

**ПОЛУЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ  
ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОСТОВ  
И СОЗДАНИЕ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПОЗИЦИОННОГО  
ПОЛИМЕРНОГО СОСТАВА**



Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Мозырский государственный педагогический университет  
имени И. П. Шамякина»

ПОЛУЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ  
ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОСТОВ  
И СОЗДАНИЕ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
КОМПОЗИЦИОННОГО ПОЛИМЕРНОГО СОСТАВА

Справочник

Мозырь  
МГПУ им. И. П. Шамякина  
2021

УДК 630\*232.411.3  
ББК 34.751  
П53

Составитель

**В. В. Копытков**, доктор сельскохозяйственных наук, доцент,  
профессор кафедры биологии и экологии УО «Мозырский государственный  
педагогический университет имени И. П. Шамякина»

Рецензенты:

доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры ботаники и физиологии  
растений УО «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины» *А. М. Дворник*;  
кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории  
проблем почвоведения и реабилитации антропогенно нарушенных лесных земель ГНУ  
«Институт леса НАН Беларуси» *И. А. Машков*

Печатается по решению редакционно-издательского совета учреждения образования  
«Мозырский государственный педагогический университет им. И. П. Шамякина»

**Получение и применение органоминеральных компостов и создание**  
П53 лесных культур с использованием композиционного полимерного состава :  
справочник / сост. В. В. Копытков. – Мозырь : МГПУ им. И. П. Шамякина,  
2021. – 56 с.  
ISBN 978-985-477-768-9.

Издание предназначено для студентов биологических специальностей (1-31 01 01-02  
Биология (научно-педагогическая деятельность), 1-02 04 01 Биология и химия),  
изучающих дисциплину «Основы общего земледелия». Также может быть использовано  
для проведения полевых и лабораторных исследований с целью сбора материала  
для выполнения дипломной работы.

УДК 630\*232.411.3  
ББК 34.751

Справочное издание

ПОЛУЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОСТОВ  
И СОЗДАНИЕ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
КОМПОЗИЦИОННОГО ПОЛИМЕРНОГО СОСТАВА

Справочник

Составитель

**Копытков Владимир Васильевич**

Корректор *Е. В. Сузько*

Оригинал-макет *Л. Н. Добрянская*

Подписано в печать 06.10.2021. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.  
Ризография. Усл. печ. л. 3,3. Уч.-изд. л. 3,03. Тираж 103 экз. Заказ 19.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования  
«Мозырский государственный педагогический университет имени И. П. Шамякина».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий N 1/306 от 22 апреля 2014 г.  
Ул. Студенческая, 28, 247777, Мозырь, Гомельская обл. Тел. (0236) 24-61-29.

ISBN 978-985-477-768-9

© Копытков В. В., составление, 2021  
© УО МГПУ им. И. П. Шамякина, 2021

**Содержание**

Сокращения .....	4
Введение .....	5
Глава 1. Получение и применение органоминеральных компостов в постоянных лесных питомниках для выращивания посадочного материала .....	6
1.1. Мероприятия по повышению почвенного плодородия лесных питомников .....	7
1.2. Получение органоминеральных компостов в количестве, необходимом для определенной площади при выращивании посадочного материала .....	10
1.3. Способы компостирования субстратов и подготовка компостных буртов при использовании их в лесных питомниках для выращивания посадочного материала .....	14
1.4. Влияние некоторых факторов на микоризность корневых систем сеянцев .....	22
1.5. Методика изучения микоризообразования на корневых системах сеянцев .....	25
Глава 2. Применение композиционного полимерного состава для защиты корневых систем сеянцев хвойных пород от иссушения .....	30
2.1. Методика использования композиционного полимерного состава для обработки корневых систем сеянцев хвойных пород и закладка опытного объекта .....	37
2.2. Технические требования к композиционному полимерному составу .....	38
2.3. Требования охраны труда .....	39
2.4. Лесоводственная оценка использования композиционного полимерного состава при создании лесных культур .....	40
Глоссарий .....	42
Нормативные ссылки .....	44
Список использованной литературы .....	45
Приложения .....	53
Приложение А	
Образец паспорта опытного объекта .....	53
Приложение Б	
Схема размещения и натурное оформление опытного (опытно-производственного) объекта .....	54
Приложение В	
Схема создания лесных культур сосны обыкновенной с использованием композиционного полимерного состава .....	55
Приложение Г	
Примерная форма плана лесохозяйственных мероприятий .....	56

## Сокращения

ГЛ – гидролизный лигнин

ГОСТ – государственный стандарт

СТБ – стандарт Беларуси

C:N – отношение углерода к азоту

ПМ – плотность микориз

ПМИ – процент микоризной инфекции

МКО – метаморфизированные корневые окончания

ИПК – интерполимерные комплексы

NaKMЦ – натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы

ПАА – полиакриламид

КПС – композиционный полимерный состав

ТУ – технические условия

ТНПА – технические нормативные правовые акты

МГТУ им. И. П. Шамякина

## Введение

Увеличение площадей лесовыращивания и лесоразведения выдвигает требования по совершенствованию существующих технологий выращивания посадочного материала и создания лесных культур.

Вырастить стандартный посадочный материал в лесных питомниках невозможно без оптимального содержания в верхнем слое почвы гумуса и элементов питания. Для повышения содержания гумуса и элементов питания в почве лесных питомников большое значение имеют органоминеральные компосты. Получение готовых органоминеральных компостов во многом зависит от используемых ингредиентов и их концентраций. Компостирование органоминеральных составов буртовым способом обеспечивает получение качественных удобрений в течение 3–8 месяцев. Получение необходимого количества органоминеральных удобрений обеспечивается биометрическими размерами самого компостника.

Органоминеральные удобрения оказывают положительное влияние на развитие трех форм микоризы: простой, вильчатой и коралловидной.

Одним из способов повышения качества работ по лесовыращиванию и лесоразведению является разработка и внедрение композиционных полимерных составов для защиты корневых систем сеянцев хвойных пород от иссушения. Использование таких составов в лесной отрасли позволяет удерживать влагу и различные целевые добавки в непосредственной близости к корневой системе растений, тем самым снижая их расход и отрицательное воздействие на окружающую среду.

Формирование полимерной пленки покрытия на корневой системе сеянцев хвойных пород позволяет не только уменьшить степень иссушения корней, но и дает возможность обеспечить растения элементами питания, которые имеются в растворе. Прогресс в химической промышленности позволяет создавать недорогие полимерные материалы, не засоряющие почву и разлагающиеся в земле через определенное время под воздействием влаги, солнечной радиации, деятельности почвенных микроорганизмов [1–4]. Для разработки подобных составов необходимо установить для них критерии и оптимальные физико-химические показатели. Разработка технологии применения композиционного полимерного состава для защиты корневых систем растений позволит повысить приживаемость лесных культур, сократить трудозатраты на посадке леса, увеличить продолжительность времени посадки растений и сохранить первоначальные физиологические качества сеянцев при хранении и транспортировании.

### Область применения

Издание содержит справочные сведения по получению и применению органоминеральных компостов для выращивания стандартного посадочного материала и основные технологические приемы применения композиционного полимерного состава для обработки корневых систем сеянцев хвойных пород.

Для удобства получения информации студентами сформирован глоссарий, даны нормативные ссылки, представлены сведения информационного характера.

## **Глава 1. Получение и применение органоминеральных компостов в постоянных лесных питомниках для выращивания посадочного материала**

Интенсификация питомнического хозяйства и увеличение выхода стандартного посадочного материала с единицы площади могут быть достигнуты на основе совершенствования агротехнологии, обеспечивающей интенсивное и целенаправленное выращивание сеянцев с высокой степенью микоризности корней. Одной из главных причин низкой эффективности лесного питомнического хозяйства является недостаточное обеспечение почв элементами питания и в первую очередь гумусом. В пахотном горизонте большинства лесных питомников содержание гумуса составляет менее 2 %. Для повышения содержания гумуса в почве особо важную роль играют органические удобрения. Систематическое применение органических удобрений увеличивает запас питательных веществ в почве, повышает содержание в ней поглощенных оснований, увеличивает поглотительную способность и буферность, влагоемкость и водопроницаемость, обогащает почву микрофлорой, усиливает ее биологическую активность, уменьшает сопротивление почвы при механической обработке. При этом создаются оптимальные условия для получения стандартного посадочного материала с хорошо развитой корневой системой и надземной частью растений [1–3].

Разработка способов стимулирования микоризообразования на корнях сеянцев хвойных пород путем обогащения почвы лесных питомников органическими элементами питания позволит выращивать устойчивый к неблагоприятным факторам среды микоризный посадочный материал и увеличить приживаемость лесных культур при лесовыращивании [4–7]. Микотрофные растения имеют повышенную устойчивость к засухе, засолению и инфекциям, вызываемым патогенными микроорганизмами и некоторыми почвенными вредителями.

Почвенное плодородие лесных питомников оказывает существенную роль на биометрические показатели посадочного материала, а именно, положительно влияет на рост и развитие сеянцев хвойных пород, способствуя формированию хорошо развитой корневой системы и фотосинтетического аппарата.

Наличие на корнях сеянцев древесных и кустарниковых растений микоризы и степени ее развития – существенный показатель их качества [8–11]. Древесные растения с хорошо развитыми микоризами лучше растут и приживаются при пересадке, меньше страдают от неблагоприятных воздействий, в меньшей степени подвержены инфекционным болезням [3; 12–14].

Агротехнические приемы, применяемые при выращивании лесопосадочного материала в лесных питомниках, направлены на создание наиболее благоприятных условий для прорастания семян, приживаемости и роста растений за счет повышения плодородия почвы, а также улучшения

светового и воздушного режимов. На степень микоризообразования на корневых системах сеянцев большое влияние оказывает ряд факторов: агрохимический состав и обработка почвы, севооборот, использование удобрений, пестицидов и др. В настоящее время агротехника выращивания посадочного материала в лесных питомниках не в полной мере учитывает специфику микоризообразования. [15–18].

Оценка успешности микоризообразования на корнях сеянцев хвойных пород, по мнению Д. В. Веселкина [10], должна стать одной из процедур контроля качества посадочного материала. Показатели микоризообразования позволяют наряду с другими факторами реально оценить фактическое состояние почв исследуемых лесопитомников.

Исключительным по качеству органическим удобрением является компост. Его уникальность заключается в том, что по своей структуре и принципу воздействия на почву компост наиболее близок к естественной гумусной субстанции.

*Компостированием* называют процесс создания в результате гумификации из изначально непригодных материалов новой плодородной субстанции [19].

### **1.1. Мероприятия по повышению почвенного плодородия лесных питомников**

Выращивание качественного посадочного материала в лесных питомниках зависит в первую очередь от содержания элементов минерального питания в почве (гумуса, подвижных форм азота, фосфора, калия и др.). Почвенное плодородие лесных питомников оказывает существенную роль на биометрические показатели посадочного материала и изменение его состояния в сторону увеличения содержания элементов питания, положительно влияет на рост и развитие сеянцев, способствуя формированию хорошо развитой корневой системы и фотосинтетического аппарата [23–24].

Совокупность агротехнических приемов выращивания сеянцев на питомниках (применение удобрений, пестицидов, гербицидов и др.) не всегда позволяет получить качественный посадочный материал. Эти приемы направлены на создание благоприятных условий для прорастания семян, для борьбы с сорной растительностью, для повышения выхода стандартного посадочного материала и улучшения роста растений, но не учитывают процессы микоризообразования на корнях сеянцев. Специфические условия, возникающие в лесных питомниках вследствие хозяйственной деятельности, могут приводить к изменению состава и функциональной активности эктомикоризных грибов и к подавлению микоризообразования.

При выращивании лесопосадочного материала в лесных питомниках и создании лесных культур посевом при разных агрофонах на интенсивность микоризообразования у сеянцев сосны влияет глубина заделки семян.



Отклонение от оптимальной глубины заделки в первую очередь снижает почвенную всхожесть семян. Но, кроме того, этот фактор может задержать их прорастание, а при глубокой заделке еще и вызвать появление ослабленных всходов. Эти особенности влияют на интенсивность микоризообразования у сеянцев [25].

Важным звеном в повышении плодородия почв лесных питомников является применение наряду с минеральными удобрениями органических удобрений. Органические вещества положительно влияют на древесные растения как источник углекислоты и минеральной пищи, а также оказывают влияние на стимулирование микоризообразования и улучшают рост микоризованных сеянцев.

Ценным удобрением для лесных питомников в зоне хвойных и смешанных лесов является торф. Он улучшает физические свойства подзолистых супесчаных почв, делая их более связными и плодородными. Значительно лучшие результаты дает торф в смеси с навозом или с другими компонентами (листовой опад, опилки, измельченные растительные остатки, мочевины, зола и т. д.) [23].

Еще в начале XX века Rayner [26] показала, какую колоссальную роль играет микориза при развитии молодых сеянцев сосны на бедных песчаных почвах. Ростовые показатели однолетних сеянцев, выращенных на почве с добавлением компостов, были в 8–10 раз выше, чем у сеянцев, выращенных на песчаной почве без компоста.

А. Ахромейко [27] советовал заправлять почвы питомника навозом, компостом или луговым торфом путем равномерного разбрасывания по полю и запахивания. Материалом для компоста могли служить листья деревьев, печная зола, солома, минеральные удобрения. В торф следовало вносить минеральные удобрения. Внесение в почву органических веществ усиливало развитие грибов-микоризообразователей и корневой системы растений.

Производственный опыт использования органоминеральных удобрений для выращивания сеянцев хвойных пород на базисных питомниках Литвы показал, что на почвах легкого механического состава лучше применять компосты, чем небогатый питательными веществами торф. Из органических удобрений в питомниках лучше использовать компосты, изготовленные из низинного торфа и навоза в отношении 9:1 с добавлением 0,6–1,0 % минеральных удобрений и извести. Сеянцы сосны и ели на слабо- и среднеобеспеченных основными элементами питания почвах заметно реагируют на основное и дополнительное удобрение путем увеличения надземной части на 27–59 %, длины корней на 10–27 %, толщины корневой шейки на 10–66 % по сравнению с вариантами, где удобрения не вносились [28].

Установлено, что внесение в дерново-подзолистые связносупесчаные почвы высоких доз торфа повышает плодородие за счет обогащения их органическим веществом, стимулирует не только увеличение количества микроорганизмов различных физиологических групп, но и повышает ее ферментативную активность. В результате улучшается азотное питание

растений, что имеет важное значение для легких минеральных почв. Увеличение численности аммонифицирующих и нитрифицирующих бактерий обеспечило минерализацию внесенного торфа и содержащихся в почве других органических веществ, освобождение азота и превращение его в аммонийные и нитратные соединения. В почве накапливаются подвижные формы азота, о чем свидетельствует активное развитие бактерий, потребляющих минеральный азот, численность которых в оптимизированной почве увеличилась в 3 раза, по сравнению с исходной почвой [29].

Е. М. Романовым с соавторами [30–31] для оптимизации состава субстратов при выращивании сеянцев с закрытой корневой системой (в контейнерах) использовался низинный торф, в который вводились добавки, устраняющие его отрицательные свойства. В качестве добавки к низинному торфу для улучшения физико-химических показателей был использован гидролизный лигнин (ГЛ). Для оптимизации состава субстрата нейтрализованный ГЛ смешивали с низинным торфом в различных пропорциях. Увеличение доли ГЛ привело к снижению содержания элементов минерального питания, увеличению кислотности и органического вещества, а также существенно уменьшило плотность сложения субстрата. Оптимальным содержанием ГЛ для выращивания сеянцев сосны явилась доля 25,3 %, лиственницы сибирской – 18 %.

Учеными также использовались другие органические материалы в качестве компонентов компостных смесей при производстве субстратов для выращивания сеянцев хвойных пород с закрытой корневой системой в контейнерах. В качестве органической добавки к низинному торфу применяли отходы деревообработки в виде опилок. Биометрические параметры сеянцев сосны, выращенных на компосте с добавлением опилок, превышали эти показатели на контроле по высоте стволика на 10, диаметру шейки корня – на 20 %. Причем использование компоста позволило существенно снизить поражение всходов возбудителями инфекционных болезней.

