ISSN 2074-9414 (Print)
ISSN 2313-1748 (Online)

https://doi.org/10.21603/2074-9414-2023-4-2480
https://elibrary.ru/TFDFSG

Оригинальная статья
https://fptt.ru

Разработка агротехнологии получения посадочного материала, устойчивого к фитофагам и фитопатогенам

Е. А. Дюкова[1], Е. Г. Ульянова[2], М. А. Осинцева[1,*], В. А. Крюк[1]

[1] *Кемеровский государственный университет, Кемерово, Россия*

[2] *Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, Краснообск, Россия*

Поступила в редакцию: 27.10.2023
Принята после рецензирования: 17.11.2023
Принята к публикации: 05.12.2023

**М. А. Осинцева: k1marial@inbox.ru, https://orcid.org/0000-0002-4045-8054*
Е. А. Дюкова: https://orcid.org/0009-0001-1372-2091
Е. Г. Ульянова: https://orcid.org/0000-0002-9154-5238
В. А. Крюк: https://orcid.org/0009-0005-5969-948X

© Е. А. Дюкова, Е. Г. Ульянова, М. А. Осинцева, В. А. Крюк, 2023

Аннотация.
В рамках проведения лесовосстановления важной проблемой является высокий процент гибели сеянцев на ранних этапах. Классические агротехнологии при возделывании сеянцев с открытой корневой системой в условиях Западно-Сибирского региона не дают нужного эффекта. Поэтому актуальными являются разработка и адаптация технологий создания посадочного материала с закрытой корневой системой повышенной приживаемости.
Объекты исследования – биологические особенности выращивания сеянцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) 13 лесосеменного района в условиях питомника, расположенного в Кемеровской области – Кузбассе (Россия). Для проведения опыта по выращиванию сеянцев использовали верховой торф фрезерной заготовки со степенью разложения до 15 %. Уход за сеянцами заключался в предпосевной однократной обработке семян фунгицидами. В период вегетации проводили двукратную обработку против фитофагов и фитопатогенов.
Отработали агротехнологию получения устойчивого к фитофагам и фитопатогенам посадочного материала с закрытой корневой системой. Изучили этапы развития сеянцев сосны обыкновенной (*P. sylvestris*) и эффективность применения пестицидов в контроле численности вредных объектов. Мы провели фитосанитарный мониторинг и профилактические обработки, изучили эффективность применения пестицидов, фунгицидов и инсектицидов. Описали технологию предпосевной обработки семян. Представили особенности этапов вегетации сеянцев сосны обыкновенной. Применение биохимических препаратов Фитоверм в концентрации 0,4 %, Децис профи, Превикур энерджи и Фитоспорин обеспечило снижение вредных объектов. Биологическая эффективность опытных образцов составила 49–53 и 44–50 %.
Проведенные исследования могут быть применены при усовершенствовании технологий выращивания сеянцев сосны обыкновенной (*P. sylvestris*) в лесопитомниках Западно-Сибирского региона с целью улучшения качества посадочного материала.

Ключевые слова. Рекультивация земель, лесовосстановление, сеянцы, закрытая корневая система, фитофаги, фитопатогены

Финансирование. Работа ведется в рамках Распоряжения Правительства Российской Федерации от 11.05.2022 г. №1144-р и комплексной научно-технической программы полного инновационного цикла «Разработка и внедрение комплекса технологий в областях разведки и добычи твердых полезных ископаемых, обеспечения промышленной безопасности, биоремедиации, создания новых продуктов глубокой переработки из угольного сырья при последовательном снижении экологической нагрузки на окружающую среду и рисков для жизни населения» («Чистый уголь – зеленый Кузбасс»); мероприятие 3.1 «Экополигон мирового уровня технологий рекультивации и ремедиации» (соглашение № 075-15-2022-1200 от 28.09.2022 г.).

Для цитирования: Разработка агротехнологии получения посадочного материала, устойчивого к фитофагам и фитопатогенам / Е. А. Дюкова [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2023. Т. 53. № 4. С. 807–815. https://doi.org/10.21603/2074-9414-2023-4-2480

https://doi.org/10.21603/2074-9414-2023-4-2480
https://elibrary.ru/TFDFSG

Original article
Available online at https://fptt.ru/en

Agricultural Technology for Phytophage and Phytopathogen Resistant Planting Material

Evgenia A. Dyukova[1], Ekaterina G. Ulyanova[2], Maria A. Osintseva[1,*], Victoria A. Kryuk[1]

[1] *Kemerovo State University, Kemerovo, Russia*

[2] *Siberian Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Russia*

Received: 27.10.2023
Revised: 17.11.2023
Accepted: 05.12.2023

**Maria A. Osintseva: k1marial@inbox.ru, https://orcid.org/0000-0002-4045-8054*
Evgenia A. Dyukova: https://orcid.org/0009-0001-1372-2091
Ekaterina G. Ulyanova: https://orcid.org/0000-0002-9154-5238
Victoria A. Kryuk: https://orcid.org/0009-0005-5969-948X

