ной концентрации; экстракт луба березы (фракция менее 1 мм и фракция более 1 мм) концентрацией 1:10000; фильтрат, полученный при выделении суберина из бересты, концентрацией 1:10000; флавобактерин; мизорин; конденсат, образующийся при сушке пиломатериалов; пепел вулкана Эйяфьядлайёкюдль.

Определение количества всходов на разных этапах вегетационного периода – это важный процесс, который позволяет оценить эффективность посева семян и роста растений. В данном случае всходы подсчитывались на 5-, 7-, 10- и 15-й день от момента посева. Эти промежутки времени установлены нормативными документами и позволяют наблюдать за динамикой прорастания и первоначальным развитием сеянцев.

В конце вегетационного периода осуществляли сплошной пересчет однолетних сеянцев для подведения итогов и анализа общего результата, а также для выявления возможных проблем, таких как недостаток влаги, питательных веществ или воздействие вредителей и болезней, которые могли бы повлиять на итоговый результат количества получаемых сеянцев. Анализ данных, полученных на этих различных этапах, позволяет нам делать выводы о качестве семян, условиях выращивания и перспективах данной техно-

логии в будущем.

Далее определяли биометрические показатели однолетних сеянцев (высота, диаметр шейки корня, длина стволика и корней). Для измерения диаметра шейки корня использовали цифровой штангенциркуль, высоты сеянца и длины корневой системы – ученическую линейку, массы растения – электронные весы. Перед взвешиванием у каждого растения отделили корни от субстрата, промывали, затем хлопчатобумажной тканью удаляли капли воды с растений.

Для измерения температуры воздуха пользовались срочными термометрами, температуры почвы – почвенными термометрами Савинова.

Весь массив полученных данных обрабатывался с помощью пакета программ MS Excel.

Результаты и обсуждение. Микроклимат теплиц отличается от условий открытого грунта и оптимизирует условия для роста растений. В теплицах растения получают больше света, и почва прогревается быстрее, что особенно хорошо для начала вегетационного периода на Европейском Севере.

Температура почвы в мае становится положительной на всей территории района, а наиболее высокое значение средней месячной температуры достигается в июле и колеблется от +17,1°С до +21,3°С. В сентябре она понижается примерно до +9,2°С, а в ноябре принимает отрицательные значения. Температура и влажность воздуха в различные часы дня и ночи значительно варьируются. Как было упомянуто в исследованиях различных авторов [10, 17], температура в теплице может варьироваться в зависимости от метеорологических условий. В сол-

нечные дни температура воздуха в теплице может превышать температуру открытого грунта на 10°C , что позволяет создать более комфортные условия для роста посадочного материала. Пассивное солнечное отопление теплицы дает возможность увеличить эффективность фотосинтеза, а значит, и общий рост растений. В то время как в пасмурные дни разница составляет всего 5°C , а в холодные – 2°C . Это все создает благоприятные условия, которые эффективнее защища-

ют растения от резких температурных колебаний.

Нами проведено измерение температуры почвы и воздуха в 9, 13 и 17 часов, которое занимает важный этап в анализе микроклиматических условий теплицы. Такой подход позволяет получить более полное представление о температурных колебаниях в течение дня, что, в свою очередь, может оказать значительное влияние на физиологические процессы роста и развития растений (рис. 1).