В качестве органических удобрений можно использовать лигнин [32]. Лигнин, благодаря своей высокой сорбционной способности, удерживает питательные вещества (аммонийный и нитратный азот и пр.) от вымывания и тем самым обуславливает эффект пролонгированного действия полученных на его основе органоминеральных удобрений. Полученное удобрение можно использовать на любых почвах, но более всего его действие проявляется на почвах с низким уровнем плодородия (легких по гранулометрическому составу почвах, засоленных, кислых и пр.).

В «Методических указаниях по агротехнике выращивания посадочного материала» [33] приводятся сведения по созданию субстратного слоя на основе торфа и минеральных удобрений как основного процесса агротехники выращивания сеянцев хвойных пород в условиях открытого грунта. Хорошим компонентом для создания субстратного слоя является древесная кора. Ее используют в виде компоста или в качестве добавки к торфу в количестве 25–50 % по объему.

## 1.2. Получение органоминеральных компостов в количестве, необходимом для определенной площади при выращивании посадочного материала

---

Большой вклад в вопрос по использованию компостов на основе древесной коры в качестве органических удобрений в лесных питомниках с целью усиления микотрофности сеянцев хвойных пород и повышения плодородия почвы внесен исследователями Архангельского института леса и лесохимии. Показана перспективность использования отходов коры как потенциального источника обогащения плодородия почвы для выращивания различных растений в открытом и закрытом грунтах [34–36].

Для выращивания качественного посадочного материала в открытом грунте целесообразно использовать органические удобрения в виде различных компостов (торфонавозных, торфожижевых, торфофекальных, торфоминеральных и др.) [23]. Особое внимание уделяется приготовлению компостов на основе коры и указывается, что коровые компосты являются одним из возможных резервов для получения компостируемых органических удобрений в лесных питомниках.

Перспективность использования в лесных питомниках в качестве органического удобрения компостов на основе древесной коры, торфа, опилок с различными азотосодержащими добавками является актуальным мероприятием в увеличении плодородия почвы лесных питомников Республики Беларусь.

### **1.2. Получение органоминеральных компостов в количестве, необходимом для определенной площади при выращивании посадочного материала**

Органические удобрения в виде компоста обладают максимально приближенной к естественному гумусу структурой. В процессе компостирования образуются особые вещества, по сути являющиеся биокатализаторами, которые оказывают стимулирующее действие на рост и развитие растений, а также ингибиторы, тормозящие или предотвращающие развитие нежелательных процессов в почве.

Обладая сбалансированным составом и оптимальным содержанием питательных веществ, компост способен регулировать процессы обмена веществ в почве, а также корректировать возможные нарушения обмена. Компост является благоприятной средой для развития микроорганизмов и активизирует жизнедеятельность почвенной фауны. Благодаря активности микроорганизмов в компосте и в удобренной им почве оказывается возможным подавлять деятельность болезнетворных микроорганизмов или сдерживать их развитие ниже порога поражения [19].

Древесная кора и опилки обладают рядом благоприятных для выращивания лесных растений свойств. В химическом отношении данные субстраты являются комплексом физически и химически связанных органических соединений, общее содержание которых 92–97 %. Около 40% составляют легкорастворимые вещества, которые стимулируют биологическую активность почвы и улучшают условия питания растений.

## 1.2. Получение органоминеральных компостов в количестве, необходимом для определенной площади при выращивании посадочного материала

Большая сорбционная емкость коры и опилок очень ценна при использовании их в качестве субстрата и позволяет создавать на их основе органоминеральные удобрения с высоким содержанием основных питательных элементов. Высокая пористость, низкая объемная масса, высокая фильтрационная способность дают возможность использовать компостируемые кору и опилки в качестве почвенного кондиционера для улучшения физических свойств почвы лесных питомников. В своем составе кора и опилки содержат почти все биоэлементы, которые становятся доступными для питания растений в процессе их микробного разложения. Но они бедны азотом (0,2–0,4 % в абс. сухой массе), поэтому в процессе разложения органического вещества коры и опилок развитие микроорганизмов без дополнительного внесения азота сдерживается и процесс компостирования протекает медленнее.

Кору и опилки необходимо компостировать в буртах с добавлением азотсодержащих продуктов, в частности, в смеси с торфом или куриным пометом. Процесс компостирования коры и опилок является частичным разложением органического вещества, при котором происходит накопление азотсодержащих веществ а, следовательно, отмечается уменьшение показателя соотношения углерода к азоту (C:N). В результате получается органоминеральный продукт с более стабильными свойствами, обогащенный полезными микробами и ферментами, удобный для использования его в виде удобрений и стимулирующий развитие микоризы на корнях сеянцев древесных растений.

Целевая добавка в виде куриного помета на опилках при компостировании коровых и опилочных субстратов повышает качество компостов, обогащая их основными элементами питания. Куриный помет является ценным органическим удобрением и по содержанию питательных веществ и их доступности для растений превосходит другие виды органических удобрений. Большая часть азота находится в курином помете в виде мочевой кислоты, которая легко разлагается с выделением летучего аммиака. Чтобы уменьшить потери питательных веществ из помета, к нему добавляют опилки, торф. По содержанию питательных веществ куриный помет является азотно-фосфорным удобрением [1]. Положительное влияние органических веществ на древесные растения, кроме как источника углекислоты и минеральной пищи, связано со стимулированием микоризообразования и улучшением роста микоризованных сеянцев [1; 3; 5; 10; 16; 17].

Свежая кора содержит различные питательные вещества и значительное количество гумусообразующего материала. В 1 т сухой коры хвойных пород содержится (кг): азота – 3,8; фосфора – 2,5; калия – 9,2; кальция и магния – 20,6; углерода – 446 [37].

Кора, выходящая из-под окорочных станков, представляет собой преимущественно крупные фракции. Отсутствие установок для измельчения коры на деревоперерабатывающих предприятиях вызывает необходимость

### 1.3. Способы компостирования субстратов и подготовка компостных буртов при использовании их в лесных питомниках для выращивания посадочного материала

---

использования в качестве сырья для приготовления компостов неизмельченной коры, требующей длительной (от 2 до 2,5 лет) выдержки в буртах, тогда как для компостирования измельченной коры нужно всего 6–12 месяцев. Значительным резервом для сокращения сроков приготовления таких компостов является использование частично разложившейся за время хранения коры со свалок.

Органические вещества коры, как и другого растительного материала, разлагаются в процессе компостирования при помощи бактерий и низших грибов, питающихся целлюлозой. Происходит переход органического вещества коры в гумус (перегной) и обогащение ее азотом и фосфором. Внесение же в компост различных материалов и органических добавок усиливает деятельность этих микроорганизмов, которые, разлагая кору, разрушают и содержащиеся в ней ядовитые для растений и человека вещества.

Минеральные удобрения в компостируемую массу вносят в различных количествах. Для использования отходов в качестве удобрений соотношение в них углерода и азота имеет особое значение. В коре отношение этих элементов довольно широкое, поэтому разложение ее протекает медленно. В лежалой коре также содержится большое количество органического вещества и достаточное количество общего азота. В процессе естественного компостирования в отвалах органическое вещество коры обогащается азотом и сужается отношение C:N. Показатель кислотности коры в таком отвале близок к нейтральному.

Вышеперечисленные отходы имеют широкий набор макро- и микроэлементов, большинство из которых необходимо для питания растений. При систематическом применении данных отходов в качестве удобрений возможно накопление этих элементов в почве. Содержание тяжелых металлов (Co, Ni, Cu, Zn, Pb) в отходах не превышает предельно-допустимых концентраций, разработанных для осадков сточных вод и рекомендуемых для использования в качестве органических удобрений [37].

Если используются кислые аммонийные формы удобрений (аммиачная селитра, сульфат аммония), то одновременно требуется вносить и известь для нейтрализации кислотности смеси. Из калийных удобрений лучше вносить хлористый калий, так как это физиологически нейтральное удобрение. Калийные удобрения вносят не для того, чтобы улучшить процесс компостирования, а для того, чтобы приблизить компост по составу и свойствам к естественному навозу.

Качественные компосты из коры можно приготовить, добавив жидкий или сухой помет, навоз, навозную жижу и фекалии, при компостировании которых быстро исчезает неприятный запах. Рассчитанные дозы удобрений вносят полностью или частями: одну половину при компостировании, другую – после перемешивания. Внесение удобрений частями уменьшает потери азота в процессе компостирования [38].

1.2. Получение органоминеральных компостов в количестве, необходимом для определенной площади при выращивании посадочного материала

Для получения компостов можно использовать измельченную кору хвойных или лиственных пород и опилки в смеси с органоминеральными добавками (навоз, куриный помет, торф переходной или низинный, листовой опад и др.), стимулирующими процесс компостирования.

При использовании коры как исходного субстрата для приготовления компостов она должна предварительно дробиться, увлажняться и соответствовать требованиям и нормам, указанным в таблице 1.

В качестве добавок, стимулирующих процесс разложения коры, могут вноситься в растворенном виде азотные (в виде мочевины) и фосфорные удобрения (в виде двойного суперфосфата) в количествах, соответствующих содержанию 1,3 % азота и 0,3 % фосфора [23].

В качестве органоминеральных добавок можно использовать куриный помет на опилках (содержание общего азота – 2 %, фосфора – 1,6–1,9 %), торф переходного или низинного типа (рН = 5 – 6), полимерный структурообразователь почвы (натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы) и другие добавки [34; 39–41].

Таблица 1. – Оптимальные требования к древесной коре

Наименование показателя	Норма
Влажность, % по массе, в пределах	65–80
Примесь древесины, % по массе, не более	15
Содержание частиц коры размером до 10 мм, % по массе, не менее	60
Содержание частиц коры размером от 10 мм до 40 мм, % по массе, не более	30
Содержание частиц коры размером от 40 до 50 мм, % по массе, не более	10
Загрязнение минеральными маслами, мазутом, пропиточными веществами, наличие металлических примесей	не допускается

Соотношение компонентов в коровых компостах с целевыми добавками может составлять 4:1, 4:1:1, 4:1:1:0,5 и др.

Например, древесная кора в смеси с куриным пометом (4:1); древесная кора в смеси с торфом и куриным пометом (4:1:1); древесная кора в смеси с древесными опилками и куриным пометом (4:1:1); древесная кора в смеси с листовым опадом, торфом и куриным пометом (4:1:1:0,5); древесная кора в смеси с торфом, куриным пометом и полимерным структурообразователем почвы (4:1:1:0,5) и др.

Потребности лесопитомнических хозяйств в полноценных органических удобрениях и преимущество компостируемых удобрений диктуют необходимость создания компостника буртовым способом. Такое сооружение должно обеспечить оптимальную биотермическую переработку компостируемой органической массы [40]. Объемные показатели потребности хозяйства в органических удобрениях являются определяющим фактором параметров буртового компостника (таблица 2).

Таблица 2. – Оптимальные параметры компостника

Показатели компостника	Размеры компостника				
	10	15	15	20	40
Длина, м	10	15	15	20	40
Ширина, м	4	4	6	6	6
Высота, м	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
Количество компоста, т	20	30	75	100	200

Общая высота компостника может колебаться от 1,5 до 2,5 м.

Ширина компостника по дну (от 4,0 до 6,0 м) должна обеспечивать свободное маневрирование машин и механизмов при производстве разгрузочно-погрузочных работ и перемешивании компоста.

Потребность лесных питомников в органических удобрениях определяет объемные показатели компостника. Ниже представлены сведения по определению количества органического удобрения исходя из размеров компостника для конкретного питомника [40].

Например, ширина компостника составляет 4 м, его высота и длина – 1,5 м. Таким образом, объем данного компостника составит  $45 \text{ м}^3$ . Расчетная масса  $1 \text{ м}^3$  компоста равна 0,67 т. Следовательно, масса компоста в компостнике таких размеров будет составлять 30 тонн. При оптимальной дозе внесения органического вещества на 1 га посевного отделения питомника 60 т/га данное количество компоста (30 т) может быть внесено на площадь 0,5 га.

При других продуцирующих площадях питомника можно легко рассчитать их потребности в органических удобрениях и примерные размеры буртового компостника.

Размеры бурта должны быть такими, чтобы он не пересыхал и чтобы в нем аккумулировалось тепло, чтобы он разогревался в процессе компостирования. В то же время размеры не должны быть слишком велики, иначе будет затруднен газообмен компостируемой массы.

Участок, отведенный под строительство компостника, должен располагать хорошими подъездными путями, иметь уровень залегания грунтовых вод не ближе 2,5–3,0 м [41].

### **1.3. Способы компостирования субстратов и подготовка компостных буртов при использовании их в лесных питомниках для выращивания посадочного материала**

Наиболее удобными сроками закладки коровых компостов в питомническом хозяйстве являются позднелетний или раннеосенний периоды.

Для создания компостников предварительно заготавливаются исходные компоненты компостов (кора, опилки) и органоминеральные добавки (куриный помет, торф и др.) и подвозятся к месту создания компостника.

### 1.3. Способы компостирования субстратов и подготовка компостных буртов при использовании их в лесных питомниках для выращивания посадочного материала

Способы внесения органоминеральных добавок в измельченный и увлажненный до 60–70 % коровой субстрат при создании компостных буртов могут быть различными. Чаще используют послойное создание компостных буртов или смешение коры с целевыми добавками. Иногда применяют очаговое внесение добавок в основной субстрат.

Предварительно заготавливаются исходные компоненты компостов (кора, опилки) и органоминеральные добавки (куриный помет, торф и др.) и подвозятся к месту создания компостника.

При послойном создании компостных буртов приготовленные субстраты увлажняются до 60–70 %. В контуре будущего бурта закладывается первый слой дробленой коры высотой 30–40 см. На него послойно вносится 40 % необходимого для всего бурта куриного помета, торфа, минеральных удобрений или других добавок. Затем насыпается второй слой коры высотой 40 см, на него вносятся также 40 % органоминеральных добавок. Далее третий слой коры – 40 см и оставшиеся 20 % целевых добавок. Сверху насыпается четвертый 30-сантиметровый слой коры. Сформированный таким образом бурт остается на компостирование.

Верхний слой компостируемой массы обычно пересыхает, поэтому его снимают и закладывают или используют для мульчирования. Иногда удобрения удобнее вносить не послойно, а сразу на всю кору, завезенную для приготовления компоста. Для этого ее разравнивают на участке прямоугольной формы, равномерно разбрасывают удобрения и формируют бурт. Когда есть возможность компостирования с навозной жижей или жидким пометом, то сначала формируют бурт. На его верхушке делают корытообразное углубление для заливки удобрений. Рассчитанное количество навозной жижи по частям вносят в углубление бурта и после выпитывания выравнивают его поверхность. Такой способ компостирования коры с одновременным внесением удобрений и увлажнением значительно ускоряет процесс разложения.

Для приготовления компоста из коры можно использовать любые отходы органического происхождения – сорняки, опавшую листву, ботву картофеля и корнеплодов, капустные листья, опилки, пищевые отходы [37].

Закладка субстратов на компостирование проводится при температуре наружного воздуха не ниже 10° С.

После начала микробиологических окислительных процессов температура в компостируемом субстрате повышается до 50–60° С.

Для улучшения газообмена компостируемую массу в буртах следует ежегодно 2–3 раза перемешивать и при необходимости увлажнять, чтобы сократить срок созревания компоста, улучшить его качество и обеспечить оптимальную биотермическую переработку компостируемой органической массы.

Период компостирования коровых субстратов составляет от 1,5 до 2 лет. Готовность компоста определяется визуально по однородности всей субстратной массы.



Оптимальная влажность компостируемой массы коры должна быть в пределах 60–70 %. Если компостирование проводится летом в сухую погоду, то для ускорения разложения коры ее необходимо периодически увлажнять. Для лучшего доступа воздуха через 1–2 месяца после закладки целесообразна перебуртовка массы, чтобы сократить срок созревания компоста, улучшить его качество и обеспечить оптимальную биотермическую переработку компостируемой органической массы.

