

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ИНСТИТУТ ЛЕСА НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ»

На правах рукописи

Копытков Владимир Васильевич

**РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ
ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА И СОЗДАНИЯ
ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР В БЕЛАРУСИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Специальность 06.03.01 – Лесные культуры, селекция, семеноводство

Диссертация на соискание ученой степени
доктора сельскохозяйственных наук

Научный консультант: д.с.х.-н.,
профессор А.Р. Родин

Гомель – 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|-----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 6 |
| ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ..... | 9 |
| ГЛАВА 1. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА И СОЗДАНИЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР..... | 22 |
| 1.1. Анализ результатов применения различных удобрений при лесовыра- щивании..... | 41 |
| 1.2. Научно-теоретические основы использования композиционных мате- риалов при лесовыращивании..... | 57 |
| 1.3. Выводы..... | 63 |
| ГЛАВА 2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ, ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪ- ЕКТОВ И ОБЪЕМ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ..... | 64 |
| 2.1. Методика исследований и характеристика объектов..... | 64 |
| 2.2. Объем выполненных работ..... | 102 |
| 2.3. Выводы..... | 104 |
| ГЛАВА 3. ИЗУЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОСТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕ- РИАЛОВ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕН- НОЙ..... | 105 |
| 3.1. Исследования получения компостов из органоминеральных компо- нентов в лабораторных и производственных условиях | 106 |
| 3.2. Изучение влияния коровых компостов на плодородие почв лесных пи- томников и динамику морфометрических показателей сеянцев сосны обыкновенной..... | 129 |
| 3.3. Выводы..... | 146 |
| ГЛАВА 4. РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ С ИСПОЛЬ- ЗОВАНИЕМ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ | 148 |
| 4.1. Влияние сроков и способов посева семян хвойных пород в лесных пи- | |

| | |
|---|-----|
| томниках на рост сеянцев | 148 |
| 4.2. Исследование и разработка композиционных материалов для предпо- севной обработки семян сосны обыкновенной и изучение их влияния на всхожесть и рост сеянцев | 161 |
| 4.3. Изучение выращивания сеянцев сосны обыкновенной в условиях за- крытого грунта с использованием композиционных материалов..... | 182 |
| 4.4. Выводы | 190 |
| ГЛАВА 5. ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ УДОБРЕНИЙ ПРОЛОНГИРОВАННОГО ДЕЙСТ- ВИЯ И ИЗУЧЕНИЕ ИХ ВЛИЯНИЯ НА ТЕКУЩИЙ ПРИРОСТ СОСНО- ВЫХ НАСАЖДЕНИЙ..... | 192 |
| 5.1. Разработка удобрений пролонгированного действия на основе компо- зиционных материалов..... | 192 |
| 5.2. Влияние минеральных удобрений пролонгированного действия на азотный режим почв и текущий прирост сосновых насаждений..... | 198 |
| 5.3. Непродуктивные потери азота при использовании удобрений пролон- гированного действия в сосновых насаждениях..... | 212 |
| 5.4. Выводы..... | 233 |
| ГЛАВА 6. ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНО- ВЕННОЙ ОТ ИССУШЕНИЯ..... | 235 |
| 6.1. Выводы..... | 250 |
| ГЛАВА 7. ИЗУЧЕНИЕ СПОСОБОВ И МЕТОДОВ СОЗДАНИЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР НА РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЛЯХ С ИС- ПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ | 251 |
| 7.1. Выводы..... | 271 |
| ГЛАВА 8. ЛЕСОВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВ- НОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ И СОЗДАНИЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПОЗИ- | |

| | |
|---|-----|
| ЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ..... | 272 |
| 8.1. Выводы | 280 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ..... | 281 |
| ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ И СОКРАЩЕНИЙ..... | 286 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК..... | 288 |
| Список литературы..... | 288 |
| Список опубликованных работ соискателя..... | 321 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ..... | 332 |
| Приложение 1. Химический состав смешанных образцов почв лесных питомников в разрезе ГПЛХО..... | 333 |
| Приложение 2. Гранулометрический состав почв лесных питомников | 341 |
| Приложение 3. Схема расположения пробных площадей при внесении удобрений в 70-летний сосняк мшистый Ветковского спецлесхоза | 342 |
| Приложение 4. Схема расположения пробных площадей при внесении удобрений в 25-летние сосновые культуры Кореневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси..... | 343 |
| Приложение 5. Схема расположения пробных площадей при внесении удобрений в 17-летние сосновые культуры Кореневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси..... | 344 |
| Приложение 6. Морфологическое описание почвенных разрезов опытных объектов..... | 345 |
| Приложение 7. Лесоводственно-таксационная характеристика сосновых насаждений при внесении удобрений..... | 346 |
| Приложение 8. Динамика содержания аммиачного азота в почве сосновых насаждений при внесении разных форм удобрений..... | 348 |
| Приложение 9. Динамика химического состава лизиметрических вод при весеннем сроке внесения удобрений | 351 |
| Приложение 10. Математическая обработка химического состава лизиметрических вод при весеннем сроке внесения удобрений | 352 |
| Приложение 11. Математическая обработка химического состава лизи- | |

| | |
|--|-----|
| метрических вод при осеннем сроке внесения удобрений | 355 |
| Приложение 12. Акт закладки опытного объекта по выращиванию сеянцев хвойных пород, наработке опытных партий дражированных и инкрустированных семян сосны обыкновенной..... | 357 |
| Приложение 13. Создание лесных культур лесхозами Гомельского ГПЛХО на почвах с различным уровнем радиоактивного загрязнения | 358 |
| Приложение 14. Акт внедрения технологии выращивания микоризного посадочного материала в лесных питомниках МЛХ РБ..... | 359 |
| Приложение 15. Акт внедрения «Рекомендаций по выращиванию микоризных сеянцев хвойных пород на субстрате из органоминеральной смеси и целевых добавок»..... | 360 |
| Приложение 16. Акт внедрения «Методических указаний по способам и срокам посева семян в питомнике»..... | 362 |
| Приложение 17. Акт наработки композиционного полимерного состава «Корпансил» на Корневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси | 363 |
| Приложение 18. Акт наработки композиционного полимерного состава «Корпансил» на Корневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси в 2015 г..... | 364 |
| Приложение 19. Акт наработки композиционного полимерного состава «Корпансил» на Корневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси в 2016 г..... | 368 |
| Приложение 20. Акт использования и внедрения научных разработок в учебный процесс лесохозяйственного факультета ФГБОУ ВПО «БГИТА» | 372 |
| Приложение 21. Акт внедрения научно-технических и методических документов в учебный процесс БГТУ..... | 373 |
| Приложение 22. Акт внедрения научных разработок в «ГЛПР «Семей орманы» Республики Казахстан..... | 374 |

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в связи с интенсификацией лесовыращивания все большее значение приобретает проблема выращивание качественного посадочного материала и создания лесных культур. Главной лесообразующей древесной породой Республики Беларусь является сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), которая занимает в лесном фонде 4112,9 тыс. га, что составляет 50,3% покрытых лесом земель [1].

Для выращивания стандартного посадочного материала разработаны агротехнические приемы, которые включают следующие основные процессы: обработка почвы; создание субстратного слоя и выращивание сеянцев. Составлены шкалы обеспеченности почв лесных питомников для оптимального внесения органических и минеральных удобрений. Разработаны технологии выращивания сеянцев лесных древесных пород в условиях открытого и закрытого грунта с применением комплексной механизации производственных процессов и средств химии. Сформулированы основы современной организации и технологии производства посадочного материала для лесовосстановления и лесоразведения. Разработаны способы и методы создания лесных культур на различных категориях лесокультурных площадей. Определены сроки создания лесных культур и выращивания посадочного материала.

Для интенсификации выращивания посадочного материала в лесных питомниках требуется увеличение содержания гумуса в верхнем гумусоаккумулятивном горизонте почвы. В лесопитомническом хозяйстве не в полном объеме используют в качестве удобрений компосты на основе отходов лесной и деревообрабатывающей промышленности (кора и опилки), а также удобрения пролонгированного действия. Успешный рост и развитие сеянцев сосны обыкновенной во многом зависят от рационального использования органических и минеральных удобрений, а также нормы высева семян.

Актуальность проблемы для Беларуси обусловлена отсутствием теоретической и практической основы использования композиционных материалов (КМ) при выращивании стандартных сеянцев сосны обыкновенной, повышении продуктивности сосновых насаждений за счет внесения удобрений пролонгированного действия и создании лесных культур на землях с различной плотностью радиоактивного загрязнения почвы.

В лесном хозяйстве предусмотрено шире внедрять достижения науки и более рационально использовать средства химии для увеличения выхода стандартного посадочного материала, повышения продуктивности сосновых насаждений и эффективности создания лесных культур [2-4].

Применяемая технология выращивания посадочного материала и создания лесных культур в настоящее время не в полной мере учитывает почвенно-экологические условия для успешного роста растений на основе использования КМ. Решение проблемы повышения эффективности выращивания посадочного материала и создания лесных культур на основе применения КМ способствует интенсификации выращивания посадочного материала за счет оптимизации почвенных условий, предпосевной обработки семян и внекорневой обработки сеянцев сосны обыкновенной.

Работа выполнена в ГНУ «Институт леса Национальной академии наук Беларуси» и ГНУ «Институт механики металлополимерных систем имени В.А. Белого Национальной академии наук Беларуси».

Автор выражает большую признательность и благодарность директору Института механики металлополимерных систем им. В.А. Белого НАН Беларуси, д.т.н., профессору, академику Мышкину Н.К. и д.т.н., профессору, член-кор. НАН Беларуси Плескачевскому Ю.М. за сотрудничество и оказанную помощь в проведении исследований.

За проведенные многолетние комплексные исследования автор выражает благодарность и признательность сотрудникам сектора «Биорегуляции выращивания лесопосадочного материала» Института леса НАН Беларуси и сотрудникам

ИММС им. В.А. Белого НАН Беларуси, которые принимали участие в проведении лабораторных, микрополевых и полевых исследований.

Во время обучения в докторантуре Московского лесотехнического института научный консультант, доктор сельскохозяйственных наук, академик Международной академии наук высшей школы, профессор Родин А.Р. принимал участие в постановке задач, анализе полученных результатов и в последующем оказывал научные консультации в процессе работы над диссертацией.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ. В Беларуси накоплен определенный опыт по искусственному лесовыращиванию, который широко отражен в литературе (В.Ф. Багинский 2009, И.М. Булавик 1998, В.А. Ипатьев 2009, Н.К. Крук 2015, Л.Н. Рожков 1997, В.В. Сарнацкий 1988, Ю.Д. Сироткин 1988, В.В. Усеня 2008, С.С. Штукин 1997, Н.И. Якимов 2007 и др.) [5-14]. Вместе с тем проблема выращивания стандартных сеянцев сосны обыкновенной, создания лесных культур и повышения продуктивности сосновых насаждений полностью не решена. Требуется дальнейшее совершенствование технологии выращивания сеянцев сосны обыкновенной при снижении нормы высева семян и продлении периода создания лесных культур, в том числе на землях с различной плотностью радиоактивного загрязнения почвы. Эффективность выращивания сеянцев сосны обыкновенной в лесных питомниках определяется почвенным плодородием, которое можно повысить путем внесения компостов на основе отходов лесной и деревообрабатывающей промышленности.

После аварии на Чернобыльской АЭС более 250 тыс. га земель [5] Гомельской и Могилевской областей вследствие загрязнения радионуклидами были выведены из сельскохозяйственного пользования, которые использованы для создания лесных культур [15, 16]. При создании лесных культур на загрязненных радионуклидами землях не использовали предпосадочную обработку корневых систем сеянцев КМ и гранулированные семена при посеве.

Для повышения продуктивности сосновых насаждений при снижении потерь азота в газообразной форме и в результате вымывания за пределы корнеобитаемого слоя почвы необходимо разработать удобрения пролонгированного действия на основе композиционных материалов.

Широкий спектр физико-химических свойств КМ, их доступность и небольшая стоимость свидетельствуют о возможности их эффективного применения при выращивании сеянцев сосны обыкновенной, повышении продуктивности со-

сновых насаждений и создании лесных культур. Композиционные материалы – это конструкционные материалы сложного состава, образующиеся путем объемного сочетания связующих (матрица) и наполнителей (целевые добавки). Комплексное изучение закономерностей влияния КМ на агротехнические приемы выращивания посадочного материала и создания лесных культур на радиоактивно загрязненных землях актуально и соответствует современным задачам, решение которых отвечает практическим потребностям лесохозяйственного производства Беларуси.

СТЕПЕНЬ РАЗРАБОТАННОСТИ ТЕМЫ. Данные исследования являются завершенными. Проблеме повышения эффективности выращивания посадочного материала посвящены исследования следующих авторов: Родин А.Р., 1983 [3]; Крук Н.К., Якимов Н.И. и др., 2015 [8]; Парамонов Е.Г., Ананьев М.Е. и др., 2013 [17]; Маркина З.Н., Милешина А.В., 2007 [18]; Редько Г.И., Огиевский Д.В. и др., 1981 [19]. В значительной степени эти исследования рассматривают вопросы использования субстратов на основе торфа и минеральных удобрений, а также предпосевную обработку семян. При этом не используются КМ при получении коровых компостов и для предпосевной обработки семян сосны обыкновенной путем инкрустирования, дражирования и гранулирования.

Существенный вклад в изучение проблемы повышения продуктивности сосновых насаждений на основе применения минеральных удобрений внесли Победов В.С., Булавик И.М., Лебедев Е.А., Сляднев А.П., 1981 [20, 21]; Коновалов В.Н. и др., 2012 [22]. Их работы содержат фундаментальные основы использования минеральных удобрений для повышения продуктивности сосновых насаждений с учетом оптимальных доз их внесения. Однако в трудах этих ученых не рассматриваются вопросы получения и применения удобрений пролонгированного действия с использованием КМ. Кроме того не изучена структура баланса использования удобрений пролонгированного действия в сосновых насаждениях.

Определенное влияние на решение проблемы создания лесных культур на землях с различным уровнем радиоактивного загрязнения почвы оказали Тарасенко В.П., Маркина З.Н. и др., 2011 [23]; Марадудин И.И., Русина Т.В. и др.,

1990 [24]; Ипатьев В.А., Булавик И.М. и др., 2005 [7]; Ландин В.П., Краснов В.П. и др., 2011 [25]. Их работы в значительной мере способствовали изучению методов и способов создания лесных культур с использованием различного посадочного материала на загрязненных радионуклидами землях. Однако в трудах этих ученых не рассматриваются вопросы использования КМ для предпосадочной обработки корневых систем сеянцев сосны обыкновенной и создания лесных культур аэросевом с использованием гранулированных семян.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЙ. Научное обоснование и применение композиционных материалов для разработки ресурсосберегающих технологий выращивания сеянцев сосны обыкновенной и создания лесных культур, обеспечивающих повышение эффективности лесокультурного производства Беларуси.

ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ.

1. Провести комплексную оценку органоминеральных компостов и способов предпосевной обработки семян сосны обыкновенной при выращивании микоризованных сеянцев.

2. Исследовать физико-химические свойства композиционных материалов при получении удобрений пролонгированного действия и установить их влияние на текущий прирост древесины и непродуктивные потери элементов питания в газообразной форме и в результате вымывания с инфильтрационными водами.

3. Изучить технологии создания лесных культур на загрязненных радионуклидами землях на основе использования композиционных материалов.

4. Разработать композиционные материалы для защиты корневых систем сеянцев сосны обыкновенной от иссушения и изучить их физико-химические свойства с целью повышения приживаемости и увеличения сроков посадки лесных культур.

5. Дать оценку лесоводственно-экономическим показателям применения композиционных материалов при выращивании сеянцев сосны обыкновенной и создании лесных культур.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА. Впервые для условий Беларуси разработаны научно-обоснованные ресурсосберегающие технологии выращивания сеянцев сосны

обыкновенной и создания лесных культур с использованием композиционных материалов:

- созданы и изучены новые композиционные материалы для предпосевной обработки семян сосны обыкновенной;

- исследованы технологии получения и применения компостов с использованием композиционных материалов для выращивания микоризованных сеянцев сосны обыкновенной;

- изучены технологии получения и использования средств защиты корневых систем сеянцев сосны обыкновенной от иссушения, позволяющие повысить приживаемость и расширить агротехнические сроки посадки лесных культур;

- разработаны удобрения пролонгированного действия, которые способствуют повышению текущего прироста древесины за счет снижения непродуктивных потерь элементов питания;

- изучены методы создания лесных культур на землях с различным уровнем радиоактивного загрязнения, позволяющие уменьшить время нахождения работающих и повысить приживаемость и сохранность растений.

Научно-практическая новизна диссертации подтверждается 21 авторскими свидетельствами и патентами.

ОБОСНОВАННОСТЬ И ДОСТОВЕРНОСТЬ НАУЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ, ВЫВОДОВ подтверждается большим объемом экспериментальных материалов, собранных за более чем 30 лет с использованием научно-обоснованных методик и применением современных математических методов обработки экспериментального материала, а также оценкой полученных результатов опытно-производственной проверки разработанных методических указаний, рекомендаций, наставлений, технических условий.

ЛИЧНЫЙ ВКЛАД СОИСКАТЕЛЯ. Личный вклад соискателя заключается в разработке проблемы, направленной на повышение результативности лесокультурного производства. Соискателем разработана программа и методика лабораторных и полевых работ, проведен подбор и закладка опытных объектов, сбор, обработка и анализ полученных данных, интерпретация и обобщение результатов

исследований, сформулированы научные положения и выводы. Разработка и внедрение технических условий, технологических регламентов, практических рекомендаций и методических указаний выполнены автором при участии сотрудников сектора.

Работа выполнена автором с 1983 по 2016 гг. в лаборатории лесных культур и питомников БелНИИЛХ (04.07.1983 г. – 01.06.1990 г.), при прохождении докторантуры в МЛТИ (01.12.1990 г. – 31.12.1993 г.) и в лаборатории лесной селекции и семеноводства Института леса НАН Беларуси. Соискателем, который являлся научным руководителем и ответственным исполнителем НИР, научно обосновано применение композиционных материалов при выращивании сеянцев сосны обыкновенной и создании лесных культур.

НА ЗАЩИТУ ВЫНОСЯТСЯ следующие основные положения.

1. Научно-обоснованный комплекс мероприятий применения композиционных материалов, направленных на повышение эффективности выращивания сеянцев сосны обыкновенной, начиная от предпосевной обработки семян и улучшения плодородия почв лесных питомников до создания лесных культур, в т.ч. на землях, загрязненных радионуклидами.

2. Ресурсосберегающие технологии выращивания сеянцев сосны обыкновенной на основе оптимизации почвенно-экологических факторов, позволяющие снизить норму высева семян на 20%.

3. Исследования получения и применения композиционных материалов для защиты корневых систем сеянцев сосны обыкновенной от иссушения, способствующие улучшению влагоудерживающей способности и обеспечивающие повышение приживаемости растений.

4. Ресурсосберегающие приемы применения удобрений пролонгированного действия, способствующие уменьшению дозы их внесения на 30% за счет снижения непродуктивных потерь азота в газообразной форме и в результате вымывания с инфильтрационными водами за пределы корнеобитаемого слоя почвы.

5. Оценка лесоводственно-экономической эффективности выращивания сеянцев сосны обыкновенной и создания лесных культур с использованием композиционных материалов.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ РАБОТЫ. Разработан новый органоминеральный компост «Агрополикор», внесение которого в почвы лесных питомников способствует повышению содержания гумуса и подвижных элементов питания в 1,2-4,4 раза на протяжении 3-х лет. В результате этого биометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной увеличиваются на 15-25%, а выход стандартного посадочного материала – на 12-30%. Установлены сроки компостирования коровых компостов с органоминеральными добавками (10-19 месяцев).

Разработаны «Рекомендации по выращиванию микоризных сеянцев хвойных пород на субстрате из органоминеральной смеси и целевых добавок» и технические условия на «Состав «Агрополикор» для повышения почвенного плодородия питомников».

Разработанные КМ для получения удобрений пролонгированного действия способствуют уменьшению непродуктивных потерь элементов питания в газообразной форме и в результате вымывания за пределы корнеобитаемого слоя почвы на 15,2-30,1%, что позволяет увеличить коэффициент использования удобрений на 10-11%. КМ повышают прочность гранул удобрений в 1,5-2,5 раза. Использование удобрения пролонгированного действия снижает на 30% норму внесения азотных удобрений.

Разработанный композиционный материал «Корпансил» для обработки корневых систем сеянцев сосны обыкновенной производится на Корневской экспериментальной лесной базе Института леса НАН Беларуси с 2004 г. по настоящее время и за этот период наработано 250395 л, а лесные культуры созданы на площади 164950 га. КМ «Корпансил» для обработки корневых систем растений повышает приживаемость лесных культур на 20% и продлевает период посадки леса на 25 дней.

ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ. В лесохозяйственных предприятиях отрасли внедряются разработанные «Рекомендации по технологии

обработки корневых систем посадочного материала от иссушения» (Минэкономика РБ. – Мн., 1997), «Методические указания по способам и срокам посева семян в питомнике» (внесены в реестр нормативных документов 30.05.2007 г. за № 000075), технические условия «Состав «Корпансил» для защиты корневой системы растений» ТУ РБ 00969712.02-2000 (внесены в реестр государственной регистрации 19.08.2010 г. за № 010484/02), «Рекомендации по выращиванию посадочного материала хвойных пород с использованием композиционных полимерных составов» (внесены в реестр нормативных документов 17.04.2010 г. за № 000170), «Рекомендации по выращиванию микоризных сеянцев хвойных пород на субстрате из органоминеральной смеси и целевых добавок» (внесены в реестр технических нормативных правовых актов 14.10.2010 г. за № 000184), технические условия «Состав «Агрополикор» для повышения почвенного плодородия питомников» ТУ ВУ 400070994.008–2010 (внесены в реестр государственной регистрации 14.12.2010 г. за № 030745), «Наставление по применению минеральных удобрений на лесохозяйственных объектах», которые рассмотрены и утверждены МЛХ РБ и Ученым Советом Института леса НАН Беларуси.

ОБЪЕКТ И ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ. Объектом исследований являются семена сосны обыкновенной, сеянцы, лесные культуры, удобрения, композиционные материалы. Предметом исследований являются технологии выращивания сеянцев сосны обыкновенной и создания лесных культур.

ОПУБЛИКОВАННОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ. По теме диссертации опубликовано 77 работ, среди которых 3 монографии (44,21 п. л.), 16 статей в рецензируемых журналах и 21 патент и изобретение, включенных в Перечень ВАК РФ, 17 статей в сборниках научных трудов и материалов конференций, 8 научно-методических пособий, 7 рекомендаций, наставлений и технических условий, 5 информационных изданий.

СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИССЕРТАЦИИ. Работа изложена на 331 странице; состоит из введения, восьми глав, заключения, списка литературы из 322 наименований и 22 приложений; проиллюстрирована 111 таблицами и 38 рисунками.

СВЯЗЬ РАБОТЫ С КРУПНЫМИ НАУЧНЫМИ ПРОГРАММАМИ, ТЕМАМИ. Диссертационная работа выполнена в рамках 12 Государственных научных программ и отдельных научно-технических проектов и заданий, где автор являлся научным руководителем и ответственным исполнителем.

1. «Разработать региональные системы применения удобрений для питомников, в том числе с использованием цеолитов, лесных культур и насаждений разного состава и назначения, повышающие общую продуктивность и устойчивость лесных фитоценозов с учетом охраны окружающей среды», 1990-1996 гг., № ГР 0187009412 (задание Государственного комитета СССР по лесному хозяйству).

2. «Разработать и внедрить системы интенсивного ведения лесного хозяйства, ресурсосберегающие технику и технологии, обеспечивающие выполнение лесами эколого-экономических функций, уменьшение последствий аварии на Чернобыльской АЭС и рациональное использование лесосырьевых ресурсов» (этапы 03.01; 03.03; 03.04; 03.05; 03.28; 03.29; 03.30), 1997-1998 гг., № ГР 19973221 (ГНТП «Лес – экология и ресурсы»).

3. «Разработать новые технологии выращивания посадочного материала, обеспечивающие повышение приживаемости и устойчивости лесных культур», 1999-2000 гг., № ГР 19993821 (ГНТП «Леса Беларуси и их рациональное использование»).

4. «Исследовать закономерности роста и развития посадочного материала при оптимизации почвенно-экологических условий, обеспечивающих повышение приживаемости лесных культур», 2001-2005 гг., № ГР 20015024 (ГПФИ «Лесные биогеоценозы»).

5. «Усовершенствовать и внедрить технологию лесоразведения на низкобалльных сельскохозяйственных землях», 2002-2003 гг., № ГР 20022126 (задание Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь на заключение хозяйственной темы № 27).

6. «Разработать и внедрить ресурсосберегающую агротехнологию посева семян хвойных пород для выращивания стандартного посадочного материала», 2003-2005 гг., № ГР 2003368, (ГНТП «Леса Беларуси»).

7. «Разработать и внедрить систему мер по повышению плодородия и оптимизации почвенно-экологических условий при выращивании стандартного посадочного материала в лесных питомниках», 2006-2010 гг., № ГР 20065460 (ГНТП «Управление лесами и рациональное лесопользование»).

8. «Изменение физиологических и биометрических показателей посадочного материала хвойных пород и оптимизация выхода стандартных сеянцев в зависимости от почвенного плодородия», 2006-2010 гг., № ГР 20063088 (ГПОФИ «Ресурсы животного и растительного мира»).

9. «Разработать и исследовать эффективные технологии создания лесных культур на загрязненных радионуклидами землях с использованием полимерных материалов», 2009-2011 гг., № ГР 20091498 (Договор с БРФФИ № Б09БРУ-002 от 15.04.2009 г.).

10. «Проведение исследований и внедрение технологий получения композиционного полимерного состава для обработки корневых систем растений от иссушения и технологии получения компостов на основе органоминеральных компонентов и целевых добавок в ГУ ГЛПР «Семей орманы», 2011-2012 гг., № ГР 20120515 – Контракт № CS/FS-38 с ГУ «Комитет лесного и охотничьего хозяйства МСХ Республики Казахстан».

11. «Исследовать физико-химические свойства многокомпонентных полимеросодержащих систем и разработать модифицированные композиционные составы для защиты корневых систем растений от иссушения», 2014-2016 гг. № ГР 20142591 (№ Б14КАЗ-001).

12. «Разработать новые композиционные полимерные составы для защиты корневых систем посадочного материала от иссушения и обосновать способы продления периода посадки леса, обеспечивающие повышение приживаемости растений и их устойчивость», 2014-2016 гг., № ГР 20142590 (№ Б14МН-008).

АПРОБАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИССЕРТАЦИИ. Результаты исследований и основные положения диссертации докладывались и обсуждались на 37 международных, всесоюзных и региональных научно-практических конференциях, совещаниях и семинарах:

1. Научно-техническая конференция профессорско-преподавательского состава и аспирантов Белорусского ордена Трудового Красного Знамени технологического института им. С.М. Кирова (Минск, 1984).

2. Всесоюзное научно-техническое совещание «Повышение эффективности использования минеральных удобрений в лесном хозяйстве» (Гомель, 1984).

3. Научная конференция «Проблемы охраны природы в агропромышленном комплексе республик Западного региона» (Каунас, 1988).

4. Международная научно-техническая конференция «Достижения науки и техники в области ресурсосбережения и экологии» (Гомель, 1989).

5. Всесоюзное совещание «Проблема лесоведения и лесной экологии» (Минск, 1990).

6. Всесоюзная научно-практическая конференция «Совершенствование научного обеспечения лесохозяйственного производства» (Пушкино, 1990).

7. Всесоюзная научно-техническая конференция «Охрана лесных экосистем и рациональное использование лесных ресурсов» (Москва, 1991).

8. Всесоюзные координационные совещания по темам: «Разработать комплекс мероприятий по повышению эффективного плодородия лесных почв и продуктивности лесов различного целевого назначения на основе регулирования почвенных процессов методами биологической и химической мелиорации», «Разработать региональные системы применения удобрений для питомников, лесных культур и насаждений разного состава и назначения, повышающих общую продуктивность и устойчивость лесных фитоценозов с учетом охраны окружающей среды» (Гомель, 1984; Пушкино, 1987; Ивано-Франковск, 1988; Каунас-Гирионис, 1989; Архангельск, 1991).