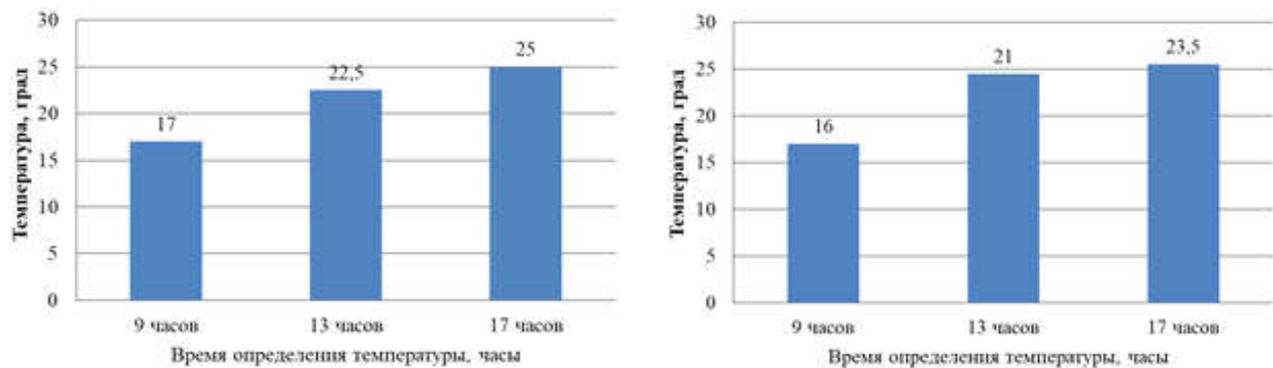


Рисунок 1. Средняя температура воздуха ($^{\circ}\text{C}$) в теплице за май-август: а) на высоте 10 см от поверхности почвы; б) на глубине 10 см

Установлено, что в теплицах средняя температура воздуха варьировала от $+17$ до $+25^{\circ}\text{C}$, а почвы – от $+16$ до $+23,5^{\circ}\text{C}$ в дневные часы в период с мая по август.

Температура воздуха на высоте 10 см от поверхности почвы дает представление об общих климатических условиях в теплице, которые отличаются от температурных значений, зарегистрированных на уровне корней. Измерения температуры почвы на глубине 10 см представляют важную информацию о термическом режиме зоны корневой системы растений, что позволяет оценить, насколько эффективно корни усваивают влагу и питательные вещества.

В утренние часы, в частности в 9 ч., температура почвы ниже, так как она не успела прогреться под воздействием солнечного света. Это может спровоцировать замедление процессов усвоения воды растениями. В полдень, в 13 ч., температура как почвы, так и воздуха обычно повышается, что способствует активи-

зации фотосинтетических процессов. Однако, если температура воздуха становится слишком высокой, это негативно сказывается на здоровье растений, вызывая стресс или даже ожоги. В 17 ч. наблюдается тенденция к падению температуры, особенно, если небо начинает затягиваться облаками или в случае сильного ветра. Понижение температуры может быть благоприятным для вечернего роста растений.

Наблюдая за всходами в защищенном грунте, отметим, что на 5-й день можно заметить первые всходы и оценить, насколько быстро семена начали прорастать. На 7-й день информация о всходах позволяет уточнить, как быстро происходит процесс прорастания и сколько сеянцев уже появилось над поверхностью почвы. На 10-й день подсчет продолжает углублять понимание процесса, ведь к этому времени всходы уже начинают развиваться активнее. На 15-й день можно получить более полноценную картину, по-

сколькx большинство семян уже проросло. На 15-е сутки выращивания наиболее хорошие показатели отмечены у всходов, семена которых обработаны растворами

лигносульфоната хлорированного (рис. 2) и нитрозированного (рис. 3) – 90-94% проростков.

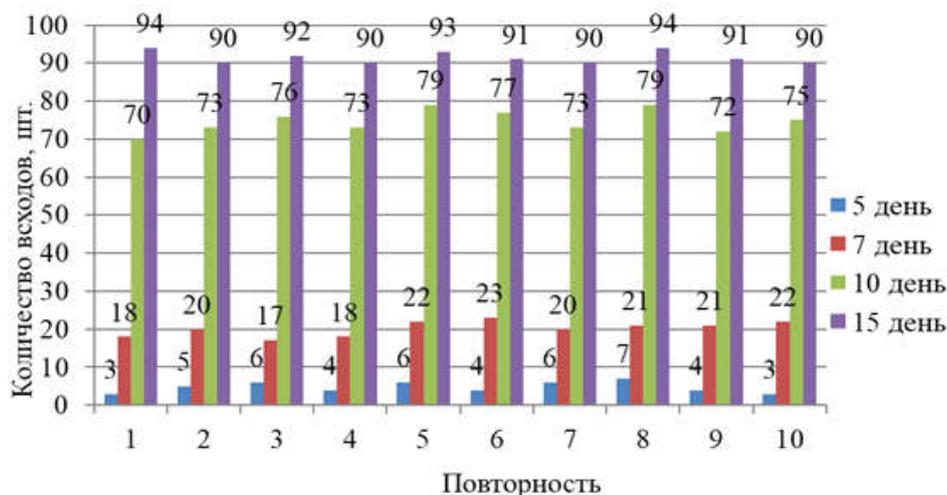


Рисунок 2. Динамика прорастания семян сосны, обработанных лигносульфонатом хлорированным