© E.A. Dyukova, E.G. Ulyanova, M.A. Osintseva, V.A. Kryuk, 2023

Abstract.
Many seedlings die early during reforestation. Traditional bareroot technologies often fail in Western Siberia. As a result, containerized technologies have become relevant as they provide higher survival rate in the harsh climatic conditions.
The study traced the development of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings grown in a container nursery in the Kemerovo Region. The milled high-moor peat had a degree of decomposition of ≤ 15%. The seeds were treated with fungicides before planting. The seedlings underwent a double treatment against phytophages and phytopathogens during growth.
The article introduces a new agricultural technology for ball-rooted planting stock resistant to phytophages and phytopathogens. The study revealed the developmental stages of pine seedlings and the effect of pesticides on pathogen count. After phytosanitary monitoring and preventive treatments, the seedlings were tested for the effectiveness of pesticides, fungicides, and insecticides as part of pre-planting seed treatment. Such biochemical preparations as Fitoverm (0.4%), Decis Pro, Previkur Energy, and Fitosporin increased the survival rate of the test seedlings. The biological effectiveness of the experimental treatment was 49–53 and 44–50%.
The technology was able to improve the survival rate of pine seedlings in forest container nurseries in the harsh climate of West Siberia.

Keywords. Land reclamation, reforestation, seedlings, closed root system, phytophages, phytopathogens

Funding. The study was part of Russian Federation Government Decree No. 1144-r, May 11, 2022, and a comprehensive scientific innovative program on New technologies in coal mining and processing: industrial safety and bioremediation, new products of deep coal processing, and reducing the environmental burden and hazards to populations (Clean Coal – Green Kuzbass); Stage 3.1: Eecological test-site of world-class reclamation and remediation technologies (Agreement No. 075-15-2022-1200, September 28, 2022).

For citation: Dyukova EA, Ulyanova EG, Osintseva MA, Kryuk VA. Agricultural Technology for Phytophage and Phytopathogen Resistant Planting Material. Food Processing: Techniques and Technology. 2023;53(4):807–815. (In Russ.). https://doi.org/10.21603/2074-9414-2023-4-2480

Введение

Сегодня острыми являются вопросы влияния угольной промышленности на окружающую среду, а именно на водные и земельные ресурсы, атмосферный воздух [1]. По данным Росстата, добыча угля всех сортов в России в январе – июне 2022 г. составила 208 млн т.

Из угледобывающих регионов самым крупным производителем и поставщиком угля является Кемеровская область – Кузбасс. За период январь – июнь 2022 г. в регионе произведено более половины (51 %) всего добываемого каменного угля в стране, а также 59 % угля коксующихся марок. Также Кузбасс является экспортером российского угля (57,2 %), в том числе для коксования [2]. За все время разработки угольных месторождений в Кузбассе из недр добыто около 9 млрд т угля [3].

В результате добычи угля площадь нарушенных земель составила более 100 тыс. га. В связи с этим приоритетными экологическими задачами в Keме-

ровской области являются оптимизация существующих и разработка новых прогрессивных технологий восстановления нарушенных ландшафтов, а также их повсеместное внедрение на территории региона [4, 5].

Рекультивация земель является составной частью мероприятий по охране окружающей среды в целом и по нейтрализации разрушительных воздействий промышленности на ландшафт прилегающих территорий в частности. На первых этапах рекультивации важно быстро озеленить отвалы и устранить их негативное влияние на окружающую среду [6]. Полоса насаждений по периметру отвала эффективна лишь при ширине не менее 5 метров [7]. При облесении нарушенных земель вначале применяют посевы почвоулучшающих культур, затем высаживают деревья и кустарники.

Актуальным является лесовосстановление и выращивание лесообразующих пород. При лесопосадках на отвалах в лесной зоне применяют сосну обыкновенную (*Pinus sylvestris* L.), лиственницу сибирскую (*Larix sibirica*), ель обыкновенную или ель европейскую (*Picea abies*), а также другие виды ценных древесных культур. В рамках проведения лесной рекультивации важной проблемой является высокий процент гибели саженцев на ранних этапах. Классические технологии при возделывании сеянцев лесообразующих пород с открытой корневой системой в условиях Западно-Сибирского региона не дают нужного эффекта. Это связано с такими проблемами, как климатические условия резко континентального климата региона, поражение сеянцев с открытой корневой системой фитофагами и фитопатогенами, механические повреждения сеянцев в процессе копки и ограниченные сроки посадки.

Последнее время аграрии уделяют внимание созданию питомников по выращиванию сеянцев хвойных пород с закрытой корневой системой для определенных лесосеменных районов Кемеровской области – Кузбасса. Связанно это с изменениями традиционных агротехнических приемов при возделывании посадочного материала лесных пород. Саженцы с закрытой корневой системой обладают преимуществами при посадке, поскольку их корневая система является сформированной и не повреждается при пересадке растения, что обеспечивает лучшую приживаемость и адаптацию (Промежуточный отчет по выполнению работ «Разработки технологических решений создания питомника мирового уровня для выращивания хвойных пород деревьев с закрытой корневой системой» (Этап 1)) [8–10].