9. Международная научно-техническая конференция «Лес – экология и ресурсы» (Минск, 1998).

10. Международная научно-производственная конференция «Почва – удобрение – плодородие» (Минск, 1999).

11. Международная научно-практическая конференция «Леса Беларуси и их рациональное использование» (Минск, 2000).

12. Международная научно-техническая конференция «Леса Европейского региона – устойчивое развитие» (Минск, 2002).
13. Міжнародная навуковая канферэнцыя «Прыроднае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця» (Брэст, 2004).
14. Международная научно-практическая конференция «Устойчивое развитие лесов и рациональное использование лесных ресурсов» (Минск, 2005).
15. Международная научная конференция «Природная среда Полесья: особенности и перспективы развития» (Брест, 2008).
16. Международная научная конференция «Современное состояние, проблемы и перспективы лесовосстановления и лесоразведения на генетико-селекционной основе» (Гомель, 2009).
17. Международная научно-практическая конференция «Устойчивое управление лесами и рациональное лесопользование» (Минск, 2010).
18. Международная научно-практическая конференция «Наука о лесе XXI» (Гомель, 2010).
19. Международная научно-практическая конференция «Современное состояние и перспективы ведения лесного хозяйства на загрязненных радионуклидами землях» (Гомель, 2011).
20. 76-я научно-техническая конференция профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов УО «БГТУ» (Минск, 2012).
21. IV-я Международная научно-практическая конференция «Природная среда Полесья и устойчивое развитие агропромышленного комплекса региона» (Брест, 2012).
22. Международная научно-практическая конференция, посвященная 60-летию аграрного факультета «Перспективы развития аграрной науки и подготовки конкурентоспособных кадров» (Семей, 2012).
23. V Международная научно-практическая конференция «Современные экологические проблемы устойчивого развития Полесского региона и сопредельных территорий: наука, образование, культура» (Мозырь, 2012).

24. Международная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы сохранения биоразнообразия и ведения лесного хозяйства» (Щучинск, 2012).

25. Международная научно-практическая конференция «Лесопользование, лесостроительство и лесозащита – настоящее, будущее» (Брянск, 2012).

26. II Международная научно-практическая конференция «Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов» (Минск, 2012).

27. VI Международная научно-практическая конференция «Природная среда Полесья и устойчивое развитие агропромышленного комплекса региона» (Брест, 2012).

28. I Международная научно-практическая конференция «Развитие «зеленой экономики» и сохранение биологического разнообразия» (Щучинск, 2013).

29. 77-я научно-техническая конференция профессорско-преподавательского состава БГТУ, научных сотрудников и аспирантов (Минск, 2013).

30. Международная научно-практическая конференция «Современное состояние и перспективы охраны и защиты лесов в системе устойчивого развития» (Гомель, 2013); 78-я научно-техническая конференция с международным участием (Минск, 2014).

31. Международная научно-практическая конференция «Перспективы инновационного развития АПК в Казахстане» (Семей, 2014).

32. Международная научно-практическая конференция «Опустынивание Центральной Азии: оценка, прогноз, управление» (Астана, 2014).

33. 7-я Международная научно-практическая конференция «Опустынивание и лесоразведение» (Москва, 2014).

34. 79-ая научно-техническая конференция профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов БГТУ (Минск, 2015).

35. Международный семинар «Итоги работы проекта «Сохранение лесов и увеличение лесистости территории республики» (Астана, 2015).

36. Международная конференция «Экосистемы Центральной Азии в современных условиях социально-экономического развития» (Улан-Батор, 2015).

37. Международная научно-практическая конференция «Наука – инновационному развитию лесного хозяйства» (Гомель, 2015).

Результаты научных исследований соискателя и внедрение их в производство неоднократно экспонировалось на ВДНХ СССР и других конкурсах. За разработку «Повышение продуктивности лесов с использованием медленнодействующих удобрений» и внедрение медленнодействующих удобрений в опытных лесхозах соискатель награжден серебряной медалью ВДНХ СССР.

Научная разработка «Технология интенсивного выращивания посадочного материала» и ее внедрение в питомниках Белоруссии на выставке «Химизация в лесном хозяйстве» удостоена Диплома ВДНХ СССР. За разработку системы применения новых композиционных материалов при лесовосстановлении на землях с повышенным радиоактивным загрязнением почвы после аварии на Чернобыльской АЭС соискатель удостоен звания «Лауреат премии Госкомизобретений СССР». За разработку и внедрение композиционных материалов при получении медленнодействующих и гранулированных удобрений награжден серебряной медалью ВДНХ СССР, знаком «Отличник изобретательства и рационализации 12-й пятилетки» и знаком «Изобретатель СССР», а также двумя медалями на Международной выставке в г. Ческе-Будеевице.

ГЛАВА 1

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА И СОЗДАНИЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР

Интенсивная химизация выращивания лесопосадочного материала без должного учета почвенно-экологических условий наряду с положительным действием имеет целый ряд отрицательных последствий, в частности: загрязнение воздушного бассейна, почвы, водоемов и подземных вод. Широкое развитие производства композиционных полимерных материалов и их применение во многих отраслях народного хозяйства обусловлено ценными физико-механическими, химическими и эксплуатационными свойствами. Известно, что под действием различных факторов (влаги, света, радиационное излучение, тепло, кислород воздуха и т.д.) изменяются их физико-химические свойства. Поэтому для получения КМ с улучшенными физико-химическими свойствами вводят специальные целевые добавки [3, 4, 26, 27].

С помощью новых композиционных материалов можно решать вопрос повышения выхода стандартного посадочного материала. Практическое решение этого вопроса предполагает создание защитно-стимулирующей пленки покрытия на поверхности семян при предпосевной обработке и внекорневой подкормке в период вегетации растений [27].

Значительные объемы лесокультурных работ обуславливают необходимость выращивания стандартного посадочного материала. Выращивание сеянцев является сложным и трудоемким процессом и требует выполнения большого числа агротехнических и технологических операций, от которых зависит эффективность производства посадочного материала [3, 27]. Она может быть в значительной степени повышена за счет оптимизации почвенно-экологических условий на основе использования композиционных материалов. Применять «чистые» полимеры не рационально по технико-экономическим показателям. Одним из эффективных направлений решения этой проблемы является регулирование физико-химических

свойств композиционных материалов применительно к условиям их эксплуатации [27-29]. Композиционные материалы на полимерной матрице представляют собой удобный объект для такого регулирования. Одним из основных свойств полимерных материалов является способность удерживать воду в объемах, в десятки раз превышающих объем полимера в сухом виде. Отдельные частицы полимера могут являться крайне эффективными губками, которые в воде не растворимы и изменяют характер поглощения влаги. По мере набухания полимер раздвигает почвенные частицы, открывая доступ воздуха, улучшая тем самым аэрацию зоны ризосферы и влагообеспеченность растений [30, 31].

Разработана комплексная технология предпосевной обработки семян с помощью физических и химических методов. Сначала производится обработка семян ультрафиолетовым светом (УФ), затем предпосевная обработка композиционным материалом с целевыми добавками. Эффективность действия ультрафиолетового излучения зависит, главным образом, от длины волны падающего света и времени облучения. Время облучения семян сосны обыкновенной составляет от 3,5 до 14 часов. Обработка семян УФ светом способствует оздоровлению хранившихся семян и препятствует развитию болезнетворных микроорганизмов [32]. Обработка семян КМ с целевыми добавками является одним из эффективных способов протравливания, который позволяет прочно закрепить пестицид и другие вещества на поверхности семян и избежать тем самым значительных потерь препаратов (от 40 до 60%) в результате их осыпания при затаривании и хранении семян, погрузочно-разгрузочных, транспортных, посевных работах. Этот прием обуславливает повышение всхожести и выхода стандартного посадочного материала, улучшает санитарно-гигиенические условия труда обслуживающего персонала, снижает загрязнение окружающей среды [33-38].

Искусственное лесовосстановление и лесоразведение, базирующееся на селекционном посадочном материале и передовых технологиях лесокультурного производства, позволяет получить высококачественные насаждения заданного породного состава, обладающие определенными хозяйственными свойствами [39]. На период с 2010 по 2020 гг. в Беларуси планируется создание лесных куль-

тур на площади 222,5 тыс. га. В период с 2010 по 2015 гг. создано 121,2 тыс. га лесных культур [40, 41].

Для обеспечения лесокультурного производства за 2010-2015 гг. выращено более 877 млн. стандартных сеянцев и саженцев основных лесообразующих видов. Для обеспечения лесокультурного производства на 2016-2020 гг. необходимо вырастить 721,8 млн. стандартных сеянцев и саженцев (таблица 1.1). Ежегодное выращивание стандартного посадочного материала за этот период составит более 144 млн. штук [41]. Агротехника выращивания посадочного материала в лесных питомниках открытого грунта включает в себя три основных процесса: обработка почвы, создание субстратного слоя и выращивание сеянцев. Обработка почвы производится в соответствии с «Рекомендациями ...» [38].

По данным государственной программы лесовосстановления и лесоразведения в лесах Республики Беларусь на период с 1990-1997 гг. в системе МЛХ РБ насчитывалось 176 лесных питомников, в том числе 69 – постоянных и 107 – временных. В 2010 году – 163 лесных питомника, в том числе 63 – постоянных и 100 – временных, а в 2015 году – 95 питомников, в том числе 63 – постоянных и 32 – временных.

С 2016 года в лесных питомниках Беларуси выращивают посадочный материал только в постоянных лесных питомниках. Это позволяет сконцентрировать имеющуюся технику в постоянных лесных питомниках и обеспечить полную механизацию работ. По полученным данным республиканского унитарного лесохозяйственного предприятия «Белгослес» и данным Министерства лесного хозяйства Беларуси, почвы большинства лесных питомников имеют содержание гумуса менее 2%, недостаточное содержание подвижных форм фосфора и калия. Поэтому при выращивании посадочного материала необходимо дополнительно вносить минеральные и органические удобрения.

Для повышения почвенного плодородия лесных питомников необходимо вносить органические удобрения с учетом обеспеченности их элементами питания. Ежегодная потребность в органических удобрениях составляет 40-45 тыс. тонн, а вносят не более 5-10 тыс. тонн.

Таблица 1.1 – Прогнозируемая динамика объемов создания лесных культур и расчетная потребность в посадочном материале [40, 41]

| Наименование ГПЛХО | Планируется на период 2016 -2020 года | | | | | | |
|--|---------------------------------------|----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------------|
| | Всего 2010-2015 | в том числе по годам | | | | | Всего 2016-2020 |
| | | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | |
| 1. Площадь посадки леса, тыс. га | | | | | | | |
| Брестское | 13,56 | 2,2 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,2 | 11,0 |
| Витебское | 20,55 | 3,2 | 3,3 | 3,2 | 3,4 | 3,2 | 16,3 |
| Гомельское | 33,0 | 5,8 | 5,9 | 5,8 | 5,7 | 5,3 | 28,5 |
| Гродненское | 13,61 | 2,2 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,2 | 11,0 |
| Минское | 22,93 | 3,4 | 3,3 | 3,4 | 3,5 | 3,4 | 17,0 |
| Могилевское | 17,58 | 3,4 | 3,8 | 3,4 | 3,5 | 3,4 | 17,5 |
| Всего | 121,23 | 20,2 | 20,5 | 20,2 | 20,7 | 19,7 | 101,3 |
| 2. Выращивание посадочного материала для лесокультурного производства, млн. шт. | | | | | | | |
| Брестское | 111,6 | 13,4 | 12,8 | 13,4 | 14,0 | 13,3 | 66,9 |
| Витебское | 126 | 19,5 | 20,1 | 19,5 | 20,7 | 19,5 | 99,3 |
| Гомельское | 262,2 | 35,4 | 36,0 | 35,3 | 34,8 | 35,4 | 176,9 |
| Гродненское | 86,2 | 13,3 | 12,8 | 13,4 | 14,0 | 13,4 | 66,9 |
| Минское | 146,6 | 20,7 | 20,1 | 20,7 | 21,4 | 20,7 | 103,6 |
| Могилевское | 144,6 | 20,7 | 20,1 | 20,7 | 21,4 | 20,7 | 103,6 |
| Всего | 877,2 | 123,0 | 121,9 | 123,0 | 126,3 | 123,0 | 617,2 |
| Из общего объема: | | | | | | | |
| Удельный вес селекционного посадочного материала, % | | | | | | | |
| Брестское | - | 48 | 49 | 50 | 50 | 50 | |
| Витебское | - | 40 | 43 | 45 | 48 | 50 | |
| Гомельское | - | 40 | 43 | 45 | 48 | 60 | |
| Гродненское | - | 50 | 53 | 54 | 55 | 55 | |
| Минское | - | 40 | 43 | 44 | 46 | 50 | |
| Могилевское | - | 40 | 43 | 44 | 46 | 50 | |
| Всего | - | 42 | 44 | 46 | 50 | 50 | |
| Крупномерного посадочного материала, млн. шт. | | | | | | | |
| Брестское | 7,8 | 1,26 | 1,91 | 2,08 | 3,33 | 3,01 | 11,59 |
| Витебское | 18,04 | 4,2 | 4,8 | 5,5 | 6,9 | 7,2 | 28,6 |
| Гомельское | 2,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 1,0 | 3,6 |
| Гродненское | 8,18 | 1,3 | 1,4 | 1,6 | 1,7 | 1,9 | 7,9 |
| Минское | 33,34 | 5,5 | 5,6 | 5,7 | 5,8 | 6,0 | 28,6 |
| Могилевское | 14,46 | 2,0 | 2,1 | 2,4 | 2,5 | 2,6 | 11,6 |
| Всего | 84,22 | 14,76 | 16,41 | 17,98 | 21,03 | 21,71 | 91,86 |
| 3. Выращивание посадочного материала для зеленого строительства, тыс. шт. | | | | | | | |
| Брестское | 5130 | 1100 | 1300 | 1500 | 1700 | 1800 | 7400 |
| Витебское | 597 | 260 | 280 | 300 | 370 | 350 | 1560 |
| Гомельское | 1781 | 450 | 480 | 520 | 590 | 600 | 2640 |
| Гродненское | 3854 | 690 | 700 | 720 | 740 | 750 | 3600 |
| Минское | 18210 | 3000 | 3100 | 3100 | 3000 | 3100 | 1530 |
| Могилевское | 3222 | 600 | 620 | 630 | 640 | 650 | 3140 |
| Всего | 32794 | 6100 | 6480 | 6770 | 7040 | 6570 | 19870 |

Для получения органических удобрений в Беларуси используют отходы деревообрабатывающей промышленности (кора, опилки). Ежегодное количество отходов составляет 450-500 тыс. м³.

Выращивание сеянцев сосны обыкновенной в условиях открытого грунта осуществляется в соответствии с «Наставлением по выращиванию посадочного материала древесных и кустарниковых видов в лесных питомниках Республики Беларусь» [2] и «Рекомендациями по агротехнике интенсивного выращивания посадочного материала в лесных питомниках Белоруссии» [38]. От предпосевной подготовки семян в значительной степени зависит грунтовая всхожесть, сроки появления всходов, количество всходов на 1 погонном метре и качество сеянцев. Для повышения интенсивности и рентабельности работы лесных питомников в условиях хозрасчета требуются изыскания новых высокоэффективных способов предпосевной обработки семян.

Большое значение для рационального использования дорогостоящих микроэлементов, стимуляторов роста и целевых добавок имеет практическое применение композиционных материалов для предпосевной обработки семян [42, 43]. В последнее время большое внимание уделяется инкрустированию семян с использованием различных полимеров и целевых добавок. При инкрустировании семена намачивают в водных растворах полимеров с введением микроэлементов и стимуляторов роста. Введение микроэлементов и стимуляторов роста определяется в зависимости от вида семян. Исследования академика Родина А.Р. [31] показали, что под воздействием стимуляторов роста и микроэлементов улучшается качество посадочного материала и повышается выход саженцев в питомниках. При обработке сеянцев сосны 0,01%-ным раствором гетероауксина увеличивается фитомасса корней на 25-34% по сравнению с контрольной. В результате этого у саженцев соотношение фитомассы надземных органов и корней находилось в пределах оптимального – 2:1 – 3:1, в то время как у контрольных оно составило 4,5:1 и более. Обработка сеянцев сосны микроэлементами (марганцем и йодом) была менее эффективной. Под их воздействием усиливается в основном рост надземной части и в меньшей степени корней, что неизбежно приводило к некоторой

диспропорции фитомассы ассимилирующих и всасывающих органов. Для приготовления защитно-стимулирующего состава используют полимерную композицию: гуминовые препараты и протравитель [44].

Наиболее перспективным и безопасным способом предпосевной обработки семян является применение ультрафиолетового (УФ) света. Обработка семян ультрафиолетовым излучением стимулирует физиологическую активность зародыша, повышая его энергию, и не оказывает отрицательного действия на наследственную систему. У семян, облученных УФ светом, энергия прорастания на 20-30%, а всхожесть – на 15-25% выше по сравнению с необлученными [45-47].

В соответствии с проведенными исследованиями ряда ученых величина стимулирующего эффекта ультразвука колеблется в значительных пределах в зависимости от вида древесных растений. Оптимальный режим обработки для каждого из них может быть установлен лишь в результате детальных лабораторных и полевых исследований [48-50].

Недостаточным экспериментальным обоснованием можно объяснить низкую эффективность предлагаемых способов предпосевной обработки семян основных лесообразующих пород [25, 51].

Получены данные о перспективности использования парааминобензойной кислоты (ПАБК) в растениеводстве [52-54]. В то же время существуют определенные препятствия на пути широкого использования ПАБК в биологии – это необходимость установления для каждого вида своих условий обработки семян, позволяющих увеличить всхожесть и выход стандартных сеянцев. Российскими учеными Проказиным А.Е., Атрощенко Л.А. и др. [51] была достигнута цель по оптимальным режимам предпосевной обработки семян сосны обыкновенной и ели европейской ультразвуком и ПАБК.

Исследования Станко С.А. [55] показали, что облучение растительных объектов оптимальной дозой светового потока обеспечивает наибольший эффект.

При посеве семян норму высева и глубину их заделки российские ученые предлагают дифференцировать в зависимости от почвенно-экологических условий и фактического уровня агротехники в питомниках (таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Средние нормы высева семян хвойных пород в зависимости от почвенно-экологических условий и уровня агротехники выращивания (семена сухие, 1 класса качества) [56]

| Почвенно-экологические условия | Сосна | | Ель | |
|---|---------|-------|---------|-------|
| | г/пог.м | кг/га | г/пог.м | кг/га |
| 1. Благоприятные (высокая агротехника, легкие почвы) | 1,1 | 44 | 1,3 | 52 |
| 2. Недостаточно благоприятные (средний уровень агротехники) | 1,35 | 54 | 1,5 | 60 |
| 3. Неблагоприятные (низкая агротехника, тяжёлые почвы) | 1,5 | 60 | 1,8 | 72 |

Необходимо отметить, что российские ученые рекомендуют использовать для посева сухие семена хвойных пород. По данным многочисленных исследований, сухие семена хвойных пород не эффективно использовать при посеве семян для выращивания посадочного материала [2, 38, 45]. Для условий Беларуси эффективность использования дорогостоящих семян хвойных пород по данным МЛХ РБ не превышает 30%. Поэтому нами для повышения эффективности использования семян предложены КМ для предпосевной их подготовки методами инкрустирования, дражирования и гранулирования.

Применяемая в настоящее время агротехника выращивания посадочного материала хвойных пород в соответствии с «Наставлениями...» [45] определяет норму высева семян сосны обыкновенной первого класса качества в количестве 60 кг/га. Для уменьшения нормы высева семян сосны обыкновенной с 60 кг/га до 50 кг/га необходима оптимизация почвенно-экологических условий лесных питомников по содержанию гумуса, основных элементов питания и влажности [2]. Большое значение при этом имеет предпосевная обработка семян КМ с целевыми добавками. КМ обеспечивают оптимальное содержание влаги вокруг семян.

Исследованиями Парамонова Е.Г. и др. [17] определена биологическая эффективность выращивания сеянцев сосны при точечном высева семян. Данными авторами установлено, что при точечном высева семян сосны обеспечивается

экономия посевного материала до 30 кг/га. При этом увеличивается выход стандартных сеянцев с 1 га до 76% и составляет 2 млн. шт./ га.

При точечном посеве сосны обыкновенной семена располагаются в 1 см друг от друга и на 1 п.м. посевной строчки составляют 70-110 шт. семян. Точечный посев семян сосны обыкновенной обеспечивает примерно одинаковую грунтовую и лабораторную всхожесть семян за счет создания благоприятных условий для прорастания и нормального роста растений. Предпосевная обработка сосны обыкновенной заключается в замачивании семян на 18-24 часа в растворе микроэлементов. Объем раствора должен быть в 3-4 раза больше объема замачиваемых семян. Семена за сутки до посева подсушивают под навесом до степени сыпучести и протравливают фундазолом из расчета 6 г/ кг семян [17].

По данным Ананьева М.Е. [57] в лесопитомническое хозяйство внедрена агротехника выращивания сеянцев при снижении нормы высева семян на 20 кг/га при 4-х строчной схеме посева.

Во многих странах для посева семян хвойных пород в открытом и закрытом грунте испытывались носители из бумаги. Исследования ученых Германии, проводивших посев семян хвойных указанным методом, показали, что, несмотря на интенсивный полив во время прорастания семян, бумага разлагается медленно и не равномерно. Поэтому многие всходы вынуждены преодолевать дополнительное сопротивление бумажной ленты. Это способствовало повреждению растений и уменьшало выход стандартных сеянцев [58].

Аналогичные исследования проведены в БГТУ им. С.М. Кирова (Минск) и МГУЛ (Москва). По данным Якимова Н.И., Поплавской Л.Ф. [59-61], наибольший выход сеянцев хвойных пород при различных нормах высева семян получен при точечном посеве. В исследованиях российских ученых [4, 17, 57] первостепенное внимание с учетом максимального выхода стандартных сеянцев уделяется точечному или адресному посеву семян в лесных питомниках. Этот способ посева является наиболее эффективным и способствует уменьшению нормы высева семян на 30-40%.

Одной из сложных проблем при выращивании посадочного материала является получение равномерного высева семян и одинаковой глубины их заделки. Биометрические показатели семян хвойных пород, их размеры и масса варьируют в больших пределах, что затрудняет создание дозирующих высевающих механизмов, способных обеспечить точный посев. Установлено, что размеры семян в одной партии различаются по длине – в 1,5 раза, ширине – 1,9 раза, толщине – в 1,6 раза [41]. Точно дозировать семена можно только при низкой скорости движения сеялки и высоком уровне предпосевной обработки почвы. Использование носителей семян позволяет устранить эти недостатки. Носители семян изготавливают в виде шнуров, сеток, лент, пластин или матов из природных, искусственных и синтетических материалов. Важным преимуществом такого вида посева является возможность устанавливать любой шаг размещения семян на носителе с высокой точностью [41].

Для определения фактической массы 1000 шт. семян сосны обыкновенной и ели европейской в БГТУ им. С.М. Кирова учеными Н.И. Якимовым, А.А. Колесником, Л.Л. Застенской [59] проведены исследования определения массы семян в отдельных партиях, собранных в лесхозах Беларуси в разрезе каждого ГПЛХО. Выполненная статистическая обработка результатов позволила с достаточно высокой степенью точности определить среднюю массу 1000 шт. семян, которую необходимо использовать при расчетах нормы высева семян в каждом ГПЛХО Беларуси. По полученным данным средняя масса 1000 шт. семян сосны, собранных в насаждениях, колеблется в пределах от 6,25 г до 7,00 г, причем имеется тенденция к увеличению массы семян по мере продвижения с севера республики на юг. Семена, заготавливаемые с лесосеменных плантаций, по своей массе практически не отличаются от семян, собранных в насаждениях. В соответствии с последним «Наставлением по выращиванию посадочного материала древесных и кустарниковых видов в лесных питомниках Республики Беларусь» [2] средняя масса 1000 шт. семян равна 6,0 г, а по «Наставлению по выращиванию посадочного материала деревьев и кустарников в лесных питомниках Белоруссии» [45] –

5,6 г. Данные показатели массы семян ниже полученных фактических данных (6,25- 7,0).

По данным белорусских ученых [59-61], для расчетов было принято: оптимальное число растений на 1 пог. м, при котором наблюдается нормальный рост и развитие сеянцев сосны обыкновенной – 100 шт.; минимальное значение всхожести семян сосны обыкновенной – 95%; минимальное значение чистоты семян сосны обыкновенной – 92%; поправочный коэффициент на грунтовую всхожесть семян сосны – 0,6. Масса 1000 шт. семян принималась согласно полученным результатам по каждому ГПЛХО Республики Беларусь.

В БГТУ Якимовым Н.И. и Поплавской Л.Ф. [61] проведены исследования по установлению оптимальных норм высева семян сосны с целью получения планового выхода стандартных сеянцев хвойных пород.

Полученные результаты позволяют предположить, что оптимальной нормой высева семян сосны, обеспечивающей наибольший выход сеянцев при наименьшем расходе семян, является 1,0 г на погонный метр, что соответствует расходу семян сосны обыкновенной при 5-строчной схеме посева около 35 кг на 1 га [61].

По наблюдениям Е.Г. Орленко [62] зависимость между массой семян сосны обыкновенной и ростом сеянцев проявляется только у однолетних растений.

Учеными БГТУ им. Кирова [60] выявлено отсутствие четкой зависимости показателей качества семян от их географического происхождения. Установлено, что рост однолетних сеянцев сосны обыкновенной зависит от крупности семян и их абсолютной массы.

Необходимо отметить, что действующие нормы высева семян хвойных пород в Беларуси не являются достаточно обоснованными, в связи с тем, что масса 1000 шт. семян, с учетом которой производится расчет норм высева, существенно ниже средней фактической массы семян хвойных пород. Поэтому фактическая эффективность использования семян хвойных пород составляет 28-30%. Использование семян хвойных пород в питомнике с учетом фактической их массы и предпосевной обработки позволит более рационально их применять для выращивания сеянцев [63].

На лесных почвах семена заделывают на глубину 1,0-1,5 см и одновременно прикатывают катком. После чего проводят мульчирование опилками слоем до 1 см или полимерными пленками (СМ-60, СУФ-МК-60). На тяжелых почвах семена заделывают торфо-дерновым или коровым компостом слоем 0,5-1,0 см с последующим мульчированием опилками или полимерным нетканым материалом [2, 17, 63, 64].

Семена хвойных пород начинают прорастать при температуре воздуха 5 °С и выше. Поэтому осенние посевы рекомендуют проводить в прохладную погоду до наступления заморозков, чтобы всходы не погибли [65, 66].

Для повышения эффективности выращивания посадочного материала в лесных питомниках используют композиционные полимерные составы. Современные высокопрочные композиты на полимерной матрице стали широко использовать в начале 70-х годов прошлого столетия [67, 70].

В материаловедении обнаруживается тенденция к развитию микрокапсулирования – технологии создания материалов в виде твердых оболочек, содержащих малые объемы веществ в газообразной, жидкой и твердой фазах. Материалы на основе микрокапсул представляют собой специфический вид композиционных материалов. Полимерные оболочки микрокапсул формируются методом пленкообразования из растворов и расплавов, а также в результате полимеризации или поликонденсации низкомолекулярных веществ [68, 70]. Проведенные исследования в Институте леса НАН Беларуси и Институте механики металлополимерных систем им. В.А. Белого НАН Беларуси по разработке и исследованию КМ дают основание утверждать, что они могут широко использоваться в лесокультурном производстве при выращивании сеянцев и создании лесных культур [71, 72]. Для изменения физико-химических свойств КМ используют различные целевые добавки, которые обеспечивают более рациональное использование дорогостоящих микро- и макроэлементов. В качестве целевых добавок для улучшения физико-химических свойств композиционных материалов и решения проблемы ресурсосбережения используют древесные опилки. Мелкодисперсные древесные опилки широко используют для предпосевной обработки различных семян. Существен-

ное расширение номенклатуры древесных композитов связано с достижениями в области химии высокомолекулярных соединений [73, 74].