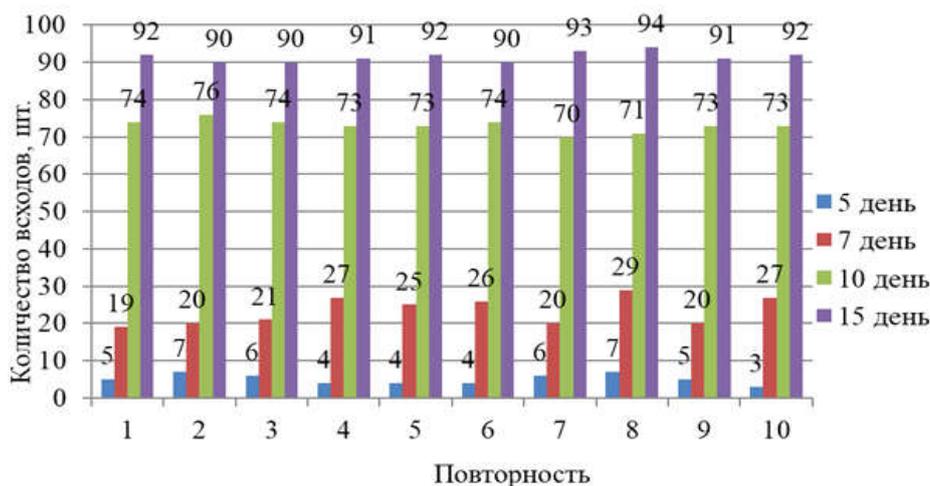


Рисунок 3. Динамика прорастания семян сосны, обработанных лигносульфонатом нитрозированным

В целом, анализируя динамику прорастания семян, нужно отметить, что все семена, обработанные биопрепаратами, по сравнению с контролем, показали высокие результаты. Грунтовая всхожесть семян сосны обыкновенной в теплицах Бобровского базисного питомника определялась на 15-е сутки (табл. 2).

Максимальный процент грунтовой всхожести (91,5%) наблюдается у семян, обработанных растворами лигносульфонатов нитрозированного и хлорированного, а также конденсатом от сушки древесины. Второй по величине результат (90,4%) показали всходы растений, семе-

на которых были обработаны растворами экстракта луба березы фракции менее 1 мм, флавобактерина, мизорина, пеплом вулкана Эйяфьядлайёкюдль. В то время как в контрольном варианте данный показатель составляет 40%. Следовательно, предварительное замачивание семян сосны обыкновенной в исследуемого рода ростостимулирующих препаратах показывает положительный результат.

В основном, рост сеянцев зависит от микроклимата, обеспеченности среды питанием и влагой. Рядом авторов отмечено [2, 3, 8, 17, 18], что в теплицах, в которых создаются более благоприятные

Таблица 2 – Грунтовая всхожесть семян сосны обыкновенной, обработанных исследуемыми препаратами

Название препарата	Грунтовая всхожесть семян, %
Контроль	40,0±0,11
Лигносульфонат нитрозированный	91,5±0,03
Лигносульфонат хлорированный	91,5±0,03
Экстракт фракции луба березы менее 1 мм	90,4±0,04
Экстракт фракции луба березы более 1 мм	89,2±0,05
Фильтрат от выделения суберина из бересты	89,3±0,04
Конденсат от сушки древесины	91,5±0,01
Флавобактерин	90,4±0,01
Мизорин	90,4±0,02
Пепел вулкана Эйяфьядлайёкюдль	90,4±0,02

микроклиматические условия, размеры и масса сеянцев увеличиваются на 10-30%. В наших опытах было установлено, что при идентичных микроклиматических условиях в защищенном грунте параметры сеянцев сосны по высоте стволика, диаметру корневой шейки и массе растения одного воз-

раста, семена которых перед посевом обработаны ростостимулирующими препаратами, превышают параметры сеянцев на контрольной площади в 2-5 раз (табл. 3). Также такие сеянцы отличаются более развитой корневой системой и большим количеством мелких корней.