Агротехника выращивания посадочного материала должна быть основана на знании структуры формирования вегетативных органов растений в течение сезона, динамики накопления сухого вещества и темпа потребления минеральных питательных веществ и необходимых доз и сроков внесения удобрений.

Качество саженцев и рассады характеризуется высотой стебля и его диаметром в шейке корня, образованием почек, длиной корневой системы, степенью развития отдельных частей растения и их соотношением. Важным показателем является отношение малой (физиологически активной) массы корня к массе верхней части. Чем выше данный показатель, тем лучше саженцы приживаются при пересадке и тем быстрее они вступают в период быстрого роста.

Вопросы производства и применения инновационных технологий при возделывании посадочного материала лесообразующих пород в специализированных питомниках актуальны [11]. Технологические операции при выращивании контейнерных растений в условиях закрытого грунта адаптированны к условиям конкретных лесосеменных районов региона. Соблюдение технологического процесса позволит получить качественный посадочный материал.

При выращивании сеянцев сосны обыкновенной (*P. sylvestris* L.) необходимо провести 14-дневную стратификацию семян во влажном песке при температуре 4 °C, а затем протравливание семян фунгицидом на основе действующего вещества (пропамокарб гидрохлорид 530 г/л + фосэтил алюминия 310 г/л в форме пропамокарбфосэтилата). Для выращивания сеянцев лучше использовать специализированную почвенную смесь, которая предназначена для сеянцев хвойных пород. Например, торф фрезерной заготовки. Такая смесь не затрудняет работу механизмов по заполнению субстратов, не ухудшает водный и воздушный режимы для роста корней и не повышает опасность повреждения их удобрениями. Степень разложения предотвращает развитие на поверхности субстрата мхов и маршанции, что может снизить качество сеянцев. Для производства 1 млн сеянцев в промышленном объеме примерный расход торфа составляет до 250 м^3.

При выращивании сеянцев хвойных пород рекомендовано использовать специализированные многоразовые кассеты. Преимущество данных кассет заключается в том, что корневая система сильно разветвляется и, доходя до щелей в стенках ячеек, подвергается «воздушной обработке», которая способствует образованию активных корневых кончиков, готовых к росту при высадке сеянцев на участок.

В период роста сеянцев в производственных теплицах необходимо поддерживать температурный режим для образования дружных всходов сосны обыкновенной. В период набухания семян и роста сеянцев сосны обыкновенной температурный минимум должны быть в переделах 18–22 °C, влажность на начальном этапе составляет 95 %. После появления всходов влажность в теплице понижается до 80 %. За две недели до перемещения сеянцев на площадку закаливания влажность в теплице понижают до 60 %. Это позволит сеянцам быстрее адаптироваться к климатическим условиям.

При выращивании сеянцев лесообразующих пород полив является неотъемлемой частью процесса. Показателем начала и окончания полива является масса кассеты, которая зависит от вида и степени разложения торфа, его влажности и степени уплотнения в кассетах. Поэтому масса заполненных кассет с нижними и верхними пределами оптимальной влажности для каждой теплицы должна быть определена экспериментальным путем. Засеянные кассеты поливают сразу после переноса их в теплицу. В течение первых 2–3 дней происходит активное поглощение влаги и набухание семян. В это время короткими, но частыми поливами, субстрат нужно полностью насытить влагой по всему объему ячейки. Масса кассеты с субстратом достигает предельного значения (предельная масса кассеты). Однако в период прорастания семян такие интенсивные поливы не допускаются. Полив прекращают, когда масса кассеты достигает величины 90 % предельной массы кассеты. В это время обильные поливы способствуют разжижению поверхности торфа, а после его высыхания – образованию корки, ухудшающей пористость и аэрацию субстрата. Расход воды при поливе на 1 млн сеянцев составил 6000 м^3 воды в месяц

Система внесения минеральных удобрений является важным техническим приемом для выращивания сеянцев. В зависимости от назначения и времени внесения различают основное удобрение, вносимое до посева весной или осенью, и предпосевное, которое вносят во время посева. Также вносят подкормку в период роста растений. В качестве основного удобрения используют органические удобрения.

Во второй половине вегетационного периода сеянцы с закрытой корневой системой переносят на площадку закаливания, где они адаптируются к условиям климата и готовятся к окончанию периода вегетации. Хранение сеянцев осуществляется на площадке под снежным покровом

Новизна данного исследования заключается в проведении экспериментального мелкоделяночного опыта на территории питомника, расположенного в Кемеровской области. Авторы отработали агротехнологию получения посадочного материала, устойчивого к фитофагам и фитопатогенам и предназначенного для рекультивируемых участков. Проведенные исследования дают возможность рекомендовать выращивание сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой, которое будет направлено на искусственное лесовосстановление.

Цель исследования – изучить этапы развития сеянцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и эффективность применения пестицидов в контроле численности вредных объектов.