При нормальных условиях компостирования в результате бурной микробиологической деятельности выделяется тепло. Через несколько дней после внесения добавок и формирования бурта температура повышается до 40–60° С и поддерживается на таком уровне длительное время. Если кора разогрелась, то компостирование активно протекает и в зимний период, а бурт не замерзает. Следует отметить, что для интенсивного разложения частиц влажной коры, обогащенной добавками, не требуется высокотемпературных условий, но необходим доступ воздуха. Надо помнить, что при холодном компостировании сохраняются семена сорняков, споры грибов, яйца паразитов.

Срок выдержки коры в буртах можно определить по внешним признакам и агрофизическим показателям. В спелом компосте частицы имеют темно-коричневую, почти черную окраску, пахнут землей. При соблюдении доз внесения удобрений кислотность компоста будет близка к нейтральной. Показателем готовности компоста является снижение температуры в бурте и уменьшение показателя соотношения углерода к азоту (C:N) до 40 и ниже. За период компостирования убыль сухого вещества составляет около 30 %.

Одним из основных мероприятий при компостировании является регулярная проверка влажности компоста и при необходимости его умеренное увлажнение. При излишнем накоплении влаги вследствие обильных и частых дождей могут возникнуть явления застоя и процессы гниения, сопровождающиеся выделением неприятных запахов. С другой стороны, присутствие воды с растворенными в ней питательными веществами является обязательным условием успешного процесса разложения и, если содержание влаги в компосте оказывается ниже порога 25 %, разложение останавливается. В процессе распада происходит постоянный повышенный расход воды, который необходимо восполнять, иначе в толще компоста может произойти так называемое сгорание, в результате которого в крайнем случае не исключено поражение материала инфекционным грибом. В жаркое лето при долгом отсутствии осадков компост необходимо поливать. Для этого лучше пользоваться дождевой водой, можно также растворять в ней органические удобрения, птичий помет или навоз, чтобы вместе с водой внести в компост и дополнительные питательные вещества. Для проверки степени влажности достаточно горсть компоста плотно сжать в руке. Если при этом отчетливо выступает вода, компост переувлажнен,

если субстанция рассыпается – компост сухой. Компост, содержащий оптимальное количество влаги, напоминает влажную губку: он не рассыпается в руке, а при сжатии выступает незначительное количество воды. Другим важным мероприятием при компостировании является периодическая перебивка компоста, необходимая для обеспечения постоянного притока воздуха. Уже через некоторое время после закладки материала в компост его слои начинают сжиматься и объем воздуха в толще сырья резко сокращается. Это может привести к нарушению обмена веществ и анаэробным процессам гниения.

Кроме того, при ограниченном доступе кислорода процесс разложения проходит без саморазогрева и плохо регулируется, что может привести к нежелательным потерям азота. Производить перебивку необходимо регулярно, не реже одного-двух раз в неделю. Для этого вилами или мотыгой следует разрыхлить верхний пласт компоста и перевернуть его, открывая доступ воздуху. Периодически следует также производить более глубокое перемешивание материала [19].

Компост постоянно изменяется в ходе процесса разложения по своему физическому, химическому и биологическому состоянию. Процесс разложения компоста проходит в несколько фаз и его длительность составляет в зависимости от ожидаемого конечного качества продукта 6–12 месяцев. За время разложения объем материала сокращается на 20 %. Каждая из фаз разложения характеризуется особыми признаками и возникновением различных форм микроорганизмов.

1. Фаза распада – первичное разложение сырого материала. Участвуют простейшие почвенные микроорганизмы: плесневый грибок, актиномицеты, винтообразные бактерии, аэробные спираиллы.

2. Фаза реконструкции – переходный этап от стадии чистого разложения. Увеличение числа микроорганизмов (актиномицеты, пенициллы, дрожжевой грибок, плесень головчатая, спираиллы, вилохвостка).

3. Фаза синтеза – начало активных созидательных процессов, образование незрелого компоста. Увеличение численности сложных почвенных организмов и микрофауны.

4. Фаза созревания – продолжение сложных внутренних процессов построения материала компоста, зрелый компост. Разнообразная и активная жизнь почвенной микрофауны (сенкосец, вилохвостка, личинка луговой долгоножки, растение звездчатки).

5. Фаза гумификации – формирование устойчивых форм гумуса, образование ценной компостной земли.

6. Фаза распада является по сути первичным разложением материала, характеризуется стремительным повышением температуры в толще компоста до 60–70°C. Происходит прогрессивный распад легко обратимых органических субстанций. Простейшие микроорганизмы питаются легко разлагающимися белком и сахаром, целлюлозой и жирами. На этой стадии происходит уменьшение значения кислотности субстрата.

7. Фаза реконструкции – снижение температуры до 30–35° С. Активизация роста грибов: дрожжевой грибок, лучевой грибок, зеленая плесень. Улучшение газообмена. Аммиак образует органические соединения. Соотношение С:N снижается.

8. Фаза синтеза – температура падает до 20° С. Значительное заселение массы почвенными организмами более высокого развития: навозными червями, мокрицами, вилохвостками. Благодаря деятельности компостных червей происходит усиленное перемешивание органических и минеральных частей материала. Органические вещества переходят в форму, доступную для растений. Компост приобретает темную окраску, его можно применять в качестве незрелого продукта для мульчирования.

Незрелый компост можно использовать уже через несколько месяцев после закладки материала, он богат азотом и содержит большое количество питательных веществ. Основная ценность незрелого компоста заключается в его активизирующем влиянии на почвенные микроорганизмы, то есть процесс разложения компоста продолжается уже непосредственно на почве. Кроме того, незрелый компост содержит биогенные стимуляторы роста растений и способствует образованию двуокси углерода в почве. Незрелый компост нельзя заделывать глубоко в почву, чтобы не возникли процессы гниения, связанные с нехваткой кислорода для продолжающегося в незрелом компосте процесса разложения.

9. Фаза созревания. Температура компоста сравнивается с естественной температурой почвы. Остановка процессов разложения. Потребность в кислороде понижается. Соотношение С:N устанавливается примерно 20:1. Компост характеризуется рыхлой землистой структурой со здоровым запахом лесной земли, вызванным жизнедеятельностью актиномицетов. Компост готов к использованию.

Зрелый компост является конечным продуктом процесса компостирования и исключительным по ценности продуктом удобрения. Главное достоинство зрелого компоста заключается в сформировавшихся тесных связях питательных веществ внутри соединений гумуса. Таким образом, зрелый компост можно считать устойчивой формой гумуса. Его рекомендуется применять на проблемных почвах, которые не в состоянии завершить процесс преобразования незрелого компоста, при создании субстратов для выращивания рассады, балконных и комнатных растений [19].

Компост из коры представляет собой частично разложившуюся кору, из которой в процессе компостирования удаляется наиболее легко разлагаемая часть и остается микробиологически более устойчивая часть (40–50 % лигнина). При этом изменяется химический состав коры, ее водно-физические свойства, а также фракционный состав в сторону измельчения. Компост приобретает рыхлую структуру.

Компосты на основе коры должны соответствовать оптимальным показателям и нормам, приведенным в таблице 3.

1.3. Способы компостирования субстратов и подготовка компостных буртов при использовании их в лесных питомниках для выращивания посадочного материала

Таблица 3. – Оптимальные показатели и нормы к компостам

Наименование показателя	Норма
Влажность (%) базисная ограничительная, не более	65–75
pH солевой суспензии	6,0–7,0
Объемная масса, г/см <sup>3</sup> на абс. сухую массу, не более	0,15–0,20
Зольность, % на абс. сухую массу, не более	30
Массовая доля общего азота, %, не менее	1,5–2,0
Массовая доля P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , %, не менее	1,5
Массовая доля K <sub>2</sub> O, %, не менее	0,6
Величина соотношения углерода к азоту, не более	40
Внешний вид	Рассыпчатая, мажущаяся масса темно-коричневого цвета с характерным почвенным запахом

Компосты из коры обладают высокой пористостью, большой поглотительной емкостью и медленно разлагаются. Коровые компосты обладают рядом специфических особенностей. Они свободны от семян сорняков, от возбудителей болезней, обладают большой рыхлостью, малой объемной массой, более высокой гигроскопической влажностью, степенью насыщенности основаниями. По интенсивности выделения CO<sub>2</sub> из почвы они обладают высокой биологической активностью, что имеет большое значение для роста сеянцев.

Выращивание сеянцев в лесных питомниках на участках с внесением компостированных субстратов осуществляется в основном так же, как и на минеральной почве. Для получения максимального эффекта необходимо строго соблюдать последовательность проведения всех технологических операций.

Внесение коровых компостов производят во второй половине августа по поверхности хорошо обработанной почвы путем равномерного разбрасывания полуприцепами-разбрасывателями (РОУ-6) и заделывания в почву дисковой бороной БДН-3,0 в 2–3 следа для равномерного распределения по пахотному слою на глубину 10–15 см. Компосты вносят на паровое поле в дозе 50–60 т/га.

Весной перед посевом семян не рекомендуется вносить компосты из-за отрицательного влияния нитратного азота на всхожесть семян хвойных. Весной в год посева семян азотные удобрения не вносятся.

Дальнейшие работы производят по принятой технологии, которая включает три основных процесса: обработка почвы; создание субстратного слоя и выращивание сеянцев. Технологическая карта на выращивание сеянцев хвойных пород в посевном отделении лесного питомника приведена в таблице 4.

1.4. Влияние некоторых факторов на микоризность корневых систем сеянцев

Таблица 4. – Технологическая карта на выращивание сеянцев хвойных пород в посевном отделении лесного питомника

Технологические операции	Механизированные агрегаты	Средн. производит за смену	Тарифный разряд	Время выполнения (месяц, декада)
1	2	3	4	5
I поле. Чистый пар				
Перепашка пара, га	МТЗ-80/82 ПЛН-3-35	4,3	IV	Апрель, III
Дискование и боронование, га	МТЗ-80/82 БДН-3 БЗСС-1,0	7,0	III	Апрель, III
Дискование и боронование, га	МТЗ-80/82 БДН-3 БЗСС-1,0	7,0	III	Июнь, I-II
Погрузка компоста, т	Т-16М ПГ-0,2А МТЗ-80/82 ПЭ-0,8 Б	40	IV	Август, III
Внесение компоста (50–60 т/га), т	МТЗ-80/82 РОУ-6	40	IV	Апрель, III Май, I
Дискование и боронование, га	МТЗ-80/82 БДН-3 БЗСС-1,0	7,0	III	Август, III Октябрь, III
II поле. Сеянцы первого года				
Перепашка пара, га	МТЗ-80/82 ПЛН-3-35	4,3	IV	Апрель, III
Дискование и боронование, га	МТЗ-80/82 БДН-3 БЗСС-1,0	7,0	III	Апрель, III
Фрезерование с поделкой гряд (для дренированных почв), га	Т-16М ФПШ-1,3	1,5	III	Май, I
Поделка гряд для почв с временным переувлажнением, га	МТЗ-82		IV	Май, I
Выравнивание гряд, га	Т-16М ФПШ-1,3	1,5	III	Май, I
Подготовка семян к посеву	Вручную	75	II	Февраль Март Апрель, III
Посев семян	Литва-25 Egedal	1,0	V	Май, I
Прикатывание посевов, га	Т-16М ЭКВГ-1,4 (одна секция)	4,0	II	Май, I
Погрузка опилок, т	Т-16М ПГ-0,2А	40	IV	Май, I-II

1.3. Способы компостирования субстратов и подготовка компостных буртов при использовании их в лесных питомниках для выращивания посадочного материала

Продолжение таблицы 4

Мульчирование посевов древесными опилками слоем 7 мм (20т/га), т	МТЗ-80/82 МСН-0,75 Т-16М РМУ-0,8	40	IV	Май, I–II
Обработка посевов хвойных пород, га	Т-16М ПОУ МТЗ-80/82 ОК-400	6,3	IV	Май, III Июнь, I
Трехкратное рыхление почвы между посевными строчками, га	Т-16М КФП-1,5	2,6	IV	Июнь-август
Трехкратная прополка в строчках (при слабой засоренности), м <sup>2</sup>	Вручную	330	II	Июнь-август
Полив посевов 3 раза по 100 м <sup>3</sup> /га, га	СНП-50/80 КИ-50»Радуга»	3,2	IV	Июнь-август
III поле, сеянцы второго года				
Подрезка корней, га	МТЗ-80/82 КВС-1,2 КН-1	1,0	IV	Май, II
Двухкратное рыхление с корневыми подкормками д. в. (N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> ) кг/га, га	Т-16М КФП-1,5 КРОЖ-2,8А	4,5	IV	Июнь-июль
Выкопка сеянцев, га	МТЗ-80/82 НВС-1,2	1,0	V	Осень-весна
Выборка сеянцев, сортировка, увязка в пучки, прикопка, тыс. шт.	Вручную	13,2	II	Осень-весна

Посев семян производят во 2–3-й декадах апреля (в зависимости от вида семян и погодных условий) по ленточной пятистрочной (или другой) схеме. Сразу после посева семян проводят мульчирование почвы опилками, смесью торфа с опилками в соотношении 1:3 слоем 1,0–1,5 см. В период прорастания семян и начального роста сеянцев особое внимание обращают на то, чтобы субстрат постоянно был увлажнен до умеренно влажного состояния (около 60 % от полной влагоемкости). В засушливую погоду, в период прорастания семян, осуществляют 5–8 поливов за декаду по норме 30–80 м<sup>3</sup>/га воды за 1 полив, в период укоренения всходов – 2–3 полива за декаду по норме 100–150 м<sup>3</sup>/га, в период формирования сеянцев – 1–2 полива по норме 150–200 м<sup>3</sup>/га.

Как недостаток, так и избыток влаги в почве отрицательно влияют на состояние посевов и рост сеянцев. Поэтому, чтобы поддерживать влажность субстрата на необходимом уровне, норма полива должна постоянно корректироваться. Визуально обеспеченность субстрата влагой

можно определить путем сжатия его в руке. При достаточной обеспеченности вода не должна просачиваться между пальцев, а образовавшийся ком не должен рассыпаться. Полив необходимо производить прогретой водой (из водоема) в вечерние часы. При поливе не должен допускаться размыв почвы. В случае образования на поверхности почвы корки после полива проводят рыхление. При определении нормы полива учитывают количество выпавших осадков.

В мае-июне с интервалом 10 дней проводят три внекорневые подкормки, путем опрыскивания хвои раствором мочевины (0,5 %). Через 40–45 дней после появления всходов опрыскивают посеы симазиним. Для обработки сосны разбавляют 3 кг препарата (50 % д. в.), а ели – 2 кг на 600–1000 л воды.

Все работы должны быть механизированы. Технология выращивания сеянцев на субстрате не требует применения специальных орудий и машин. Используется в основном комплекс машин на базе трактора Т-16М в соответствии с действующими рекомендациями и наставлениями по выращиванию сеянцев, а также набор приспособлений датской фирмы Egedal.

#### **1.4. Влияние некоторых факторов на микоризность корневых систем сеянцев**

Образование микоризы на корнях древесных растений в значительной степени зависит от факторов окружающей среды, определяющих состояние обоих партнеров – гриба и высшего растения. Микоризообразование у древесных растений зависит от ряда факторов: наличия грибов-микоризообразователей, а также ряда абиотических факторов: наличия питательных веществ, интенсивности света, кислотности почвы, микроэлементов, влажности и др. Особое значение приобретают отдельные факторы и их сочетание в период формирования микориз.

З. С. Мельничникова [25] обратила внимание, что при выращивании лесопосадочного материала в лесных питомниках и создании лесных культур посевом при разных агрофонах на интенсивность микоризообразования у сеянцев сосны влияет глубина заделки семян. Отклонение от оптимальной глубины заделки в первую очередь снижает грунтовую всхожесть семян. Но, кроме того, этот фактор может задержать их прорастание, а при глубокой заделке еще и вызвать появление ослабленных всходов. Очевидно, эти особенности влияют на интенсивность микоризообразования у сеянцев. При заделке семян на глубину более 2,5 см на супесчаных почвах развивались растения с более низкими показателями (на 15–20 %) вегетативного роста и степенью микоризности корней. Исследователь утверждает, что песчаные почвы более благоприятны для развития сеянцев с высокой (3 балла) степенью микоризности корней.