Таблица 3 – Средние биометрические показатели однолетних сеянцев, выращенных с применением ростостимулирующих препаратов

Высота, см	Диаметр шейки корня, мм	Длина корневой, см	Масса 100 сеянцев в абсолютно сухом состоянии, г			Выход стандартных сеянцев, %
			наземная часть	корни	всего	
Контроль						
7,00±0,23	1,00±0,28	10,00±0,37	8,7±0,13	8,8±0,37	17,5	54
Лигносульфонат нитрозированный						
11,00±0,33	2,18±0,24	17,10±0,33	13,70±0,34	13,70±0,53	27,40	100
Лигносульфонат хлорированный						
11,30±0,20	2,18±0,30	17,80±0,26	15,10±0,61	15,60±0,74	30,70	100
Экстракт луба березы фракции менее 1 мм						
10,80±0,15	2,15±0,25	17,20±0,34	15,30±0,44	14,30±0,31	29,60	100
Экстракт луба березы фракции более 1 мм						
9,30±0,33	2,15±0,35	13,80±0,22	10,10±0,18	8,8±0,13	18,90	80
Фильтрат от выделения суберина из бересты						
9,70±0,20	2,15±0,34	15,80±0,22	17,10±0,91	10,00±0,33	27,10	82
Конденсат от сушки древесины						
10,20±0,30	2,12±0,27	17,10±0,35	13,70±0,76	13,00±0,33	26,70	100
Флавобактерин						
10,20±0,10	2,19±0,25	17,90±0,26	15,40±0,14	15,60±0,33	31,00	100
Мизорин						
10,20±0,25	2,05±0,31	16,30±0,21	14,30±0,30	15,40±0,33	29,70	100
Пепел вулкана «Эйяфьядлайёкюдль»						
10,40±0,28	2,17±0,21	16,40±0,32	16,70±0,53	14,30±0,33	31,00	100

Наилучшими биометрическими показателями обладают сеянцы, обработанные растворами лигносульфонатов нитрозированных, хлорированных и экстрактом луба березы фракции менее 1 мм. А именно, максимальная средняя высота ($11,30 \pm 0,20$ см) отмечена у растений сосны, обработанных раствором хлорированного лигносульфоната; диаметр у шейки корня ($2,19 \pm 0,25$ мм) и длина корней ($17,90 \pm 0,26$ см) – раствором флавобактерина. Согласно «Правилам лесовосстановления...»¹, стандартными сеянцами в Северо-таежном районе европейской части Российской Федерации являются растения сосны обыкновенной с высотой стволика не менее 10 см и диаметром у корневой шейки не менее 2 мм. Так, выход стандартных сеянцев повысился при использовании лигносульфонатов, экстрактов фракции луба березы менее 1 мм, растворов конденсата, мизорина, флавобактерина и пепла вулкана Эйяфьядлайёкюдль – до 100%. В то время как на контрольной площади этот показатель составил всего 54%. Половина сеянцев сосны на контрольной площади считаются нестандартными, а сеянцы, обработанные используемыми в исследовании ростостимулирующими препаратами, составили 80-100% стандартных сеянцев от их общего количества.

Несколько меньшие значения высоты, массы, длины корней были зафиксированы у сеянцев, семена которых обработаны растворами конденсата от сушки древесины, мизорина, флавобактерина и пепла вулкана Эйяфьядлайёкюдль. Наименьший выход стандартных сеянцев показали варианты, обработанные растворами экстракта луба березы фракции более 1 мм и фильтрата от выделения суберина из бересты (80 и 82% соответственно).

По средней массе растений судят об устойчивости их к заглушению травянистой растительностью и к другим неблаго-

приятным факторам среды. Ф.Т. Пигарев, В.В. Беляев, Р.В. Сунгуров [18] отмечают, что чем крупнее посадочный материал, обладающий оптимальным соотношением массы корней к надземной части, тем он устойчивее в посадках на вырубках. В наших исследованиях наибольшей массой обладают растения, семена которых перед посевом были обработаны флавобактерином, мизорином и пеплом вулкана Эйяфьядлайёкюдль. Названные выше стимуляторы роста способствовали и развитию более мощной корневой системы у сеянцев.