Объекты и методы исследования

Исследования проводили в период с 1 апреля по 1 ноября 2023 г. на территории питомника ООО «Зеленый дом» (с. Андреевка, Кемеровская область – Кузбасс).

Объектом исследования являлись биологические особенности выращивания сеянцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) 13 лесосеменного района. Посевной материал закупали у производителя семян лесообразующих пород (г. Красноярск). Сбор семян проводился осенью 2022 г.

Для проведения опыта по выращиванию сеянцев использовали верховой торф фрезерной заготовки со степенью разложения до 15 %. Данный субстрат не затрудняет работу механизмов по заполнению субстратов, не ухудшает водный и воздушный режимы для роста корней и не повышает опасность повреждения их удобрениями. Степень разложения предотвращает развитие на поверхности субстрата мхов и маршанции, что может снизить качество сеянцев и сократить затраты на промывку и дезинфекцию кассет.

Торф «Агробалт» (группа компаний «АгроБалт Трейд») обладает хорошим водно-воздушным режимом и высокой катионообменной способностью. Это позволяет вносить в него большое количество удобрений, не опасаясь повредить растения и затруднить поглощение ими питательных веществ и воды. Торф данной фирмы соблюдает требования к заготовке, не содержит семян сорных растений и обладает антисептическими свойствами, препятствуя развитию патогенной микрофлоры. Данный торф имеет наименьшую массу, по сравнению с другими видами торфов и компостами, что важно при транспортировке посадочного материала и разноске по лесокультурной площади. В торфе «Агробалт» содержится комплексное удобрение PGmix с микроэлементами, которое равномерно распределяется по всему объему субстрата, а также перлит 15 % от общей массы субстрата.

В процессе выращивания пробной партии сеянцев на территории питомника использовали кассеты РКЛ-81, предназначенные для выращивания сеянцев хвойных пород. Данные кассеты являются основой технологии выращивания сеянцев с закрытой корневой системой. Вертикальные щели и направляющие ребра в стенках ячейки способствуют естественному и правильному развитию корневой системы. Преимущество данной кассеты заключается в том, что корневая система сильно разветвляется и, доходя до щелей в стенках ячеек, подвергается «воздушной обработке», которая способствует образованию активных корневых кончиков, готовых к росту при высадке сеянцев в лес. Боковые щели предотвращают образование недостатка кислорода в торфяном комке в ячейке и выполняют роль дренажа при чрезмерном поливе.

Посев семян в кассеты проводился вручную. Полив кассет осуществлялся шлангом с насадкой фирмы «Гринда», т. к. проводился мелкоделяночный опыт.

Уход за сеянцами с закрытой корневой системой заключался в предпосевной однократной обработке семян фунгицидами. В период вегетации проводили двукратную обработку против фитофагов и фитопатогенов. В качестве препаратов использовали Превикур энерджи, Фитоспорин, Децис профи и Фитоверм 0,4 %.

Превикур энерджи («Bayer») – двухкомпонентный фунгицид на основе действующего вещества 530 г/л пропамокар и 310 г/л фосэтил; выпускается в виде водорастворимого концентрата. Данный препарат обладает высокой биологической эффективностью против комплекса фитопатогенов. Водорастворимый концентрат применяют как протравитель семян и почвогрунтов для вегетирующих культур.

В качестве экологически безопасного фунгицида для предпосевной обработки семян и по вегетации сеянцев сосны применяли Фитоспорин в виде гелеобразной пасты темного цвета («БашИнком»). Основа данной пасты – бактерия рода *Bacillus subtilis* 26Д, титр живых спор и клеток не менее 100 млн/г с добавлением гумата. Препарат универсален, применяется на разных культурах.

Для контроля численности фитофагов использовали химический инсектицид компании «Bayer» Децис профи. Форма препарата – водно-диспергируемые гранулы на основе действующего вещества дельтаметрина 250 г/кг. У Децис профи высокое биологическое действие, что позволяет проводить обработки на широком ассортименте культур.

Результаты и их обсуждение

Перед началом посева хвойных пород необходимо провести ряд мероприятий для благоприятного роста и развития лесообразующих пород с закрытой корневой системой. Первое – подбор лесосеменного районирования для Кемеровской области, второе – проведение стратификации посевного материала.

Стратификация – это агротехнический прием для подготовки семян к посеву. В данном исследовании для стратификации семена сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) помещали в специализированные мешочки, пропускающие влагу и воздух, а затем в пластиковый контейнер. Слоем 10 см насыпали заранее прокаленный речной песок и увлажняли. Затем на увлажненный песок помещали мешочки с семенами и полностью засыпали песком и увлажняли. Контейнер закрывают плотно крышкой, чтобы ограничить поступление воздуха и снизить риск пересыхания песка. Затем контейнер помещали в холодильную камеру при температуре не выше 4 °С, песок увлажняли каждые 5 суток. Процесс стратификации для сосны обыкновенной длится 21 день.

После прохождения стратификации семена делили на три варианта опыта: 1 – контроль (семена без обработки); 2 – семена, обработанные Превекур Энерджи; 3 – семена, обработанные биологическим фунгицидом Фитоспорин.