Ряд ученых (Пушкинская, 1952; Власов, 1952, 1955; Мишустин, 1955; Харли, 1959 и др.) отмечали, что минеральные удобрения, внесенные в почву, не способствуют микоризообразованию у сосны, а лучшее образование микоризы и ее более эффективное действие отмечалось ими на малоплодородных почвах, не снабженных легко усвояемыми элементами минерального питания. Работы, проведенные Н. М. Шемахановой [42] в лабораторных условиях с чистыми культурами грибов, показали, что отрицательное действие легкодоступных для растения минеральных соединений на образование микоризы может зависеть от соотношения азота и фосфора. Чрезмерные дозы азота и фосфора не способствуют микоризообразованию. Автор указывает, что для развития микоризы при внесении фосфорных и азотных удобрений следует учитывать содержание легкодоступных соединений этих веществ в почве в местах посадок лесных пород. В то же время на бедных почвах, по исследованиям Эглите, 1955, применение органических и минеральных удобрений способствует образованию доброкачественной микоризы у сосны [42]. Считается, что фосфорно-кислое удобрение оказывает положительное влияние на формирование микориз. Умеренные дозы удобрений не снижают микоризности сеянцев, повышенные подавляют образование эктомикориз. Поэтому при установлении оптимальных доз минеральных удобрений в лесных питомниках необходимо учитывать влияние последних на микоризообразование.

Образование микоризы, по данным Н. М. Шемахановой [42], в сильной степени зависит от интенсивности света: чем интенсивнее освещение, тем обильнее образовывается микориза на корнях растений. Интенсивный свет при снижении количества азота и фосфора в субстрате способствовал образованию микоризы на корнях сосны в среде с микоризообразующим грибом *Suillus luteus*. Эти исследования совпадали с гипотезой, выдвинутой Бьеркманом [8], который установил связь между интенсивностью фотосинтеза, количеством усвояемых азота и фосфора и микоризообразованием у хвойных пород. Интенсивный фотосинтез, по мнению ученого, при недостатке азота и фосфора, необходимых для построения белка, способствует накоплению углеводов в корнях растений, что приводит к образованию микоризы. Полевые опыты, проведенные рядом исследователей (Венжер, 1955; Семихненко, 1952), также показали тесную зависимость между количеством образовавшихся микориз и интенсивностью света.

Исследования по изучению влияния кислотности почвы на процессы микоризообразования не обнаруживают прямой связи между рН почвы и микоризообразованием. По данным Н.М. Шемахановой [42], оптимальной кислотностью для успешного микоризообразования на корнях сеянцев сосны является водородный показатель, равный 5,4.

Л. А. Семенова (1985), изучая влияния известкования почвы на микоризообразование сеянцев сосны и ели в песчаных и супесчаных почвах питомников, пришла к выводу, что сеянцы способны формировать микоризы на корнях при различной концентрации ионов водорода



в почвенном растворе. Различия в степени микоризности однолетних сеянцев сосны и ели были не связаны с дозой внесения извести, а обусловлены, по-видимому, исходным фоном грибной флоры почвы питомника [22]. По наблюдениям Микола (1966), как в лабораторном опыте, так и в питомнике на кислых почвах корневые системы сеянцев сосны формируют микоризу с более толстыми грибными чехлами, образуется больше дихотомически разветвленных корневых окончаний, а известкование почвы ослабляет дихотомию [22].

Важнейшим фактором, определяющим успешное формирование микориз, является влага. Об этом свидетельствует наблюдение за развитием микориз в резко различные по количеству осадков годы [22]. Показано, что лучшее развитие микориз происходит при влажности почвы около 60 % полной влагоемкости и совсем не происходит при влажности ниже 20 % и выше 80 % полной влагоемкости. Поэтому для успешного развития микоризы имеют значение приемы, способствующие более раннему появлению и развитию сеянцев: ранние сроки посева и посадки, посевы наклюнувшимися желудями и т. д.

Чрезвычайно большое влияние на формирование и развитие сеянцев оказывают органические удобрения. Из органических веществ почвы большое значение для микоризообразования придается гумусу. По данным исследователей [15; 18], микориза сосны в почвах с невысоким содержанием гумуса (до 2 %) в первый год жизни сеянцев не развивалась. По мере увеличения количества гумуса увеличивалась и интенсивность образования микориз. При содержании гумуса в почве от 2,2 до 2,7 % микориза наблюдалась на 60 % сеянцев, а при 4 % гумуса – на 83 %. Внесение гумуса в виде коровьего и конского навоза и перегноя положительно только для бедных почв, так как внесение органических удобрений в богатые по содержанию гумуса почвы угнетало развитие микориз. Совместное же внесение компостов с азотом и фосфором в виде минеральных удобрений на бедные почвы верещатника, по данным Эглите (1955) и Трибунской (1955), приводило к усилению микоризообразования. Ученые пришли к выводу, что большое значение при образовании микориз будет иметь соотношение C:N. Харли (1940) отмечает, что микоризообразование у бука более обильно на бедных почвах при высоком соотношении C:N и низкой степени мобилизации азотных соединений.

Е. Бьёркман [8], изучая природу микоризы и ее использование в лесоводческой практике, пришел к выводу, что микориза может служить показателем наличия питательных веществ в почве. Ряд исследователей [1; 3; 5; 6; 10; 31–34, 39; 40] указывают на положительное влияние органических веществ на древесные растения и целесообразность их применения в лесопитомническом деле. Использование органических удобрений в виде компостов на основе торфа, коры, опилок приводит к насыщению почвы лесных питомников углекислотой и минеральными веществами, стимулирует микоризообразование и улучшает рост микоризованных сеянцев.

### 1.5. Методика изучения микоризообразования на корневых системах сеянцев

Отбор молодых сеянцев производят из пяти, – пятнадцати сантиметрового слоя почвы питомника. Для этого совком или лопатой выкапывают 30–50 растений из 5–10 точек посадок (лучше по диагонали). При этом отмечают возраст всходов (время посева семян), отбирают смешанные образцы почвы для определения химических показателей (влажности, рН, аммиачного азота, содержания NPK, зольности).

Взятые образцы сеянцев слегка отряхивают и осторожно очищают от приставших частичек почвы. Каждую партию сеянцев снабжают этикеткой (дата отбора, возраст сеянцев, порода и т. д.).

В лабораторных условиях корневую систему сеянцев обмывают в воде и определяют вегетативные показатели:

- массу всего растения, г;
- высоту надземной части, см;
- диаметр стебля у корневой шейки, мм;
- степень охвоенности стволика, см;
- длину корневой системы;
- ширину корневой системы (см) и ее площадь (см<sup>2</sup>);
- суммарную (общую) длину всех корней сеянца и др.

Для расчета прироста общей биомассы и ее составных частей сеянцев определяют отдельно вес ассимиляционного аппарата (хвои), стволика и корней (по Малюга, 2006) [32].

Изучение микоризообразования на корнях сеянцев сосны проводят по общепринятым методикам Селиванова 1975, 1981; Веселкина, 2002; Еропкина, 1979 [9; 13; 21; 22].

Способы изучения динамики нарастания корневых систем сеянцев сосны заключаются:

а) в определении порядка ветвления корней корневой системы (корни I, II и III порядков), шт.;

б) в измерении толщины корней: до 1 мм – всасывающие, шт.; от 1 до 3 мм – основная масса корней (проводящие), шт.; более 3 мм – скелетные корни, шт.;

в) в измерении длины корней: всасывающие, проводящие, скелетные, мм.

Установление типов микориз и определение интенсивности микоризной инфекции чаще всего делают при микроскопическом изучении корней. Поэтому корешки сеянцев отделяются от растения и сразу же фиксируются.

Производят описание корней, зарисовку их и микоризы.

Для изучения микоризообразования на корнях сеянцев определяют путем подсчета:

- количество микоризных корней (проводящих), шт. на 1 растение (Б);
- количество немикоризных корней (всасывающих), шт. на 1 растение (В);
- количество микориз на всем растении, шт. на 1 растение (А);
- степень зараженности корней грибом, %;
- плотность микориз (ПМ) (число микориз на 100 мм длины проводящих корней, шт. на 1 растение).

Интенсивность микоризной инфекции определяют по Селиванову [22] при микроскопических исследованиях путем изготовления длительно хранящихся препаратов корней сеянцев. Выкопанные корни сразу же фиксируются. Если по программе исследований не требуется проведение микрохимических реакций, в качестве фиксатора лучше использовать 40%-ный раствор формалина.

Способ фиксирования образцов микориз после их отмывки определяется временем, в течение которого будет производиться дальнейшая обработка. Если микропрепарат готовится в течение суток, достаточно образец поместить в воду. При более длительном хранении для фиксации можно использовать также 70%-ный спирт, что вполне достаточно для хранения эктомикориз. В этом случае цвет микориз желательно определить до окрашивания.

Камеральная обработка собранного материала заключается в морфологических и анатомических (микроскопических) исследованиях корней.

При морфологическом анализе корни рассматриваются под биноклем. Отмечают:

- окраску,
- характер ветвления,
- наличие или отсутствие корневых волосков,
- степень развития корневых волосков,
- устанавливают наличие или отсутствие микоризы.

Если встречаются эктомикоризы, их классифицируют по форме:

- булабовидные,
- вильчатые,
- коралловидные и др.

Определяют размер эктомикориз, цвет, форму поверхности, подсчитывая количество микоризных окончаний (или плотность микориз).

При анатомическом анализе особенности строения эктомикориз лучше всего изучать на препаратах поперечных срезов корней, изготовленных на микротоме по общепринятым методикам. При известных навыках хорошие результаты получаются при изготовлении срезов бритвой от руки. Этот метод приготовления препаратов, в отличие от приготовления препаратов микротомным способом, позволяет, с одной стороны, изучить детали строения микориз, с другой – простота обеспечивает возможность получения большого количества срезов за короткий промежуток времени.

Микроскопические препараты эктомикориз могут быть окрашены любым из способов, описанных Н. М. Шемахановой [42], но наиболее универсальна окраска слабым анилиновым красителем (сафранин-лихтгрюном по Иоллесу, кислым фуксином и др.), которая дает четкие картины после фиксации ацетоформолом и хромово-уксусной смесью.

Поперечные срезы микоризных окончаний древесных пород можно изучать под микроскопом в глицерине и без предварительной окраски, особенно если корешки хранились в формалине и окрашены в темный цвет. Хорошие результаты дает окрашивание анилиновой синей в молочной кислоте по способу Курсанова, видоизмененному Лобановым (1951) и Крюгер (1959). Раствор анилин блау в молочной кислоте готовится по рецепту Кобеля (анилиновая синь – 0,1 г; молочная кислота – 50 г; вода – 100 г). Срезы без нагревания помещают в краситель на 1–2 часа, затем отмывают молочной кислотой 30 минут. Также можно использовать окраску сафранин-лихтгрюном по Иоллесу и толлуидиновым синим.

Метод подкрашивания следует использовать лишь при учете интенсивности микоризообразования. При работе с поперечными срезами эктомикориз часто обходятся без предварительного окрашивания, изучая их под микроскопом в глицерине.

Для определения глубины проникновения сети Гартига наиболее простым и качественным является окрашивание анилиновым синим (анилиновая синь – 0,1 г; молочная кислота – 50 г; вода – 100 г). Срезы без нагревания помещают в краситель на 1–2 часа, затем отмывают молочной кислотой 30 минут. Также можно использовать окраску сафранин-лихтгрюном по Иоллесу и толлуидиновым синим.

Определение степени развития микориз (или интенсивности микоризной инфекции) у эктомикоризных деревьев и кустарников проводят обычно путем подсчета количества микоризных окончаний, приходящихся на единицу длины корня (плотность микориз), или через толщу мицелиального чехла и интенсивность развития сети Гартига.

Плотность микориз (или интенсивности микоризной инфекции), т. е. число микориз на 100 мм длины проводящих корней, рассчитывают по Селиванову [22]. Для определения плотности микориз берут небольшие тонкие боковые корни 2-го и 3-го порядков и с помощью курвиметра и миллиметровой бумаги определяют общую длину корней. У каждого растения измеряют не менее 500 мм таких корешков и подсчитывают количество микоризных окончаний на них, а затем делают пересчет на 100 мм длины корня. В случае большого количества проб эти показатели легко могут быть подвергнуты математической обработке.

При сравнительно-экологических исследованиях древесных растений степень микотрофности может быть выражена по пятибалльной системе. В этом случае баллы 1–5 ставят соответственно при следующих плотностях микориз: 10, 11–20, 21–30, 31–40 и более 40 шт. на 100 мм длины проводящих корней.

При эколого-ценотических исследованиях микотрофизма растений достаточно брать среднюю пробу из 5–10 экземпляров каждого вида.

Расчет процента микоризной инфекции (ПМИ) всего растения или процента корневых окончаний с грибными чехлами, или интенсивности микоризной инфекции, или степени микотрофности, % на 1 растение проводят по формуле:

$$\text{ПМИ} = [A / (B+V)] \times 100 \% ,$$

где ПМИ – процент микоризной инфекции (степень микотрофности, интенсивность микоризной инфекции);

А – число микориз на одном растении;

Б – число микоризованных корней;

В – число немикоризованных корней (поглощающих, всасывающих).

Описание динамики нарастания корневых систем сеянцев сосны проводят по Еропкину [21].

Изучение динамики развития корневых систем и микоризных окончаний включает в себя ряд частных наблюдений.

– наблюдение за формированием корневой системы сосны на начальных этапах жизни сеянца;

– сопоставление морфологических особенностей корневых систем важнейших хвойных пород и изучение распространения корневых систем в почвенном монолите в зависимости от возраста дерева;

– прослеживание динамики развития микоризных окончаний и установление распределения и взаимосвязи различных форм микориз по корневой системе.

Для изучения корневой системы хвойных в зависимости от возраста и динамики формирования микориз следует отбирать корневую систему одно-, пятилетних растений полностью.

Корни и микоризы измеряются и описываются полностью, делается их зарисовка над осветительной установкой. Корни молодых растений (1–5 лет) измеряются полностью.

На них подсчитывается:

– общее число микоризных окончаний;

– определяется плотность микориз (ПМ);

– устанавливается степень микотрофности всего растения (ПМИ).

Исследование морфологических особенностей корневой системы сеянцев сосны показало, что в возрасте 10 лет обильно развиты первичные проводящие корни, на которых формируются ростовые корешки и большое количество мелких сосущих корешков. Эти короткие (4–7 мм) корешки обычно дихотомически ветвятся и, как правило, являются микоризными.

У сосны корневая система пронизывает в глубину почву в более быстром темпе, чем развивается в горизонтальном направлении.

Динамика формирования микоризных окончаний проводится по Еропкину [21]. Учитываются следующие показатели:

– количество метаморфозированных корневых окончаний (МКО) по возрасту сеянцев (1, 2, 3...месячные) – шт. на 1 растение в среднем;

– процент корневых окончаний с грибными чехлами (ПМИ) по возрасту сеянцев – ПМИ, %;

– плотность микориз (ПМ) – количество микоризных окончаний на 100 мм длины корней. Для этого учитывают общую длину корней и количество микоризных окончаний на каждом корне, они суммируются для расчета плотности микориз.

Описание микориз сеянцев:

– форма микориз (булавовидные, вильчатые корневые окончания);  
– окраска микориз (светло-желтая, коричневая, темно-коричневая и т. д.);

– подтипы грибных чехлов В, С и F:

– чехол подтипа В характеризуется более или менее гладкой, блестящей или слегка неровной поверхностью. Гифы гриба есть во всех слоях коры корня, особенно в ее наружных частях, где они идут преимущественно по межклетникам. Затем снаружи появляется грибной слой, оплетающий поверхность корня. Диаметр гиф колеблется от 2 до 7 мкм, окраска бывает светлой или темной. Сеть Гартига занимает от одного до нескольких слоев клеток корня;

– чехол подтипа С – простой неоднородный светлоокрашенный чехол плектенхиматического сложения, покрытый многочисленными шнурами грибницы или большой бахромой. Диаметр гиф обычно не превышает 1–2,5 мкм;

– чехол подтипа F – имеет сходство с чехлом подтипа В, но отличается от него псевдопаренхиматическим сложением.