При расчете коэффициента Стьюдента нами установлено, что достоверность различий средних значений по высоте, длине и массе корней между показателями сеянцев, семена которых были обработаны перед посевом, и контрольным вариантом превышает 3. Поэтому можно с вероятностью безошибочного прогноза 99% утверждать, что выбранные стимуляторы роста благоприятно сказываются на приросте растений по высоте, а также формировании корневой системы сеянцев. Относительно диаметра у шейки корня сеянцев на контрольной площади и растений, семена которых предварительно замочены в ростостимулирующих препаратах, отметим, что различия достоверны во всех вариантах, но при использовании экстрактов луба березы, фильтрата, полученного при выделении суберина из бересты, а также конденсата, образующегося при сушке пиломатериалов, коэффициент Стьюдента варьировал от 2,5 до 2,9, а при применении остальных препаратов достоверность оказалась выше 3.

Таким образом, применение изучаемых ростостимулирующих препаратов оказало положительное влияние на ускоренное выращивание качественного посадочного материала. Такие препараты, как флавобактерин и мизорин, проявили ростостимулирующий эффект на сеянцах сосны обыкновенной благодаря содержа-

¹ Правила лесовосстановления, состав проекта лесовосстановления, порядок разработки проекта лесовосстановления и внесения в него изменений. Утверждены приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 4 декабря 2020 г. № 1014.

нию в них азотофиксирующих бактерий. Следовательно, рекомендуем использовать данные препараты при выращивании посадочного материала в питомниках.

Заключение. Исследования показали, что в Северо-таёжном районе РФ однолетние сеянцы сосны с контрольных вариантов в основной своей массе не достигают стандартных размеров, и требуется доращивание их еще в течение года. Посадочный материал, семена которого перед посевом обработаны ростостимулирующими препаратами, такими как технические лигносульфонаты, экстракт луба березы, фильтрат, полученный при выделении суберина из бересты, флавобактерин, мизорин, конденсат, образующийся при сушке пиломатериалов, пепел вулкана Эйяфьядлайёкюдль при соблюдении всех технологических требований

по выращиванию сеянцев в теплице за один вегетационный период в основной массе (80-100% стандартных сеянцев от их общего количества) достигает стандартных размеров. Наилучшими биометрическими показателями обладают сеянцы, обработанные растворами лигносульфонатов нитрозированных, хлорированных и экстрактом луба березы фракции менее 1 мм. А именно, максимальная средняя высота ($11,30 \pm 0,20$ см) отмечена у растений сосны, обработанных раствором хлорированного лигносульфоната; диаметр у шейки корня ($2,19 \pm 0,25$ мм) и длина корней ($17,90 \pm 0,26$ см) – раствором флавобактерина. Следовательно, рекомендуем использовать данные препараты при выращивании посадочного материала в питомниках.

Список источников

1. 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. 2022. Т. 26, № 4. С. 39-45. doi: 10.18698/2542-1468-2022-4-39-45. EDN: UNFHVT.
2. Salaš P., Sasková H., Mokričková J., Litschmann T. Evaluation of Different Types of Rooting Stimulators. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 2013, Vol. 60, No. 8, pp. 217-228.
3. Гордеева Д.В. Эффективность применения стимуляторов роста при выращивании сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой // Инженерные кадры - будущее инновационной экономики России. 2023. № 1. С. 188-191.
4. Рунова Е.М., Денисенко А.В. Влияние ростогенерирующих препаратов на показатели прорастания семян сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2024. № 65. С. 125-128. EDN: FGQFDK
5. Сунгурова Н.Р., Дрочкова А.А. Биометрические характеристики посадочного материала как тест-показатель успешности культур *Pinus sylvestris* L. // Изв. вузов. Лесной журнал. 2021. № 4. С. 107-116. doi: 10.37482/0536-1036-2021-4-107-116. EDN: MGCHVX
6. Grossnickle S.C., MacDonald J.E. Why seedlings grow: influence of plant attributes. *New For*, 2018, vol. 49, pp. 1–34.
7. Тюкавина О.Н., Демина Н.А., Наквасина Е.Н. Применение стимуляторов роста при выращивании сеянцев ели обыкновенной в открытом грунте // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2024. № 3 (76). С. 127-134. doi: 10.34655/bgsha.2024.76.3.016. EDN: XXFZUY
8. Острошенко В.Ю., Острошенко Л.Ю. Влияние стимуляторов на всхожесть семян и рост сеянцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) // Известия вузов. Лесной журнал. 2023. № 4 (394). С. 93-104. doi: 10.37482/0536-1036-2023-4-93-104. EDN: BZZEAL
9. Скозарева И.А., Чернодубов А.И. Эффективность применения стимуляторов роста при выращивании сеянцев сосны обыкновенной // Лесотехнический журнал. 2019. Том 9. № 3 (35). С. 87-95. doi: 10.34220/issn.2222-7962/2019.3/8 EDN: HMLCWZ
10. Кириенко М.А., Гончарова И.А. Пролонгированное влияние стимулятора роста на морфометрические показатели трехлетних сеянцев основных лесообразующих видов Средней Сибири // Сибирский лесной журнал. 2018. 31. С. 65-70. doi: 10.15372/SJFS20180107 EDN: YSUNUX
11. Grossnickle S.C. Why seedlings survive: influence of plant attributes. *New For*, 2012. Vol. 43. Pp. 711–738.
12. Shchukin R.A., Bogdanov O.E., Zavoloka I.P., Ryazanov G.S., Kruglov N.M. Biotechnological Basis for Application of Growth Regulators for Rooting of Green Cuttings of Trees and Shrubs in a Greenhouse with a Mist System. *BIO Web of Conferences*, 2020, Vol. 23, art. no. 01009.