При получении изделий из мелкодисперсной древесины используют термопластичные связующие [75, 76]. Так, фирма «Колоидз» (Англия) выпускает материал мастервуд, представляющий смесь опилок с полипропиленом и другими термопластами [77].

Исследования по получению медленнодействующих удобрений применительно к лесохозяйственному производству в 1986 г. обобщены автором в кандидатской диссертации «Влияние медленнодействующего азотного удобрения на прирост сосновых насаждений и загрязнение среды» [71].

С 1986 по 1990 гг. в БелНИИЛХе изучались вопросы интенсивной агротехники и технологии выращивания лесопосадочного материала на основе использования органических и медленнодействующих минеральных удобрений, различных субстратов и мульчирующих пленок, а также композиционных материалов для предпосевной обработки семян. Научные исследования по влиянию медленнодействующих удобрений на лесные биогеоценозы проводились совместно с другими научно-исследовательскими институтами (ИММС НАН Беларуси; БелНИИПА; БГТУ).

Изучено влияние различных способов предпосевной обработки семян различных лесных пород [78, 79]. Исследованы различные целевые добавки (макроэлементы, микроэлементы, стимуляторы роста, биологически активные вещества и др.) в композиционных материалах и изучено их влияние на рост и развитие сеянцев хвойных пород. Итогом научных работ явилась монография «Руководство по исследованию и применению композиционных материалов при лесовыращивании» [72] и методические рекомендации [42]. Более глубокие дальнейшие исследования по разработке новых композиционных составов для лесовыращивания проведены при выполнении пяти заданий ГНТП:

- «Разработать новые технологии выращивания посадочного материала, обеспечивающие повышение приживаемости и устойчивости лесных культур» (1999-2000 гг.) [80].

- «Внедрить агротехнологию выращивания посадочного материала с использованием эффективных композиционных материалов и исследовать их действие на рост и приживаемость лесных культур» (2000-2001 гг.) [81].

- «Разработать и внедрить ресурсосберегающую агротехнологию посева семян хвойных пород для выращивания стандартного посадочного материала» (2003-2005 гг.) [82].

- «Разработать и внедрить систему мер по повышению плодородия и оптимизации почвенно-экологических условий при выращивании стандартного посадочного материала» (2006-2010 гг.) [83].

- «Разработать и внедрить интенсивные технологии выращивания посадочного материала древесных пород для условий закрытого грунта» с 2011-2015 гг.) [84].

Эффективность создания лесных культур во многом определяется качеством посадочного материала. Транспортировка посадочного материала от питомника до места посадки может привести к иссушению корневых систем сеянцев. Оводненность корневой системы является одним из показателей приживаемости растений. Обработка корневых систем сеянцев КМ предотвращает их иссушение, а разработка новых КМ способствует получению покрытий с заданными свойствами, которые полностью разлагаются в почве и обеспечивают повышение водопоглощения в десятки раз [72, 85].

Созданием лесных культур на землях с повышенной плотностью радиоактивного загрязнения почвы цезием-137 методом аэросева с использованием гранулированных семян до сих пор мало кто занимался. Производственный опыт создания лесных культур методом аэросева в условиях Беларуси также небольшой. Поэтому, прежде чем проводить экспериментальные исследования, необходимо обобщить имеющийся опыт создания лесных культур посевом в других регионах СНГ.

Авиационные средства нашли применение при аэроसेве хвойных пород в районах северо-запада России на концентрированных вырубках больших площа-

дей после пожара. Аэросев также использовали при посеве семян саксаула в Средней Азии и трав в степных районах для укрепления песков.

В связи с тем, что концентрированные вырубки в России имеют сравнительно большие площади, аэросев хвойных пород (сосны, ели) на этих площадях дает положительные результаты [86]. При аэросеве семян хвойных пород применяют в основном самолет АН-2. До проведения аэросева проводят подготовительные работы для более успешной заделки и прорастания семян. Концентрированные вырубки черничных, брусничных и кисличных типов леса должны наполовину быть очищены от травяного покрова. Лучшие результаты по всхожести семян хвойных пород получены на вырубках и гарях [86].

Приемлемыми сроками аэросева, по данным Кармазина А.У. [86], является ранняя весна (март) или поздняя осень (ноябрь). Весной при таянии снега семена сравнительно легко проникают в верхний слой почвы и прорастают. При аэросеве семян ели результат получается неудовлетворительным при высеве их на открытые вырубки, прогалины, так как молодые всходы не защищены от заморозков, солнцепека, выжимания корневой системы и т.д. Перед проведением аэросева площадь маркируют флажками для ориентировки полета самолета или вертолета. По ширине участка флажки выставляют через 30 м (ширина захвата самолета АН-2), по гону – через 500 м. Самолет АН-2 загружают обескрыленными семенами (до 740 кг) в бак, расположенный в грузовой кабине. Норма расхода семян на 1 га составляет: 1-1,5 кг на гарях и на 0,5 кг больше при аэросеве на вырубках. Аэросев семян хвойных пород может выполняться в течение всего светового дня при скорости ветра не более 5 м/с. Полет выполняется челночным или загонным способом, детально описанным в учебнике Г.Г. Самойловича [87].

Территории, на которых возможен посев хвойных пород, ограничены. На сухих почвах посадка более целесообразна, чем посев, так как всходы погибают от иссушения или опала. В лесной зоне широко распространены посевы сосны и ели. В частности, их применяют в лишайниковых и вересковых борах (сосняках и ельниках брусничниковых, ельниках-зеленомошниках, в сосняках и ельниках-черничниках). Тщательный подбор площадей и правильная подготовка к проведе-

нию аэросева обеспечивают быстрое возобновление леса на не покрытых лесом площадях [88].

На легких почвах семена хвойных пород заделывают глубже, чем на тяжелых. Рядовой посев может проводиться в борозды или в обработанные полосы. Ширина борозд зависит от степени задерненности почв и составляет от 0,5 до 0,7 м, а ширина полос – от 1,4 до 3,0 м. Расстояние между серединами борозд составляет 1,25-2,0 м, а между серединами полос 4 м. Вопрос о направлении борозд (полос) решается в зависимости от того, с какой стороны более необходима защита – с юга (от солнцепека) или с востока – от суховеев [88, 89].

Согласно данным ученых Беларуси Праходского А.И. и др. [90], посев считается одним из методов создания лесных культур. Создание лесных культур посевом похоже на естественное возобновление леса.

Однако данный метод не лишен и недостатков. При его использовании необходимо проводить тщательный агротехнический, а позже и лесоводственный уход за культурами.

При посеве наблюдается значительно больший расход семян, чем при посадке сеянцев и саженцев. В практике искусственного лесовосстановления в Беларуси посев леса составлял примерно 20% от общего объема лесокультурного производства, а в настоящее время не более 5% [90].

По исследованиям Якимова Н.И. и Домасевича А.А. [91], главной породой при создании лесных культур на низкобалльных сельскохозяйственных землях является сосна обыкновенная. Лучшая порода для смешения с сосной – береза повислая. При создании смешанных насаждений доля участия лиственных пород должна быть достаточной для обеспечения устойчивости культур и не должна снижать общую производительность насаждения. Лесные культуры сосны обыкновенной, создаваемые на почвах, вышедших из-под сельхозпользования, должны быть оптимальной густоты, чтобы они не требовали проведения частых рубок ухода. По данным Ипатьева В.А. [92], на сельскохозяйственных землях, подверженных радиоактивному загрязнению, основным способом создания лесных культур является посадка.

В России Марадудин И.И. и др. [24], Тарасенко В.П., Маркина З.И. и др. [23, 93] установили, что в условиях антропогенного радиоактивного загрязнения технология создания лесных культур посевом оказалась малоэффективным мероприятием. Сохранность созданных лесных культур ели и дуба составила менее 20%, а сосны – 50%. Этими авторами разработаны основные принципы мероприятий создания лесных культур на загрязненных радионуклидами землях. В основу этих принципов положена безопасность работающих и минимальное нахождение людей в этих условиях, а также создание лесных насаждений с использованием крупномерного посадочного материала и посадкой его пучками. Данные авторы предлагают посадку по 2-3 саженца или пять семян в одно посадочное место.

В Беларуси созданием лесных культур на загрязненных радионуклидами землях занимались Ипатьев В.А., Багинский В.Ф. и др. [7], Поджаров В.К., Волович П.И. и др. [94, 95, 96], Якушев Б.И. и др. [97]. Данные авторы рекомендуют создавать лесные культуры хозяйственно ценными породами: сосна, ель, лиственница, дуб, ясень, береза, ольха черная. Посадку культур производить преимущественно весной с использованием стандартных семян и саженцев, а также посадочным материалом с закрытой корневой системой. Посев семян древесных пород допускается в исключительных случаях с обязательной заделкой их в почву.

Созданием лесных культур на радиоактивно загрязненных землях на Украине занимались Ландин В.П., Краснов В.П., Орлов А.А. и др. [25], Зибцева О.В. [98] и др. Учеными Украины установлена предельная плотность загрязнения почвы для создания лесных культур. При создании лесных культур они рекомендуют использовать генетически улучшенный материал, который выращивается в условиях закрытого грунта в неотапливаемых весенне-летних полиэтиленовых теплицах с мелкокапельным поливом. Это позволяет эффективно использовать семена и получать гарантированные стандартные сеянцы сосны обыкновенной за один вегетационный период.

В Беларуси придается важное значение формированию лесной политики по лесовосстановлению и лесоразведению, что и определено программой «Леса будущего» [9]. Изучением вопросов создания лесных культур на бывших сельхоз-

землях занимались сотрудники Института леса НАН Беларуси. Были заложены многовариантные опыты с различными древесными породами и проведена разработка безопасных и рациональных методов создания лесных культур на загрязненных радионуклидами землях [99, 100].

Обобщая полученные данные по созданию лесных культур на землях, загрязненных радионуклидами, можно сказать, что для конкретных условий России, Беларуси и Украины предлагаемые технологии могут быть использованы эффективно с использованием КМ с целевыми добавками для предпосевной подготовки семян, получения гранулированных семян и предпосадочной обработки корневых систем посадочного материала.

Физико-химические свойства КМ во многом зависят от применяемых полимеров и целевых добавок, а также их концентрации [101-103]. Для условий Беларуси наиболее эффективным является полимер NaКМЦ, который выпускается в ОАО «Борисовский завод пластмассовых изделий». По внешнему виду данный полимер представляет порошкообразный материал от белого до светло-серого цвета с массовой долей воды не более 12% (ТУ РБ 600012297.105-2011). Применение микро- и макроудобрений в качестве целевых добавок в небольших концентрациях для предпосевной обработки семян и защиты корневых систем сеянцев от иссушения является перспективным агроприемом.

В большинство известных КМ входит один матричный полимер, который способствует улучшению физико-химических свойств составов [103-105].

В последнее время появилось большое количество запатентованных составов, содержащих полимер и целевые добавки, которые способны удерживать влагу. Во многих составах одним из компонентов используют альгинат натрия. Альгинаты, будучи продуктом переработки морских водорослей, не выпускаются в Республике Беларусь, а их стоимость колеблется (в зависимости от качества) от 7 до 20 долл. США за 1 кг. С учетом стоимости транспортных расходов применение на территории Беларуси альгината натрия в составах, где он является основным ингредиентом, экономически не оправдано [85].

Перспективным является использование для защиты корневых систем посадочного материала от иссушения расплава низкомолекулярного полиэтилена с вазелиновым маслом и парафином [106]. Однако, попав в почву, полиэтилен разлагается в течение нескольких лет, что отрицательно сказывается на окружающей среде. Использование КМ на основе полимеризованной акриловой кислоты позволяет достичь влагоудерживающей способности до 1290 г/г [107].

С целью снижения стоимости материалов и уменьшения вредного воздействия на окружающую среду, появилось много работ, посвященных получению КМ и применению набухающих глинистых минералов [108-110].

В защитно-стимулирующих композициях лесохозяйственного назначения чаще всего используется NaКМЦ. Полимерная пленка, образующаяся на поверхности семян или вегетативных частях растений, закрепляет различного рода целевые добавки и позволяет избегать их потерь вследствие осыпания. Известно, что 1 г NaКМЦ способен впитать до 80-100 г воды [111-113].

В ряде работ показано, что получение КМ в определенных условиях позволяет увеличить их динамическую вязкость более чем в 3 раза [114-116].

Широкое применение в сельском и лесном хозяйстве в качестве флокулянтов, структурообразователей и диспергаторов находят ПАА. Особенностью водных растворов ПАА является их склонность к гелеобразованию [117, 118].

В России и Великобритании используются КМ на основе альгината натрия, а в других странах – химически сшитые гидрогели. Использование химически сшитых веществ в Беларуси экономически неоправданно, а использование КМ на основе импортных альгинатов, различного рода крахмалов увеличивает стоимость конечного продукта и приводит к зависимости от поставщиков сырья [85].

В ИФОХ и ИЭБ НАН Беларуси разработаны технологии синтеза и применения микроудобрения нового поколения – «Наноплант» в виде водных коллоидных растворов на основе наночастиц соединений микроэлементов. Размер наночастиц (2÷40 нм) меньше размера пор, что позволяет им свободно проникать через мембрану к внутриклеточным органеллам и участвовать в синтезе белков-ферментов.

Для достижения экономического эффекта используют меньшее количество микроэлементов в виде наночастиц. [119].

Наполнители и адсорбенты занимают значительный объем в композиционном материале. Поэтому физико-химические свойства КМ определяется целевыми добавками. В качестве наполнителей и адсорбентов при дражировании семян хвойных пород для предпосевной обработки в условиях Украины наиболее широкое применение имеют следующие: глинистые минералы, бентонит (монтмелиллонит, наноглина), трепел, торф, сапрпель, диатомит [120].

На основании проведенного литературного обзора установлено, что в настоящее время не разработаны КМ, способные одновременно защищать корневые системы растений от иссушения и продлить период посадки леса до 25 дней. Композиционные материалы обладают высокими физико-механическими свойствами и адгезией к поверхности корневой системы посадочного материала. Высокая пористость таких полимерных матриц и введение в них удобрений и микроэлементов делает их перспективными для защиты и ускорения приживания корневой системы растений.

Внесение удобрений при выращивании посадочного материала в лесные питомники позволяет получить стандартные сеянцы хвойных пород [29]. Система применения удобрений в питомниках должна состоять из трех звеньев: основного внесения удобрений, предпосевного внесения и подкормки растений в период вегетации. Основное и предпосевное внесение удобрений не могут в полной мере удовлетворить потребность растений в элементах питания. Поэтому следует проводить подкормку растений в период вегетации. Внекорневую подкормку проводят путем опрыскивания растений водными растворами, содержащими один или несколько элементов минерального питания.

Для повышения эффективности выращивания посадочного материала во многих странах используют различные полимерные структурообразователи почв [85]: полиакриламид, поливинилацетат, мочевиноформальдегидный нанопласт, натриевую соль карбоксиметилцеллюлозы и др.

1.1 Анализ результатов применения различных удобрений при лесовыращивании

Наиболее широкое применение минеральные удобрения получили при выращивании посадочного материала древесных пород в лесных питомниках [121], где наиболее эффективным считается полное удобрение. Широкомасштабные исследования по применению минеральных удобрений в лесные насаждения различного возраста проведены во многих странах бывшего Советского Союза до 1990 г. [122-130].

Минеральные удобрения не только оказывают положительное влияние на прирост древесины, но и повышают эффективность многих других лесохозяйственных мероприятий. Так, с помощью минеральных удобрений можно также увеличить урожай ягод и грибов [128, 131, 132], повысить устойчивость лесных экосистем к неблагоприятным антропогенным нагрузкам [133-136], стимулировать плодоношение насаждений [137-141], повысить устойчивость древесных растений против вредителей и болезней [142, 143]. Учитывая многоаспектное положительное влияние минеральных удобрений на лесные биогеоценозы, во многих зарубежных странах внесение их стало обычным агротехническим мероприятием. В частности, это подтверждается публикациями по использованию минеральных удобрений в лесном хозяйстве таких стран, как Швеция, Финляндия, Норвегия, США, Польша, Болгария, Великобритания, Канада, Франция и Япония [144-148].

Перспективы и реальные возможности эффективного использования минеральных удобрений в лесном хозяйстве Беларуси изложены в работах ученых Белорусского НИИ лесного хозяйства [149-151]. При плантационном лесовыращивании обязательным агротехническим приемом является внесение минеральных удобрений [152-154].

По полученным данным применения минеральных удобрений в Беларуси профессор Русаленко А.И. [155] делает вывод, «следует считать целесообразным проведение опытов по внесению минеральных удобрений в древостоях, произрастающих в условиях оптимального водно-воздушного режима почв, а также в пи-

томниках при применении одновременного дождевания». Данным автором [155] изучены технологии и затраты на создание сосновых культур в зависимости от условий местопроизрастания. Экономический эффект в зависимости от класса бонитета составил от 453,0 до 2601,8 тыс. руб. Производственные затраты на создание 1 га лесных культур колеблются от 1151 до 3906 тыс. руб. в зависимости от класса бонитета. Таксовая стоимость древесины в возрасте главной рубки изменяется от 10296 до 71912 тыс. руб. В условиях V класса бонитета затраты на создание лесных культур превышают приведенную оценку запаса древесины на 299 тыс. руб. По другим классам бонитета экономический эффект составляет от 453 до 2601 тыс. руб. Автор отмечает, что при решении вопроса о создании лесных культур необходимо учитывать огромное экологическое и социальное значение лесов.

Разработка, получение и использование медленнодействующих удобрений в сельском хозяйстве Беларуси проведены учеными БелНИИПА [156,157]. Установлено, что при использовании медленнодействующих удобрений увеличивается урожай сельскохозяйственных культур, снижается доза его внесения и уменьшаются непродуктивные потери основных элементов питания.

Обоснована эколого-экономическая эффективность применения удобрений пролонгированного действия на дерново-подзолистых почвах Украины в сельском и лесном хозяйствах [158].

Основанием для нового качественного этапа в области применения минеральных удобрений в лесном хозяйстве явились растущая потребность в древесине на мировом рынке и снижение продуктивности лесов из-за проведенных на больших площадях сплошных рубок [159-164].

Вопрос о необходимости применения минеральных удобрений в лесном хозяйстве был поставлен рядом исследователей, в том числе И.С. Мелеховым [165-168], В.С. Шумаковым [169, 170], В.С. Победовым [171], П.С. Пастернаком, И.И. Смольяниновым [172] и др. Подробный анализ работ по применению минеральных удобрений в лесах опубликован в ряде обзорных статей и брошюр. Многочисленными исследованиями установлено, что с помощью удобрений можно к

возрасту главной рубки увеличить прирост древесины на 15-30% на каждом гектаре лесной площади [173-176].

Большое внимание при использовании азотных удобрений в лесных насаждениях, с целью снижения непроизводительных потерь в газообразной форме и в результате вымывания, уделяется срокам их внесения. Главной задачей при определении срока внесения туков является выбор наиболее рационального распределения времени использования растением элементов питания на весь период действия удобрений. Решению этой задачи посвящен ряд исследований [167, 177-185]. Применительно к условиям Литвы П.Ю. Якас [186], изучая три срока внесения азотных удобрений в припевающем сосновом насаждении, установил, что наиболее эффективной оказалась подкормка, произведенная в начале лета. Прирост насаждений по запасу в данном случае был на 23,7% больше, чем на контроле. Внесение удобрений в конце весны и в начале осени увеличило прирост по запасу на 16,1% и 12,6% соответственно, и было менее эффективным. Исследования по определению оптимального срока внесения мочевины в дозе 100 кг/га по действующему веществу в 15-летнем сосняке бруснично-вересковом для условий Карелии определили наилучшее время подкормки весной (май) и осенью (сентябрь). В меньшей степени на прирост деревьев оказал ранневесенний (март) срок внесения мочевины [178, 182].

Изучая сроки внесения азотных удобрений в лесные насаждения, одни авторы [144] определили, что для получения максимального эффекта их можно вносить с мая по сентябрь. Другие исследователи [187] установили, что наиболее благоприятным временем для внесения азотных удобрений являются более ранние сроки.

В Беларуси азотные удобрения вносились в 30-летние культуры сосны обыкновенной в период с апреля по ноябрь. Наиболее эффективным оказался весенний срок внесения аммиачной селитры. Подкормка сосновых культур, произведенная осенью, показала худшие результаты [183].

В рекомендациях регионального плана для условий Беларуси [184] и Эстонии [167], хвойных лесов европейского севера [188] и северо-западного района

таежной зоны [189] указывается весенний срок внесения минеральных удобрений и первая половина лета. В отдельных случаях указывается на возможность осуществления и осенней подкормки насаждений.

Учитывая небольшой вегетационный период в северных и северо-западных районах России, минеральные удобрения, как правило, вносят сразу после таяния снега. Следует сказать, что и в других районах азотные туки вносятся в большинстве случаев в начале вегетационного периода [185].

Многочисленными исследованиями, проведенными в нашей стране и за рубежом, установлено, что хвойные насаждения значительно увеличивают прирост древесины при внесении азотных удобрений. Различные формы азотных удобрений не в одинаковой степени оказывают влияние на текущий прирост древесины. Известково-аммиачная селитра на 22-35% увеличила прирост насаждений за 5-летний период по сравнению с мочевиной. В Германии внесение известково-аммиачной селитры в еловые насаждения дало вдвое лучшие результаты, чем удобрение аналогичных насаждений мочевиной. В Финляндии изучалась эффективность внесения азотных удобрений в спелые хвойные насаждения [159, 183, 190]. Из применяемых удобрений наилучшие результаты были получены при использовании аммиачной селитры и мочевины. Было установлено, что эффективность от внесения азотных удобрений в сосновых насаждениях выше, чем в еловых. По полученным данным в Финляндии [191] показано, что дополнительный прирост в ельнике-черничнике за 5 лет после подкормки аммиачной селитрой составил $7,5 \text{ м}^3/\text{га}$, а при удобрении мочевиной – $5,7 \text{ м}^3/\text{га}$. В других исследованиях [192] приведены данные о том, что различные формы азотных удобрений практически в одинаковой мере влияют на продуктивность насаждений. Так, например, в Канаде [193] внесение мочевины, азотнокислого аммония и азотнокислого кальция в одинаковых дозах по азоту в 45-летние сосновые насаждения не дало значительных различий в увеличении роста растений в зависимости от формы тука.

Исследования по влиянию различных форм азотных удобрений на рост лесных насаждений проведены и в других странах. В частности, исследования, выполненные в Эстонии [194], показали, что удобрения оказывают существенное

влияние на прирост древесины. При этом наиболее эффективным оказалось совместное внесение смеси азотного, фосфорного и калийного удобрений. В результате этих исследований установлено, что удобрения позволяют увеличить запас сосновых насаждений II и III класса бонитета на 15 м³/га.

В работе Степаненко И.И. и др. [195-197] показано влияние минеральных удобрений на строение и формирование древесины сосны обыкновенной в связи с типами леса. Установлено, что для условий южной тайги Костромской области одноразовое внесение азотных удобрений в дозах 150 и 200 кг/га д.в. увеличивают радиальный прирост древесины и действуют в течение 5-6 лет. Дополнительный прирост древесины зависит от вида, дозы вносимых удобрений, а также от типа леса. В сосняке брусничном дополнительный прирост древесины составил 14-33 м³/га, в сосняке лишайниковом 5-19 м³/га, а в сосняке долгомошном 10-12 м³/га. Автором [195] разработан научно-обоснованный метод целевого выращивания сосновых насаждений для получения деловой древесины высокого качества с применением минеральных удобрений.

По данным Коновалова В.Н. и др. [22, 198, 199], для повышения продуктивности лесов и выхода лесной продукции в северном регионе России большая роль принадлежит минеральным удобрениям. Автором разработаны эколого-физиологические основы химической мелиорации и установлена оптимальная доза внесения азотных удобрений (240 кг/га) в сосняки и ельники Крайнего Севера России.

Исследования по удобрению 29-летних культур сосны обыкновенной, произрастающих на относительно бедной песчаной почве Брянской области, показали, что аммиачная селитра дает значительно больший эффект, чем калийная селитра, внесенная в такой же дозе [200]. В других экспериментах с разными формами азотных удобрений в тех же условиях местообитания лучшие результаты получены при внесении натриевой селитры, несколько хуже – кальциевой селитры. Дополнительный прирост за весь период наблюдений на варианте с сульфатом аммония оказался значительно ниже по сравнению с другими формами азотных туков [21].

Вымывание элементов питания за пределы корнеобитаемого слоя почвы до грунтовых вод способствует снижению эффективности удобрений и одновременно повышает степень загрязнения окружающей среды [201, 202]. Основным элементом, загрязняющим среду при интенсивном использовании удобрений, является нитратный азот. Этот компонент удобрения значительно ухудшает качество воды [203-205]. На легких песках, с низкой влагопоглощаемостью и невысокой степенью насыщенности основаниями, образуется больше фильтрационной воды и наблюдается более интенсивное вымывание компонентов удобрений, чем на тяжелых суглинистых почвах [206]. Сосновые насаждения, как правило, произрастают на легких песчаных и супесчаных почвах. Это способствует быстрому вымыванию питательных веществ удобрений в грунтовые воды и через подземный сток в реки и водоемы. Поэтому нужно учитывать эти нежелательные явления и по возможности предусмотреть меры по уменьшению непродуктивных потерь удобрений. Необходимо отметить, что из всех непродуктивных потерь азота наиболее существенным является миграция его с инфильтрационными водами [207].

На величину потерь питательных веществ значительное влияние оказывает количество осадков и объем фильтрата. Для условий Беларуси, по данным Н.И. Теренкова [208], в открытых лизиметрах в нижнем полуметровом слое почвы максимальная величина инфильтрата составила 12% от общего количества годовых осадков.

По данным В.К. Сергеева [209], при внесении минеральных удобрений в приспевающий ельник кисличный I^a класса бонитета наблюдается вымывание азота в количестве 2-4 % от внесенной дозы в зависимости от погодных условий.

При внесении известково-аммиачной селитры в сосновые насаждения в дозе 100-300 кг/га действующего вещества (д. в.) вымывание азота не наблюдалось. Противоположный эффект наблюдался при внесении известково-аммиачной селитры в еловые насаждения, что было подтверждено повышением концентрации нитратного азота в инфильтрационной воде. В целом наблюдаемое явление авторы объясняют различным объемом атмосферных осадков в выбранных ими опытных участках сосновых и еловых древостоев [210].

Рядом исследователей отмечено, что при внесении минеральных удобрений сокращается объем инфильтрационных вод, но увеличивается концентрация питательных веществ в лизиметрических водах. Это ведет к повышению абсолютно-го количества солей, попавших в грунтовые воды [211-213].

Исследованиями, проведенными в Норвегии [214], определено количество вымытого азота из 40-см слоя почвы при внесении мочевины в дозе 40 и 160 г/см². В результате этих исследований установлено, что через пять недель на контрольном варианте (без удобрения) количество азота в лизиметрических водах составило 21 мг/л. При внесении возрастающих доз мочевины наблюдалось увеличение содержания азота в инфильтрационной воде до 34 и 161 мг/л.

По данным Н.С. Сотниковой [215], содержание элементов в лизиметрических водах и степень их миграции определяются значимостью каждого из них как элемента питания, так и наличием питательных веществ в почвенном растворе. Азот, фосфор и калий слабо мигрируют по профилю почвы. Значительно сильнее мигрирует кальций и магний. Исследованиями, выполненными М.А. Репневской [216], установлено, что равновесие между поступлением и выносом питательных веществ наблюдается в сосняках лишайниковом и брусничном. Ежегодная миграция питательных веществ обнаружена в результате многолетних лизиметрических исследований, при установке лизиметров на глубину 2,7 м под сосновые насаждения [217]. В проводимых исследованиях количество воды, поступившее в лизиметр, составляло 54-573 мм и коррелировало с суммой осадков.

В работе В.С. Шумакова и А.Б. Воронковой [2187] показано, что непродуктивные потери азота складываются из газообразных потерь и потерь, связанных с поверхностным и грунтовым стоком воды. При этом суммарные потери азота составляют 45-60 %, из которых 35-50 % составляют газообразные.