## **Глава 2. Применение композиционного полимерного состава для защиты корневых систем семян хвойных пород от иссушения**

В связи с увеличением масштабов лесовосстановления проблема создания устойчивых насаждений приобретает большую актуальность. Одним из способов повышения качества работ по лесовосстановлению является разработка новых композиционных полимерных составов для защиты корневых систем семян хвойных пород от иссушения. Для повышения приживаемости лесных культур широко используется предпосадочная обработка корневых систем растений специальными полимерными составами, которые способны формировать защитно-стимулирующие покрытия на корневых системах растений [47]. Одним из наиболее перспективных и интенсивно развивающихся направлений является создание и изучение так называемых интеллектуальных систем, которые позволяют исследователям получать материалы с заранее запрограммированными свойствами. К интеллектуальным системам в полной мере относятся гидрофильные (водорастворимые и водонабухающие) стимул-чувствительные полимеры, обладающие рядом уникальных свойств, перспективных для исследователей в различных смежных областях химии: нанотехнологии, лесовыращивания и биологии [48; 49].

В качестве основы в большинство известных составов входит один матричный полимер, хотя интенсивное изучение интерполимерных комплексов (ИПК), образованных макромолекулами полиэлектролитов и неионогенных полимеров, позволило установить, что наличие двух полимеров способствует улучшению свойств составов за счет физического и химического взаимодействий между ними [50–52]. В большей степени исследовались ИПК, образованные схожими по строению гибкоцепными макромолекулами. Смеси полимеров, различающихся по строению и жесткости цепи, изучены не столь подробно [53; 54].

В. А. Каргин с сотрудниками [55–57] показал, что «свойства полимерных и полимерсодержащих тел тесно связаны со способностью полимеров к надмолекулярному структурообразованию, а существование разнообразных упорядоченных структур определяет важнейшие свойства как полимеров, так и их растворов». В связи с тем, что существует взаимосвязь между механическими свойствами полимерных покрытий и их структурой, которая создается в водном растворе, в технологическом плане важным является определение оптимальных режимов получения составов, показывающих высокую влагоудерживающую способность и образующих на корневых системах растений прочные покрытия. Поэтому важными являются выбор полимеров и установление закономерностей структуры и свойств составов и покрытий [58; 59].

Для удержания влаги в околокорневой зоне посадочного материала с целью продления сроков посадки необходимо создавать на корневой системе барьерный слой. Саму корневую систему семян можно представить как вертикальную поверхность. Поэтому для улучшения смачивания

поверхностей, удержания влаги на вертикальной поверхности при одновременном отсутствии вредного экологического воздействия на окружающую среду начинают активно применяться гелеобразные составы. Между макромолекулами водорастворимого полимера и защищаемой вертикальной поверхностью возникает адгезия, за счет физического и химического взаимодействия макромолекул полимера и поверхности.

Известно, что водорастворимые полимеры и их производные благодаря наличию реакционно-активных гидроксильных групп легко вступают в различные химические реакции, позволяющие целенаправленно изменять их физико-химические свойства.

В процессе гелеобразования в растворах водорастворимых полимеров происходят образование пространственных структур и переход системы из свобододисперсного состояния в связнодисперсное, при этом сильно увеличивается вязкость, что обусловлено в первую очередь образованием водородных связей между гидроксильными и карбоксильными группами полимерных цепей [60; 61].

Для сохранения физиологических свойств сеянцев при транспортировке от питомника к потребителю в последнее время появляется большое количество запатентованных составов, содержащих вещества, способные удерживать влагу и целевые добавки. Во многих составах одним из компонентов используют альгинат натрия. Так, в патенте [62] предлагается средство для защиты корневых систем от иссушения в виде водного раствора альгината натрия с бурой, казеином, борной кислотой и микроэлементами. Также для обработки корневых систем растений используют составы, состоящие из водного раствора альгината натрия с поливиниловым спиртом и сульфонафтенной кислотой [63]. В некоторых патентах предлагается использовать состав на основе мочевиноформальдегидной смолы и азотнокислого аммония [64]. Мочевиноформальдегидная смола является экологически вредной и в последнее время резко ограничена в использовании во многих странах мира.

Кроме вышеперечисленных полимеров, для обработки саженцев при их пересадке используют низкомолекулярные полиэтилен и полипропилен с обязательной добавкой фотосенсибилизатора 2,2-бис-(1,1-диэтилфериоцианил) пропан, полиэтиленового воска [65]. Также считается перспективным использование для защиты посадочного материала растений расплава низкомолекулярного полиэтилена с вазелиновым маслом и парафином [66]. Однако, попав в почву, полиэтилен разлагается в течение нескольких лет, что отрицательно сказывается на окружающей среде.

Для лучшей приживаемости сеянцев древесных культур используются алкелиновые (аллиловый и кротиловый) эфиры этиленхлоргидрина. По данной технологии сеянцы в период интенсивного роста опрыскивают раствором препарата, что способствует получению посадочного материала с мощной корневой системой и улучшает приживаемость и развитие растений. Такие работы требуют значительных затрат, которые несоизмеримо больше, чем эффект от их использования [67].



Для предотвращения потерь воды корневых систем предлагается образовывать на их поверхности покрытие пеной из водосодержащего состава с раствором поверхностно-активных веществ [68]. В этом изобретении в качестве газообразного наполнителя пены используют инертные газы (азот, двуокись углерода) или газообразные фумиганты (бромистый метил, оксиды серы). Недостатком данного метода борьбы с потерей влаги является короткий срок жизни получаемых покрытий (несколько часов).

Во многих странах для увеличения влагоудерживающей способности материалов проводят модифицирование высокомолекулярных веществ путем химического сшивания [69–71]. Такое модифицирование позволяет получать материалы, способные 2–3 года находиться возле корневых систем растений и обеспечивать их влагой за счет уменьшения гравитационных стоков.

Известно, что процесс гелеобразования водорастворимых полимеров является кинетическим и может развиваться в течение длительного времени [72]. На основании исследований [61] было установлено, что наиболее активно процесс набухания альгината натрия происходит в период с 5 до 25 минут после внесения в водную среду. В связи с этим все исследования начинали проводить спустя 25 минут с момента добавления порошка альгината натрия в водную среду.

Альгинат натрия – органическое соединение с химической формулой  $(C_6H_7O_6Na)_n$  представляет собой семейство неразветвленных двойных сополимеров: остатков Р-D-маннуроносовой кислоты и а-L-гулууроносовой кислоты, соединенных 1-4 гликозидными связями.

По своим физическим свойствам альгинат натрия – это порошок кремового или светло-коричневого цвета, который хорошо растворяется в воде, удерживает влагу, обладает стабилизирующим действием и является желирующим веществом. Применение альгината натрия во многих отраслях промышленности основано на его способности образовывать гели.

Производят альгинат натрия из красных и бурых водорослей, добываемых на Филиппинах и в Индонезии. США, Франция, Китай и Япония являются основными производителями альгината натрия. Также есть небольшие производства в России, Индии, Чили.

Вязкость альгинатных растворов практически не изменяется в интервале температур воды от 20 до 80° С. Поэтому все исследования были проведены при температуре  $23 \pm 2^\circ C$  и относительной влажности воздуха 85 % [61].

В настоящее время основным пленкообразующим компонентом для получения экологически безопасных упаковок является гуаровая камедь. Она как высокомолекулярное соединение весьма гидрофильна и, благодаря наличию реакционно-активных гидроксильных групп, легко вступает в различные химические реакции, позволяющие целенаправленно изменять физико-химические и медико-биологические свойства растворов на их основе.

Технология получения гуаровой камеди основана на водной экстракции полисахаридов из измельченного растительного сырья с последующим выделением и очисткой экстракта, обработкой его спиртом для выделения целевого продукта, который затем отфильтровывают, высушивают и измельчают. Это нейтральный на вкус и запах серовато-белый порошок. Применение гуаровой камеди во многих отраслях промышленности основано на его способности образовывать гели [72–74].

Во многих странах для увеличения влагоудерживающей способности материалов проводят модифицирование высокомолекулярных веществ путем химического сшивания [75; 76]. Такое модифицирование позволяет получать материалы, способные 2–3 года находиться возле корневых систем растений и обеспечивать их влагой за счет уменьшения гравитационных стоков. При выборе режимов сшивания необходимым условием получения водонерастворимых полимеров с высокой адсорбционной способностью является определение степени сшивания, т. к. она должна быть выше минимального значения, чтобы полимер был водонерастворим, и ниже максимального значения, с тем, чтобы полимер мог набухать в воде и тем самым адсорбировать требуемое количество воды. Водонерастворимые полимеры могут находиться в различных формах, в том числе в виде частиц, хлопьев или волокон, а их адсорбционная способность может превышать 1 литр воды на 1 грамм полимера. Так, например, использование материала на основе полимеризованной акриловой кислоты позволяет достичь влагоудерживающей способности до 1290 г. Для получения материалов с высокой адсорбционной способностью необходимо знать приемы и способы модифицирования полимеров [75; 77].

В защитных и защитно-стимулирующих композициях лесохозяйственного назначения чаще всего используется NaКМЦ [78]. Полимерная пленка, образующаяся на поверхности семян или вегетирующих растений, закрепляет различного рода целевые добавки и позволяет избегать их потерь вследствие осыпания [79]. Такой полимер экологически безопасен и хорошо сбраживается микроорганизмами [80], его можно использовать в качестве регулятора влажности и структурообразователя. Известно, что 1 г NaКМЦ способен впитать до 80–100 г воды [81]. Сам полимер при двойном поглощении воды по массе не изменяет своего внешнего вида. Прибавление большего количества воды вызывает образование геля. При дальнейшем разбавлении, когда концентрация сухого вещества становится ниже 5–10 %, образуется вязкий раствор. К недостаткам натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы можно отнести то, что она не обеспечивает достаточно прочного закрепления вещества препаратов на растениях [79].

При обработке водными растворами корневых систем растений немаловажным фактором, влияющим на приживаемость, является адгезия покрытий, получаемых из разработанных составов, к древесной целлюлозе. С помощью адсорбции радиоактивного изотопа  $C^{14}$  установлена слабая адгезия

между покрытиями из NaКМЦ и древесной целлюлозой, которая почти не зависит от степени замещения карбоксиметильных групп. Для растворов NaКМЦ установлена прямолинейная зависимость вязкости от температуры (в полулогарифмической шкале координат). При охлаждении наблюдается такая же зависимость, а кривая, отвечающая за нее, располагается несколько ниже, чем первая. Это свидетельствует о гистерезисном характере изменений вязкости растворов NaКМЦ под действием температуры. Уменьшение вязкости является следствием весьма низкой скорости релаксации в таких высокомолекулярных системах, как водный раствор NaКМЦ. Время установления равновесия в них может быть весьма велико, так что за измеряемый промежуток времени система не успевает вернуться в исходное состояние. При нагревании наблюдается некоторая дегградация макромолекул, что ведет к необратимым изменениям вязкости [61].

Вязкость раствора NaКМЦ имеет максимум в пределах рН от 6 до 9. При рН ниже 6 она быстро падает, что является следствием постепенного выпадения в осадок свободной NaКМЦ, полностью заканчивающегося при рН=2,5. При значении рН выше 9 вязкость раствора также начинает уменьшаться: сначала медленно, потом более быстро, когда величина рН достигает 11,5. Изменение вязкости является процессом обратимым, она может быть вновь восстановлена до своей максимальной величины [82]. В ряде работ [82; 83] показано, что механическая обработка составов в условиях высокоскоростного сдвига позволяет увеличить их динамическую вязкость более чем в 3 раза [84].

В связи с тем, что в некоторых странах наблюдается неравномерное выпадение осадков в течение года, иногда требуются материалы с высокой адсорбционной способностью и относительно медленной скоростью поглощения жидкости. Разработанные в настоящее время технологии получения таких материалов основаны на совмещении кислотного и основного набухаемого в воде водоудерживающих полимеров.

Природа функциональных групп имеет большое технологическое значение, т.к. варьированием рН среды можно значительно изменять адсорбционную способность. В связи с этим все полимеры можно разделить на два класса – кислотные и щелочные. Кислотные – набухаемые в воде водонерастворимые полимеры, содержащие функциональные группы, способные действовать как слабые кислоты (фосфатные, сульфитные, сульфатные, карбоксильные). Обычно такие функциональные группы присоединены к сшитой полимерной основе (на основе полиакриламида, поливинилового спирта, сополимеров этилена и малеинового ангидрида, поливинилового эфира полиакриловой кислоты, поливинилпирролидона, поливинилморфолина и их сополимеров). Также «могут быть использованы полимеры на основе синтетических полипептидов (полиаспарагиновая кислота и полиглутаминовая кислота) и природных полисахаридов (карбоксиметилцеллюлоза, карбоксиметилкрахмалы, гидроксипропилцел-

люлоза, альгины, альгинаты, каррагинаны, акриловые привитые крахмалы, акриловые привитые целлюлозы и их сополимеры). Основные – набухаемые в воде водонерастворимые полимеры, содержащие функциональные группы, способные действовать как основания (первичные, вторичные или третичные аминогруппы, иминогруппы, имидогруппы и амидогруппы). Функциональные группы присоединены к сшитой полимерной основе (полиамины, полиэтиленимины, полиакриламиды и полисоединения четвертичного аммония и их сополимеры)» [87]. Также могут быть использованы полимеры на основе природных полисахаридов (хитин и хитозан) и синтетические полимеры (полиаспарагины, полиглутамины, полилизины и полиолефины) [75].

Оптимальный водно-воздушный режим для растений создают гидрогели на основе полиакриламида. Поэтому именно ПАА в той или иной степени является основой большинства известных коммерческих влагонабухающих полимерных гидрогелей [86]. Структурные превращения в макромолекулах ПАА происходят при образовании (разрыве) внутримолекулярных контактов ковалентными и/или химическими связями и стабилизированных гидрофобными взаимодействиями неполярных групп в воде, водородными связями, электростатическими, лиофобными взаимодействиями в органических растворителях и др. [87; 88].

В настоящее время по патентованным технологиям производится большое количество сшитых сополимеров, которые находят широкое применение в сельском и лесном хозяйствах. Как пример можно привести широкие исследования, выполненные в Пензенской государственной сельскохозяйственной академии под руководством Б. Ф. Блинохватова и А. Ф. Кузина [89]. Было установлено, что полиакриламидные сополимеры обеспечивают почвенный слой влагой в течение длительного времени за счет уменьшения гравитационных стоков и испарения.

Становится очевидным, почему некоторые страны аридной зоны (Египет, Судан, ЮАР, Мексика, США) для решения задач жизнеобеспечения всерьез взялись за внедрение влагонабухающих полимерных гидрогелей в сельское хозяйство. Ряд зарубежных фирм освоили и быстро развивают производство влагонабухающих полимерных гидрогелей, объемы которых уже к 1987 году достигли 18 тыс. тонн в Японии, 38 тыс. тонн в США, 12 тыс. тонн в Западной Европе.

С целью снижения стоимости химических сшитых материалов и уменьшения вредного воздействия на окружающую среду появилось много работ, посвященных получению и применению набухающих глинистых минералов [90; 91]. Такие материалы получают при помощи полимеризации полимеров с глинистыми минералами. Технология получения таких материалов заключается в погружении глинистых минералов в водную среду с  $\text{pH} = 5 - 9$  и выдержке в течение 2–5 часов в диапазоне температур  $125-350^\circ \text{C}$ . Степень набухания, характеризующаяся отношением массы набухшего геля к массе сухого геля, таких материалов в водной среде или солевых растворах может превышать 85 г [92].

Для улучшения свойств водных растворов полимеров природной и синтетической природы целесообразно вводить пластификаторы и модификаторы, которые в водном растворе могут взаимодействовать с полимером и с молекулами воды и значительно изменять свойства последнего [93]. При взаимодействии полимер – модификатор образуются прочные блочные структуры, в результате растет молекулярная масса полимера и повышаются его флокулирующие и загущающие свойства. Изучена энтальпия взаимодействия между крахмалом различной природы и NaКМЦ. Показано, что «сильные энергетические взаимодействия обусловлены образованием водородных связей между водородом группы –ОН крахмала и кислородом NaКМЦ группы COO – » [94].