Предпосевная обработка семян необходима для получения устойчивого посадочного материала к полеганию корневой шейки. После предпосевной обработки приступили к посеву в заранее подготовленные кассеты. Семена сосны обыкновенной заделывают в торфяной субстрат на глубину 0,5 см (рис. 1).

Засеянные кассеты поливали сразу после их переноса в теплицу. В течение первых 2–3 дней происходило активное поглощение влаги и набухание семян. В это время короткими, но частыми поливами, субстрат нужно полностью насытить влагой по всему объему ячейки. Масса кассеты с субстратом достигает предельного значения (предельная масса кассеты). Однако в период прорастания семян такие интенсивные поливы не допускаются. Полив прекращают, когда масса кассеты достигает величины 90 % предельной массы кассеты. Обильные поливы способствуют разжижению поверхности торфа, а после его высыхания – образованию корки, ухудшающей пористость и аэрацию субстрата.

Температурный режим для прорастания сеянцев влияет на качество материала. Семена сосны начинают прорастать при температуре субстрата выше 10 °С. Важно, чтобы температура была высокой и в ночное время. Поэтому, в зависимости от срока посева и региональных особенностей климата (ночные заморозки, возврат холодов), в период прорастания семян может понадобиться дополнительный обогрев теплиц, т. к. понижение температуры в ночное время до 8 °С и ниже негативно влияет на всхожесть семян.

В таблице 1 представлены данные температурного режима в теплице в период вегетации сеянцев. Создание и поддержание благоприятного микроклимата в теплице способствовало полной густоте стояния всходов сосны обыкновенной, что считается

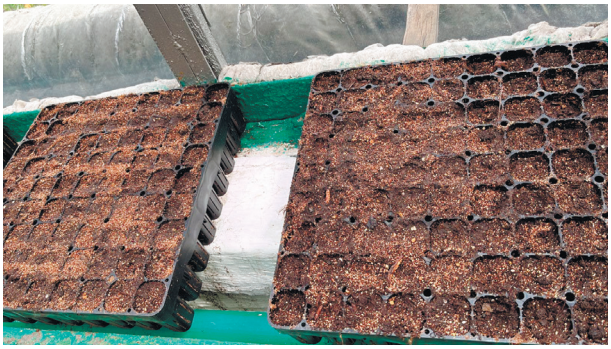

Рисунок 1. Предпосевная подготовка кассет

Figure 1. Pre-planting preparation

Таблица 1. Температурный режим в период вегетации сеянцев сосны обыкновенной

Table 1. Temperature mode for growing pine seedlings

Срок после посева, неделя	Дневная температура, °C	Ночная температура, °C	Температура для начала обогрева теплиц, °C	Влажность воздуха в теплице, %
0–1	18–22	20	25	95
1–2	18–22	20	25	80
3–4	18–22	18	25	60

Рисунок 2. Всходы сосны обыкновенной (фаза раскрытия колпачка)

Figure 2. Pine seedlings: grass stage

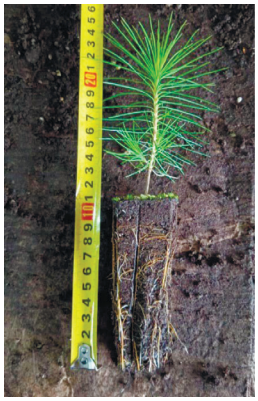

Рисунок 3. Сеянец сосны обыкновенной первого года

Figure 3. Pine seedlings: bottlebrush phase

благоприятным для своевременного наступления фенологических фаз развития сеянцев первого года.

Этап прорастания начинается с момента посева и до формирования корня и появления ростка. Прорастание и появление всходов обычно происходят в течение 14–21 дней (рис. 2).

С момента появления всходов начинается второй этап – ранняя стадия роста. Продолжительность этой стадии составляет от 4 до 6 недель. В этот период происходит активное формирование корневой системы, включая развитие боковых корней после достижения главным корнем дна ячейки.

Третий этап – фаза активного роста. Этот период характеризуется быстрым увеличением размеров сеянцев: они интенсивно растут в высоту, активно набирают массу и усиленно наращивают хвою. Продолжительность фазы активного роста может различаться, но обычно она занимает от 6 до 18 недель. Это время зависит от таких факторов, как погодные условия (температура, количество солнечных дней) и условия выращивания.

Из рисунка 3 видно, что сеянец сосны полностью сформирован и переходит к заключительной стадии закаливания. В этот период сеянец перенаправляет энергию с роста в высоту на увеличение диаметра стволика и развитие корневой системы. Период закаливания начинается с закладки верхушечной почки. На этот процесс влияют два фактора окружающей среды: понижение температуры и сокращение длительности светового дня.