Изучение газообразных потерь азота в форме аммиака при поверхностном внесении мочевины и азотнокислого аммония в 35-летние сосновые культуры в дозе 200 кг/га действующего вещества (д. в.) показало, что эти потери в первом случае составили 16 кг/га, или 8% от внесенной дозы, во втором – 6 кг/га, или 3% [219].

Исследования, выполненные в различных лесорастительных условиях при поверхностном внесении азотных удобрений позволили определить газообразные потери азота в форме аммиака за вегетационный период при внесении различных доз минеральных удобрений [220-221]. В результате проведенных исследований было установлено, что абсолютные потери азота возрастают с увеличением дозы удобрений. Наименьшие газообразные потери азота из удобрений наблюдаются при весеннем сроке внесения (1,6-4,3%). Отмечено, что внесение туков летом способствует увеличению потерь азота в форме аммиака, количество которого составляет 3,8-11,5% от внесенной дозы. При осеннем периоде внесения минеральных удобрений газообразные потери азота отсутствуют.

Исследования, проведенные в буковых лесах Предкарпатья по изучению величины газообразных потерь азота при поверхностном внесении мочевины и аммиачной селитры, показали, что они не превышают 4% общего азота удобрений [222]. Количество потерь азота в аммиачной форме из нитрата аммония за весенне-летний период в 4-20 раз меньше по сравнению с аналогичными потерями из мочевины. Изучение величины потерь азота в форме аммиака осуществляли в лабораторных условиях путем постановки экспериментов в течение 21 дня [223]. Наибольшие потери азота были зафиксированы в первые 4-7 дней. При поверхностном внесении сульфата аммония и мочевины газообразные потери азота в форме аммиака составили, соответственно, 35,5 и 39,4 % от величины дозы. Было установлено, что заделка минеральных удобрений в почву на глубину 1,5 см снижает потери азота в газообразной форме и величина их не превышает 2%.

Другими исследователями [224] изучалось улетучивание аммиака в лабораторных условиях при поверхностном внесении мочевины и сульфата аммония. В итоге этих исследований авторы определили, что потери азота в виде аммиака из обеих форм туков были близки по абсолютной величине. Основные потери азота в газообразной форме происходили в течение первых 3-5 суток и возрастали при увеличении дозы.

Известны работы, в которых описываются результаты исследований по изучению потерь азота в форме аммиака из обычной мочевины, супергранул мочеви-

ны (масса гранул 1 г) и мочевины с серным покрытием в полевых условиях [224-226]. В этих исследованиях все формы азотных удобрений вносились в дозе 187 кг/га д. в. на поверхность почвы и с заделкой на глубину 5 см. Наибольшие потери азота в газообразной форме отмечены при поверхностном внесении удобрений. Потери азота в этом случае из обычной мочевины, супергранул мочевины и мочевины с серным покрытием, соответственно, составили 19,8, 29,3 и 9,8%. Было установлено, что заделка азотных удобрений в почву значительно снижает потери аммиака, которые, соответственно, были равны 6,9, 1,4 и 1,1%.

В работе Н.А. Сапожникова и А.И. Осипова [226] приведены данные испытаний в вегетационных опытах влияния обычной и капсулированной мочевины на величину газообразных потерь азота удобрений в форме аммиака. Данными авторами установлено, что капсулированная мочевина снижает непродуктивные потери азота на 15% по сравнению с обычной мочевиной.

В исследованиях П.Г. Тялли [227] выявлено, что газообразные потери азота в форме аммиака при поверхностном внесении мочевины под полог 50-летнего сосняка брусничного за 30 суток опыта весной составляют 20,9%, осенью – 19,9% от внесенной дозы. В частности, им установлено, что смешивание карбамида с гранулированным суперфосфатом способствует уменьшению потерь азота в газообразной форме весной до 13,9%, осенью – до 12%.

Влияние температуры воздуха на газообразные потери азота описано в работе [228]. При увеличении температуры воздуха с 10 до 30 °С эти потери азота увеличиваются почти в два раза.

Для уменьшения непродуктивных потерь из удобрений проводятся многочисленные исследования по замедлению процесса растворения удобрений путем покрытия гранул органическими и неорганическими веществами [229, 230]. При этом в процессе создания медленнодействующих удобрений на основе органических и неорганических веществ все шире проявляется интерес к использованию недефицитных полимерных материалов и функциональных добавок.

В Бельгии гранулы удобрений покрывают сополимером бутадиена и 2-метил-стирена; полимером или сополимером диенов [230, 231]. Масса покрытия

может составлять от 1 до 20% от массы гранул удобрений. Во всех перечисленных вариантах поступление питательного вещества из покрытого оболочкой удобрения в почву возможно двумя путями: за счет разрушения оболочки и диффузии через ее поры. Более равномерное поступление питательных веществ наблюдается при диффузионной проницаемости [231, 232].

Высокую эффективность в настоящее время начинают приобретать водорастворимые гранулированные удобрения, покрытые серой. Преимуществом этого вида удобрений, кроме относительно низкой стоимости их получения, является возможность нанесения на гранулы удобрений серы в жидком виде и использование ее не только как материала, задерживающего отдачу почве питательных веществ удобрений, но и в качестве питательного элемента [85]. Однако, несмотря на эти преимущества, организация крупнотоннажных производств гранулированных удобрений с использованием серы пока что сдерживается из-за дефицита серы в связи с ее большой потребностью в более приоритетных отраслях промышленности.

Обобщая литературные данные, можно сказать, что в настоящее время существует несколько способов изготовления удобрений пролонгированного действия. Наиболее перспективными в этом направлении являются следующие способы: введение в состав минеральных удобрений специальных добавок, которые снижают их растворимость; применение ингибиторов нитрификации и создания полимерных пленок на гранулах удобрений [85, 232].

Использование таблетированных удобрений для плантационного выращивания сосны и ели в южной подзоне тайги показало их хорошую эффективность. Длительные испытания этого вида удобрений показали, что локальное внесение медленнодействующих удобрений не вызывает ожога корней и сокращает депрессионный период создаваемых посадок. Выпуск таблетированных удобрений для лесного хозяйства осуществляется в Австрии, Германии, США и Японии [233].

В Канаде выполнены исследования по получению гранул мочевины диаметром 2-4 мм путем опрыскивания поливинилхлоридом и проведены испытания их в лабораторных условиях при температуре 15 °С для определения скорости рас-

творения гранул в зависимости от массы покрытой пленки [234]. Гранулы удобрений с 6%-ным и меньшим полимерным покрытием растворились в почве в течение 18 недель. С увеличением массы полимерного покрытия скорость растворения гранул мочевины уменьшается.

Одним из путей повышения эффективности минеральных удобрений является их окклюдирование водными раствором коллодия. Использование этого процесса позволяет увеличить время растворения гранул удобрений до 2-3 месяцев [235, 236]. Этого вполне достаточно для осуществления цикла основных жизненных процессов растений в течение вегетационного периода. Под влиянием окклюдированных удобрений увеличивается прирост древесных растений в высоту на 10-39 %.

В Финляндии очень часто выращивают деревья и кустарники в таких местах, где трудно вносить минеральные удобрения [237]. Благодаря использованию созданных в этой стране капсулированных удобрений типа «Фертилайзер» осуществляется доставка питательных элементов в нужное место. Сами капсулы изготовлены из спрессованного полимера, выполняющего функции удобрения.

В условиях свежей субори Полесья [238] испытывали различные способы локального внесения минеральных удобрений для изучения эффективности их действия на рост культур сосны обыкновенной. Более заметное влияние удобрений на рост саженцев сосны отмечено при локальном их внесении в полиэтиленовых пакетах.

В США при посадке однолетних сеянцев в посадочную щель на расстоянии 2,5 см от корневой системы вносили капсулированные таблетки удобрений «Осмокут» и «Агриформ» [237]. «Осмокут» вносили из расчета 21 г на одно дерево, «Агриформ» – 9 г. Внесение заключенных в капсулы таблетированных удобрений в почву оказало положительное влияние на развитие побегов и корней у саженцев. Под влиянием удобрений увеличилось количество латеральных почек весной следующего года.

В предгорьях Альп было испытано удобрение в форме таблетки под названием «Фертилинц». Эти таблетки имеют форму цилиндра диаметром 30 мм и вы-

сотой 15 мм. Одна такая таблетка весит 15 г и содержит азота – 20%, фосфора – 15%, калия – 10%, магния – 2% и микроэлементов – 1%. Экспериментальные исследования по эффективности этого удобрения осуществляли во время посадки сосны, ели и дугласии. Эти удобрения обеспечили растения питательными веществами в течение 2-5 лет, что способствовало повышению приживаемости культур в первые годы после посадки [237].

Исследования проводили по изучению эффективности использования таблетированных удобрений в сочетании с обычными формами гранулированных удобрений. Так, например, в Болгарии В. Донов и Ц. Йорданов [239] испытывали таблетки «Фертилинц» совместно с обычной формой удобрений и отдельно в молодые культуры.

Выполненные многими авторами исследования капсулированных азотных удобрений с периодом полурасстворения 75 суток показали эффективность не только в повышении урожая, но и в увеличении содержания азота в растениях [239, 240].

Экспериментальные исследования влияния разового и дробного внесения дозы аммиачной селитры на поверхность почвы в насаждениях 80-летнего сосняка мшисто-орлякового на текущий прирост растений не подтвердили значительных преимуществ какого-либо из применяемых способов [149]. Вместе с тем в этих исследованиях было отмечено, что дробный метод внесения удобрений в почву имеет один весьма существенный недостаток – увеличивает затраты труда, что при дефиците рабочей силы является неприемлемым.

Большие надежды лесное хозяйство возлагает на использование медленнодействующих удобрений из-за значительного уменьшения непродуктивных потерь элементов питания, которые из обычных удобрений могут составить от 40 до 60% [230].

В большинстве стран Западной Европы среди азотных удобрений наиболее широко применяемым туком является известково-аммиачная селитра. Потребление ее в Германии, Франции и Великобритании составляет более 50% общего ко-

личества применяемых азотных туков. В Японии и Италии из азотных удобрений предпочитают мочевины [230, 241].

В США впервые медленнодействующее азотное удобрение было получено в 1955 г. [230, 241] путем конденсации мочевины с формальдегидом. Медленнодействующее мочевиноформальдегидное удобрение имеет хорошие агрохимические и физические свойства: не слеживается, не теряет рассыпчатость при большом увлажнении. Очень эффективно при подкормке молодых деревьев медленнодействующее сложное удобрение – магний аммонийфосфат. В Великобритании получают брикетированное удобрение, состоящее из смеси неволокнистого NPK-удобрения и связующего. Связующим служит карбамидная смола в количестве 7-10 массовых %. NPK-удобрения покрывают карбамидной смолой и прессуют в брикеты. Аналогично поступают и в Швейцарии. Для брикетирования удобрений в Германии порошкообразные туки смешивают с пластификаторами (меласса, сульфитные щелока) и добавляют отвердители (силикаты, цемент и мочевиноформальдегидные смолы). Количество пластификаторов в изготовленных брикетах удобрений составляет 5-10%, а количество отвердителей – 1-5%. При смешивании туков добавляют микроэлементы: бор, медь, магний, молибден, цинк, марганец и кобальт [242].

В Испании [243] для регулирования растворимости аммиачной селитры добавляют магнийсодержащие соли. Введение их в состав удобрения способствовало более равномерному высвобождению азота и одновременно обеспечивало растение микроэлементом.

Американская фирма «Hercules Powd Co.» выпустила удобрение под названием «Нитроформ». Оно приготовлено из карбамидной смолы. Эта же фирма выпустила удобрение «Нуформ-30», в состав которого входят мочевина и формальдегид в соотношении 1,6:1 [244]. Фирма «Du Peaunt» в США выпускает медленнодействующее удобрение «Урамит». Оно представляет собой метил мочевины и содержит 38% азота [245]. В качестве медленнодействующего удобрения, содержащего 32% азота, используют оксамид-диамид щавелевой кислоты. На основе сульфата аммония путем смешивания его с асфальтом и воском изготавливают

таблетки диаметром 2,5-9 мм. Такие таблетированные удобрения отдают в почвенный раствор азот в течение всего года.

Для лесных насаждений в качестве медленнодействующих удобрений используют и каменную муку [246]. Это продукт измельчения силикатных пород (базальта, диабаз, габбро, амфиболитов и др.). Каменная мука содержит такие элементы питания, как кальций, магний, калий и другие жизненно важные вещества для древесных растений.

О.А. Nady и др. [247] изучали потери питательных веществ с помощью почвенных колонок при внесении обычных минеральных удобрений и удобрений, внесенных совместно с полиакриламидом. При внесении обычных минеральных удобрений количество вымытого азота из удобрений составило более 70%, а при совместном с полимером внесении потери уменьшались в 4-6 раз.

В Австрии [248] при внесении обычных минеральных удобрений в питомнике под сеянцы ели получают кратковременный эффект их действия. Вместо традиционных минеральных удобрений применяют специальный органический препарат биозоль, который содержит комплекс питательных веществ: азот, калий, магний, кальций, железо, марганец, фосфор, медь, цинк и кобальт. Исследования, проведенные с данным препаратом на двухлетних сеянцах ели, показали, что биозоль в сравнении с традиционными минеральными удобрениями ($N:P_2O_5:K_2O = 12:12:18$) оказал положительное действие на развитие надземной и подземной частей растений в течение нескольких лет.

Разработаны модели оптимальных агрохимических показателей дерново-подзолистой песчаной почвы при выращивании стандартных сеянцев сосны обыкновенной в зоне широколиственных лесов Брянской области [18, 249]. Установлено, что наибольшую эффективность при выращивании посадочного материала оказал субстрат на основе торфа и борофоски. Выход стандартных сеянцев увеличился по сравнению с контролем на 23,3-72,9%.

В Чехии в течение трех лет изучали вымывание из почвы элементов питания при внесении следующих форм удобрений: мочевины, изобутилидендимочевины, карбамид-аммиачной селитры, карбомикса и сульфата аммония, внесенного

вместе с аммиачной селитрой [250]. На вариантах с мочевиной и изобутилидендимочевинной количество вымытых питательных элементов составило 12%.

В еловом насаждении изучали влияние двух форм азотных удобрений на микробиологические процессы, происходящие в гумусе [251]. В качестве азотистой добавки использовали нитрифицид-1, карбамид-3 и метилпиразоль-5. Обычная мочевина с азотистой добавкой более активно действует на развитие микробиологических процессов в гумусе по сравнению с известково-аммиачной селитрой.

В резервате «Семей орманы» в Республике Казахстан на паровом поле вносятся фосфорные и калийные удобрения. В период выращивания сеянцев проводят подкормку растений внесением фосфорных и аммиачных удобрений одновременно с поливом. Минеральные удобрения вносятся из расчета: азотные (сульфат аммония) – 50 кг на 1 га; фосфорные (суперфосфат, карбамид) – 100 кг на 1 кг; калийные (сульфат калия) – 85 кг на 1 кг [177].

По данным Рулеева А.С. [252], первые опыты по применению полимерных пленок и структурообразователей в целях улучшения гидротермического режима почвы, ее микробиологической активности были начаты в России в 30-х годах. Установлено, что интервал оптимальной влажности структурообразования находится в пределах 15-20%, что дает основание считать раннюю весну лучшим сроком внесения полимеров [253-255].

Посев хвойных семян с самолета на концентрированных вырубках и гарях в Кировской, Архангельской, Вологодской, Костромской, Горьковской, Пермской, Свердловской областях, а также зарубежный опыт показали, что аэросев может быть одним из эффективных способов восстановления леса в таежной зоне [86-88].

Нормативный документ «Руководство по проведению аэросева семян сосны и ели в таежной зоне европейской части РСФСР» [88] составлен на основе обобщения передового производственного опыта и научных исследований по проведению аэросева и содержит основные организационно-технические требования.

Для защиты семян и всходов сосны и ели от уничтожения мышами и птицами необходимо проводить предпосевную обработку семян репеллентами – химическими веществами, обладающими способностью раздражать слизистые оболочки рта и глаз мышей и птиц. Образование на поверхности семян прочной пленки позволяет одновременно с химикатами вводить различные вещества, стимулирующие рост растения [86, 88].

Среди производителей фосфорсодержащих удобрений Республики Беларусь доминирующее положение занимает ОАО «Гомельский химический завод». Доля продукции предприятия на внутреннем рынке фосфорсодержащих удобрений составляет 92-93%. Утвержденные мощности предприятия по выпуску фосфорсодержащих удобрений составляют 165 тыс. т в год 100% P_2O_5 . Основными (базовыми) видами производимых фосфорсодержащих удобрений являются: суперфосфат аммонизированный; аммофос; сложно-смешанные NPK удобрения [256].

Анализ результатов использования КМ в лесном хозяйстве не только в Беларуси и России, но и в других странах показал, что большое значение имеет выбор полимерного связующего и целевых добавок. В качестве недостатков применения КМ, в первую очередь, является недостаточное количество поставленных лабораторных исследований и полевых экспериментов для выявления лесоводственно-экономической эффективности.

В лесном хозяйстве Беларуси наиболее целесообразно использовать КМ в лесопитомническом хозяйстве для повышения почвенного плодородия, предпосевной подготовки семян, внекорневой обработки сеянцев, а также создания лесных культур с различной плотностью радиоактивного загрязнения почв.

Обзор литературных данных свидетельствует о недостаточном изучении вопросов получения и применения удобрений пролонгированного действия при лесовыращивании.

1.2 Научно-теоретические основы использования композиционных материалов при лесовыращивании

В процессе хранения семена сосны обыкновенной находятся в состоянии глубокого покоя и без специальной предпосевной подготовки не прорастают. В период хранения семян ферменты находятся в равновесном состоянии. Во время покоя зародыш семени очень мало потребляет запасные питательные вещества. Чтобы семена проросли необходимо воздействовать на них факторами внешней среды. По мнению Николаевой М.Г. и др. [257], «причиной покоя семян является низкий уровень активности ферментов, который устраняется под воздействием внешних специфических факторов». Родин А.Р. и др. [56] установили, что «процессы, происходящие в семенах во время глубокого и вынужденного покоя, полностью не выяснены. Это объясняется тем, что семя очень сложная и во многом еще нераспознанная биологическая система».

Для прорастания семян необходимо воздействовать на них физическими или химическими факторами. При воздействии физических факторов семена выходят из равновесного состояния и происходят изменения энергетического уровня всей биологической системы семени. Под воздействием УФ света в семенах происходит электронное возбуждение в эндосперме и зародыше. При этом активизируются ферменты, которые способствуют переходу запасных питательных веществ из неусвояемых форм к усвояемым для зародыша формам в виде сахарозы, фруктозы, глюкозы. В основе биологического воздействия ультрафиолетового излучения лежит химическое изменение биополимеров, ферментов, гормонов и других составляющих, входящих в состав клетки. Эти изменения вызываются как непосредственным поглощением клеткой квантов света, так и образующимся при облучении радикалами воды и других низкомолекулярных соединений [258].

Механизм воздействия ультрафиолетового излучения на семена заключается в изменении фотоэнергетики клеток и нефотосинтетических превращениях квантов света. Обработка семян ультрафиолетовым излучением стимулирует физиологическую активность зародыша, повышая его энергию, и не оказывает отри-

цательного действия на наследственную систему. Энергия прорастания облученных семян УФ светом на 20-30% и всхожесть на 15-25% выше по сравнению с необлученными. Большое значение на прорастание семени оказывает время воздействия физических факторов и качество света. УФ свет способствует образованию стимулятора роста для семян (гиббереллина). Данный стимулятор роста активизирует прорастание семян. Время облучения семян составляет около 7 часов. Наибольшая эффективность предпосевной обработки семян хвойных пород происходит при облучении их ультрафиолетовым светом мощностью светового потока $64 \text{ Вт/м}^2\text{с}$ в диапазоне длины волны 320-360 нм. При этом более интенсивно протекают окислительные процессы, которые влияют на зародыш семени и способствуют интенсификации их роста.

Последующее намачивание семян сосны обыкновенной в водном растворе композиционного материала с микроэлементами и стимуляторами роста при температуре 18-20 °С активизирует в зародыше гидролитические ферменты и ферменты аминокислотного обмена. При намачивании семян в течение 12-18 часов происходит разложение крахмала и запасных белков, что способствует процессу прорастания семян и появлению корешков. Происходит интенсивная диффузия питательных веществ из семядоли к растущим частям зародыша.

После предпосевной обработки семян физическими и химическими способами их высевают. Большое значение имеет срок посева семян. Оптимальным сроком при весеннем посеве семян сосны обыкновенной является вторая декада апреля - первая декада мая. При осеннем сроке посева семян оптимальный срок – первая-третья декада ноября [259]. В зависимости от почвенного плодородия лесных питомников и влажности верхнего гумусоаккумулятивного слоя почвы зависит грунтовая всхожесть семян и выход стандартных сеянцев с единицы площади. Использование коровых компостов способствует оптимизации водно-воздушного режима субстрата и вследствие этого повышается грунтовая всхожесть семян. Внесение коровых компостов способствует увеличению содержания гумуса и подвижных элементов питания в почве лесных питомников в течение 2-3-х лет. Для ускорения получения коровых компостов, готовых к использованию,

вводят целевые добавки в виде куриного помета и полимерного структурообразователя почвы. Полимерный структурообразователь почвы способен удерживать воду в десятки раз больше по сравнению со своей массой. Полимерный структурообразователь совместно с куриным пометом обеспечивают ускорение процесса разложения коровых компостов до 1,2-1,5 года. Дозы внесения коровых компостов зависят от обеспеченности почв лесных питомников гумусом и элементами минерального питания. За счет внесения коровых компостов происходит оптимизация почвенных условий в течение всего вегетационного периода и, в конечном итоге, увеличивается выход стандартных семян. Коровые компосты обеспечивают оптимальный водный и питательный режимы, а также создают необходимые условия для равномерного высева и заделки семян сосны обыкновенной с последующим формированием корневых систем. На корневых системах семян сосны обыкновенной образуются три формы микоризы: булабовидная, вильчатая и коралловидная.

Потребность семян в элементах минерального питания зависит от многих факторов, и, в первую очередь, от вида посадочного материала и срока их выращивания. Обеспечение семян элементами питания достигается путем внесения коровых компостов, удобрений пролонгированного действия и внекорневых подкормок. Внесение коровых компостов активизирует работу почвенной микрофлоры и способствует переходу питательных веществ из недоступной для растений формы в легкоусвояемую.

Минеральные удобрения выполняют различные функции при выращивании растений. Лесоводственно-экономический эффект от использования минеральных удобрений повышается при внесении удобрений пролонгированного действия в комплексе с регуляторами роста и микроэлементами. Наиболее эффективны удобрения пролонгированного действия при достаточной обеспеченности почв лесных питомников элементами питания. При этом увеличиваются биометрические показатели как надземной части, так и корневых систем семян, а также повышается выход стандартного посадочного материала. Полученные семена име-

ют оптимальное соотношение массы корневых систем к надземной массе сеянцев, что обеспечивает высокую приживаемость их на лесокультурной площади.

Создание оптимальных условий питания растений в течение всего вегетационного периода необходимо сочетать внесение основного удобрения с внекорневыми подкормками. Внекорневая подкормка проводится путем опрыскивания растений водными растворами композиционных материалов, которые дополнительно содержат элементы минерального питания. Внекорневая обработка сеянцев композиционными материалами уменьшает дозу внесения удобрений на 20-25% и продлевает период влияния на рост растений.

Интенсивное ведение лесного хозяйства Беларуси, по данным Победова В.С. [176] и Рахтеенко Л.И. и др. [260] имеют следующие благоприятные предпосылки для использования минеральных удобрений: основная лесобразующая порода сосна обыкновенная произрастает на бедных песчаных и супесчаных почвах; климатические условия имеют достаточное количество осадков и тепла; наличие хорошо развитой сети дорог и относительно ровный рельеф местности.

Для оптимизации питания растений и получения наибольшего лесоводственного эффекта от внесения удобрений с учетом охраны окружающей среды положен принцип пролонгированности на основе создания и использования медленнорастворимых удобрений [158]. Такие удобрения способны обеспечить растения необходимым количеством азота за счет покрытия гранул обычных удобрений композиционным материалом. Большое значение на физико-химические свойства гранул удобрений и использования элементов питания оказывает концентрация композиционных материалов и целевых добавок. Покрытия на гранулах удобрений выполняют роль полупроницаемых мембран и в процессе разрушения происходит постепенный вынос элементов питания. Это дает возможность пролонгировать действие удобрений и повысить коэффициент их использования.

Разработанные нами удобрения пролонгированного действия используются растением сразу после их внесения в почву. Исследования показали, что период полной растворимости в воде составляет 10-30 суток в зависимости от концентрации композиционного материала и его расхода. Преимущество медленнодейст-

вующих удобрений определяется более низкими затратами на их производства и длительностью действия их на почву и растения [158].

Разработка композиционных материалов для получения удобрений пролонгированного действия способствует улучшению физико-химических свойств гранул удобрений, а также снижает непродуктивные потери азота в газообразной форме и в результате вымывания за пределы корнеобитаемого слоя почвы. За счет повышения коэффициента использования удобрений снижается на 30% доза внесения удобрений пролонгированного действия.

Продление срока хранения посадочного материала обеспечивается за счет использования полимерных кассет или ящиков с обработкой корневых систем сеянцев композиционным материалом «Корпансил». Полимерные кассеты с посадочным материалом перевозят на лесокультурную площадь и помещают в затененном месте. Обработка корневых систем сеянцев композиционным материалом «Корпансил» с последующей укладкой их в полимерные кассеты или ящики позволяет продлить срок посадки лесных культур на 25-30 дней. Кроме того, уменьшается количество механических повреждений корневых систем сеянцев сосны обыкновенной в период от выкопки посадочного материала до посадки его на лесокультурную площадь. Это обеспечивается путем исключения двукратной прикопки и выкопки сеянцев в питомнике и на лесокультурной площади. При выкопке и прикопке сеянцев сосны обыкновенной происходит иссушение корневых систем, и частично погибают мелкие микоризованные всасывающие корни диаметром менее 1 мм. Всасывающие корни обеспечивают приживаемость растений на лесокультурной площади. Поврежденная корневая система сеянцев сосны обыкновенной при посадке лесных культур не способна сразу восполнить расход воды на транспирацию. Для сокращения потери воды сеянцами необходимо корневые системы обработать композиционным материалом «Корпансил». Потеря воды корневыми системами сеянцев снижается на 20-40%. Важным этапом исследований является выбор оптимальных концентраций водорастворимых полимеров и целевых добавок для защиты корневых систем сеянцев от иссушения. Концентрация композиционных материалов может оказывать влияние на условную вяз-

кость раствора и это существенно изменяет технологию обработки корневых систем сеянцев [257]. При увеличении концентрации водного раствора NaКМЦ до 10 мас.% условная вязкость возрастает и это затрудняет погружение корневых систем не только отдельных растений, но и в пучках. Композиционный материал на поверхности корневых систем растений способен адсорбировать почвенную влагу и увеличиться в объеме в 8-10 раз, что обеспечит высокую приживаемость растений на лесокультурной площади.

На основании вышеизложенного представляется научно-обоснованным и перспективным для эффективного лесовыращивания использование композиционных материалов, как при создании минеральных удобрений пролонгированного действия, так и при выращивании сеянцев и создании лесных культур.

1.3 Выводы

1. Одной из главных причин низкой эффективности лесного питомнического хозяйства является недостаточное обеспечение почв элементами минерального питания и нерациональное использование дорогостоящих семян. Повысить эффективность выращивания посадочного материала в лесных питомниках можно путем оптимизации почвенно-экологических условий за счет внесения органических и минеральных удобрений.

2. В Беларуси имеются теоретические предпосылки использования композиционных материалов для выращивания сеянцев древесных пород в лесных питомниках, при создании лесных культур и повышения продуктивности насаждений, для повышения почвенного плодородия, предпосевной подготовки семян, внекорневой обработке растений в период вегетации, предпосадочной обработке корневых систем сеянцев от иссушения.