Институтом леса НАН Беларуси в 2000 году был разработан композиционный состав «Корпансил», который предназначен для защиты корневых систем сеянцев сосны обыкновенной от иссушения [95]. В 2003 году на Корневской ЭЛБ Института леса НАН Беларуси был налажен промышленный выпуск данного препарата по разработанным Техническим условиям и рекомендациям. Прошли годы и появились новые полимеры и целевые добавки, которые существенно могут изменять динамику потери воды корневыми системами сеянцев хвойных пород и соответственно удерживать влагу в ризосферной зоне.

На основании вышеизложенного краткого литературного обзора можно сделать следующий вывод, что на сегодняшний день интеллектуальные полимерные материалы, благодаря целому ряду полезных качеств, нашли свою нишу в различных областях и являются частью научного прогресса. Комплексообразование полимерных систем водорастворимой и водонабухающей природы благодаря специфическим видам взаимодействия с различными поверхностями и соединениями синтетического и биологического характера подтолкнуло к изучению разнообразных систем, обладающих интеллектуальной способностью, и их физико-химических особенностей. Водорастворимые полимеры являются одними из наиболее перспективных стимул-чувствительных полимеров, обладающих широким спектром потенциального применения. Исследования в этой области требуют разработки, внедрения новых полимеров, а также оптимизации существующих систем, обладающих определенными свойствами.

Таким образом, полученные результаты позволяют констатировать, что разработанные композиционные полимерные составы за счет своей технологичности (увеличения влагоудерживающей способности и срока хранения составов) могут быть успешно использованы при обработке корневых систем растений, при создании лесных культур.

## 2.1. Методика использования композиционного полимерного состава для обработки корневых систем семян хвойных пород и закладка опытного объекта

Для получения рабочего раствора необходимо концентрированный композиционный полимерный состав разбавить водой при комнатной температуре в соотношении 1:5, т. е. на 1 литр концентрата использовать 5 литров воды.

После получения рабочего раствора композиционного полимерного состава корневые системы семян сосны обыкновенной погружают в раствор препарата до корневой шейки на 5–10 см. Данная технология позволяет обрабатывать корневые системы посадочного материала, как в пучках, так и отдельных растений.

После обработки корневых систем семян хвойных пород КПС в лабораторных условиях в течение 72 часов определяют потерю воды корневыми системами. Полученные результаты лабораторных исследований помещают в таблицу 5.

В таблице 5 представлено влияние композиционного полимерного состава от времени на потерю влаги корневыми системами семян хвойных пород.

Таблица 5. – Влияние обработки корневых систем семян хвойных пород композиционным полимерным составом на потерю воды (%)

Вид семян	Варианты опыта	Время после обработки, час										
		0,25	0,5	1	2	3	4	5	8	24	48	72
Сосна обыкновенная	Контроль	4,9	7,0	10,0	15,3	19,3	20,3	22,0	40,0	51,0	53,0	54,0
	КПС	3,1	4,3	5,4	10,1	14,8	16,2	18,4	32,4	40,4	44,6	49,0
Ель европейская	Контроль	5,7	8,3	13,2	17,4	20,1	22,2	26,4	43,2	52,4	54,3	58,1
	КПС	3,9	4,1	8,6	10,0	15,2	17,3	20,1	23,7	28,6	32,4	40,2
Лиственница европейская	Контроль	6,1	10,6	20,1	22,3	28,6	30,1	34,2	50,1	54,3	60,0	63,7
	КПС	3,2	4,7	8,9	11,3	14,2	17,4	22,1	25,7	28,6	31,4	35,9

Примечание: КПС – композиционный полимерный состав

После обработки семян вокруг корневых систем образуется гелеобразный слой. В таком слое макромолекулы полимера физически связаны с корневой системой, а химически, за счет водородных сил, с молекулами воды. В связи с образованием лишь водородных связей вода в гелеобразном слое является физически доступной корневым системам.

Высоту растений и текущий прирост за первый вегетационный период осуществляли путем линейного замера всех растений по вариантам опыта. Приживаемость лесных культур определяли путем учета всех растений. Полученные лабораторные и полевые результаты исследований обрабатывают методами математической статистики [96].

## 2.2. Технические требования к композиционному полимерному составу

На опытный объект составляют паспорт и указывают схему размещения и натурального оформления опытного объекта, схему создания лесных культур и указывают планируемые лесохозяйственные мероприятия (Приложения А–Г).

В таблице 6 представлены результаты полевых исследований по влиянию обработки корневых систем семян сосны разработанным композиционным полимерным составом (КПС).

Таблица 6. – Влияние предпосадочной обработки корневых систем семян сосны обыкновенной на приживаемость и текущий прирост в высоту лесных культур

Вариант опыта	Текущий прирост культур в высоту, см	Приживаемость лесных культур, %
Контроль (без обработки)	3,0 ± 0,12	87
КПС	3,9 ± 0,15	92

Анализ таблицы 6 показал, что обработка корневых систем семян композиционным полимерным составом на основе выбранного нами водорастворимого полимера и целевых добавок приводит к увеличению приживаемости и прироста культур в высоту.

## 2.2. Технические требования к композиционному полимерному составу

### Основные параметры и характеристики

Состав должен соответствовать требованиям технических условий ТУ «Состав "Корпансил" для обработки корневой системы растений».

Состав должен соответствовать требованиям и нормам, указанным в таблице 7.

Таблица 7. – Состав «Корпансил» для обработки корневой системы растений

Наименование показателя	Значение и характеристика
Внешний вид, цвет	Жидкость от светло-серого до темно-коричневого цвета. Должна соответствовать образцу-эталону
Массовая доля общих фосфатов, %	0,01–2,0
Массовая доля аммонийного азота, %	0,010–,04
Массовая доля воды, %	80–95
Кинематическая вязкость состава, с	7–22
Влагостойкость покрытия, балл	4–5
Атмосферостойкость покрытия, балл	6–7

### **Упаковка**

Состав упаковывают в полиэтиленовые канистры или бутылки из полимерных материалов с плотно закрывающимися крышками по ТНПА.

Номинальное количество состава в упаковке должно быть 10 л. Допускаемое отклонение содержимого упаковочной единицы от номинального количества –  $\pm 1,5$  %.

Упаковка должна быть заполнена составом не более чем на 95 % вместимости.

Упаковка должна полностью обеспечивать сохранность состава при транспортировании и хранении.

### **Маркировка**

К каждой упаковочной единице прикрепляют этикетку с указанием:

- наименования изготовителя и его товарного знака (при наличии);
- местонахождения (страна, юридический адрес);
- наименования и назначения продукта;
- даты изготовления (месяц, год);
- номера партии;
- обозначения настоящих технических условий;
- номинального объема, л;
- номера тарной этикетки;
- номера регистрационного удостоверения;
- срока годности;
- предупредительных надписей и мер предосторожности;
- условий хранения.

Допускается маркировочные данные наносить на каждую упаковочную единицу типографским способом или с помощью клише, трафаретов.

## **2.3. Требования охраны труда**

Состав относится к малоопасным веществам и по степени воздействия на организм человека, в соответствии с ГОСТ 12.1.007, относится к 4-му классу опасности.

Использование состава должно быть организовано в соответствии с санитарными нормами и правилами «Требования к условиям труда работающих и содержанию производственных объектов», утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 85 от 08.07.2016 г. при соблюдении требований правил техники безопасности, пожарной безопасности. Сточные воды, твердые и жидкие отходы в производстве состава отсутствуют.

Состав не обладает способностью образовывать токсичные соединения в воздушной среде и в сточных водах. В соответствии с ГОСТ 12.1.005 содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать гигиенических регламентов.



#### 2.4. Лесоводственная оценка использования композиционного полимерного состава при создании лесных культур

---

Концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны и периодичность их контроля должны соответствовать требованиям санитарных норм, правил и гигиенических нормативов «Перечня регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ», организация технологического процесса должна соответствовать требованиям санитарных норм, правил и гигиенических нормативов «Гигиенических требований к организации технологических процессов и производственному оборудованию».

Персонал, занятый на использовании препарата, должен проходить медицинский осмотр в порядке, установленном Министерством здравоохранения Республики Беларусь.

Работающие с составом должны соблюдать следующие меры предосторожности:

- работать в резиновых перчатках и защитных очках;
- в случае попадания состава на кожу необходимо смыть его водой.

В помещениях, где проводятся работы по изготовлению состава, запрещается прием пищи и хранение продуктов питания.

Состав транспортируют железнодорожным и автомобильным транспортом в соответствии с правилами перевозки опасных грузов, действующих на транспорте данного вида.

Состав хранят в чистых полиэтиленовых канистрах, в которых он транспортировался, в сухих закрытых помещениях при температуре от 0 до + 50°C и относительной влажности воздуха не более 95 %.

#### **2.4. Лесоводственная оценка использования композиционного полимерного состава при создании лесных культур**

Экономическая эффективность научно-технической продукции рассчитывается согласно «Методическим рекомендациям по оценке эффективности использования в лесном хозяйстве результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и опытно-технологических работ» [98].

Научная разработка направлена на формирование лесов будущего нашего государства и улучшение экологической обстановки в Республике Беларусь.

Использование композиционного полимерного состава позволит повысить приживаемость лесных культур на 10–15 %, уменьшить повреждаемость растений при посадке на 6–15 % и исключает необходимость последующего дополнения лесных культур.

Расчет прогнозируемого коэффициента экономической эффективности задания определен соотношением объема планируемой к выпуску продукции к объему средств республиканского бюджета на весь период исследований составит 1,5.

Применение Технических условий «Состава «Корпансил» для защиты корневой системы растений при использовании композиционного полимерного состава для обработки корневых систем семян направлено на повышение эффективности создания лесных культур за счет повышения приживаемости растений и влагоудерживающей способности на 15–20 %.

Использование технологии применения композиционного полимерного состава для защиты корневых систем растений позволит повысить приживаемость лесных культур, сократить трудозатраты на посадке леса, сохранить первоначальные физиологические качества семян при хранении и транспортировании. Обработка корневых систем растений КПС оказывает положительное влияние на их физико-биологические свойства (величину разрывного усилия, упругость, оводненность и др.), что значительно повышает эффективность работ лесокультурного производства.

Исследования лесоводственно-экономической эффективности разработанного композиционного полимерного состава, предназначенного для обработки корневых систем семян, позволяет предотвратить иссушение и повысить приживаемость их на лесокультурной площади.

В таблице 8 представлена сравнительная характеристика композиционных полимерных составов для обработки корневых систем лесного посадочного материала от иссушения.

Таблица 8. – Сравнительная характеристика композиционных полимерных составов для обработки корневых систем лесного посадочного материала от иссушения

Показатели	Контроль	КПС
Приживаемость лесных культур, %	85	95
Количество погибших растений, %	14	5
Стоимость 1л состава, бел. рублей	–	4,8
Расход на 1000 шт. семян, л	–	2,0–3,0

Обработка корневых систем семян водным раствором композиционного полимерного состава способствует повышению приживаемости лесных культур по сравнению с имеющимся аналогом «Корпансил» на 10%.

Анализ стоимости различных композиционных полимерных составов для защиты корневых систем семян хвойных пород показывает, что затраты на приобретение 1 л КПС составили 4,8 бел. рублей.

## Глоссарий

**Возраст лесного посадочного материала** – число лет, прошедшее с момента появления растения и его частей, используемых в качестве посадочного материала (ГОСТ 17559);

**вязкость полимеров** – свойство полимерных систем, находящихся в вязкотекучем состоянии, оказывать сопротивление необратимому изменению формы образца;

**гифы** – микроскопические тонкие ветвящиеся нити, совокупность которых составляет мицелий (грибницу) гриба;

**интенсивность микоризной инфекции** – отношение числа микориз к сумме микоризных и немикоризных (поглощающих размером до 1 мм) корней, выраженная в процентах;

**карпофор** – плодовое тело гриба;

**компост** – смесь органических и минеральных веществ, которая в результате жизнедеятельности различных групп микроорганизмов, а также воздействия повышенной температуры и влажности превращается в благоприятный субстрат для выращивания растений и грибов;

**компостирование** – биохимический ферментативный процесс, в ходе которого под воздействием различных микроорганизмов органические материалы разлагаются и переходят в доступную для растений и грибов форму, происходит гомогенизация компонентов компоста, повышение его влажности и температуры;

**лесной посадочный материал** – древесные растения или их части, предназначенные для посадки на лесокультурной площади, в лесном питомнике и (или) для озеленения (ГОСТ 17559);

**лесной посадочный материал стандартный** – лесной посадочный материал, отвечающий требованиям нормативно-технической документации по стандартизации (ГОСТ 17559);

**лесной посадочный материал с открытой корневой системой** – лесной посадочный материал с освобожденной от почвы или покрывающего субстрата корневой системой (ГОСТ 17559);

**лесной сеянец** – лесной посадочный материал, выращенный из семени (ГОСТ 17559);

**лесной питомник** – питомник, предназначенный для выращивания лесного посадочного материала (ГОСТ 17559);

**питомник** – предприятие или специализированная его часть, предназначенная для выращивания посадочного материала;

**лесные культуры** – лесные насаждения, созданные посевом или посадкой (ГОСТ 17559-82);

**лесокультурная площадь** – участок земли, предназначенный для создания лесных культур (ГОСТ 17559-82);

**микориза** – симбиоз корней высших растений и мицелия гриба;

**микотрофное растение** – растение, питание которого происходит с помощью грибов, поселяющихся на его корнях;

**мицелий гриба** – вегетативное тело грибов в виде системы тонких ветвящихся нитей (гиф);

**общая площадь питомника** – совокупность площадей продуцирующей и вспомогательной частей лесного питомника (ГОСТ 17559);

**организация территории лесного питомника** – разделение территории лесного питомника на части, имеющие разное хозяйственное назначение (ГОСТ 17559);

**плотность микоризы** – показатель числа микориз на 100 мм длины проводящих корней растения;

**поглощающий корень** – корень, не заселенный эктомикоризным грибом, имеющим размеры до 1 мм длины;

**поля севооборота** – примерно равные по площади участки посевного или школьного отделения лесного питомника, на которые они разбиваются, согласно схеме севооборотов, предусмотренной проектом лесного питомника (ГОСТ 16265);

**посевное отделение лесного питомника** – часть площади лесного питомника, предназначенная для выращивания семян (ГОСТ 17559);

**постоянный лесной питомник** – лесной питомник, организованный на период более 5 лет (ГОСТ 17559);

**проводящий корень** – корень, заселенный эктомикоризным грибом и имеющий размеры от 1 до 3 мм длины;

**севооборот** – научно обоснованное чередование древесно-кустарниковых пород и паров лесного питомника во времени на территории или только во времени (ГОСТ 16265);

**симбиоз** – тип взаимоотношений организмов разных систематических групп, взаимовыгодное, нередко обязательное, сожительство особей двух или более видов;

**скелетные корни** – основная масса корней корневой системы растений, размеры которых превышают 3 мм длины;

**степень микотрофности растения** – плотность микориз на корнях растений, выраженная в баллах;

**технология выращивания лесного посадочного материала** – совокупность агротехнических приемов и операций, обеспечивающих выращивание в лесном питомнике посадочного материала заданного качества (ГОСТ 17559);

**форма микоризного окончания** – форма микоризы, образующейся на корнях хвойных растений. Различается на простую (булавовидную), переходную (вильчатую) и сложную (коралловидную) и зависит от возраста растения;

**школьное отделение лесного питомника** – часть площади лесного питомника, предназначенная для выращивания саженцев деревьев и кустарников (ГОСТ 17559);

**эктомикориза** (для краткости микориза) – орган, возникающий из поглощающего корня в результате заселения эктомикоризным грибом, прикрепляющийся к проводящему корню на одном месте; может быть простой (неразветвленной) или сложной (разветвленной, включающей несколько отдельных микоризных окончаний).