При выращивании сеянцев необходимо проводить фитосанитарный мониторинг посадочного материала. В исследовании в процессе вегетации проводили контроль численности вредных объектов каждые 14 дней. В период нахождения сеянцев в теплице повреждений фитофагами и фитопатогенами не выявлено. После перемещения сеянцев на площадку закаливания на 10 сутки появились первые признаки поражения паутинным клещом, а через месяц – единичные признаки корневой гнили, которые не превышали экономический порог вредоносности. В целях проведения профилактических мероприятий в период вегетации было проведено две обработки фунгицидами и инсектицидами. В опыте с пестицидной обработкой применяли как биологические, так и химические препараты для сравнительной оценки биологической эффективности препаратов.

Учет фитофага осуществляли на 405 сеянцах сосны обыкновенной с закрытой корневой системой путем визуального осмотра в день до обработки и через 4 дня после обработки инсектицидами. Обработка растений проводилась во вторую декаду июня по схеме, приведенной в таблице 2.

Сеянцы обрабатывались в теплице в вечернее время в период неактивного солнца, чтобы избежать ожога инсектицидами. Расход рабочей жидкости препаратов в двух вариантах составил 500 л/га.

Эффективность второй обработки выше, чем первой (рис. 4). Это связано с тем, что взрослые особи

Таблица 2. Схема применения инсектицидов на сеянцах сосны обыкновенной

Table 2. Insecticide procedures for pine seedlings

№ п/п	Препарат	Норма применения препарата	Сроки обработки	
			1 обработка	2 обработка
1	Контроль (обработка водой)	–	12.06.23	05.08.23
2	Децис профи	2 г/10 л воды	12.06.23	05.08.23
3	Фитоверм 0,4 %	80 мл/10 л воды	12.06.23	05.08.23

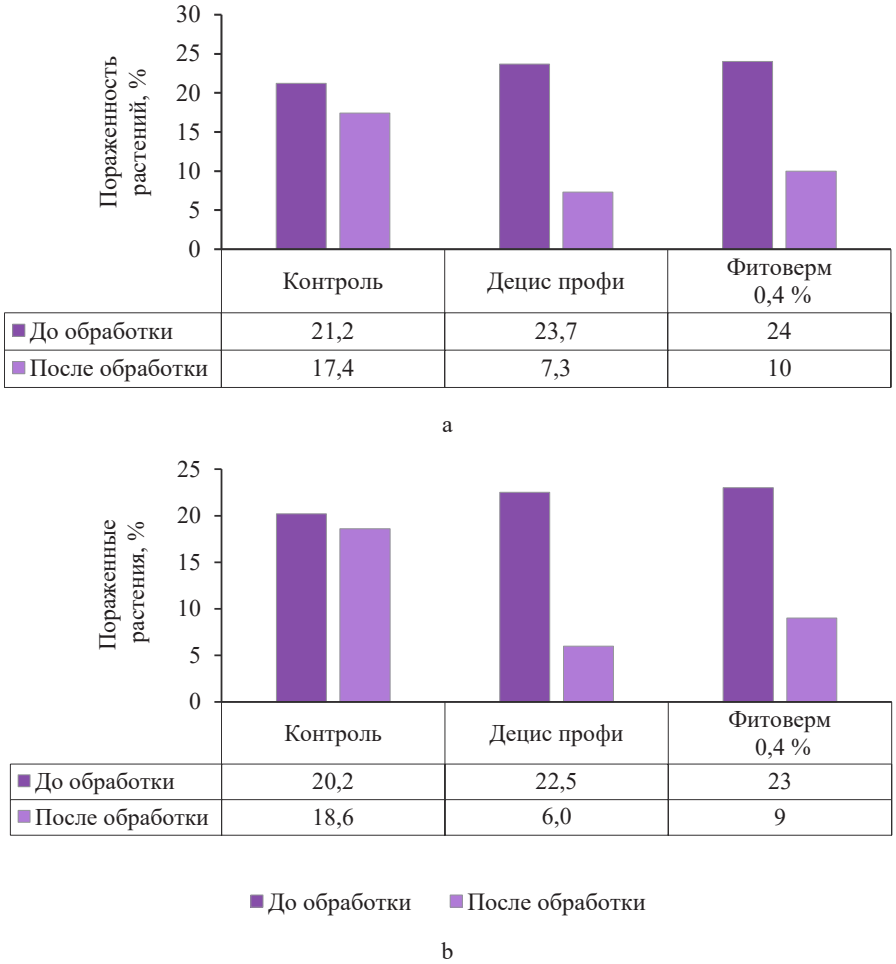

Рисунок 4. Эффективность применения обработки инсектицидов против личинок паутинного клеща: a – первая обработка; b – вторая обработка

Figure 4. Insecticide treatment efficiency against spider mite larvae: a – first treatment; b – second treatment

паутинного клеща не ведут активный образ жизни, процессы развития замедлены и питание прекращается, завершается подготовка к осенне-зимнему периоду. В результате применения препарата Децис профи число пораженных сеянцев снизилось в 2,5 раза, препарата Фитоверм – в 1,3 раза. Биологическая эффективность применения инсектицидов составила 59 и 43 % соответственно.

В результате исследования установлено, что химический препарат Децис профи обладает эффективностью в контроле численности изучаемого фитофага. В условиях питомника ООО «Зеленый дом» предпочтительно использовать биологический препарат Фитоверм, т. к. он не токсичен. Биологическая эффективность Фитоверма выше контрольного варианта.