3. Медленнодействующие и таблетированные удобрения в лесном хозяйстве увеличивают биометрические показатели посадочного материала в питомниках, повышают приживаемость лесных культур и способствуют повышению продуктивности лесных насаждений, снижают непродуктивные потери азота и других элементов питания в газообразной форме и в результате вымывания за пределы корнеобитаемого слоя почвы.

4. При внесении минеральных удобрений в лесные насаждения величина непродуктивных потерь элементов питания зависит от формы и дозы вносимых удобрений, а также от гидротермических показателей в период проведения исследований.

ГЛАВА 2

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ, ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТОВ И ОБЪЕМ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ

2.1 Методика исследований и характеристика объектов

Методологической основой исследований по разработке КМ явился системный подход и изучение факторов и особенностей их влияния на семена, сеянцы, лесные культуры, насаждения и удобрения. В процессе исследований использовались следующие основные методы: описательный, сравнительный, экспериментальный, математико-статистический. Исследования проводили в лабораторных и полевых условиях. В лабораторных условиях разрабатывались КМ для предпосевной обработки семян сосны обыкновенной, внекорневой обработки сеянцев, защиты корневых систем растений от иссушения, получения удобрений пролонгированного действия.

Основной целью исследований КМ являлась разработка и оптимизация физико-химических свойств для получения максимального лесоводственно-экономического эффекта при выращивании стандартных сеянцев сосны обыкновенной и создании лесных культур.

Одним из направлений исследования являлось регулирование свойств КМ в зависимости от их применения. Изучение физико-химических свойств КМ осуществляли на аттестованном оборудовании в ИММС НАН Беларуси им. В.А. Белого.

Комбинируя объемное содержание компонентов в зависимости от назначения, получали КМ с требуемыми характеристиками и создавали композиции с определенными физико-химическими свойствами [72, 102]. Разработанные КМ обладали специфическими свойствами (атмосферостойкость, внутреннее напряжение и т.д.). На рисунке 2.1 представлена схема исследования композиционных материалов для выращивания сеянцев сосны обыкновенной и создания лесных культур.



Рисунок 2.1 – Направления исследований композиционных материалов для выращивания семян сосны обыкновенной и создания лесных культур

Нами определены два главных направления исследований КМ: научно-методические и производственно-технические. К научно-методическим исследованиям относили разработку программы и методики проведения работ с использованием математических методов оптимизации КМ с последующей наработкой экспериментальных партий препаратов с учетом экологической безопасности для человека. Производственно-технические исследования предусматривали отработку в лабораторных и производственных условиях технологических процессов получения КМ. На рисунке 2.2 представлена схема применения композиционных материалов при выращивании посадочного материала, создания лесных культур и повышения продуктивности сосновых насаждений [85].

При выращивании семян сосны обыкновенной в лесных питомниках исследовали различные способы предпосевной обработки семян путем замачивания их в водных растворах КМ (инкрустирование) и путем дражирования. Разработка композиционных полимерных составов с различными целевыми добавками для дражирования семян проводилась путем сочетания компонентов различных концентраций и природы. Для исследования были использованы экологически безопасные водорастворимые полимеры (натрийкарбоксиметилцеллюлоза, поливиниловый спирт), сосновые и березовые опилки с размером фракций от 350 до 600 мкм, глина, стимулятор роста (эпин), сапрпель.

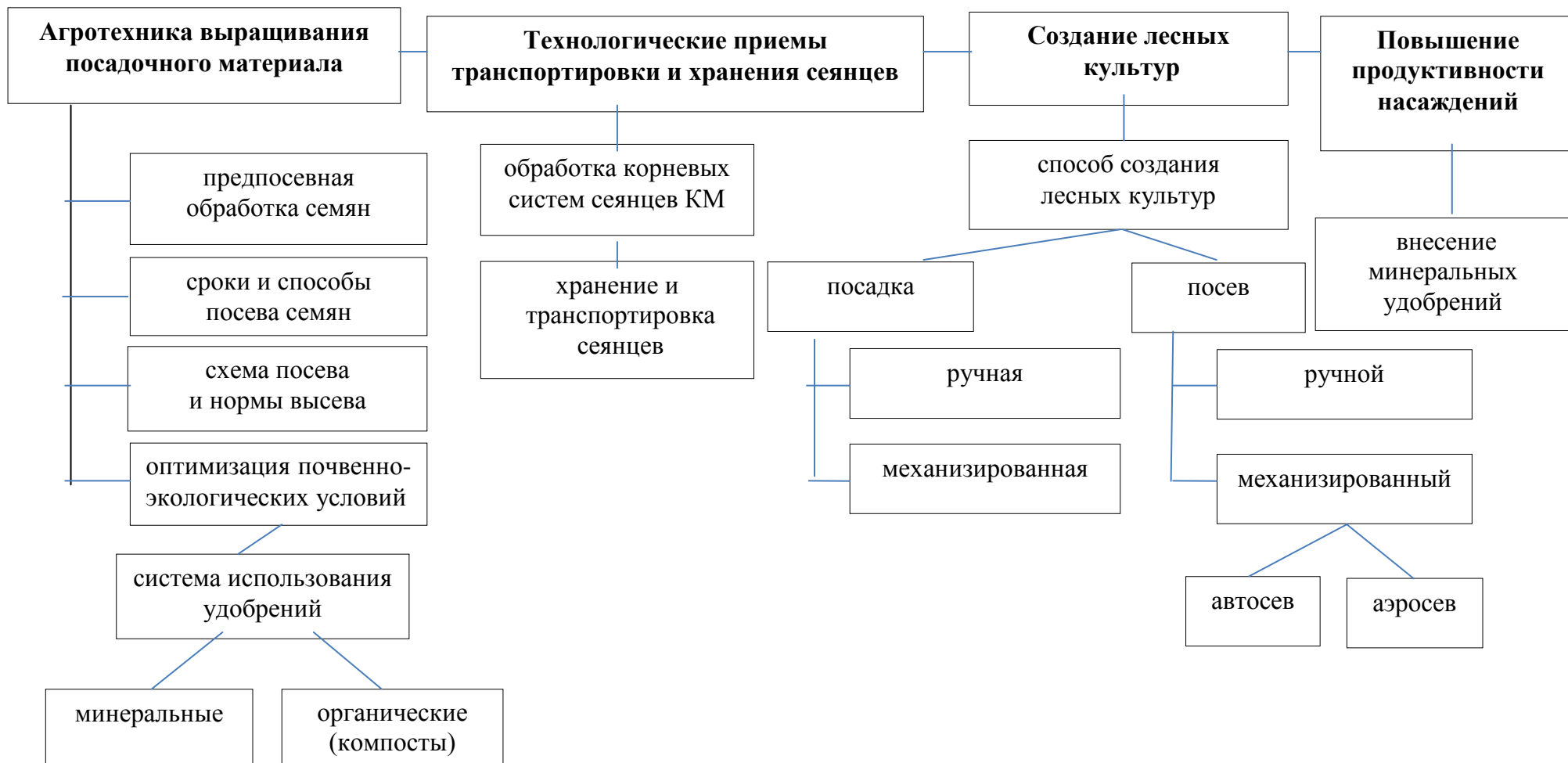


Рисунок 2.2 – Схема применения композиционных материалов при выращивании посадочного материала, создания лесных культур и повышения продуктивности сосновых насаждений

Для определения физико-химических свойств дражированных семян сосны обыкновенной использовали следующие методы. Определение влагоудерживающей способности проводили весовым методом на аналитических весах ВЛР-200 2 класса точности. Различные значения относительной влажности воздуха создавали в эксикаторах с помощью насыщенных растворов солей: 98%-ая влажность – насыщенный раствор $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 85% – KBr , 76% – $\text{NaCH}_3\text{COO} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 45% – $\text{K}_2\text{CO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Прочность дражированных семян определяли на стенде INSTRON 5567 со скоростью сжатия 1 мм/мин.

Вязкость композиционных материалов оценивали на вискозиметре ВЗ-246. Прочностные и деформационные свойства определяли на разрывной машине ZM-40. Эластичность покрытий оценивали по шкале гибкости ШГ-1. Морфологию покрытий изучали с применением оптического микроскопа Intel Play. Дисперсность ингредиентов определяли методом ситового анализа.

Отработка технологии получения дражированных семян сосны обыкновенной осуществлялась на отечественном опытном грануляторе [79]. Нарработку опытных партий композиционных материалов для получения дражированных семян сосны обыкновенной осуществляли в лабораторных условиях ИММС НАН Беларуси им. В.А. Белого. Обработку экспериментальных данных проводили с помощью методов математической статистики [261].

Для проведения исследований использовали семена сосны обыкновенной, собранные на ПЛСП Кореневской экспериментальной лесной базы Института леса НАН Беларуси, в Глубокском и Мозырском опытных лесхозах.

Исследования по изучению влияния различных КМ на энергию прорастания и лабораторную всхожесть дражированных семян сосны обыкновенной проводили в 3-кратной повторности с использованием общепринятых методов и по ГОСТ 13056.6, ГОСТ 22617.2.

Полевые исследования по изучению влияния дражированных и инкрустированных семян сосны обыкновенной на биометрические показатели и выход стандартных сеянцев проведены в лесном питомнике Мозырского опытного лесхоза. Опытный объект заложен по схеме: обычные семена сосны высевали из

расчета 60 кг/га и 45 кг/га; семена сосны, замоченные в препарате «Бревесин», высевали из расчета 60 кг/га; инкрустированные семена сосны КМ высевали из расчета 45 кг/га; дражированные семена КМ высевали из расчета 60 кг/га и 45 кг/га.

В конце вегетационного периода из каждой повторности варианта опыта методом случайной выборки отбирали по 50 шт. сеянцев, у которых замеряли высоту стволика, длину главного корня, диаметр корневой шейки и определяли выход стандартного посадочного материала с 1 га.

При температуре 105 °С сеянцы высушивались до абсолютно-сухого состояния, после чего они взвешивались для определения общей биомассы, а также отдельно корневой системы и надземной части.

Для предпосевной обработки семян сосны обыкновенной (инкрустирование) использовали композиционные материалы, которые представлены 3-5%ными водными растворами натрийкарбоксиметилцеллюлозы, поливинилового спирта, мочевиноформальдегидной смолы и целевыми добавками: топаз, гумат-80, экстракт торфа «Черный доктор», фундазол, экосил, эпин, сок березовый натуральный, сапропель, марганец сернокислый. В КМ вводили целевые добавки в виде микроэлементов (бор, медь, йод, цинк). Семена сосны обыкновенной перед посевом замачивали в КМ с целевыми добавками в течение 12-18 часов. На 1 кг семян использовали 1,5-2 л рабочего раствора. Повторность опыта – трёхкратная.

Наиболее эффективной является комплексная обработка семян, включающая предпосевное замачивание в водных растворах КМ и воздействие ультрафиолетового излучения. Эффективность действия ультрафиолетового излучения зависит главным образом от длины волны падающего света и времени облучения. Ультрафиолетовое излучение характеризуется длиной волны в диапазоне 200-400 нанометров, является холодным излучением (тела не нагреваются) и отличается от остального излучения солнечного спектра высокой энергии.

Наибольшая эффективность предпосевной обработки семян хвойных пород происходит при облучении их ультрафиолетовым светом мощностью светового потока 64 Вт/м²с в диапазоне длины волны 320-360 нм.

Полевые исследования по влиянию предпосевной обработки семян сосны обыкновенной осуществляли путем замачивания в водных растворах КМ и обработкой их ультрафиолетовым светом в лесном питомнике Светлогорского лесхоза. Схема закладки опытного объекта: контроль (без обработки семян); обработка семян УФ; обработка семян КМ; обработка семян УФ+КМ.

Посев семян сосны обыкновенной проводили на минеральной почве с использованием субстрата. Размер одной пробной площади 1x2 м (2м²). Всего заложено 24 пробные площади.

Исследования по влиянию внекорневой обработки сеянцев сосны обыкновенной проведены в постоянных лесных питомниках Кобринского и Глубокского опытных лесхозов. Наиболее эффективным является внесение удобрительных препаратов в виде водных растворов с различными микро- и макроэлементами с использованием разработанного нами композиционного материала «Комповег» [80]. В таблице 2.1 приведены физико-химические свойства КМ «Комповег».

В качестве целевых добавок для КМ «Комповег» использовали водорастворимые комплексные концентрированные минеральные удобрения с микроэлементами, находящиеся в хелатной форме (усвояемость до 70-80%). Целевая добавка «Универсальный» содержит все необходимые компоненты для питания растений.

Состав «Универсальный» является универсальным многокомпонентным удобрением с высоким содержанием микро- и макроэлементов (N - 4,8%, K₂O – 6,7%, P₂O₅ – 4,0%).

Таблица 2.1 – Физико-химические свойства композиционного материала «Комповег»

| Наименование показателя | Норма |
|---|-----------------------------------|
| Внешний вид | жидкость светло-коричневого цвета |
| Массовая доля общих сульфатов, % не менее | 1,1-1,9 |
| Массовая доля аммонийного азота, % | 0,001-0,05 |
| Массовая доля воды, % не более | 87-90,2 |
| Вязкость раствора, сек. не более | 9-12 |

Целевая добавка «Макро» – азотно-магниевый-микроэлементный концентрат. Высокое содержание высокоусвояемого азота, магния и марганца стимулирует рост и развитие растений. Состав «Макро» является универсальным многокомпонентным удобрением с высоким содержанием макро- и микроэлементов (N – 26%, MgO – 3,5%, B – 0,02%, Cu – 0,20%, Fe – 0,02%, Mn – 1,0%, Mo – 0,005%, Zn – 0,01%).

Целевая добавка «Моно» – бесхлорный кальциевый концентрат с азотом, магнием и полным набором хелатированных микроэлементов для некорневого и почвенного применения. «Моно» является универсальным многокомпонентным удобрением с высоким содержанием микро- и макроэлементов (N – 8%, K₂O – 6,4% MgO – 2,5%, B – 0,02%, Cu – 0,03%, Fe – 0,02%, Mn – 0,01%, Mo – 0,001%, Zn – 0,03%, CaO – 13,9%).

Целевая добавка «Микро» – многокомпонентное удобрение с высоким содержанием микроэлементов для внекорневых подкормок растений. Оптимальные пропорции компонентов с добавкой органических кислот обеспечивают высокую эффективность удобрения и повышают устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды. «Микро» является универсальным многокомпонентным удобрением с высоким содержанием микро- и макроэлементов (N – 10,5%, K₂O – 5,1%, MgO – 2,5%, B – 0,38%, Cu – 0,45%, Fe – 0,07%, Mn – 0,05%, Mo – 0,0016%, Zn – 0,19%).

Большое значение при проведении внекорневых подкормок имеет конструкция поливной системы и в частности туманообразующий полив с распылителем факельного типа. В лесном питомнике Кобринского опытного лесхоза нами проведены исследования по внекорневой обработке семян сосны обыкновенной КМ с использованием ранцевого опрыскивателя и туманообразующего полива с распылителем факельного типа. Туманообразующий полив с распылителем факельного типа имеет преимущества перед известными аналогами. Отличается простотой конструкции и надежностью. Распылитель начинает работать при давлении воды от 0,05 атм. до 0,3 атм. Технические характеристики туманообразующего распылителя факельного типа: диаметр распылителя – 30 мм; длина

распылителя – 50 мм; рабочее давление распылителя – не менее 0,3 атм; расход воды (при давлении 0,3-0,5 атм) распылителя – 54 л/час.

Отработан технологический процесс получения КМ «Корпансил» для обработки корневых систем сеянцев сосны обыкновенной, а также осуществлена организация производства по промышленной наработке данного препарата на Корневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси. В лабораторных условиях определен расход КМ «Корпансил» весовым способом для обработки корневых систем однолетних и двухлетних сеянцев сосны обыкновенной. Для обработки 1000 однолетних сеянцев необходимо 2,5-3,0 л, а двухлетних – 3,0-3,5 л.

Исследования полимерного пленкообразователя на потерю массы корневой системы однолетних сеянцев сосны обыкновенной проводили в лабораторных условиях ИММС им. В.А. Белого НАН Беларуси. В качестве полимерного пленкообразователя использовали водные растворы NaКМЦ (3; 5 и 10 мас.%), ПВС (3 и 5 мас.%), ПАА (3 и 5 мас.%). Защиту корневых систем сеянцев сосны обыкновенной от иссушения проводили путем погружения корневых систем сеянцев в композиционные материалы. Взвешивание сеянцев, погруженных в жидкую среду, производили через 0,25; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 24; 48; 72 часа.

Защита корневых систем сеянцев сосны обыкновенной КМ обусловлена их физико-химическими свойствами. Определение влагоудерживающей способности КМ проводили весовым методом на аналитических весах ВЛР–200 2-го класса точности. Вязкость КМ оценивали на вискозиметре ВЗ – 4. За условную вязкость КМ, обладающих свободной текучестью, принимали время непрерывного истечения в секундах определенного объема испытуемого материала через калиброванное сопло вискозиметра. За результат испытаний принимали среднее арифметическое результатов трех измерений. Допускаемые отклонения отдельных определений времени истечения от среднеарифметического значения при проведении испытаний не превышали $\pm 3\%$. Прочностные и деформационные свойства определяли на разрывной машине ZM-40. Дисперсность ингредиентов определяли методом ситового анализа.

При разработке композиций для защиты корневых систем сеянцев сосны обыкновенной использовали полимерные связующие в виде натрийкарбоксиметилцеллюлозы (3,0-10,0%), поливинилового спирта (3,0-5,0%), полиакриламида (3,0-5,0%), а в качестве целевых добавок – грунт для рассады овощных и декоративных культур, глина гончарная, борат кальция, флорабел, сок березовый натуральный, сульфат цинка.

Исследования физико-химических свойств КМ для обработки корневых систем сеянцев сосны обыкновенной нами подробно изложены в учебно-методическом пособии [27]. Адгезионную прочность КМ исследовали методом отслаивания и нормального отрыва. Адгезионная прочность характеризуется величиной усилия, затраченного на последовательное разрушение соединения, и устанавливалось с помощью динамометра.

При разработке удобрений пролонгированного действия использовали водорастворимые полимеры, карбамидную смолу и мочевиноформальдегидную смолу. Для покрытия гранул азотных удобрений (мочевины и аммиачной селитры) применяли мочевиноформальдегидную смолу в концентрации 20,0-40,0 мас.% и целевые добавки в виде последрожжевой бражки (1,5-4,0 мас.%), молочнокислого кальция (0,5-1,0 мас.%) и сернокислого магния (1,0-1,7 мас.%).

Разработку КМ для покрытия гранул азотно-фосфорно-калийных комплексных удобрений Гомельского химического завода осуществляли на основе водорастворимого полимера, карбамидной смолы в концентрациях 20-40 мас.% и целевых добавок в виде бихромата калия (0,5-0,7 мас.%), окиси цинка (0,5-0,7 мас.%) и нафтилуксусной кислоты (0,5-4,0 мас.%). При получении удобрения пролонгированного действия изучали скорость растворения гранул и газообразные потери азота.

Влагоудерживающую способность КМ и время растворения удобрений пролонгированного действия изучали весовым методом с использованием аналитических весов ВЛР-200. Атмосферостойкость КМ проводили в камере искусственной погоды ИП-1-3 в соответствии с ГОСТом 15150-69 и 9.708-83 и по методикам разработанных ИММС им. В.А. Белого НАН Беларуси [97].

Условную вязкость композиционного материала для защиты корневых систем сеянцев сосны обыкновенной от иссушения определяли в соответствии с ГОСТ 8420-74 [262].

При приготовлении композиционных материалов для предпосевной обработки семян сосны обыкновенной, внекорневой обработки сеянцев и защиты корневых систем сеянцев сосны обыкновенной от иссушения на основе водорастворимых полимеров необходимо строго соблюдать последовательность введения целевых добавок. При нарушении последовательности может произойти коагуляция компонентов смеси, и как следствие - снижение их эффективности, а также снижение качества и нарушение функций защитно-стимулирующей пленки покрытия. Водные растворы полимеров склонны к гелеобразованию, поэтому композиционные материалы для исследования готовили следующим образом: при постоянном перемешивании в определенном объеме дистиллированной воды растворяли необходимые количества целевых добавок, а затем добавляли водные растворы полимеров. Полноту растворения оценивали по отсутствию видимых остатков полимера при переливании приготовленного раствора из стакана в стакан [263]. Во избежание образования комков в процессе приготовления композиционного материала периодически проводили контроль полноты растворения полимера и целевых добавок.

Исследования по получению коровых компостов проводили в лабораторных условиях ИЛ НАН Беларуси и полевых условиях на территории лесного питомника Корневской ЭЛБ ИЛ НАНБ и Кобринского опытного лесхоза.

В лабораторных условиях ИЛ НАН Беларуси исследована динамика разложения опытных компостов. Компостные субстраты, составленные на основе хвойной и лиственной коры в смеси с куриным пометом, торфом и отходами виноделия (яблочными отжимами), термостатировались в лабораторных условиях в течение 7 месяцев при температуре 20 °С и 45 °С по вариантам опыта:

К-1 – хвойная кора;

В-1 – хвойная кора с минеральными удобрениями (1% азота и 0,25 % фосфора);

В-2 – хвойная кора + куриный помет (4:1);

В-3 – хвойная кора + торф переходной + куриный помет (4:1:1);

В-4 – хвойная кора + яблочные отжимы + куриный помет (1:1:1);

К-2 – лиственная кора;

В-5 – лиственная кора + куриный помет (4:1);

В-6 – лиственная кора + торф переходной + куриный помет (4:1:1).

Компоненты субстратов измельчались, увлажнялись водой до 65-80%, тщательно перемешивались и помещались в стеклянные емкости, которые закрывались полипропиленовой пленкой и помещались в термостаты ТЭС-1 с температурой 20 °С и 45 °С. Повторность опыта четырёхкратная.

Изучение процессов, протекающих при компостировании коровых субстратов с органоминеральными добавками в лабораторных условиях, проведено на 1, 3 и 7-й месяцы эксперимента. Исследовали динамику и влажность коровых субстратов по вариантам опыта. Влажность субстратов на протяжении исследований определялась методом высушивания. Визуально отмечались органолептические характеристики компостных смесей (цвет, структура, запах и др.). Для определения цвета опытных субстратов использовали шкалу цветов А.С. Бондарцева. Систематически отбирались образцы по вариантам опыта для изучения динамики разложения опытных субстратов. Определение влажности, рН, зольности, содержания общего и аммиачного азота, содержания фосфора и калия, соотношение С:N в коровых компостах проводили по общепринятым методикам. Показатель соотношения углерода к азоту (С:N) характеризует качество коровых компостов, которое определялось в соответствии с ОСТ 56-56-83 [264].

В полевых условиях на территории лесного питомника ГЛХУ «Кореневская экспериментальная лесная база Института леса НАН Беларуси» сооружен опытный компостник на 12 ячеек размером 4x5x1,5 м и вместимостью 4,5 т субстрата каждая. Ширина компостника по дну (4,0 м) обеспечивала свободное маневрирование машин и механизмов при производстве разгрузочно-погрузочных работ и перемешивании компоста. Размеры каждой ячейки обусловлены тем, чтобы субстрат не пересыхал и в нем аккумулировалось тепло. Общий вид опытного компостника представлен на рисунке 2.3.

Хвойную кору предварительно освобождали от крупных включений и оставляли частицы размером не более 40 мм.



Рисунок 2.3 – Опытный объект по получению коровых компостов в Корневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси

Контролем К-1 выбран коровый компост с добавлением азотных и фосфорных удобрений, указанных в «Наставлении ...» [45], как лучший базовый вариант в отрасли. Субстраты для приготовления компостов увлажнялись до 60-65% и послойно (30-40 см) помещались в отдельные ячейки опытного компостника на компостирование по вариантам:

1. Контроль 1 (хвойная кора с минеральными удобрениями);
2. Контроль 2 (хвойная кора с листовенной землей);
3. Контроль 3 (лиственнная кора);
4. Хвойная кора + куриный помет (4:1);
5. Хвойная кора + торф + куриный помет (4:1:1);
6. Хвойная кора + хвойные опилки + куриный помет (1:1:1);
7. Хвойная кора + отходы виноделия + куриный помет (1:1:1);
8. Лиственная кора + яблочные отжимы (4:1);
9. Хвойные опилки + торф + куриный помет (1:1:1);
10. Хвойные опилки + листвоной опад + куриный помет (4:1:0,5);

11. Хвойные опилки + яблочные отжимы + куриный помет + лиственной опад (1:1:1:0,5);

12. Хвойная кора + торф + куриный помет + полимерный структурообразователь почвы (4:1:1:0,5).

В качестве полимерного структурообразователя почвы использовали натриевую соль карбоксиметилцеллюлозы в виде порошка из расчета 500 г/м³ для ускорения периода готовности компоста.

Для улучшения газообмена компостируемая масса в буртах по вариантам опытов в течение всего процесса компостирования 3 раза механически перемешивалась, чтобы сократить срок созревания компоста и улучшить его качества. Влажность коры в буртах поддерживалась в пределах 60-75%. В процессе подготовки компостов отбирались образцы субстратов с целью определения влажности. Образцы по вариантам опыта помещались в предварительно взвешенные бюксы и высушивались при температуре + 50 °С до постоянной массы.

На протяжении периода исследований изучалась динамика разложения компостов путем определения их физико-химических и органолептических показателей. На 7, 10, 15 и 19 месяцы после начала компостирования в производственных условиях с каждого варианта опыта отбирались 5 проб, и составлялась смешанная проба. Динамика влажности компостов и потеря органической массы на протяжении исследований определялась методом высушивания. В образцах компостов по вариантам опытов потенциметрически определялась рН [265].

В процессе компостирования коровых субстратов изучали динамику содержания легкогидролизуемого азота, обменного калия и подвижного фосфора колориметрически по методике Ю.Т. Коробченко [266], а также проводились наблюдения за изменением температуры компостируемых субстратов. Органолептические показатели компостов (структуру и цвет) на всех стадиях разложения определяли визуально.

Получение и применение коровых компостов при выращивании сеянцев проведены в производственных условиях постоянного лесного питомника Кобринского опытного лесхоза Брестского ГПЛХО (рисунок 2.4).

Компосты готовили буртовым способом по следующим вариантам опыта:

1 – компост на основе хвойной коры, куриного помета и торфа при соотношении компонентов 4:1:1;

2 – компост на основе хвойной коры и куриного помета в соотношении 4:1;

3 – компост на основе хвойной коры, куриного помета, торфа и полимерного структурообразователя при соотношении компонентов 4:1:1:0,5.

Для исследований было подготовлено три бурта. Размер каждого компостника составлял: длина 80 м, ширина 6 м, высота 2,5 м. Количество компоста в каждом бурте 400 тонн. Всего заготовлено 1200 тонн компостов. Компостные кучи закладывали на ровной площадке послойно. Каждый слой составлял 15-30 см. Перемешивание компоста осуществляли 3 раза в течение вегетационного периода трактором «Амкодор».



Рисунок 2.4 – Производственный опытный объект получения коровых компостов буртовым способом в лесном питомнике Кобринского опытного лесхоза Брестского ГПЛХО

На основании результатов исследований был разработан состав «Агрополикор» и технические условия ТУ ВУ 400070994.008–2010 «Состав «Агрополикор»»

для повышения почвенного плодородия питомников», которые прошли государственную санитарно-гигиеническую экспертизу (акт от 18.10.2010 г. № 16-12-01/2367), согласованы в Республиканском центре гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья (протокол № 7357-1-01.1.246.3.3 от 11.10.2010 г.) и зарегистрированы в БелГИССе [267-269].

Состав «Агрополикор» имеет следующие физико-химические показатели: влажность состава не более 75%; кислотность солевой суспензии состава 6,0-6,5; массовая доля азота не менее 1,0-1,2%; величина соотношения углерода к азоту не более 40; внешний вид: рассыпчатая, мажущаяся масса темно-коричневого цвета с характерным почвенным запахом. Для получения состава «Агрополикор» использовали измельченную кору хвойных пород, компостированную с органоминеральными добавками, стимулирующими процесс ее разложения. Исходная кора для приготовления субстрата предварительно дробилась и увлажнялась.