### Нормативные ссылки

СТБ 1754-2007 Устойчивое лесопользование и лесопользование. Выращивание лесного посадочного материала в открытом грунте. Общие требования

ГОСТ 17559-82 Лесные культуры. Термины и определения

ГОСТ 12.1.007-76 ССТБ Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

МГТУ им. И. П. Шамякина

## Список использованной литературы

1. Воронкова, А. Б. Значение органических удобрений при выращивании сеянцев ели обыкновенной на дерново-подзолистых почвах : автореф. дис. ... канд. биол. наук: 29.10.70 / А. Б. Воронкова ; МГУ. – М., 1970. – 22 с.
2. Рекомендации по приготовлению органических удобрений на основе древесных отходов и куриного помета / Арханг. ин-т леса и лесохимии ; сост. З. С. Кулагина [и др.]. – Архангельск, 1987. – 13 с.
3. Hilszczańska, D. Wpływ podłoża szkółkarskich na rozwój mikoryz sosny *Pinus sylvestris* L. / D. Hilszczańska, // Sylwan. – Rok CXLIV, 2000. – № 4. – S. 93–97.
4. Лобанов, Н. В. Микотрофность древесных растений / Н. В. Лобанов. – М. : Советская наука, 1953. – 232 с.
5. Эглите, А. К. Опыт работ по микоризации сосны / А. К. Эглите // Труды Конференции по микотрофии растений. – М. : Изд-во АН СССР, 1955. – С. 194–203.
6. Шубин, В. И. К вопросу о росте сосны и ели на органическом субстрате / В. И. Шубин // Труды Карельского филиала АН СССР. – 1957. – Вып. 7. – С. 24–39.
7. Дудка, И. А. Грибы. Справочник миколога и грибника / И. А. Дудка, С. П. Вассер. – Киев : Наукова думка, 1987. – 535 с.
8. Björkman, E. The Ecological Significance of the Ectotrophic Mycorrhizal Association in Forest Trees / E. Björkman // Sv. Bot. Tidskr. – 1949. – № 43. – P. 2–3.
9. Селиванов, И. А. Микотрофизм растений в лесной зоне / И. А. Селиванов // Микориза и другие формы консортивных отношений в природе : Респ. сб. науч. тр. / Пермский гос. пед. ин-т. – Пермь, 1977. – С. 5–26.
10. Веселкин, Д. В. Функциональное значение микоризообразования у однолетних сеянцев сосны и ели в лесных питомниках / Д. В. Веселкин // Вестн. Оренбург. гос. ун-та. – 2006. – № 4, – С. 12–18.
11. Шубин, В. И. Микотрофность древесных пород / В. И. Шубин. – Л. : Наука, 1973. – 263 с.
12. Веселкин, Д. В. Строение и микоризация корней сеянцев ели и пихты при изменении почвенного субстрата / Д. В. Веселкин // Лесоведение. – 2002. – № 3. – С. 12–17.
13. Веселкин, Д. В. Реакция эктомикориз хвойных на техногенное загрязнение : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.16 [Электронный ресурс] / Д. В. Веселкин. – 1999. – Режим доступа: <http://mycorrhiza.narod.ru>. – Дата доступа: 28.06.2008.
14. Веселкин, Д. В. Краткий обзор эктомикориз, классические представления [Электронный ресурс] / Д. В. Веселкин. – 2007. – Режим доступа: <http://mycorrhiza.narod.ru>. – Дата доступа: 26.12.2007.

15. Frank, A. B. Über die auf Wurzelsymbiose beruhende Ernährung gewisser Bäume durch unterirdische Pilze / A. B. Frank // Ber. dtsch. bot. – 1885. – Ges. 3. – S. 128–145.

16. Высоцкий, Г. Н. Микориза дубовых и сосновых сеянцев / Г. Н. Высоцкий // Лесопромышленный вестник. – 1902. – № 29. – С. 504–506.

17. Адамович, Д. А. Влияние микоризы на рост сосновых культур / Д. А. Адамович // Лесное хозяйство и лесозэксплуатация. – 1935. – № 5. – С. 23–37.

18. Мишустин, Е. Н. Микориза древесных растений и ее значение при полезащитных лесонасаждениях / Е. Н. Мишустин, О. И. Пушкинская // Микробиология. – 1949. – Т. XVIII, вып. 5. – С. 447–467.

19. Компост – процесс компостирования [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <http://www.medn.ru/rasteniy/obshhie-svedeniya-o-rasteniyah/>. – Дата доступа: 25.10.2011.

20. Реймерс, Н. Ф. Основные биологические понятия и термины : кн. для учителя / Н. Ф. Реймерс. – М. : Просвещение, 1988. – 319 с.

21. Еропкин, К. И. О взаимосвязи форм микоризных окончаний у хвойных / К. И. Еропкин // Микориза растений . респ. сб. науч. тр. – Пермь, 1979. – С. 61–77.

22. Селиванов, И. А. Микосимбиотрофизм как форма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза / И. А. Селиванов. – М. : Наука, 1981. – 232 с.

23. Наставление по выращиванию посадочного материала деревьев и кустарников в лесных питомниках Белоруссии / Гос. ком. СССР по лесн. хоз-ву, МЛХ БССР ; сост. А. И. Савченко [и др.]. – Минск : Ураджай, 1986. – 111 с.

24. Маркина, З. Н. Влияние почвенных условий на биометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной / З. Н. Маркина, А. В. Милешина // Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2007. – Вып. 67: Проблемы лесоведения и лесоводства. – С. 197–200.

25. Мельничникова, З. С. Микоризообразование и рост сеянцев сосны в связи с изменением глубины заделки семян на различных агрофонах / З. С. Мельничникова // Микоризные грибы и микоризы лесообразующих пород Севера / Сб. науч. тр. / Ин-т леса Карельского филиала АН СССР. – Петрозаводск, 1980. – С. 152–170.

26. Rayner, M. C. The use of soil or humus inocula in nurseries and plantations/ M. C Rayner // Emripe Forestry J., 1938. – № 17. – P. 236–243.

27. Ахромейко, А. Как обеспечить лесопосадки микоризой / А. Ахромейко // Социалистическое земледелие. – 1949. – № 68. – С. 14–16.

28. Опыт выращивания сеянцев в базисных питомниках Литовской ССР : методические рекомендации / сост.: М. В Вайчис., Л. В. Славенене, В. М. Онюнас. – Каунас, – 1982. – 17 с.

29. Оптимизация биологической активности дерново-подзолистой почвы как фактор повышения ее плодородия / Я. К. Куликов [и др.] // Региональные проблемы экологии: пути решения : тез. докл. III междунар. эколог. симпозиума в г. Полоцке : в 2 т. – Полоцк : ПГУ, 2006. Т. 1. – С. 188–189.

30. Выращивание сеянцев с закрытой корневой системой в малых тепличных комплексах / Е. М. Романов [и др.] / Лесное хозяйство. – 2007. – № 1. – С. 26–27.

31. Производство и применение нетрадиционных органических удобрений в лесных питомниках : учебное пособие / Е. М. Романов [и др.] / Йошкар-Ола : изд-во, 2001. – 156 с.

32. Малюга, Ю. Е. Теоретическое обоснование эффективности азотных удобрений пролонгированного действия в лесном и сельском хозяйстве Украины / Ю. Е. Малюга. – Харьков : ЧПИ «Новое слово», 2006. – 438 с.

33. Методические указания по агротехнике выращивания посадочного материала / МЛХ РБ ; Институт леса НАНБ ; сост. В. В. Копытков [и др.]. – Минск, 1997. – 31 с.

34. Рекомендации по использованию древесной коры в качестве тепличного грунта в лесном и сельском хозяйствах / сост.: А. С. Синников, З. С. Калугина. – Архангельск : Архангельский инс-т леса и лесохим., 1984. – 12 с.

35. Синников, А. С. Использование коровых компостов для выращивания сеянцев в питомниках / А. С. Синников, Б. А. Мочалов // Использование древесных отходов и побочных продуктов леса : сб. науч. ст. / Арх. ин-т леса и лесохим. ; под ред. А. С. Синникова. – Архангельск, 1977. – С. 61–66.

36. Синников, А. С. Результаты полевого опыта с компостами из коры / А. С. Синников, А. Л. Першевников, В. А. Черных // Использование древесных отходов и побочных продуктов леса : сб. науч. ст. / Арх. ин-т леса и лесохим. ; под ред. А. С. Синникова. – Архангельск, 1977. – С. 57–60.

37. Федорец, Н. Г. Приготовление и использование компостов из отходов лесной промышленности / Н. Г. Федорец, О. Н. Бахмет // Лесное хозяйство. – 2008. – № 3. – С. 7–9.

38. Романов, Е. М. Выращивание сеянцев с закрытой корневой системой в малых тепличных комплексах / Е. М. Романов, А. В. Ушнурцев // Лесное хоз-во. – 2007. – № 1. – С. 26–27.

39. Копытков, В. В. Влияние различных коровых компостов и целевых добавок на рост и развитие сеянцев хвойных пород / В. В. Копытков, Н. П. Охлопкова // Лесное и охотничье хозяйство. – 2009. – № 9. – С. 21–27.

40. Копытков, В. В. Перспективы выращивания лесопосадочного материала на основе применения новых видов компостов / В. В. Копытков, Н. П. Охлопкова // Проблемы лесоведения и лесоводства : сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2010. – Вып. 70. – С. 247–259.



41. Рекомендации по выращиванию посадочного материала хвойных пород с использованием композиционных полимерных составов / В. В. Копытков, Н. П. Охлопкова. – Внесены в реестр технических нормативных правовых актов № 000184 от 04.10.2010 г.

42. Шемаханова, Н. М. Микотрофия древесных пород / Н. М. Шемаханова. – М. : Изд-во АН СССР, 1962. – 375 с.

43. Родин, А. Р. Перспективы использования полимеров в лесокультурном производстве / А. Р. Родин // Лесное хозяйство. – 1990. – № 2. – С. 11–15.

44. Ибрагимов, А. К. Экологические проблемы лесного комплекса: биоразнообразие, биологические ресурсы и система биологической защиты / А. К. Ибрагимов, В. Г. Егорашин, Е. В. Лебедев // Сб. науч. тр. по итогам межд. науч.-техн. конф. / БГИТА ; под. ред. Е. А. Памфилова / – Брянск, 2005. – Вып. 12. – С. 73–77.

45. Shalaby, S. W. Adsorbent and biodegradable Polymers / S. W. Shalaby, K. J. Burg. – London : CRS PRESS, 2004. – P. 4–7.

46. Mashelkar, R. Concise Encyclopedia of Bioresource Technology / R. Mashelkar, V. Jegatheesan; Ed. A. Pandey. – New York : Haworth Press, 2004. – P. 653–658.

47. Интенсификация выращивания посадочного материала / А. Р. Родин [и др.] ; под ред. проф. А. Р. Родина. – М. : Наука, 1989. – 78 с.

48. Osada, Y. Intelligent gels. American / Y. Osada, S. B. Ross-Murphy, J. Sci. 1993. – Vol. 268, № 5. – P. 82–87.

49. Bernaerts, K. V. Advanced polymer architectures with stimuli-responsive properties starting from inimers / K. V. Bernaerts, C. A. Fustin, C. Bomal-D'Haese, J. F. Gohy, J. C. Martins, Du F. E. Prez // Macromol. – 2008. – Vol. 41, № 7. – P. 2593–2606.

50. Особенности равновесий при образовании комплексов поликислот и полиэтиленгликолей / А. Д. Антипина [и др.] // ВМС. Сер. А. – 1972. – Т. 14, № 4. – С. 941–949.

51. Бимендина, Л. А. Интерполимерные комплексы полимеров и сополимеров, стабилизированные водородными связями, в растворах : автореф. дис. ... д-ра хим. наук : 02.00.06 / Л. А. Бимендина ; Урал. отд-ние Башк. науч. центр. ин-т химии. – Уфа, 1989. – 36 с.

52. Комплексообразование в водных растворах смесей полиакриловой кислоты с поливиниловым спиртом и его сополимерами / Н. Т. Бельникевич [и др.] // ВМС. Сер. А. – 1989. – Т. 31, № 8. – С. 1691–1696.

53. Свойства пленок, растворов и гелей, приготовленных из смесей NaКМЦ с синтетическими полимерами / Т. Е. Князева [и др.] // ВМС. Сер. Б. – 2006. – Т. 48, № 5. – С. 864–868.

54. Межмолекулярные взаимодействия в смесях полуразбавленных водных растворов полиакриловой кислоты и эфиров целлюлозы / О. В. Николаева [и др.] // ВМС. Сер. А. – 1999. – Т. 41, № 7. – С. 1176–1182.

55. Каргин, В. А. Избранные труды. Проблемы науки о полимерах / В. А. Каргин. – М. : Наука, 1986. – 278 с.

56. Каргин, В. А. Краткие очерки по физикохимии полимеров / В. А. Каргин, Г. Л. Слонимский. – М. : Химия, 1967. – 230 с.

57. Каргин, В. А. Роль структурных явлений в формировании свойств полимеров / В. А. Каргин // Успехи химии. – 1966. – № 5. – С. 1006–1012.

58. Тагер, А. А. Физикохимия полимеров : учеб. пособие для студентов вузов / А. А. Тагер. – 3 изд., перераб. – М. : Химия, 1978. – 544 с.

59. Курбаналиев, М. Влияние природы растворителя на кривые течения растворов ацетата целлюлозы и долговечность пленок, получаемых из растворов / М. Курбаналиев, А. Тагер, В. Древаль // Механика полимеров. – 1968. – № 2. – С. 358–363.

60. Савицкая, Т. А. Съедобные полимерные пленки и покрытия: история вопроса и современное состояние / Т. А. Савицкая // Полимерные материалы и технологии. – 2016. – Т. 2, № 2. – С. 6–36.

61. Влияние различных технологических факторов на реологические характеристики альгинатных гелей / Л. С. Большакова [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6. – С. 52–67.

62. Состав для защиты корневой системы от иссушения: а. с. 1456060 СССР, МКИ5 А 01 G 7/06 / В. С. Победов [и др.] ; Ин-т механики металлополимер. систем им. Белого. – № 4257493/30-15; заявл. 05.06.87; опубл. 07.02.89 // Открытия. изобрет. – 1989. – № 5. – С. 12.

63. Состав для обработки корней саженцев лесных культур: а. с. 1576114 СССР, МКИ5 А 01 N 3/00, А 01 G 7/06 / В. А. Морозов [и др.] ; Ин-т механики металлополимер. систем им. Белого. – № 604189/30-15; заявл. 10.11.88; опубл. 07.07.90 // Открытия. Изобрет. – 1990. – № 25. – С. 36.

64. Состав для защиты посадочного материала растений от иссушения: пат. 1153403 СССР, МКИ7 А 01 N 3/00 / Г. П. Малых, М. З. Бородулина, А. И. Калюжный; заявитель Всерос. науч.-исл. инст-т виноградарства и виноделия. – № 3571320/15; заявл. 01.10.83; опубл. 02.10.96 // [Электронный ресурс]. – MIMOSA: Полные описания изобретений. – Диск № 4 (12). – 1996. – Электрон. опт. диск (CD-ROM).

65. Состав для защиты корневой системы сеянцев: а. с. 1780640 СССР, МКИ5 А 01 G 7/06, А 01 G 23/02 / Т. И. Клещев, В. П. Ботенков, В. П. Попов ; Всесоюзн. науч.-исслед. инст-т противопожарн. охраны лесов и мех-ции лесного хоз-ва. – № 4928566/15; заявл. 04.02.91; опубл. 15.12.92 // Изобрет. – 1992. – № 46. – С. 11.

66. Эмульсии из парафина и растительного масла: пат. 891707 EP, МКИ7 А 01 N 25/34 / I. Klimek, K. Becker ; заявитель Chemtec Leuna Gesellschaft Fuer Chemie Und Technologie Mbh. – № 9711239015; заявл. 18.07.97; опубл. 20.01.99 // Изобретения стран мира. – 2000. – Вып. 002. – № 01. – С. 13.

67. Стимуляторы роста семян древесных культур: пат. 1681751 SU, МКИ7 А 01 N 3/00 [Электронный ресурс] / О. Н. Михантьева [и др.] ; заявитель Воронеж. универ. им. Ленинского комсомола и Московский лесотехнич. инс-т. – № 4730574115; заявл. 22.03.89; опубл. 07.10.91.