13. Грищенко И.В. Климат Архангельской области. Архангельск: КИРА, 2021. 228 с.
14. Дрочкова А.А. Анализ влияния лигносульфонатов на всхожесть и энергию прорастания семян *Pinus sylvestris* L. // Папанинские чтения: Статьи участников международной молодежной научной конференции, Архангельск, 28 марта 2017 года. Архангельск: Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова. 2017. С. 52-55.
15. Дрочкова А.А. Анализ влияния пепла вулкана Эйяфьядлайёкюдль на основные показатели качества семян *Pinus sylvestris* L. / Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей XLIV Международной научно-практической конференции, Пенза, 15 апреля 2021 года. Пенза: Наука и Просвещение, 2021. С. 137-139. EDN: TLKDNB
16. Дрочкова А.А. Анализ воздействия конденсата, образующегося при сушке пиломатериалов, на всхожесть и энергию прорастания семян *Pinus sylvestris* L. // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: материалы XVIII международной научно-технической конференции, Вологда, 1 декабря 2020 года. Вологда: Вологодский государственный университет, 2020. С. 31-32. EDN: RNGTHVD
17. Мочалов Б.А. Развитие лесопитомнического дела на севере России // Наука – лесному хозяйству Севера. Архангельск: СевНИИЛХ. 1999. С. 56-60.
18. Пигарев Ф.Т., Беляев В.В., Сунгуров Р.В. Комплексная оценка качества посадочного материала и его применение на Европейском Севере: методические указания. Архангельск, 1987. 16 с. EDN: XWGDET