В качестве органоминеральных добавок использовали куриный помет (влажность – 35%, рН – 8, содержание общего азота – 2%, фосфора – 1,6-1,9%), торф переходного или низинного типа (рН – 5-6, влажность – 60-62%). В качестве целевых добавок, стимулирующих процесс разложения коры, вносили 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. Соотношение компонентов в составе составило 4:1:1.

Исследования по изучению технологии выращивания сеянцев сосны обыкновенной и внедрение разработанной нами научно-технической продукции в виде рекомендаций, методических указаний, наставлений и технических условий проводились в 42 лесных питомниках Министерства лесного хозяйства Беларуси и двух экспериментальных лесных базах Института леса НАН Беларуси:

Брестское ГПЛХО (5 лесхозов): Ганцевичский, Пинский, Ивацевичский, Лунинецкий, Кобринский опытный;

Витебское ГПЛХО (8 лесхозов): Полоцкий, Ушачский, Городокский, Глубокский опытный, Бешенковичский, Рассонский, Лиозненский, Толочинский;

Гомельское ГПЛХО (6 лесхозов): Гомельский, Жлобинский, Светлогорский, Калинковичский, Мозырский опытный, Милошевичский;

Гродненское ГПЛХО (7 лесхозов): Ивьевский, Сморгонский, Гродненский, Лидский, Островецкий, Волковысский, Слонимский;

Минское ГПЛХО (9 лесхозов): Вилейский, Слуцкий, Минский, Логойский, Борисовский, Столбцовский, Березинский, Стародорожский, Старобинский;

Могилевское ГПЛХО (7 лесхозов): Бельничский, Могилевский, Кличевский, Бобруйский, Осиповичский опытный, Горецкий, Чериковский;

Экспериментальные лесные базы Института леса НАН Беларуси (2 ЭЛБ): Корневская ЭЛБ и Жорновская ЭЛБ.

Для характеристики почвенного плодородия исследуемых постоянных лесных питомников по всему опытному участку отбирали из верхнего 20-сантиметрового слоя почвы смешанные образцы (каждый состоит из 9 индивидуальных) в 4-кратной повторности. В лабораторных условиях в образцах почвы определяли: содержание гумуса (по Никитину А.Б.), рН в солевой вытяжке (на рН-метре), гидролитическую кислотность (по Каппену), сумму поглощенных оснований (по Каппену-Гильковицу), легкогидролизуемый азот (по Коробченко Ю.Т.) [270-273]. В приложении 1 даны результаты химического анализа почв лесных питомников, а в приложении 2 – результаты анализов гранулометрического состава почв лесных питомников.

Лабораторные и полевые исследования обработаны методами математической статистики [261]. Сравнение полученных данных по вариантам опыта производились в соответствии с методикой, изложенной в работе [274].

В Милошевичском лесном питомнике проведены исследования по определению эффективности выращивания сеянцев с использованием компостов и изучению влияния нормы высева семян хвойных пород на выход посадочного материала. Субстратный слой составлял 10-25 см и перемешивался с почвой культиватором. Расход компостов составлял 10-35 кг/м². Посев семян сосны обыкновенной осуществлялся вручную 10 мая 1999 г. по 5-ти строчной схеме с расстоянием между центрами строчек 20-25 см и шириной строчек 2-5 см. Норма высева

семян сосны составила 1,5 г/пог.м и для ели 1,8 г/пог.м посевной строчки. Кроме этого испытывали уменьшенные нормы высева семян для сосны обыкновенной 1,2 и 1,0 г/пог.м посевной строчки. Осенью проведена инвентаризация посадочного материала по вариантам опыта. Для измерения биометрических показателей сеянцев сосны обыкновенной отбирали по 100 растений в каждом варианте опыта.

В лесном питомнике Светлогорского лесхоза в период 1999-2000 гг. изучали действие различных доз удобрений пролонгированного действия (азот – 60-100 кг/га, фосфор – 80-140 кг/га и калий – 60-100 кг/га) и способов предпосевной обработки семян сосны обыкновенной на рост сеянцев и выход стандартного посадочного материала. Предпосевная подготовка семян сосны обыкновенной предусматривала обработку ультрафиолетовым светом, инкрустирование семян 5% водным раствором ПВС с гуминовыми препаратами в течение шести часов. Посев семян сосны обыкновенной проведен вручную 28 апреля 1999 г. Повторность опытов трехкратная. Площадь каждого варианта опыта 1x1 м (1 м²).

Методика проведения УФ облучения семян сосны обыкновенной заключалась в том, что в чашки Петри насыпали в один слой семена и помещались в камеру ИП-1-3 для облучения двумя ртутно-кварцевыми лампами ДРГ-400 в течение 3,5 часов [32].

В лесном питомнике Корневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси 13 мая 1999 года заложено 18 вариантов опыта по выращиванию сеянцев сосны обыкновенной с различными способами предпосевной подготовки семян. Для предпосевной обработки семян использовали водные растворы NaKMЦ в концентрациях от 1 до 3 мас.%. Изучали различные нормы высева семян сосны обыкновенной (от 120 до 160 шт. / п.м.) с учетом содержания гумуса в почве. Схема вариантов опыта:

Опытный объект № 1 (содержание гумуса 1,9%):

1. Посев обычных семян сосны из расчета 60 кг/га;
2. Посев инкрустированных семян сосны из расчета 60 кг/ га;
3. Посев обычных семян сосны из расчета 55 кг/га;
4. Посев инкрустированных семян сосны из расчета 55 кг/ га;
5. Посев обычных семян сосны из расчета 45 кг/ га;

6. Посев инкрустированных семян сосны из расчета 45 кг/ га.

Опытный объект № 2 (содержание гумуса 2,8%):

1. Посев обычных семян сосны из расчета 60 кг/га;

2. Посев инкрустированных семян сосны из расчета 60 кг/ га;

3. Посев обычных семян сосны из расчета 55 кг/га;

4. Посев инкрустированных семян сосны из расчета 55 кг/ га;

5. Посев обычных семян сосны из расчета 45 кг/ га;

6. Посев инкрустированных семян сосны из расчета 45 кг/га.

Опытный объект № 3 (содержание гумуса 3,4%):

1. Посев обычных семян сосны из расчета 60 кг/га;

2. Посев инкрустированных семян сосны из расчета 60 кг/ га;

3. Посев обычных семян сосны из расчета 55 кг/га;

4. Посев инкрустированных семян сосны из расчета 55 кг/ га;

5. Посев обычных семян сосны из расчета 45 кг/ га;

6. Посев инкрустированных семян сосны из расчета 45 кг/ га.

Исследования по выращиванию стандартного посадочного материала с использованием микроэлементов для предпосевной обработки семян сосны обыкновенной проводили в постоянном лесном питомнике Светлогорского лесхоза. Посев семян осуществляли по 5-ти строчной схеме с расстоянием между центрами строчек 20-25 см и шириной строчек 2-5 см. Норма высева семян сосны обыкновенной 1,5 г на 1 п.м. Для предпосевной обработки семян использовали микроэлементы (бор – H_3BO_3 , медь – $CuSO_4$, цинк – $ZnSO_4$, йод – HI) с концентрацией от 0,0025 до 0,005%. Продолжительность предпосевной обработки семян сосны обыкновенной составляла 12 часов. Размер одной пробной площади составлял 1х2 м ($2m^2$). Повторность опыта 3-х кратная. Посев семян произведен 22 апреля 1999г.

При разработке ресурсосберегающих технологий посева семян сосны обыкновенной для выращивания стандартного посадочного материала исследования проведены в лесном питомнике Милошевичского лесхоза. Опытно-производственный объект занимает площадь $1600 m^2$. Предпосевная обработка семян сосны обыкновенной проведена УФ светом и инкрустированием КМ. Глу-

бина заделки семян 0,5-2,0 см. Выход стандартного посадочного материала определяли с учетом нормы высева семян сосны обыкновенной.

Изучение физико-химических свойств КМ при инкрустировании семян сосны обыкновенной подробно изложены в монографиях [72, 85] и учебно-методическом пособии [27]. Лабораторные исследования по влиянию предпосевной обработки семян различными концентрациями композиционных материалов на рост и развитие сеянцев сосны обыкновенной проводились в кассетах для проращивания по следующим вариантам опыта в трёхкратной повторности:

- контроль (обработка семян сосны в 0,5%-ном водном растворе KMnO_4);
- обработка семян сосны в 2%-ном водном растворе КМ и KMnO_4 (0,5%);
- обработка семян сосны в 4%-ном водном растворе КМ и KMnO_4 (0,5%);
- обработка семян сосны в 6%-ном водном растворе КМ и KMnO_4 (0,5%);
- обработка семян сосны в 8%-ном водном растворе КМ и KMnO_4 (0,5%).

Посев семян сосны обыкновенной в лесных питомниках Корневской ЭЛБ, Кобринского и Глубокского опытных лесхозов осуществляли механизированным и ручным способами. При механизированном посеве использовали сеялку датской фирмы «Egedal», предназначенную для работы только на участках с ровным рельефом местности и влажностью пахотного горизонта почвы не более 60% (рисунк 2.5). При ручном посеве семян использовали сельскохозяйственную сеялку СО-1.

Использовали семена сосны обыкновенной первого и второго класса качества. Масса 1000 штук семян варьировала от 6,35 до 7,83 г, а чистота – от 96,0 до 99,1%.

Сроки посева семян сосны обыкновенной и нормы их высева во многом определяются гидротермическими условиями. Сроки посева семян сосны обыкновенной увязывали с почвенно-климатическими условиями [259, 275, 276].



Рисунок 2.5 – Посев семян сосны обыкновенной в постоянном лесном питомнике
Кобринского опытного лесхоза

Для определения оптимальных сроков и нормы высева семян сосны обыкновенной, а также способов предпосевной обработки семян КМ и глубины их заделки нами были поставлены полевые опыты в постоянном лесном питомнике Кобринского опытного лесхоза в рамках ГНТП «Леса Беларуси» по заданию 2.01 «Разработать и внедрить ресурсосберегающую агротехнологию посева семян хвойных пород для выращивания стандартного посадочного материала» [82].

Изучение влияния почвенного плодородия лесных питомников при выращивании посадочного материала хвойных пород на выход стандартных сеянцев сосны обыкновенной проводили по теме «Изменения физиологических и биометрических показателей посадочного материала хвойных пород и оптимизация выхода стандартных сеянцев в зависимости от почвенного плодородия» в период 2006-2010 гг. в лесных питомниках Мозырского опытного лесхоза, Калинковичского, Жлобинского, Рогачевского лесхозов Гомельского ГПЛХО, Кобринского опытного лесхоза Брестского ГПЛХО, Осиповичского опытного лесхоза Могилевского ГПЛХО, а также двух ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси: Жорновской и Корневской.

Для изучения эффективности сроков посева семян хвойных пород в 2003-2004 гг. заложены опытные объекты в лесном питомнике Кобринского опытного

лесхоза. Весной семена начинали высевать со 2-ой декады апреля по 3-ю декаду мая. Осенью посев семян производили со 2-ой декады октября по 3-ю декаду ноября. Норма высева семян сосны обыкновенной на всех вариантах опыта при механизированном и ручном способах посева составляла 1,5 г на 1 пог. м или 250 шт./пог. м. Применяли ленточные пятистрочные посевы с шириной строк 5-7 см. Расстояние между посевными строками 20-25 см, а между лентами 50-60 см. Площадь каждого варианта опыта составляла 50 м². Для посева использовали семена сосны обыкновенной 1-го класса качества. Повторность опытов трехкратная. В лабораторных условиях измеряли высоту стволика и длину корней, определяли массу всего растения и отдельных его частей (хвоя, стволик, корни), а также общий выход и выход стандартных сеянцев с единицы площади. Для определения валовых форм азота, фосфора и калия растительные образцы помещали в термостат, где в течение 20 минут выдерживали при температуре 102 °С. После такой фиксации образцы в дальнейшем досушивали при температуре 60 °С. Мокрое озоление растительных образцов проводили по методу Гинзбург К.Е. и др. [273] с последующим определением валовых форм азота и фосфора фотоэлектродометрически, а калия – на пламенном фотометре.

Осенью производился отбор сеянцев сосны обыкновенной для определения их биометрических показателей и учета выхода стандартного посадочного материала по каждому варианту опыта. Для определения биометрических показателей отбирали не менее 100 растений с каждого варианта опыта. Обмер посадочного материала производился измерительными инструментами: высоту – линейкой с миллиметровыми делениями, диаметр – штангенциркулем у корневой шейки (с точностью до 0,1 мм). Камеральная обработка собранного растительного материала заключалась в определении биометрических параметров сеянцев сосны: высоты надземной части, диаметра корневой шейки, длины корневой системы и воздушно-сухой массы растений.

Действующие в настоящее время нормы высева семян сосны обыкновенной составлены для семян 1-го класса качества и имеющих массу 1000 штук семян 6,0 грамм. При высева семян хвойных пород 2-го класса качества норма вы-

сева увеличивается на 30%. При установлении оптимальной нормы высева семян использовали показатели их качества. Кафедрой лесных культур МГУЛ предложена формула для определения норм высева семян хвойных пород [56].

Исследования по определению оптимальной нормы высева семян сосны обыкновенной проводили в постоянных лесных питомниках Кобринского опытного лесхоза и Корневской ЭЛБ Института леса НАН Беларуси. Для условий Беларуси установлены следующие уровни по степени обеспеченности почвы элементами питания и содержанию гумуса [2, 45]. Уровень агротехники считается высоким при содержании гумуса в верхнем 0-20-сантиметровом слое почвы 3,1-4,0%, подвижных K_2O и P_2O_5 – более 12,0 и 13,0 мг на 100 г почвы соответственно. При среднем уровне агротехники выращивания посадочного материала хвойных пород содержание гумуса составляет 2,1-3,0%; P_2O_5 – 6,1-13,0; K_2O – 6,1-12,0 мг на 100 г почвы. При низком уровне агротехники выращивания сеянцев содержание гумуса составляет менее 1,5-2,0%, а подвижных P_2O_5 и K_2O менее 6,0 мг на 100 г почвы. При посеве семян хвойных пород в питомниках, которые не обеспечивают вышеуказанные степени обеспеченности почв элементами питания и содержания гумуса, а также не соблюдают агротехнические приемы, норму высева устанавливают в соответствии с имеющимися нормативными документами [2, 45]. В качестве базового варианта (контроля) посев семян сосны обыкновенной осуществляли из расчета 60 кг/га, а на других вариантах опыта норма высева семян была снижена на 10, 20 и 30%.

Нами разработан композиционный материал «Комповег», предназначенный для обработки надземной части сеянцев сосны обыкновенной в питомниках с целью увеличения выхода стандартного посадочного материала с единицы площади [80]. Техническая характеристика КМ «Комповег» для внекорневой обработки сеянцев сосны обыкновенной:

1. Внешний вид – жидкость светло-коричневого цвета;
2. Массовая доля общих сульфатов, % не менее – 0,001-0,05;
3. Массовая доля воды, % не более – 87-90,2;
4. Водородный показатель рН водной вытяжки, не менее – 5,8-6,5;

5. Вязкость раствора, с, не более – 9-12;

6. Состав не ядовит, экологически безопасен, не взрывоопасен.

Обработку сеянцев сосны обыкновенной композиционным материалом «Комповег» совмещали с обработкой растений от болезней.

Для получения рабочего раствора КМ на 1 га питомника необходимо 1,5 литра концентрированного КМ растворить в 300 литрах воды. Исследования по изучению эффективности самого КМ и совместно с другими целевыми добавками проведены в постоянном лесном питомнике Кобринского опытного лесхоза.

Внекорневая обработка осуществлялась на основе ручного опрыскивателя модификации НД-300 (Бразилия, 10 л). Размер опытного участка каждого варианта опыта составлял 1x1 м (м²). Повторность опыта 3-кратная. Расход 5%-ного водного раствора полимерного состава на 1 м² составил 200 г. Норма внесения удобрений при внекорневой подкормке составила: для азота 11 г/м² д. в., фосфора 4 г/м² д. в. и калия 6 г/м² д. в.

В качестве целевых добавок для КМ использовали водорастворимые комплексные концентрированные минеральные удобрения с микроэлементами, находящиеся в хелатной форме (усвояемость до 70-80%). Целевая добавка «Универсальный» содержит все необходимые компоненты питания растений, в том числе микроэлементы: бор, цинк, медь и марганец.

Исследования по разработке КМ для внекорневой обработки сеянцев сосны обыкновенной начаты в 2000 г. в Светлогорском и Милошевичском лесхозах Гомельского ГПЛХО. Затем они продолжены в 2008-2009 гг. в лесном питомнике Кобринского опытного лесхоза по хоздоговорной теме «Исследовать технологию некорневой подкормки на основе композиционных полимерных составов для выращивания сеянцев хвойных пород». Исследования в лесном питомнике Кобринского лесхоза направлены на получение модифицированных КМ с использованием различных целевых добавок в 3-5% растворе NaKMЦ. Установлено влияние модифицированных КМ на биометрические показатели сеянцев и выход стандартного посадочного материала.

В период с 2006 по 2007 гг. в лесном питомнике Кобринского опытного лесхоза проведены исследования по теме «Разработать и внедрить технологии некорневой обработки посадочного материала хвойных пород в питомнике». В лабораторных условиях ИЛ НАН Беларуси наработаны опытные партии концентрированного КМ с целевыми добавками и проведены исследования их физико-химических свойств (эластичность и однородность). Размер опытного участка каждого варианта опыта составлял 1x1 м (1 м²). Повторность опыта трехкратная. Расход 5% водного раствора КМ на 1 м² составил 200 г. Норма внесения удобрений при внекорневой подкормке составила: для азота 11 г/м² д.в., фосфора 4 г/м² д.в. и калия 6 г/м² д.в. На каждом варианте опыта измеряли ширину посевных строчек, общее количество семян на варианте опыта и выход стандартных семян сосны обыкновенной.

Исследования по выращиванию стандартных семян сосны обыкновенной с использованием различных коровых компостов проводили в постоянных лесных питомниках Корневской экспериментальной базы Института леса НАН Беларуси (рисунок 2.6) и Кобринского опытного лесхоза.



Рисунок 2.6 – Внесение различных компостов в посевное отделение постоянного лесного питомника Корневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси

Различные компосты вносили в посевные отделения постоянных лесных питомников Корневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси и Кобринского опытного лес-

хоза перед посевом семян хвойных пород по вариантам опыта. Доза внесения компостов – 60-80 т/га. Слой внесения компостов составил 1,5-2,0 см/м². Определение биологической эффективности мероприятий по повышению плодородия и оптимизации почвенно-экологических условий путем внесения коровых компостов с органоминеральными добавками проводили путем анализа взаимосвязи параметров роста сеянцев сосны на первый и второй год вегетации с показателем интенсивности микоризообразования корневых систем и содержанием гумуса и элементов питания в почве по вариантам опыта.

Изучение процесса образования микоризы на корнях сеянцев сосны по вариантам опыта проводили по общепринятым методикам И.А. Селиванова [277], Д.В. Веселкина [278, 279], К.И. Еропкина [280]. Изучение микоризообразования на корнях сеянцев сосны обыкновенной проводилось путем подсчета количества микоризных корней (проводящих), шт. на 1 растение; количество немикоризных корней (сосущих), шт. на 1 растение и количество микориз на всем растении. При морфологическом анализе корни сеянцев сосны обыкновенной рассматривали под биноклем. Отмечали их окраску, характер ветвления корней, наличие или отсутствие корневых волосков и их степень развития, наличие или отсутствие микоризы. Эктомикоризы классифицировали по форме: булабовидная, вильчатая, коралловидная. Определяли цвет (светло-желтая, коричневая, темно-коричневая и т. д.) и форму поверхности эктомикориз на корневых системах сеянцев сосны обыкновенной.

Изучение характеристики корневых систем сеянцев сосны обыкновенной проводили путем подсчета на одном растении: корней I, II и III порядков, общего числа корней на 1 растении; длины корней I, II и III порядков, суммарной длины боковых корней.

Плотность микориз, т.е. число микориз на 100 мм длины проводящих корней, рассчитывали по И.А. Селиванову [277]. Брали небольшие тонкие боковые корни II и III порядков и с помощью миллиметровой бумаги определяли общую длину корней. У каждого растения измеряли не менее 500 мм таких корешков и

подсчитывали количество микоризных окончаний на них с последующим пересчетом на 100 мм длины корня.

Степень микотрофности однолетних сеянцев определяли по 5-балльной системе. В этом случае баллы от 1 до 5 ставили, соответственно, при следующих показателях плотности микориз на корнях сеянцев: 1 балл – 10; 2 балла – 11-20; 3 балла – 21-30; 4 балла – 31-40 и 5 баллов – более 40 шт. на 100 мм корней [279].

Изучение динамики развития корневых систем и микоризных окончаний сеянцев сосны обыкновенной на питомниках включало в себя наблюдение за формированием корневой системы сеянцев; изучение динамики развития микоризных окончаний и исследования взаимосвязи различных форм микориз с содержанием гумуса и биометрическими показателями сеянцев.

Нами проведены исследования по технологии выращивания сеянцев сосны обыкновенной с использованием КМ в условиях закрытого грунта в Корневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси, Глубокском, Мозырском и Осиповичском опытных лесхозах.

Для условий закрытого грунта опытно-производственный объект в Корневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси заложен 18.05.2011 г. в двух теплицах постоянного лесного питомника с различными способами предпосевной обработки семян сосны обыкновенной. Посев семян сосны обыкновенной осуществлен вручную. Глубина заделки семян в почву составила 0,5-1,0 см. Схема вариантов опыта:

1. Семена сосны, замоченные в 0,5%-ом растворе KMnO_4 на 18 ч (контроль);
2. Семена сосны, замоченные в 2%-ном водном растворе КМ и 0,5%-ом KMnO_4 ;
3. Семена сосны, замоченные в 4%-ном водном растворе КМ и 0,5%-ом KMnO_4 ;
4. Семена сосны, замоченные в 6%-ном водном растворе КМ и 0,5%-ом KMnO_4 ;
5. Семена сосны, замоченные в 8%-ном водном растворе КМ и 0,5%-ом KMnO_4 .

При закладке опытно-производственного объекта температура на поверхности почвы составила $33,9^{\circ}\text{C}$. Температура почвы в теплице на глубине 5 см – 28°C . Температура воздуха в теплице – 23°C . Влажность почвы – 64,6%. Всего заложено 15 постоянных пробных площадок размером 1x1 м (1 м^2).

Опытно-производственный объект в Осиповичском опытном лесхозе заложен 11-12 мая 2011 г. в теплице постоянного лесного питомника. В качестве субстрата использовали торф верховой фрезерной заготовки и песок. При подготовке субстрата в теплице сначала укладывали слой песка, а затем сверху слой торфа высотой 18-20 см. При исходной кислотности торфа $pH=3$ в лесхозе добавляют доломитовую муку в дозе 6 кг/м^3 ; при $pH = 3-4 - 5 \text{ кг/м}^3$; $pH = 4-5 - 3 \text{ кг/м}^3$. Для улучшения аэрации в субстрат вносится агроперлит в соотношении 5:1 (торф: агроперлит). На 1 м^2 нейтрализованного фрезерного торфа вносят комплексное удобрение ПИ-ДЖИ-МИКС (NPK+Mg: 12+14+24+2) + микроэлементы) в дозе 2 кг. Субстрат интенсивно перемешивали и доводили до влажного состояния (субстрат при сжатии в руке сохраняет форму и вода не должна вытекать). Посев семян осуществлялся вручную. Норма высева семян сосны – 12 г/м^2 . Внекорневая подкормка проводилась три раза КМ «Комповек» в дозе 2-3 кг/га на 300 л воды методом опрыскивания. Влажность субстрата при посеве семян сосны обыкновенной составляла 60-65%, а температура воздуха в теплице – $26 \text{ }^\circ\text{C}$. Всего заложено 36 пробных площадок размером $1 \times 1 \text{ м}$ (1 м^2) (рисунок 2.7).



Рисунок 2.7 – Опытный объект по выращиванию сеянцев древесных пород в теплице Осиповичского опытного лесхоза

В период с 10 по 13 мая 2011 г. проведена закладка опытно-производственного объекта по выращиванию сеянцев сосны обыкновенной в условиях закрытого грунта постоянного лесного питомника Глубокского опытного лесхоза на площади 0,5 га. Технология выращивания сеянцев сосны обыкновенной в закрытом грунте Глубокского опытного лесхоза заключалась в подготовке субстратного слоя, внесению удобрений, посеву семян, поливам и уходу.

В качестве субстрата использовали верховой торф, который равномерно разбрасывался навозоразбрасывателем РОУ-6. Высота субстрата – 18-20 см. После внесения верхового торфа субстрат неоднократно культивировали с одновременной выборкой с его поверхности корневищ, сорняков и других растительных остатков. После проведения культивирования на поверхность субстрата были внесены минеральные удобрения в следующих дозах: N – 120, P – 140 и K – 90 кг/га по д.в. Подготовка почвы в теплице осуществлялась фрезой в агрегате МТЗ-320 с ФПШ-1,3. При этом фрезеровали торф и одновременно проводили нарезку гряд шириной 1,1 м. Посев семян сосны обыкновенной осуществляли сеялкой Egedal модель 83 в агрегате с трактором МТЗ-320. Норма высева семян – 12 г/м². Полив субстрата проводился механизировано с помощью стационарной туманообразной установки 2 раза в день до появления всходов. Появление всходов отмечено на 9-10 день после посева семян. После появления всходов полив снижали до 2-3 раз в неделю при средней дневной норме 2-2,5 л/м². В этот период теплица активно проветривалась, чтобы исключить полегание всходов. В течение всего вегетационного периода при выращивании однолетних сеянцев сосны проводили внекорневые подкормки КМ «Комповег». На опытно-производственном объекте заложено 66 постоянных пробных площадок размером 1x1 м (1 м²) для учета количества сеянцев и динамики роста их надземной части.

Комплексным показателем эффективности применения удобрений пролонгированного действия в сосновых насаждениях является дополнительный текущий прирост древесины. Для определения эффективности использования удобрений пролонгированного действия опытные объекты заложены в Ветковском спецлесхозе Гомельского ГПЛХО и Кореневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси (Приложе-

ния 3-5). Описания и исследования почвенных и лесорастительных условий, таксационная характеристика древостоев проводились на основе общепринятых геоботанических и лесотаксационных методик.

Закладка пробных площадей в подобранных сосновых насаждениях заключалась в разбивке на местности с помощью буссоли и мерной 20-метровой металлической ленты участков прямоугольной формы в приспевающем насаждении по 0,30 га и по 0,05 га в молодняках сосны. Между пробными площадями оставляли защитные полосы: в приспевающем сосняке мшистом – 10 м, в молодняках – 5 м. Затем на каждой пробной площади проводился сплошной пересчет деревьев мерной вилкой. Данные пересчета использовались для вычисления среднего диаметра стволов. Для установления средней высоты насаждения высотомером замерялись высоты 5-6 деревьев каждой ступени толщины, и строился график высот. После проведения этой работы пробные площади были отграничены в натуре столбиками, т.е. оформлены как постоянные пробные площади.

На подготовленные постоянные пробные площади вносилось минеральное удобрение. В качестве удобрения использовали 35% аммиачную селитру (Naa) и аммиачную селитру с полимерным покрытием (Naa-км). Полимерное покрытие представлено 30%-ным водным раствором мочевиноформальдегидной смолы с целевыми добавками. Целевые добавки применяли для улучшения физико-химических свойств гранул удобрений [281-283].

В приспевающий сосняк мшистый Ветковского спецлесхоза минеральные удобрения внесены 16 мая 1983 года и 20 мая этого же года удобрения внесены в 25-летние культуры сосны Корневской ЭЛБ. Схема опыта: контроль (без удобрений), Naa-150, Naa-км150, Naa-км100. Для культур сосны добавлялся вариант Naa-км200. 10 октября 1983 г. азотные удобрения на Корневской ЭЛБ были внесены в 17-летние культуры сосны, пройденные рубками ухода, по следующей схеме: контроль (без удобрений), Naa-150, Naa-км200, Naa-км150, Naa-км100. В аналогичные культуры сосны, но без проведения рубок ухода в этот же день внесены минеральные удобрения по такой же схеме, исключая варианты Naa-км200

и Наа-км100. Повторность опытов во всех исследуемых сосновых насаждениях трехкратная.