68. Способ защиты растений от вредных экологических факторов: пат. 2156057 RU, МКИ 7 А 01 G 13/00 [Электронный ресурс] / А. А. Журба, А. А. Беляев ; заявитель Новосиб. инст-т механизации сельск. хоз-ва при Новосиб. гос. аграр. универ. – № 99114825/13; заявл. 07.07.99; опубл. 20.09.00. – MIMOSA: Полные описания изобретений.

69. Process for adding superadsorbent to a pre-formed fibrous web using two polymer precursor streams: Пат. 6918981 США, МПК7 В 05 D1/36 / С. Ко Young, S. Kellenberger, J. Martin and other; заявлено Kimberly-Clark Worldwide, Inc. – № 10/017760; заявл. 14.12.01; опубл. 19.07.05; НПК 156/181. Англ. // РЖ. 47 / Химическое, нефтеперерабатывающее и полимерное машин. – 2006. – № 4. – С. 4–6.

70. Chen, J. Synthesis of superporous hydrogels: Hydrogels with fast swelling and superabsorbent properties / J. Chen, H. Park, K. Park // Journal of Biomedical Materials Research. – 1999. – Is. 1. – С. 53.

71. Griskey, R. G. Polymer Process Engineering / R. G. Griskey. – New York : Char-man&Hall, 1995. – 333 p.

72. Реологическое поведение гелей желатины с добавками анионного полисахарида / А. А. Маклакова [и др.] // Известия КГТУ. – 2012. – Т. 25. – С. 90–97.

73. Laaman, Ed. Hydrocolloids in Food Processing / Ed. Laaman. – Oxford, UK : Wiley-Blackwell, 2010. – 360 p.

74. Бокова, Т. И. Экологические основы инновационного совершенствования пищевых продуктов : монография / Т. И. Бокова ; Новосиб. гос. аграр. ун-т, СибНИИ переработки с.-х. продукции. – Новосибирск : Изд-во НГАУ, 2011. – 284 с.

75. Адсорбирующая композиция и адсорбирующий продукт одноразового использования (варианты): пат. 2183648 RU, МКИ7 С 08 L 5/08 [Электронный ресурс] / Д. Квин, П. Валладжапет ; заявитель Кимберли-кларк уорлдвайд, ИНК. – № 99114009/04; заявл. 25.11.97; опубл. 20.06.02. – MIMOSA: Полные описания изобретений.

76. Hassan, A. Characterization and possible agricultural application of polyacrylamide / sodium alginate crosslinked hydrogels prepared by ionizing radiation / A. Hassan, A. El-Rehim // J. App. Polym. Sci. – 2006. – V. 101, Is. 5. – P. 3572–3580.

77. Сшитая СО-содержащая полиакриловая кислота в качестве суперадсорбента: пат. 2074200 RU, МКИ7 С 08 F 22/06 / Е. Л. Жданкович [и др.] ; заявитель Иркутский институт органической химии СО РАН. – № 93035870/04; заявл. 12.07.93; опубл. 27.02.97. – MIMOSA: Полные описания изобретений. – 1997.

78. Копытков, В. В. А.С. № 1629011 СССР, МКИ АОI/3/00 Состав для защиты корневой системы растений от иссушения // В. В. Копытков, В. А. Морозов. – А.0107/06. № 4664678/15. Заявлено 12.02.89. Оpubл. 23.02.91. Бюл. №7.

79. Защитные и защитно-стимулирующие полимерсодержащие композиции сельскохозяйственного назначения / Г. В. Бутовская [и др.] // Поликомтриб-2005 : тезисы Междунар. науч. конф. / ИММС НАН Б. – Гомель, 2005. – С. 261–262.

80. Lewis, R. J. Food Additives Handbook / R. J. Lewis. – London : Springer, 1989. – 590 p.

81. Техничко-экономические аспекты применения водорастворимых эфироцеллюлозных полимеров в различных отраслях сельского хозяйства / С. В. Виноградов [и др.] // Использование разработок химической науки при выращивании и хранении плодоовощной и другой сельскохозяйственной продукции : тез. докл. науч.-техн. семинара / ГОУ ВПО «ВлГУ». – Владимир, 1986. – С. 13–16.

82. Петропавловский, Г. А. Гидрофильные частично замещенные эфиры целлюлозы и их модификация путем химического сшивания / Г. А. Петропавловский / Ин-т высокомолекулярных соед. – Л. : Наука, 1988. – 298 с.

83. Получение и изучение производных карбоксиметилцеллюлозы / Э.М. Ларина [и др.] // Химия древесины. – 1985. – № 5. – С. 13–18.

84. Новые загущающие препараты на основе механохимически модифицированной Na-карбоксиметилцеллюлозы / И. М. Липатова [и др.] // Текстильная химия. – 1997. – № 2. – С. 26–29.

85. Craddock, H. Chemistry in the Oil industry VII Perfomance in a Challenging Environment / H. Craddock, J. Dunlop, H. Frampton ; Ed. T. Vulson. – London : Royal Society of chemistry, 2002. – 291 p.

86. Кротов, П. В. Влияние влагонабухающих гидрогелей на оптимальное влагообеспечение и питание сельскохозяйственных культур в звене севооборота : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.04 / П. В. Кротов. – Суздаль, 1996. – 183 л.

87. Влияние молекулярной массы на получение и свойства полиакриламидных гидрогелей / Л. Б. Якимцева [и др.] // Материалы. Технологии. Инструменты. – 2001. – Т. 6, № 4. – С. 57–61.

88. Ануфриева, Е. В. Динамика полимерных цепей в процессах структурных и химических превращений макромолекул / Е. В. Ануфриева, М. Г. Краковяк // ВМС. Сер. А. – 1987. – Т. 29, № 2. – С. 211–222.

89. Применение водопоглощающего полиакриламидного полимера в – 415 к при выращивании культур в закрытом грунте [Электронный ресурс] // Пензенская государственная сельскохозяйственная академия. – 2017. – Режим доступа: <http://pgsha.penza.com.ru/science/result/result12.html>.

90. Improving the preservability of plants: pat. 971616 Finland, Class A 01 N 3/00, A 23 B 7/154 [Electronic resource] / K. Jokinen, M. Koivistoinen, R. Rosenqvist and other; assignee Cultor OY, Inc. – 19970001616; filed 16.04.1997; pub. 17.10.1998. – 2016. – Mode of access: <http://v3.espatenet.com/textdoc/DB-EPODOC&IDX=WO09846074&F=0&RPN=F1971616&DOC>.

91. Root crop preservation – by covering with layer(s) of a wax material: pat. 8900381 Netherland, Class A 01 N 3/04, A 23 B 7/16 [Electronic resource] / K. Beheer, B. Asten; assignee K. Beheer, B. Asten. – 19890000381; filed 16.02.1989; pub. 17.09.1990. – 2016. – Mode of access: <http://v3.espatenet.com/textdoc/DB=EPODOC&IDX=NL8900381&F=0&QPN=NL8900381>.

92. Синтез, набухание и адсорбционные свойства композитов на основе полиакриламидного геля и бентонита натрия / О. В. Евсикова [и др.] // ВМС. Сер. А. – 2002. – Т. 44, № 5. – С. 802–808.

93. Pourjavadi, A. Modification of Carbohydrate Polymers via Grafting in Air. 2. Ceric-Initiated Graft Copolymerization of Acrylonitrile onto Natural and Modified Polysaccharides / A. Pourjavadi, M. Zohuriaan-Mehr // Starch – Stdrke. – 2002. – V. 54, Is. 10. – P. 482–488.

94. Энтальпия взаимодействия производных целлюлозы с крахмалом / А. И. Суворова [и др.] // ВМС. Сер. А. – 2000. – Т. 42, № 5. – С. 822–827.

95. Копытков, В. В. ТУ РБ 00969712.02-2000 «Состав «Корпансил» для защиты корневой системы растений» / В. В. Копытков. – Внесены в реестр госуд. регистрации 19.08.2010 г. за № 010484/02. Продлен срок действия до 19.08.2015 г.

96. Зайцев, Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике / Г. Н. Зайцев. – М. : Наука, 1984. – 424 с.

97. Методические рекомендации по оценке эффективности научных, научно-технических и инновационных разработок и их внедрения: утв. Пост. Гос. комитета по науке и технологиям Респ. Беларусь от 20.04.2017 г. № 9. – 15 с.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

## Приложение А

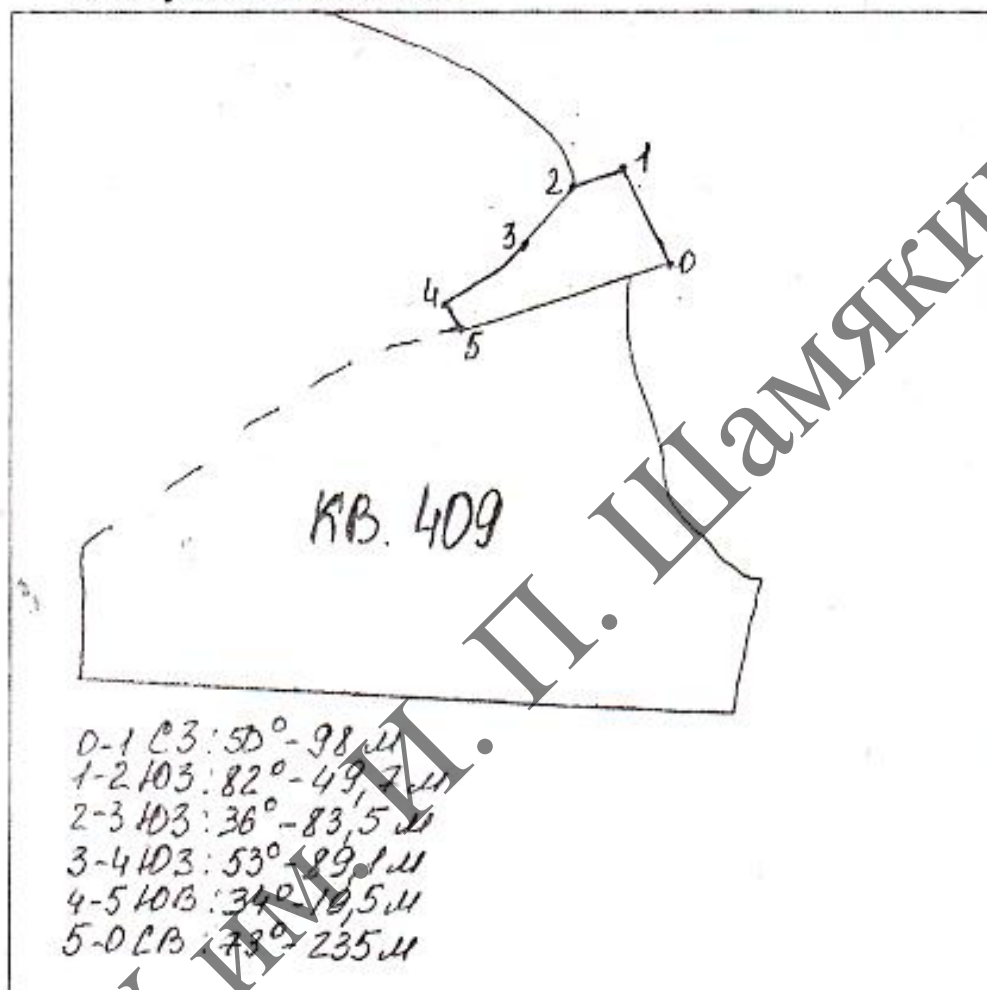
## Образец паспорта опытного объекта

Насаждения искусственного происхождения с использованием композиционного полимерного состава

<b>I. Местонахождение опытного (опытно-производственного объекта)</b>		
1	Лесничество	
2	Урочище	
3	Квартал	409
4	Выдел	44
5	Площадь, га	1,3
<b>II. Общая характеристика опытно-производственного объекта</b>		
1	Год создания объекта	Весна 2017
2	Кем создан объект (инициатор), куратор	Копытков В.В.
3	Цель опыта	Изучение влияния предпосадочной обработки корневых систем сеянцев сосны обыкновенной композиционным полимерным составом на приживаемость лесных культур
4	Лесорастительные условия (тип леса, ТУМ, почва), состав вырубленного древостоя, лесоводственно-таксационная характеристика	
5	Технология создания объекта (метод и способ производства культур; расстояние между рядами и в рядах, количество посадочных мест на 1 га, на всей площади)	Ручная посадка под меч Колесова; 2,5 x 0,7 м на 1 га – сосна – 5714 на всей площади
6	Примечание	

**Схема размещения и натурное оформление опытного  
(опытно-производственного) объекта**

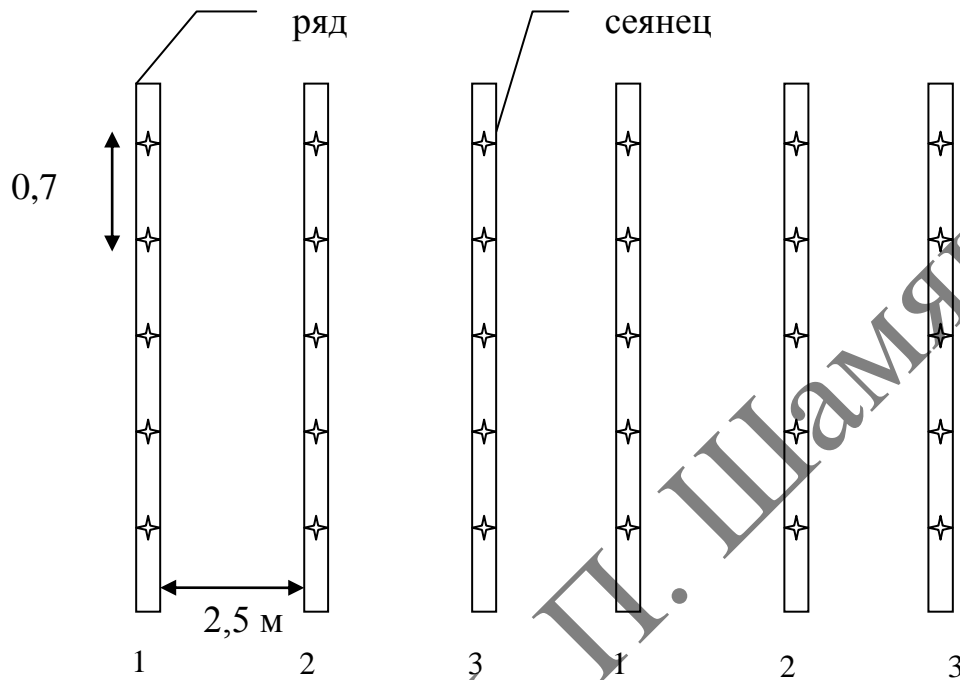
План участка М 1:10000



МГПУ И.М. П. Шамякина

Приложение В

**Схема создания лесных культур сосны обыкновенной  
с использованием композиционного полимерного состава**



Посадка сеянцев в ряды по вариантам опыта в трехкратной повторности  
 1 – контроль (корневые системы сеянцев без обработки)  
 2 – обработка корневых систем сеянцев КПС  
 3 – обработка корневых систем сеянцев модифицированным композиционным полимерным составом



## Приложение Г

### Примерная форма плана лесохозяйственных мероприятий

Год проведения работ	Наименование мероприятий	Качество выполненных работ	Примечание
2021			
2022			
2023			

Составители паспорта УО «МГПУ им. И. П. Шамякина»

Кафедра \_\_\_\_\_

Должность Ф.И.О. Заведующий кафедрой

Паспорт составлен «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

в двух экземплярах, которые хранятся на кафедре и в Мозырском опытном лесхозе.

Опытный объект кв. \_\_\_\_\_, выд. \_\_\_\_\_  
принят под охрану ГОЛХУ «Мозырский опытный лесхоз».

Лесничий \_\_\_\_\_ лесничества \_\_\_\_\_

Директор ГОЛХУ «Мозырский опытный лесхоз» \_\_\_\_\_