Единичные признаки полегания сеянцев сосны обыкновенной были отмечены в третьей декаде мая, когда сеянцы переместились на площадку закаливания. Наличие фитопатогена проявлялось в виде ослабления корневой шейки и ее почернения. Обработка сеянцев сосны проводилась в первых числах июня и августа (табл. 3).

Таблица 3. Схема опыта применения фунгицидов на сеянцах сосны обыкновенной

Table 3. Fungicide procedures for pine seedlings

№ п/п	Препарат	Норма применения препарата	Сроки обработки	
			I обработка	II обработка
1	Контроль (обработка водой)	–	01.06.2023	01.08.2023
2	Превикур Энерджи	15 мл /10 л воды	01.06.2023	01.08.2023
3	Фитоспорин	15 г/10 л воды	01.06.2023	01.08.2023

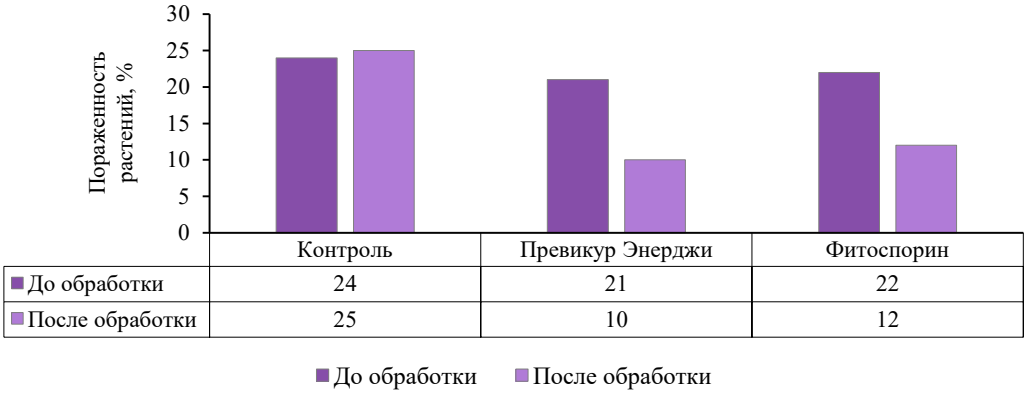

Рисунок 5. Эффективность применения фунгицидов против полегания сеянцев сосны обыкновенной

Figure 5. Fungicide treatment efficiency against lodging

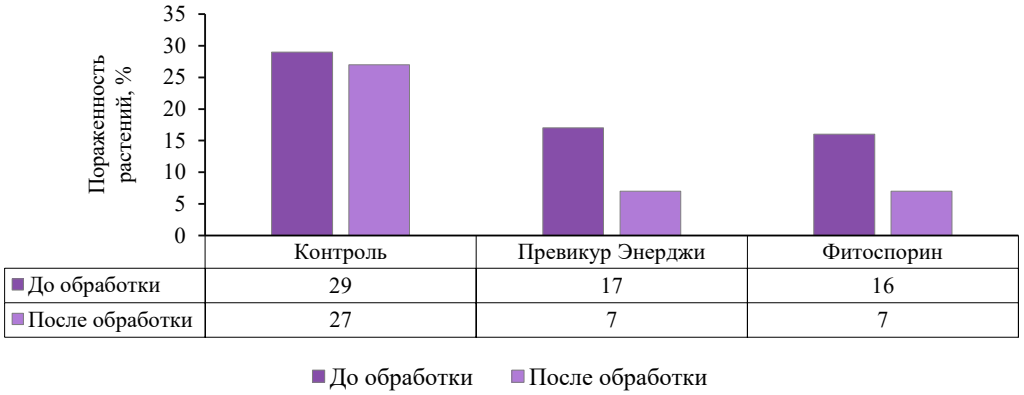

Рисунок 6. Эффективность применения второй обработки фунгицидами

Figure 6. Second fungicide treatment efficiency

Растения обрабатывались в вечернее время суток в сухую безветренную погоду с использованием ручного опрыскивателя Ореон. Расход рабочей жидкости Превикура энерджи – 2000 л/га, Фитоспорина – 500 л/га. В качестве контроля использовали пролитые водой кассеты. Учет распространения и образования новых пораженных сеянцев сосны проводился на 4 сутки после обработки. Результаты представлены на рисунках 5 и 6.

Через 4 дня после обработки провели мониторинг сеянцев сосны обыкновенной в кассетах, после которой степень пораженности патогеном в опытных кассетах снизилась до 1 балла. На контрольном варианте поражение оставалось высоким – 4 балла.

Таким образом, применение фунгицидов против полегания сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой показало высокую биологическую эффективность в сравнении с контрольным вариантом. Биологическая эффективность препаратов составила 44–50 %. Так как биологическая эффективность фунгицидов высока, то можно рекомендовать применение препаратов Превикур энерджи и Фитоспорин как для профилактики, так и для подавления численности фитопатогена.