Удобрение вносилось вручную путем равномерного разбрасывания по поверхности почвы без какой-либо последующей заделки. Для наиболее равномерного внесения удобрения пробные площади разбивались на полосы, ширина которых была одинаковой, но не превышала 5 м. Все емкости, используемые для внесения удобрения, предварительно тарировались.

На подобранных опытных объектах почва изучалась путем заложения разрезов и прикопок, детального морфологического описания и взятия образцов из каждого генетического горизонта для определения агрохимических свойств и механического состава.

Морфологическое описание почвенных разрезов представлено в приложении 6. Лесоводственно-таксационная характеристика сосновых насаждений по внесению удобрений представлена в приложении 7.

Изучение влияния форм, доз и сроков внесения азотных удобрений на изменение азотного режима лесных почв осуществлялось путем взятия почвенных образцов на химический анализ. Почвенные образцы отбирали буром Малькова трижды за вегетационный период по горизонтам 0-10 см, 10-20 см, 30-50 см, 60-80 см, 80-100 см. По каждому горизонту из 12 индивидуальных почвенных образцов составляли три смешанных. В свежих почвенных образцах определяли аммонийный азот с реактивом Несслера и нитратный азот ионометрически [265]. В основу расчета запаса аммонийного и нитратного азота в 100-см слое почвы положен объемный вес и содержание $N-NH_4$ и $N-NO_3$ (в мг/100 г почвы). Объемная масса в 70-летнем сосновом насаждении по горизонтам оказалась следующей: 0-10 см - 1,39; 10-20 см - 1,42; 30-50 см - 1,49; 60-80 см - 1,63; 80-100 см - 1,60 г/см, в 25-летних культурах сосны 0-10 см - 1,49; 10-20 см - 1,52; 30-50 см - 1,68; 60-80 см - 1,70; 80-100 см - 1,68 г/см и в 17-летних культурах сосны, соответственно, 1,50; 1,56; 1,64; 1,68; 1,67 г/см³.

Для установления влияния азотного удобрения на текущий прирост древесины в сосновых насаждениях нами осенью (октябрь месяц) на высоте груди

приростным буравом из деревьев, близких по толщине к среднему диаметру насаждения, брались образцы древесины, которые включали годовые кольца за период действия удобрения и за пять лет до его внесения. В 70-летнем сосняке мшистом образцы древесины взяты из деревьев с диаметром 26-30 см – 300 шт.; в 25-летнем сосняке мшистом с диаметром 9-10 см – 375 шт.; в 17-летних культурах сосны 7-9 см – 375 шт. Всего было отобрано 1050 образцов древесины. Ширину годовых колец измеряли микроскопом МБС-1 с точностью 0,1 мм. Объемный текущий прирост определяли в соответствии с нормативными данными справочника таксатора [284]. Дополнительный текущий прирост древесины при внесении минеральных удобрений в сосновые насаждения разного возраста определяли по разработанной методике Булавика И.М. [285].

Чтобы получить сопоставимые результаты при расчете прироста, принималось одинаковое количество деревьев по вариантам опыта [285]. Оно равнялось среднему количеству деревьев между всеми вариантами опыта для каждого насаждения. Для 70-летнего сосняка мшистого число стволов на 1 га составляло 425 шт.; 25-летнего – 4287 шт.; 17-летнего, пройденного рубкой ухода – 3124 шт.

Газообразные потери азота в форме аммиака изучались на опытных делянках размером 4×5 м (20 м²) в приспевающем сосновом насаждении и молодых сосновых культурах. Между делянками оставляли защитные полосы шириной 2 м. Улавливание аммиака проводили по методу Б. Н. Макарова [286-288] с некоторой модификацией. Вместо широкогорлых колб емкостью 1 л использовали 2-литровые банки с диаметром горловины 70 мм. Сверху на дно банок при установке их на субстрат помещали груз в виде металлических пластин весом 500 г. Груз обеспечивал банкам хорошую устойчивость на поверхности живого напочвенного покрова. Концентрацию аммиака определяли на ФЭЖе-60. Экспозицию улавливания аммиака увеличили с 2 до 4 часов в сутки. Среднесуточные потери аммиака получали путем умножения дневных его количеств г/га в час на 18 час. Согласно данным Макарова Б.Н. и Патрикеевой Т.А. [286], при расчетах газообразных потерь азота в ночные часы (с 18 часов до 6 часов утра) интенсивность выделения аммиака и двуокси азота принималось вдвое меньше, чем в дневные

часы. При весеннем сроке внесения различных удобрений для изучения газообразных потерь азота исследования проведены в приспевающем сосновом насаждении. Лесоводственно-таксационная характеристика насаждения следующая: тип леса – сосняк мшистый; II класс бонитета; средний диаметр 30,2 см; средняя высота 20,6 м; запас древесины 293 м³/га; число стволов 425 шт./га. Почва опытного участка дерново-слабоподзолистая, на мелкозернистых рыхлых песках. Агрохимические показатели почвы гумусоаккумулятивного горизонта: рН_{НСl} – 3,8; гумус – 1,8%; валовый азот – 0,07%; легкогидролизуемый азот – 4,7 мг/100 г почвы; подвижные формы Р₂О₅ – 7,4 мг/100 г почвы; К₂О – 4,1 мг/100 г почвы. Минеральные удобрения на пробной площади внесены 28 мая 1984 г. вручную путем равномерного рассева по поверхности почвы по схеме: контроль (без удобрений), N_м150, N_а150, N_{аа}150 и аммиачная селитра с покрытием КМ в дозах 150 и 100 кг/га. Повторность опыта 5-ти кратная.

В 17-летнем сосняке мшистом изучены газообразные потери азота при осеннем и весеннем сроке внесения удобрений. Изучение газообразных потерь азота удобрений в виде аммиака при осеннем сроке внесения туков осуществляли в 17-летних сосновых культурах. Насаждения характеризуются следующими лесоводственно-таксационными показателями: тип леса – сосняк мшистый; I класс бонитета; средний диаметр 8,4 см; средняя высота 7,9 м; запас древесины 83 м³/га, число стволов 3124 шт./га. Почва опытного участка дерново-подзолистая, слабоподзоленная, развивающаяся на песке связном мелкозернистом. Агрохимические показатели почвы гумусоаккумулятивного горизонта: рН_{сол} – 4,3; гумус – 1,22%; валовый азот – 0,008%; К₂О – 1,2 мг/100 г почвы.

Изучены газообразные потери азота из удобрений при осеннем сроке внесения различных форм мочевины с КМ. Минеральные удобрения на опытные делянки внесены 9 октября 1987 г. вручную путем равномерного разбрасывания по поверхности почвы без последующей заделки. Повторность в опыте 5-кратная. Схема опыта: контроль (без удобрений); N_м150; N_{м-км}150 (1) – мочевина с покрытием МФС; N_{м-км}150 (2) – мочевина с защитным покрытием на основе фосфатов кальция и магния, содержащим молибден; N_{мс}150 – супергранулы мочевины;

$N_{\text{MC-KM}}150$ – супергранулы мочевины с покрытием; $N_{\text{aa}}150$; $N_{\text{aa-KM}}150$ – с покрытием МФС. Продолжительность опыта – 36 дней. Повторность опыта 5-ти кратная.

При осеннем сроке внесения удобрений среднесуточная температура воздуха равнялась 0°C , количество атмосферных осадков 1 мм.

Изучение газообразных потерь азота при весеннем сроке внесения различных форм удобрений проводили путем равномерного разбрасывания на поверхности почвы без какой-либо последующей заделки по схеме: контроль (без удобрений), $N_{\text{M}}150$, $N_{\text{KM}}150$ (1), мочевины с покрытием на основе фосфатов, кальция и магния, содержащим молибден; $N_{\text{KM}}150$ (2), мочевины с защитным покрытием на основе фосфатов кальция и магния, содержащим силикат бора, $N_{\text{KM}}150$ (3), мочевины с покрытием, содержащим ПДБ, $N_{\text{MC-П}}$ – супергранулы мочевины с покрытием, N_{MC} – супергранулы мочевины. Повторность опыта 5-ти кратная. При внесении удобрений среднесуточная температура воздуха составила $15,9^{\circ}\text{C}$.

Изучение вымывания азота и элементов питания с инфильтрационными водами проводилось с помощью лизиметров (рисунок 2.8) в 17-летних сосновых культурах при осеннем сроке внесения удобрений и в 70-летнем сосняке мшистом при весеннем сроке их внесения. В фильтрате определяли рН-электрометрически, нитратный азот на универсальном иономере ЭВ-74, аммонийный азот фотоколориметрически с реактивом Несслера, нитритный – с реактивом Грисса, калий на пламенном фотометре, кальций и магний – объемным трилонометрическим методом.

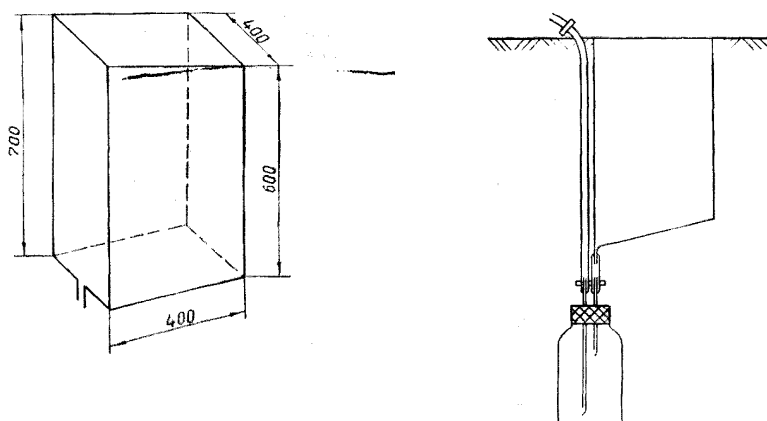


Рисунок 2.8 – Общий вид лизиметра и схема его установки

Изучение потерь азота с инфильтрационными водами при осеннем сроке внесения удобрений пролонгированного действия проводили в 17-летних сосновых культурах. Удобрения внесены методом поверхностного рассева без последующей заделки в почву 10 октября 1983 г. по схеме: контроль (без удобрений), $N_{aa}150$, $N_{aa-км}150$; $N_{aa-км}100$. В качестве полимерного покрытия гранул удобрений использован водный раствор МФС с целевыми добавками. Повторность опыта 4-х кратная.

Влияние весеннего срока внесения удобрений пролонгированного действия на потери с инфильтрационными водами изучали в приспевающем сосняке мшистом. Минеральные удобрения внесены 21 мая 1983 г. по поверхности почвы без последующей заделки по схеме: контроль (без удобрений), $N_{aa}150$, $N_{aa-км}150$, $N_{aa-км}100$. Повторность опыта 4-х кратная.

Исследования по созданию лесных культур с использованием КМ «Корпансил» для защиты корневых систем растений от иссушения и внедрение технических условий и рекомендаций по его применению осуществлялось в 92 лесхозах Министерства лесного хозяйства Беларуси.

Изучение влияния возраста сеянцев сосны обыкновенной на приживаемость лесных культур проведена в Светлогорском лесхозе. Весной 3 мая 2001 г. были выкопаны однолетние и двухлетние сеянцы сосны обыкновенной с последующей предпосадочной обработкой корневых систем КМ «Корпансил». 4 мая проведена посадка лесных культур в 47 кв. Светлогорского лесхоза на площади 6,2 га. Лесные культуры созданы под меч Колесова с посадкой в дно борозды. Борозды подготовлены заранее плугом ПКЛ-70 на расстоянии друг от друга 2,5 м. Шаг посадки составлял 0,8 м. Осенью с 17 по 18 октября 2001 г. проведен учет приживаемости лесных культур. Учет приживаемости лесных культур проводили осенью после прекращения вегетации (октябрь месяц). Для этого на пробных площадях проводился сплошной пересчет всех растений с определением высоты, прироста по высоте и диаметров у корневой шейки. Определялось состояние всех растений по следующим градациям: здоровые, сомнительные и погибшие [95, 289].

Сравнительные исследования КМ «Корпансил» и других аналогов на физико-химические свойства корневых систем сеянцев сосны обыкновенной при механизированной и ручной посадке леса проводили в Ветковском спецлесхозе Гомельского ГПЛХО (Ветковское лесничество, кв. 363, выдел 4, площадь 2,8 га; кв. 363, выдел 12, площадь 2,6 га) и Мозырском опытном лесхозе (Моисеевское лесничество, кв. 74, выдел 19, площадь 17,3 га, кв. 31, выдел 33, площадь 3,4 га, а также Кореневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси (Зябровское лесничество, кв. 10, выдел 21, площадь 1,3 га; Кореневское лесничество, кв. 417, площадь 1,2 га; кв. 330, выдел 5, площадь 2,6 га; кв. 284, выдел 17, площадь 0,9 га).

В Ветковском спецлесхозе проводили исследования по влиянию предпосадочной обработке корневых систем сеянцев сосны обыкновенной КМ с использованием лесопосадочной машины. Исследования проведены в рамках НИР по теме «Разработать модернизированную автоматическую лесопосадочную машину МЛА-1А». Научным руководителем темы являлся к.т.н., зав. сектором технологии лесовосстановления Кейзер Г.И. Для исследований использовали сеянцы сосны обыкновенной. Посадка проводилась по дну плужных борозд, подготовленных плугом ПКЛ-70. Лесопосадочная машина агрегатировалась с трактором МТЗ-80.

Создание лесных культур различными способами с использованием КМ с целевыми добавками осуществляли в Ветковском и Чечерском спецлесхозах Гомельского ГПЛХО. Постоянные пробные площади размером 30x50 м закладывались на сельскохозяйственных землях с различной плотностью радиоактивного загрязнения почвы цезием-137.

При аэросеве гранулированных семян сосны в Ветковском спецлесхозе постоянные пробные площади заложены в зависимости от плотности радиоактивного загрязнения почвы: от 5 до 15 Ки/км² – 8 постоянных пробных площадей, от 15 до 40 Ки/км² – 41 постоянная пробная площадь, от 40 до 80 Ки/км² – 14 постоянных пробных площадей и свыше 80 Ки/км² – 6 постоянных пробных площадей. В Чечерском спецлесхозе постоянные пробные площади при аэросеве также зало-

жены с учетом плотности загрязнения почвы: от 15 до 40 Ки/км² – 18; от 40 до 80 Ки/км² – 12 и свыше 80 Ки/км² – 4 пробные площади.

Схемы опытных объектов по созданию лесных культур аэросевом представлены в монографии [72].

Осенью 1990 и 1991 гг. (октябрь) в Чечерском и Ветковском спецлесхозах Гомельского ГПЛХО осуществлен аэросев семян на площади 1820 га.

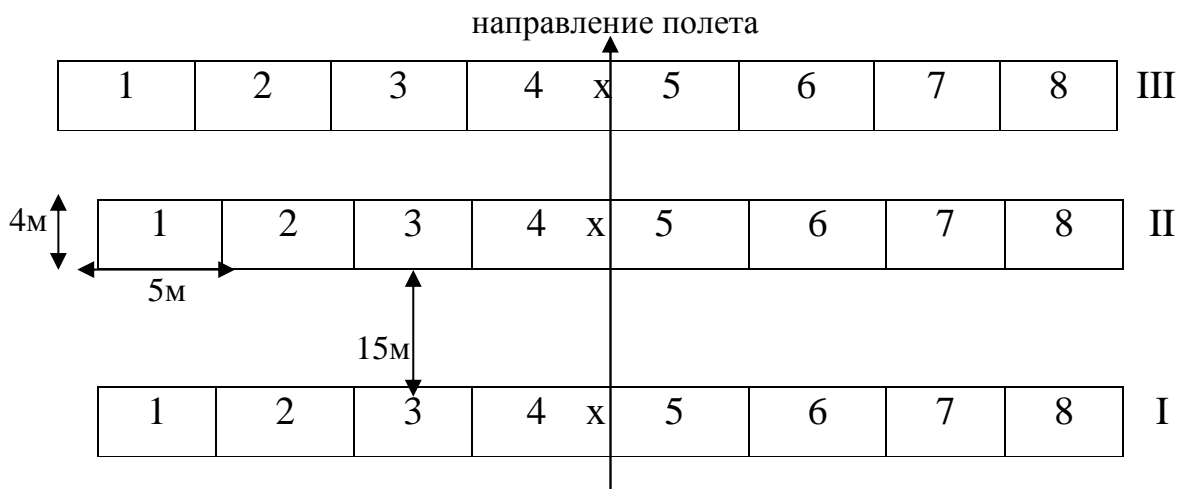
При ведении лесного хозяйства в зонах радиоактивного загрязнения основными критериями, определяющими порядок проведения работ, являются: плотность загрязнения почв радионуклидом цезий-137 и величина эффективной дозы облучения работников. При зонировании территорий лесного фонда выделяются 4 зоны: I зона с плотностью загрязнения почв цезием-137 от 1 до 5 Ки/км²; II зона – от 5 до 15 Ки/км²; III зона – от 15 до 40 Ки/км²; IV зона – 40 Ки/км² и более [290].

Создание лесных культур нами осуществлялось во всех зонах радиоактивного загрязнения в соответствии с ТКП 047-2009 (02080) «Наставление по лесовосстановлению и лесоразведению в Республике Беларусь» [289].

В связи с тем, что норма высева гранулированных семян сосны обыкновенной при аэросеве обусловлена в значительной степени технологическими параметрами вертолета, в частности, скоростью и высотой полета, а также расстоянием между горловиной и высевающим диском, нами проведен контрольный посев 11 сентября 1991 года. Опытный участок находится на территории Речицкого района Гомельской области (колхоз «Советская Беларусь»). Почва опытного участка площадью 100 га представлена свежей супесью (B₂), обработка почвы включала в себя сплошную пахоту на глубину 18 см с последующим боронованием. Схема проведения контрольного аэросева гранулированных семян сосны обыкновенной представлена на рисунке 2.9.

По данной схеме аэросев гранулированных семян сосны обыкновенной проводили с высоты 20 м. Расстояние между горловиной и высевающим диском составляло: 12-15 см; 15-18 см; 18-21 см. Ширина пробных площадей, перпендикулярных направлению полета – 40 м. Учет гранулированных семян сосны обыкновенной проведен на всех пробных площадях по ходу полета вертолета.

Размер одной пробной площади составил 4x5 м (20 м²). Всего заложено 72 пробные площади.



Примечание: I, II, III – повторность опыта; 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 – номер пробной площади; х – расположение красных флажков.

Рисунок 2.9 – Схема проведения контрольного аэросева гранулированных семян сосны обыкновенной вертолетом МИ-2 в Речицком районе Гомельской области

При выполнении темы НИР «Разработать технологию и агротехнику аэросева органоминеральных гранул с дражированными семенами в зоне ЧАЭС» в 1991 г. отработана технология получения органоминеральных гранул и определены оптимальные параметры высоты полета, нормы высева гранул и ширины высеваемой полосы. При отработке оптимальных технологических параметров вертолета МИ-2 скорость полета составляла 60 км/ч.

Исследования по определению эффективности аэросева с использованием гранулированных различных органоминеральных гранул, способов и составов предпосевной подготовки семян осуществляли совместно со специалистами Гомельского ГПЛХО. Опытные объекты расположены в районе отселенных деревень Гаристы и Речки, где почвы дерново-подзолистые, супесчаные свежие, задернелые, заросшие травянистой растительностью, тип условий местопроизрастания В₂. Рельеф слегка волнистый. Обработка почвы проведена на 30-метровой

ширине тяжелыми дисковыми боронами. Следующие 30 м оставались непродискованными, и далее работы проводились в такой же последовательности.

На опытном объекте, расположенном за деревней Первомайск, почва дерново-подзолистая, песчаная суховатая, слабо задернелая, тип условий местопроизрастания A_2 , рельеф ровный. На указанных выше участках аэросев выполнен при помощи вертолета МИ-2 при скорости ветра 3 м/с. Расход семян сосны обыкновенной составил 1,5 кг/га.

В Светиловичском лесничестве Ветковского спецлесхоза лесные культуры созданы на загрязненных радионуклидами площадях на двух участках возле бывшей деревни Гута. Почва дерново-подзолистая, песчаная свежая, слабо- и среднезадернелая. Тип условий местопроизрастания A_2 . Расход семян сосны обыкновенной составил 1,5 кг/га.

На опытном объекте возле бывшей деревни Побужье Ветковского района в 1993 и в 1995 гг. проведены опыты по созданию лесных культур с использованием лесопосадочной машины МЛА-1А («ИЛАНА»). Лесные культуры сосны созданы с применением КМ с предпосадочной обработкой корневых систем растений. Сравнение ручной и механизированной посадки культур сосны проведено на площади 2,4 га. Из них 1,1 га посажены лесопосадочной машиной «ИЛАНА» и 1,3 га – под меч Колесова. Тип условий местопроизрастания A_2 – почва дерново-подзолистая, песчаная свежая.

Соответствие лесных культур основным нормативным требованиям устанавливали путем осмотра их в натуре с закладкой постоянных пробных площадей. Пробные площади закладывали в местах, характерных для всего участка лесных культур и они имели форму прямоугольника, размером 30x50 м.

Учет количества посадочных мест, приживаемость и сохранность лесных культур при инвентаризации 1-го и 3-го года выращивания проводили на пробных площадях: до 3 га – не менее 5% от общей площади; от 3 до 5 га – 4% от общей площади; от 5 до 10 га – 3% от общей площади; от 10 до 50 га – 2% от общей площади, а более 50 га – 1% [289].

2.2 Объем выполненных работ

Изучено влияние технологии выращивания посадочного материала в 42 лесных питомниках Беларуси.

Для предпосевной обработки семян, защиты корневых систем сеянцев от иссушения, получения удобрений пролонгированного действия наработано 320 опытных партий КМ.

В лабораторных условиях заложено 6 вариантов опыта получения компоста в 4-х кратной повторности при двух температурных режимах 20 °С и 45 °С.

Для изучения динамики разложения коровых компостов отобрано 144 образца для агрохимического анализа. В этих образцах исследованы: рН, потеря массы, содержание аммиачного азота, содержание общего азота, фосфора, калия, соотношение азота к углероду.

В постоянном лесном питомнике Кореневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси заложено 12 вариантов опыта объемом 54 т по получению коровых компостов.

В полевых исследованиях в лесном питомнике Кореневской ЭЛБ внесено 54 т коровых компостов для выращивания посадочного материала, а в Кобринском опытном лесхозе – 1200 т. Всего заложено 86 пробных площадей.

Обследовано 26 лесных питомников на содержание агрохимических показателей почв. Отобрано 520 смешанных образцов почв с верхнего 0-20 см слоя и сделано 3120 анализов агрохимического состава почв.

В 7 постоянных лесных питомниках сделаны почвенные шурфы и 28 прикопок. Из каждого почвенного горизонта отобраны образцы для определения механического состава почв. Всего отобрано 168 почвенных образцов.

Для внесения удобрений пролонгированного действия в лесные насаждения наработано 5,3 т туков. Удобрения пролонгированного действия внесены на 54 постоянные пробные площади. На трех опытных объектах, где внесены удобрения пролонгированного действия, отобрано 48 смешанных почвенных образцов для агрохимического анализа и проведено 480 химических анализов. На опытных

объектах сделано 3 почвенных шурфа и 12 прикопок. Отобрано 54 почвенных образца для определения гранулометрического состава почвы.

Для определения агрохимических свойств почв опытных насаждений взято 300 смешанных образцов. Всего выполнено 8000 химических анализов почв. Смонтированы 32 лизиметрические установки. За период исследований из лизиметрических установок произведено 68 откачиваний инфильтрационных вод. Для изучения химического состава инфильтрационных вод проведено 5000 анализов. При изучении газообразных потерь азота из минеральных удобрений сделано 800 анализов для определения потерь азота в форме аммиака из удобрений, 300 измерений температур и столько же определений влажности лесной подстилки и почвы. Для изучения влияния удобрений пролонгированного действия на радиальный прирост древесины приростным буравом взято 1050 образцов древесины.

При изучении динамики изменения азота в почве отобрано по вариантам опыта 1134 смешанных образцов и сделано 3402 агрохимических анализа.

При создании лесных культур на загрязненных радионуклидами землях аэросевом, ручной и механизированной посадкой заложено 118 постоянных пробных площадей. Аэросев произведен на площади 1820 га. Для осуществления аэросева использовано 2730 кг семян сосны обыкновенной. Разработанный КМ «Корпансил» использовали при создании лесных культур в 96 лесхозах МЛХ РБ на площади 164950 га. Нарботано 250395 литров концентрированного КМ «Корпансил»

2.3 Выводы

1. При разработке новых композиционных материалов для выращивания сеянцев сосны обыкновенной, хранения и транспортировки сеянцев, а также создания лесных культур и повышения текущего прироста сосновых насаждений использовали полимерные связующие: натрийкарбоксиметилцеллюлозу, поливиниловый спирт, мочевиноформальдегидную смолу. Изучение физико-химических свойств разработанных КМ осуществляли на аттестованном оборудовании.

2. Для предпосевной обработки семян сосны обыкновенной методом инкрустирования, дражирования и гранулирования использовали натрийкарбоксиметилцеллюлозу и поливиниловый спирт с концентрацией 2-5 мас.%, а в качестве целевых добавок – фундазол, экосил, эпин, сок березовый натуральный, мелко-дисперсные опилки древесных пород, сапропель, марганец сернокислый.

3. При разработке удобрений пролонгированного действия использовали полимерные связующие в виде мочевиноформальдегидной и карбамидной смолы, а в качестве целевых добавок использовали нафтилуксусную кислоту, окись цинка, сапропель, сульфат меди, бихромат калия, сернокислый марганец, молочно-кислый кальций, последрожжевую бражку.

4. При разработке композиций для защиты корневых систем сеянцев сосны обыкновенной применяли полимерные связующие в виде поливинилового спирта и натрийкарбоксиметилцеллюлозы с концентрацией 3-5 мас.%, а в качестве целевых добавок – грунт для рассады овощных и декоративных культур, глина гончарная, эпин, гумат-80, масло таловое хвойное сырое, сапропель, борат кальция.

ГЛАВА 3

ИЗУЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОСТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Интенсификация питомнического хозяйства и увеличение выхода стандартного посадочного материала с единицы площади могут быть достигнуты на основе совершенствования технологии, 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 прежде всего гумусом. Для повышения содержания гумуса в почве важную роль играют органические удобрения. Систематическое применение органических удобрений увеличивает запас питательных веществ в почве, повышает 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. Наличие на корнях сеянцев древесных растений микоризы и степени ее развития – существенный показатель их качества [279]. Древесные растения с хорошо развитыми корневыми системами лучше растут и приживаются при пересадке. В настоящее время агротехника выращивания посадочного материала в лесных питомниках не в полной мере учитывает специфику микоризообразования.

Оценка успешности микоризообразования на корнях сеянцев хвойных пород, по мнению Д.В. Веселкина [279], должна стать одной из процедур контроля качества посадочного материала. Показатели микоризообразования на корневых системах позволяют наряду с другими факторами реально оценить фактическое состояние почв исследуемых лесных лесопитомников.

3.1 Исследования получения компостов из органоминеральных компонентов в лабораторных и производственных условиях

В настоящее время в питомниках Беларуси ежегодная потребность в компостах составляет 40-45 тыс. т. В то же время ежегодное количество отходов в виде коры составляют 450-500 тыс. м³ и часть из них может быть использована на производство органических удобрений. Поэтому разработка системы мер по интенсификации выращивания посадочного материала хвойных пород с применением компостов на основе древесной коры является важным звеном в рациональном использовании отходов деревообрабатывающей промышленности и повышении плодородия почв лесных питомников республики. В «Наставлении по выращиванию посадочного материала древесных и кустарниковых видов в лесных питомниках Республики Беларусь» [45] указано, что компостирование коры и других древесных отходов может служить одним из возможных резервов для получения органических удобрений в лесных питомниках. Поэтому нами использованы составы коровых компостов путем введения органоминеральных добавок в виде хвойной коры, торфа переходного, куриного помета и полимерного структурообразователя, а также разработана принципиально новая технология приготовления компостов – буртовым способом, а не траншейным.