References

1. Sungurova N.R., Drochkova A.A., Gayevsky N.P., Volykhina N.V., Babich N.A. Wood drying condensate as *Pinus sylvestris* L. seeds germination activator. *Lesnoy vestnik. Forestry bulletin*. 2022;Vol.26, No.4:39-45 (In Russ.). doi: 10.18698/2542-1468-2022-4-39-45
2. Salaš P., Sasková H., Mokříčková J., Litschmann T. Evaluation of Different Types of Rooting Stimulators. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 2013;Vol.60, No.8:217-228.
3. Gordeeva D.V. Effectiveness of growth stimulants in the cultivation of seedlings of Scots pine with a closed root system. *Engineering personnel is the future of Russia's innovative economy*. 2023;1:188-191 (In Russ.).
4. Runova E.M., Denisenko A.V. The effect of growth-generating drugs on the germination rates of scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Actual problems of the forest complex*. 2024;65:125-128 (In Russ.).
5. Sungurova N.R., Drochkova A.A. Biometric parameters of planting material as a test indicator of success of *Pinus sylvestris* L. plantations. *Russian Forestry Journal*. 2021;4:107-116 (In Russ.). doi: 10.37482/0536-1036-2021-4-107-116
6. Grossnickle S.C., MacDonald J.E. Why seedlings grow: influence of plant attributes. *New For*, 2018, vol. 49, pp. 1-34.
7. Tyukavina O.N., Demina N.A., Nakvasina E.N. The use of growth stimulants in cultivation of seedlings of European spruce on the open ground // *Buryat Agrarian Journal*. 2024;No.3(76):127-134 (In Russ.). doi: 10.34655/bgsha.2024.76.3.016
8. Ostroshenko V.Yu., Ostroshenko L.Yu. Influence of growth stimulants on seed germination and seedlings growth of scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Russian Forestry Journal*. 2023;4(394):93-104 (In Russ.). doi: 10.37482/0536-1036-2023-4-93-104
9. Skozareva I.A., Chernodubov A.I. Efficiency of growth stimulant application growing seeds of Scots pine. *Forestry Engineering Journal*. 2019;Vol.9.No3(35):87-95 (In Russ.). doi: 10.34220/issn.2222-7962/2019.3/8
10. Kirienko M.A., Goncharova I.A. The prolonged influence of growth stimulants on morphometric indicators of three-year seedlings of main forest forming species of Central Siberia. *Sibirskij Lesnoj Zhurnal (Sib. J. For. Sci.)*. 2018;No1:65–70 (In Russ.). doi: 10.15372/SJFS20180107
11. Grossnickle S.C. Why seedlings survive: influence of plant attributes. *New For*. 2012;Vol.43:711–738.
12. Shchukin R.A., Bogdanov O.E., Zavoloka I.P., Ryazanov G.S., Kruglov N.M. Biotechnological Basis for Application of Growth Regulators for Rooting of Green Cuttings of Trees and Shrubs in a Greenhouse with a Misting System. *BIO Web of Conferences*, 2020;Vol.23, Art.No 01009.
13. Grishchenko I. V. Climate of the Arkhangelsk region. Arkhangelsk: KIRA. 2021. 228 p. (In Russ.)
14. Drochkova A.A. Analysis of the effect of lignosulfonates on germination and germination energy of *Pinus sylvestris* L. seeds. *Papanin readings: Articles by participants of the international youth scientific conference*, Arkhangelsk, March 28, 2017. Arkhangelsk, 2017. Pp. 52-55 (In Russ.).
15. Drochkova A.A. Analysis of the influence of the ash of the eyjafjadjlayokyudl volcano on the main quality indicators of *Pinus sylvestris* L. seeds. *Fundamental and applied scientific research: current issues, achievements and innovations: collection of articles of the XLIV Int. Sci. and Pract. Conf.*, Penza, April 15, 2021. Penza, 2021. Pp. 137-139 (In Russ.).
16. Drochkova A.A. Analysis of the effects of condensate formed during the drying of lumber on the germination and germination energy of *Pinus sylvestris* L. seeds. *Actual problems of the development of the*

forest complex: Proc. of the XVIII Int. Sci. and Techn. Conf., Vologda, December 1, 2020. Vologda, 2020. Pp. 31-32 (In Russ.)

17. Mochalov B.A. Development of forestry in the north of Russia. *Science of forestry of the North*. Arkhangelsk: SevNIILKH. 1999. Pp. 56-60 (In Russ.)

18. Pigarev F.T., Belyaev V.V., Sungurov R.V. Comprehensive assessment of the quality of planting material and its application in the European North: methodological guidelines. Arkhangelsk, 1987. 16 p. (In Russ.)

Информация об авторах

Анна Алексеевна Дрочкова – аспирант;

Наталья Рудольфовна Сунгурова – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры ландшафтной архитектуры и искусственных лесов; доцент;

Сергей Евгеньевич Страздаускас – аспирант;

Сергей Сергеевич Макаров – доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой декоративного садоводства и газоноведения.

Information about the authors

Anna A. Drochkova – Postgraduate Student;

Natalia R. Sungurova – Doctor of Science (Agriculture), Professor, Landscape Architecture and Artificial Forests Chair; Associate Professor;

Sergey E. Strazdauskas – Postgraduate Student;

Sergey S. Makarov – Doctor of Science (Agriculture), Head of Decorative Gardening and Lawn Science Chair.

Статья поступила в редакцию 19.02.2025; одобрена после рецензирования 17.03.2025; принята к публикации 09.04.2025.

The article was submitted 19.02.2025; approved after reviewing 17.03. 2025; accepted for publication 09.04.2025.