Выводы

В ходе проведенных исследований были изучены этапы развития сеянцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) с закрытой корневой системой. К основным этапам развития сеянцев первого года можно отнести следующие этапы роста: прорастание, ранняя стадия роста, активная стадия роста и этап закаливания. В процессе выращивания сеянцев проводились фитосанитарный мониторинг и профилактические обработки, изучена эффективность применения пестицидов. В период нахождения сеянцев в теплице поражение вредными объектами не обнаружено. После перемещения сеянцев на площадку закаливания на 10 сутки появились первые поражения паутинным клещом и корневой гнилью. В качестве биохимических препаратов применяли инсектициды Фитоверм в концентрации 0,4 % и Децис профи, фунгициды Превикур энерджи и Фитоспорин. Применение пестицидов обеспечило снижение вредных объектов. Биологическая эффективность опытных вариантов составила 49–53 и 44–50 %.

Проведенные исследования могут быть применены при усовершенствовании технологий выращивания сеянцев сосны обыкновенной в лесопитомниках Западно-Сибирского региона с целью улучшения качества посадочного материала.

Критерии авторства

Все авторы принимали участие в исследованиях, обработке данных и написании текстов.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution

All the authors contributed equally to the research, data processing, and manuscript.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

References/Список литературы

1. Harionovsky AA, Kalushev AN, Vaseva VN, Symanova EI. Coal industry ecology: the state, problems, ways of solution. Bulletin of Research Center for Safety in Coal Industry (Industial Safety). 2018;(2):70–81. (In Russ.). [Экология угольной промышленности: состояние, проблемы, пути решения / А. А. Харионовский [и др.] // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2018. № 2. С. 70–81.]. https://www.elibrary.ru/QZWGUJ

2. Petrenko IE. Russia's coal industry performance for January – June, 2022. Ugol'. 2022;(9):7–22. (In Russ.). [Петренко И. Е. Итоги работы угольной промышленности России за январь – июнь 2022 года / И. Е. Петренко // Уголь. 2022. № 9. С. 7–22.]. https://www.elibrary.ru/HTDNDB

3. Kopytov AI, Shaklein SV. Coal resources of Kuzbass as a factor in the choice of industry development strategy. ECO. 2018;48(11):76–83. (In Russ.). https://doi.org/10.30680/ECO0131-7652-2018-11-76-83

4. Kupriyanov AN, Kupriyanov OA, Manakov YuA, Shatilov DA. Changes in the productivity of Kuzbass coal enterprises' landfills during the reconstruction of the vegetation cover. International Research Journal. 2022;123(9). (In Russ.). https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.123.33

5. Kozhevnikov NV, Zaushintsena AV. The problem of topsoil storage in Kuzbass mining industry. Bulletin of Kemerovo State University. 2016;61(1–4):10–14. (In Russ.). https://www.elibrary.ru/TOLCFD

6. Sannikov SN, Sannikova NS, Petrova IV. Natural forest regeneration in Western Siberia (ecologice-geographical essay). Yekaterinburg: Ural′skoe otdelenie RAN; 2004. 198 p. (In Russ.). [Санников С. Н., Санникова Н. С., Петрова И. В. Естественное лесовозобновление в Западной Сибири (эколого-географический очерк). Екатеринбург: Уральское отделение РАН, 2004. 198 с.]. https://www.elibrary.ru/QKXBEF

7. Sedykh VN. Forest forming process. Novosibirsk: Nauka; 2009. 162 c. (In Russ.). [Седых В. Н. Лесообразовательный процесс. Новосибирск: Наука, 2009. 162 с.].

8. Smolonogov EP, Zalesov SE. Ecological and forestry principles of organization and management in the cedar forests of the Urals and the West Siberian Plain. Yekaterinburg: Ural State Forest Engineering University; 2002. 186 c. (In Russ.). [Смолоногов Е. П., Залесов С. Е. Эколого-лесоводственные основы организации и ведения хозяйства в кедровых лесах Урала и Западно-Сибирской равнины. Екатеринбург: Уральский государственный лесотехнический университет, 2002. 186 с.]. https://www.elibrary.ru/VZKMTH

9. Morozov GF. Forest studies. Moscow; Leningrad: Goslesbumizdata; 1949. 456 p. (In Russ.). [Морозов Г. Ф. Учение о лесе. М.; Ленинград: Гослесбумиздата, 1949. 456 с.].

10. Nesterov VG. Basic forestry. Moscow; Leningrad: Goslesbumizdat; 1954. 656 c. (In Russ.). [Нестеров В. Г. Общее лесоводство. М.; Ленинград: Гослесбумиздата, 1954. 656 с.].

11. Vityaz SN, Dyukova EA, Isenev NE. Species diversity and occurrence of harmful objects on various coniferous plants in the conditions of the Kemerovo region. Modern technologies in agricultural production and education: Proceedings of the XI International Scientific and Practical Conference in foreign languages. Kemerovo: Kuzbass State Agricultural Academy; 2020. p. 20–24. https://www.elibrary.ru/AIQDGR