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 новой плодородной субстанции в результате гумификации из изначально непригодных материалов [45].

В соответствии с «Наставлением по выращиванию посадочного материала деревьев и кустарников в лесных питомниках Белоруссии» компостирование коры и других древесных отходов осуществляют в траншеях из бетонных плит, кирпича и другого строительного материала. Продолжительность компостирования составляет от 3-4 месяцев до одного года [45]. Для сокращения срока готовности компоста и улучшения его качества компост 2-3 раза перемешивают. В свя-

зи с большим интервалом срока готовности коровых компостов нами поставлена задача изучить влияние различных компонентов на период их готовности.

Изучение процессов, протекающих при компостировании коровых субстратов с органоминеральными добавками в лабораторных условиях, проводили при двух температурах 20 °С и 45 °С на 1-й, 3 и 7-й месяцы эксперимента по следующим вариантам опыта:

- 1 – контроль – хвойная кора (К-1);
- 2 – хвойная кора с минеральными удобрениями (В-1);
- 3 – хвойная кора с куриным пометом в соотношении 4:1 (В-2);
- 4 – хвойная кора с торфом и куриным пометом в соотношении 4:1:1 (В-3);
- 5 – хвойная кора с яблочными отжимами и куриным пометом в соотношении 1:1:1 (В-4); контроль – лиственная кора (К-2);
- 6 – лиственная кора с куриным пометом в соотношении 4:1 (В-5);
- 7 – лиственная кора с торфом и куриным пометом в соотношении 4:1:1 (В-6).

Результаты физико-химического анализа исходных компонентов компоста на основе хвойной и лиственной коры, хвойных опилок с органоминеральными добавками для лабораторных и производственных исследований приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Химический состав исходных компонентов компостов

| Компоненты компостов | Влажность, % | РН _{НСЛ} | Зольность | Содержание основных элементов | | | |
|--------------------------|--------------|-------------------|-----------|-------------------------------|----------------------|------------|----------|
| | | | | азота | | фосфора, % | калия, % |
| | | | | общего, % | аммиачного, мг/100 г | | |
| Хвойная кора | 52,8 | 3,5 | 66,57 | 0,44 | - | 0,05 | - |
| Лиственная кора | 61,2 | 5,6 | 40,71 | 0,99 | - | 0,09 | - |
| Торф переходной | 61,1 | 3,0 | 26,44 | 0,63 | - | 0,03 | - |
| Хвойные опилки | 23,9 | 5,3 | 1,05 | 0,12 | - | 0,01 | - |
| Отжимы яблочные | 80,6 | 3,3 | 28,69 | 0,63 | - | 0,10 | - |
| Куриный помет на опилках | 32,3 | 8,0 | 12,33 | 4,42 | 563,40 | 3,76 | - |

Химический анализ показал, что во всех используемых исходных компонентах компостов (кора, хвойные опилки, торф и яблочные отжимы) содержание

общего азота находится в пределах от 0,12 до 0,99%. В курином помете на опилках содержание общего азота составляет 4,42%. В этом субстрате выявлено большое содержание аммиачного азота (563,4 мг/ 100 г субстрата) и общего фосфора (3,76%). Следовательно, такая целевая добавка как куриный помет на опилках при компостировании коровых и опилочных субстратов, повышает качество компостов, обогащая их основными элементами питания, а именно: азотом и фосфором. Известно, что 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 или торф. По содержанию питательных веществ куриный помет на опилках и торфопометный компост являются азотно-фосфорным удобрением.

Показатели динамики влажности субстратов на основе хвойной и лиственной коры с органоминеральными добавками, термостатируемые при двух температурах в лабораторных условиях, в течение семи месяцев, представлены в таблице 3.2. В процессе исследований через 1 месяц после постановки эксперимента наблюдалось повышение влажности в среднем на 1,5-4% во всех вариантах опыта по сравнению с исходным показателем, кроме вариантов К-1 (45), В-1 (20) и В-1 (45), где отмечено небольшое снижение влажности субстратов. После трех месяцев эксперимента в вариантах К-1 (20), К-1 (45), В-1 (20), В-1 (45) и В-3 (45) влажность компостов снизилась. В то время как в вариантах с добавлением куриного помета и яблочных отжимов влажность субстратов продолжала повышаться соответственно: В-2 (20) – на 4,0%, В-2 (45) – на 2,2%, В-4 (20) – на 7,0% и В-4 (45) – на 3,5% по сравнению с исходным показателем.

В результате исследований установлена динамика влажности различных субстратов при двух температурах.

Таблица 3.2 – Показатели средней влажности субстратов, термостатируемых в лабораторных условиях

| Вариант опыта | Состав опытных субстратов | Средняя влажность субстратов, % | | | | | | |
|---------------|--|---------------------------------|--|----------------|-----------------|--|----------------|-----------------|
| | | в начале эксперимента | термостатируемых при 20 ⁰ С | | | термостатируемых при 45 ⁰ С | | |
| | | | через 1 месяц | через 3 месяца | через 7 месяцев | через 1 месяц | через 3 месяца | через 7 месяцев |
| К-1 | Хвойная кора | 53,8 ± 0,91 | 55,6 ± 1,79 | 53,5 ± 0,80 | 51,4 ± 1,20 | 51,7 ± 0,09 | 49,2 ± 1,49 | 41,2 ± 2,27 |
| В-1 | Хвойная кора с минеральными удобрениями | 55,4 ± 1,39 | 54,5 ± 0,39 | 53,2 ± 0,26 | 50,4 ± 0,68 | 54,7 ± 1,08 | 45,9 ± 6,08 | 32,6 ± 3,97 |
| В-2 | Хвойная кора + куриный помет (4:1) | 55,1 ± 0,77 | 56,6 ± 0,30 | 59,1 ± 0,80 | 55,5 ± 0,93 | 56,8 ± 0,39 | 57,3 ± 0,03 | 50,7 ± 3,81 |
| В-3 | Хвойная кора + торф + куриный помет (4:1:1) | 54,9 ± 0,70 | 58,8 ± 0,41 | 59,8 ± 1,29 | 56,2 ± 1,96 | 59,0 ± 0,29 | 54,1 ± 1,55 | 46,9 ± 4,25 |
| В-4 | Хвойная кора + яблочные отжимы + куриный помет (1:1:1) | 64,3 ± 0,50 | 67,5 ± 0,19 | 71,3 ± 0,82 | 69,7 ± 0,45 | 71,2 ± 0,07 | 67,8 ± 0,00 | 66,1 ± 0,68 |
| К-2 | Лиственная кора | 63,0 ± 0,44 | 64,6 ± 1,01 | 63,7 ± 0,23 | 62,5 ± 0,048 | 63,5 ± 0,97 | 61,4 ± 0,02 | 49,8 ± 0,87 |
| В-5 | Лиственная кора + куриный помет (4:1) | 62,9 ± 0,26 | 65,5 ± 0,38 | 66,8 ± 0,84 | 61,4 ± 0,44 | 66,1 ± 0,29 | 64,3 ± 1,51 | 59,6 ± 3,55 |
| В-6 | Лиственная кора + торф + куриный помет (4:1:1) | 60,1 ± 0,20 | 62,9 ± 0,44 | 64,5 ± 0,31 | 63,5 ± 0,12 | 63,3 ± 0,17 | 61,7 ± 0,41 | 55,8 ± 0,34 |

Выявлено, что наименьшая влажность субстратов наблюдается в вариантах опыта, термостатируемых при 45 °С. По истечении 7 месяцев после постановки опыта в вариантах, термостатируемых при 20 °С, влажность субстратов составляет от 50,4 до 69,7%, то термостатируемых при 45 °С – от 32,6 до 66,1%. Наибольшая влажность субстрата отмечена на варианте, содержащем хвойную кору, куриный помет и яблочные отжимы.

Следовательно, микробиологический процесс разложения опытных компостов в лабораторных условиях с органоминеральными добавками происходил интенсивнее при более высокой температуре.

В процессе компостирования коровых субстратов в лабораторных условиях определялась динамика рН субстратов, термостатируемых при двух температурах в течение 7 месяцев. В результате исследований установлено, что с увеличением времени компостирования в вариантах К-1, В-1, В-2 (20) и В-3 (20) отмечено снижение показателя рН по сравнению с исходным (рисунок 3.1 и 3.2). В вариантах В-2 (45), В-3 (45), В-4 (20) и В-4 (45) показатель рН значительно увеличивается по сравнению с исходным (в среднем в 1,5 раза).

Изучение динамики изменения химического состава компостов по содержанию общего и аммиачного азота, общего фосфора, зольности компостов осуществлялось при температуре 20 °С и 45 °С.

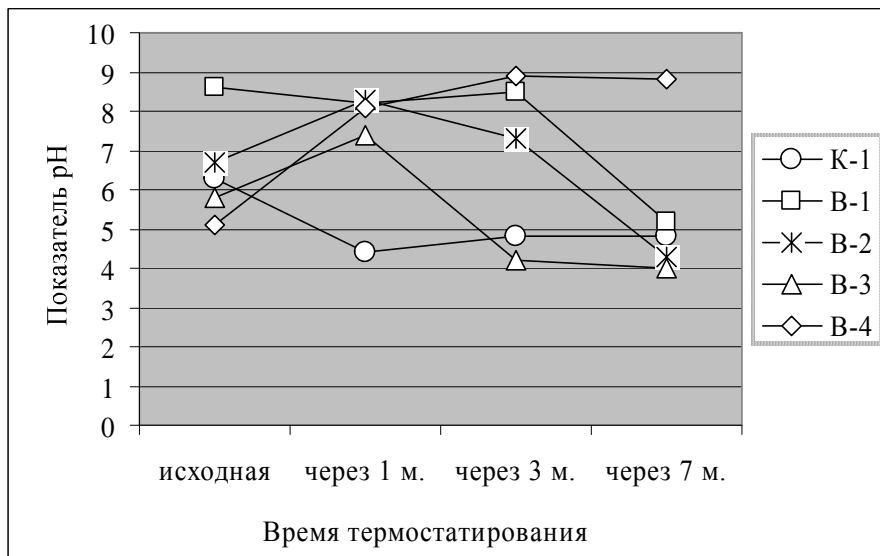


Рисунок 3.1 – Динамика рН компостов на основе хвойной коры, термостатируемых при 20 °С в лабораторных условиях

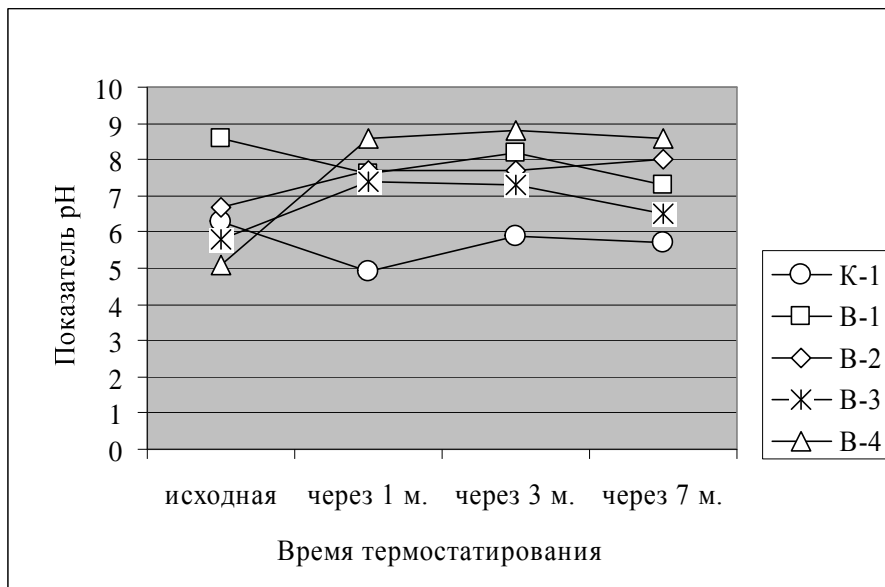
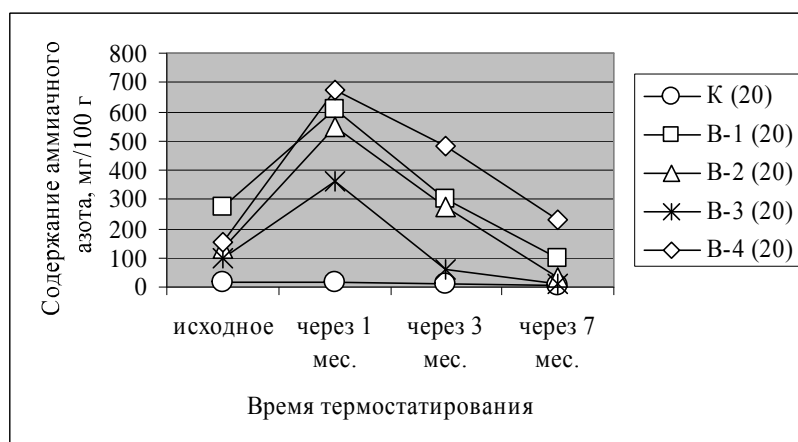
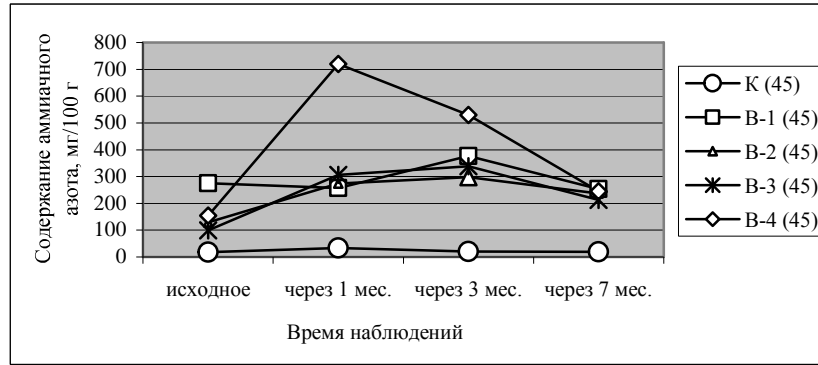


Рисунок 3.2 – Динамика рН компостов на основе хвойной коры, термостатируемых при 45 °С в лабораторных условиях

Исследования исходных компостных смесей показали, что в контроле К-1 (хвойная кора) содержание аммиачного азота составило 17,4 мг/100 г, а в варианте К-2 (лиственная кора) выявлены только следы этого соединения. Через один месяц после постановки эксперимента выявлены максимальные показатели содержания аммиачного азота в компостах на основе хвойной и лиственной коры с органоминеральными добавками, термостатированных при 20 °С и 45 °С (рисунки 3.3 и 3.4).



А



Б

Рисунок 3.3 – Динамика содержания аммиачного азота в компостах на основе хвойной коры, термостатируемых при двух температурах (А – 20 °С; Б – 45 °С)

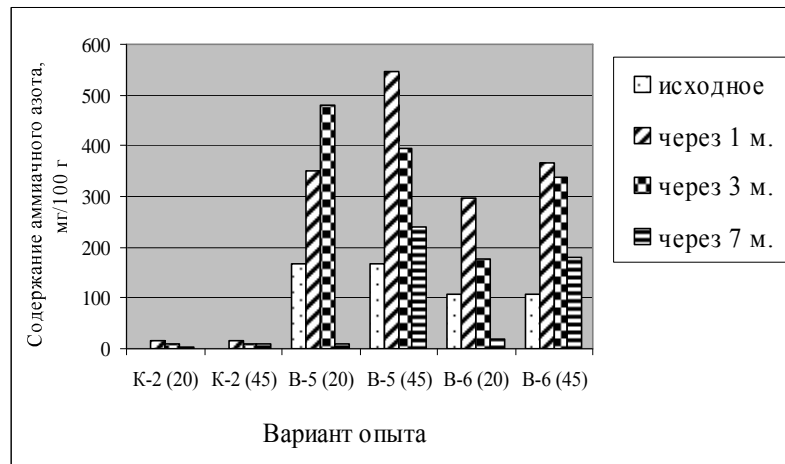


Рисунок 3.4 – Динамика содержание аммиачного азота в компостах на основе лиственной коры, термостатируемых при двух температурах

При дальнейших исследованиях коровых компостов при 20 °С содержание аммиачного азота постепенно снижалось во всех вариантах опыта и через 7 месяцев наблюдений этот показатель уменьшился в среднем в 3-18 раз. Только в варианте В-4 отмечено увеличение содержания аммиачного азота в 2 раза.

Содержание аммиачного азота в коровых компостах при 45 °С, также постепенно снижалось, но оставалось выше исходного показателя в среднем в 1,6-2,2 раза. Следовательно, добавление в увлажненную кору органических удобрений, куриного помета, торфа и яблочных отжимов приводит к обогащению субстратов аммиачным азотом. Присутствие в почве аммиачной формы азота стиму-

лирует рост и развитие эктомикоризных грибов, которые используют его для роста микоризы, а избыток элемента поступает в мицелии микоризной оболочки.

Содержание общего азота в коровых компостах через месяц после исследований при двух температурах как на контроле, так и по вариантам опыта уменьшилось в 1,5-2 раза по сравнению с исходным (таблица 3.3). Через три месяца наблюдений происходило накопление общего азота в компостных смесях. Однако через 7 месяцев в контрольных вариантах опыта этот показатель приблизился к исходному. Во всех компостных смесях, термостатируемых при температурах 20 °С и 45 °С, содержание общего азота практически равнялось исходному показателю.

Прослежена аналогичная динамика содержания общего фосфора в различных компостах при двух температурах (таблица 3.4). Вначале эксперимента (через 1 месяц) наблюдалось снижение содержания общего фосфора по вариантам опыта. Через 3 месяца содержание общего азота возросло по всем вариантам опыта в 1,5-4,0 раза. Химический анализ компостов после 7 месяцев исследований показал небольшое увеличение содержания общего фосфора по сравнению с исходным показателем.

Проведены исследования степени готовности коровых компостов с различными целевыми добавками при температуре 20 °С и 45 °С (таблица 3.5).

Исследования позволили установить готовность коровых компостов в лабораторных условиях при температуре 45 °С через 7 месяцев после начала эксперимента на всех вариантах опыта. При температуре 20 °С через 7 месяцев компостирования только при использовании чистой хвойной и лиственной коры показатель готовности коровых компостов составляет соответственно 42,8 и 41,0 единиц, т.е. превышает верхний предел оптимального соотношения C/N 40 единиц. На всех других вариантах опыта с использованием целевых добавок в виде минеральных удобрений, куриного помета, торфа и яблочных отжимов показатель готовности коровых компостов находится в пределах от 24,2 до 30,4 единиц. Это указывает на готовность коровых компостов для использования при выращивании семян хвойных пород (таблица 3.5).

Таблица 3.3 – Содержание общего азота в субстратах, термостатируемых при двух температурах в лабораторных условиях

| Вариант | Состав опытных субстратов | Содержание общего азота (% на а.с.м.) в субстратах | | | | | | |
|---------|--|--|----------------------------|-------------------|--------------------|----------------------------|-------------------|--------------------|
| | | в начале эксперимен- та | термостатируемых при 20 °С | | | термостатируемых при 45 °С | | |
| | | | через 1 месяц | через 3 месяца | через 7 месяцев | через 1 месяц | через 3 месяца | через 7 месяцев |
| К-1 | Хвойная кора увлажненная | 0,46 | 0,15 | 0,90 | 0,33 | 0,17 | 1,50 | 0,48 |
| В-1 | Хвойная кора с минеральными удобрениями | 1,27 | 0,40 | 1,35 | 0,83 | 0,44 | 1,43 | 1,26 |
| В-2 | Хвойная кора + куриный помет (4 : 1) | 1,34 | 0,47 | 1,77 | 1,20 | 0,44 | 1,68 | 1,91 |
| В-3 | Хвойная кора + торф + куриный помет (4 : 1 : 1) | 1,31 | 0,50 | 2,35 | 0,78 | 0,49 | 1,94 | 1,33 |
| В-4 | Хвойная кора + яблочные отжимы + куриный помет (1 : 1 : 1) | 2,24 | 0,69 | 1,55 | 2,49 | 0,68 | 1,86 | 2,21 |
| К-2 | Лиственная кора увлажненная | 0,93 | 0,40 | 0,86 | 0,85 | 0,43 | 1,16 | 1,04 |
| В-5 | Лиственная кора + куриный помет (4 : 1) | 2,23 | 0,67 | 2,14 | 1,74 | 0,60 | 2,50 | 2,22 |
| В-6 | Лиственная кора + торф + куриный помет (4 : 1 : 1) | 2,00 | 0,65 | 2,59 | 2,10 | 0,71 | 2,66 | 1,97 |

Таблица 3.4 – Содержание общего фосфора в субстратах, термостатируемых при двух температурах в лабораторных условиях

| Вариант | Состав опытных субстратов | Содержание общего фосфора (% на а.с.м.) в субстратах | | | | | | |
|---------|--|--|--|----------------|-----------------|--|----------------|-----------------|
| | | в начале эксперимента | термостатируемых при 20 ⁰ С | | | термостатируемых при 45 ⁰ С | | |
| | | | через 1 месяц | через 3 месяца | через 7 месяцев | через 1 месяц | через 3 месяца | через 7 месяцев |
| К-1 | Хвойная кора | 0,07 | 0,02 | 0,10 | 0,06 | 0,02 | 0,11 | 0,05 |
| В-1 | Хвойная кора с минеральными удобрениями | 0,11 | 0,03 | 0,11 | 0,05 | 0,02 | 0,09 | 0,08 |
| В-2 | Хвойная кора + куриный помет (4:1) | 0,27 | 0,17 | 0,53 | 0,36 | 0,14 | 0,45 | 0,29 |
| В-3 | Хвойная кора + торф + куриный помет (4:1:1) | 0,20 | 0,13 | 0,31 | 0,29 | 0,13 | 0,37 | 0,18 |
| В-4 | Хвойная кора + яблочные отжимы + куриный помет (1:1:1) | 0,41 | 0,25 | 0,87 | 0,63 | 0,32 | 0,69 | 0,67 |
| К-2 | Лиственная кора | 0,04 | 0,02 | 0,17 | 0,09 | 0,02 | 0,09 | 0,08 |
| В-5 | Лиственная кора + куриный помет (4:1) | 0,29 | 0,17 | 0,51 | 0,54 | 0,20 | 0,51 | 0,44 |
| В-6 | Лиственная кора + торф + куриный помет (4:1:1) | 0,26 | 0,13 | 0,43 | 0,25 | 0,11 | 0,32 | 0,36 |

Таблица 3.5 – Показатель готовности коровых компостов в лабораторных условиях при различных температурах

| Вариант опыта | | Состав опытных субстратов | Показатель готовности коровых компостов | | | | | |
|---------------|---|--|---|----------------|-----------------|----------------------------|----------------|-----------------|
| | | | термостатируемых при 20 °С | | | термостатируемых при 45 °С | | |
| | | | через 1 месяц | через 3 месяца | через 7 месяцев | через 1 месяц | через 3 месяца | через 7 месяцев |
| К-1 | 1 | Хвойная кора | 74,1 | 68,1 | 42,8 | 70,1 | 59,4 | 38,5 |
| В-1 | 2 | Хвойная кора с минеральными удобрениями | 70,0 | 58,4 | 30,4 | 53,2 | 50,2 | 38,1 |
| В-2 | 3 | Хвойная кора + куриный помет (4:1) | 67,2 | 50,3 | 28,3 | 59,4 | 42,1 | 26,2 |
| В-3 | 4 | Хвойная кора + торф + куриный помет (4:1:1) | 65,6 | 49,7 | 26,1 | 57,1 | 41,4 | 25,7 |
| В-4 | 5 | Хвойная кора + яблочные отжимы + куриный помет (1:1:1) | 53,2 | 45,6 | 24,2 | 47,3 | 41,0 | 24,6 |
| К-2 | 6 | Лиственная кора | 57,1 | 44,3 | 41,0 | 65,4 | 47,3 | 36,5 |
| В-5 | 7 | Лиственная кора + куриный помет (4:1) | 53,3 | 42,1 | 29,4 | 60,0 | 44,2 | 24,7 |
| В-6 | 8 | Лиственная кора + торф + куриный помет (4:1:1) | 50,2 | 41,6 | 25,1 | 57,3 | 42,6 | 23,9 |

Примечание: Показатель готовности коровых компостов составляет ≤ 40 единиц

Для интенсивного выращивания сеянцев сосны обыкновенной в условиях открытого грунта лесных питомников с целью не только повышения плодородия почвы, но и обогащения ее полезными микроорганизмами, стимулирующими микоризообразование на корневых системах сеянцев, нами проведены исследования по использованию в качестве органического удобрения компостов на основе коры хвойных и лиственных пород, торфа переходного типа, куриного помета (на опилках), яблочных отжимов и полимерного структурообразователя почвы. Полимерный структурообразователь почвы использовали для ускорения процесса получения готового компоста за счет повышения его влажности. Динамика разложения коровых компостов с различными добавками в лабораторных условиях отличается от получения компостов в производственных условиях. В лабораторных условиях температура воздуха и влажность корового компоста являются постоянными и регулируемые факторами.

В связи с тем, что в лабораторных условиях происходит уменьшение влажности коровых компостов, в дальнейших исследованиях нами в качестве целевой добавки использован полимерный структурообразователь почвы, который способен удерживать воду в десятки раз выше своей массы.

В 2006 г. на территории ГЛХУ «Кореневская экспериментальная лесная база Института леса НАН Беларуси» (Кореневская ЭЛБ) на основе древесной коры и целевых добавок был сооружен опытный компостник на 12 ячеек размером $4 \times 2 \times 1,5$ м и вместимостью 4,5 т субстрата каждый. В качестве компонентов компостов использовали хвойную кору, кору лиственных пород, хвойные опилки, куриный помет на опилках, торф переходной, листовой опад, яблочные отжимы и полимерный структурообразователь почвы. В качестве полимерного структурообразователя почвы использовали порошок натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы из расчета $500 \text{ г} / \text{м}^3$ компоста. Всего было подготовлено 12 компостных смесей общей массой 54 т.

Процесс компостирования древесной коры – это частичное разложение органического вещества, накопление азотосодержащих веществ и, следовательно, уменьшение соотношения углерода к азоту (C:N). В результате получается орга-

номинеральный 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 [264].

Анализ влажности компостов на основе хвойной коры с целевыми добавками (№ 1-6), после 7 месяцев компостирования показал, что влажность компостируемых субстратов колебалась в пределах 39,3-56,4% (таблица 3.6). Наибольшая влажность выявлена в субстратах, состоящих из увлажненной хвойной коры (№1), с добавлением к ней минеральных удобрений (№2) и с полимерным структурообразователем почвы (№12) соответственно 54,8-56,4%. Наименьший показатель влажности отмечен у субстрата, состоящего из хвойной коры в смеси с хвойными опилками и куриным пометом при соотношении компонентов 1:1:1 – 39,3%. Выявлена невысокая влажность компостов на основе лиственной коры (субстраты №7 и №8) и хвойных опилок (субстраты №9-11), показатель которой колебался от 37,7% (субстрат №10) до 56,4% (субстрат №12) (таблица 3.6).

Таблица 3.6 – Химический состав компостов на основе органоминеральных добавок в Корневской ЭЛБ ИЛ НАНБ

| Состав опытных компостов | № субстрата | Влажность, % | рН | Содержание аммиачного азота, мг/100 г | Содержание общих форм основных химических элементов, % | |
|--|-------------|--------------|-----|---------------------------------------|--|---------|
| | | | | | азота | фосфора |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Хвойная кора | №1 | 54,8 | 5,2 | 2,29 | 0,60 | 0,07 |
| Хвойная кора с минеральными удобрениями | №2 | 55,4 | 4,7 | 7,01 | 0,97 | 0,08 |
| Хвойная кора + куриный помет (4:1) | №3 | 45,2 | 5,5 | 4,18 | 0,90 | 0,06 |
| Хвойная кора + торф + куриный помет (4:1:1) | №4 | 49,6 | 5,4 | 4,97 | 0,82 | 0,15 |
| Хвойная кора + хвойные опилки + куриный помет (1:1:1) | №5 | 39,3 | 6,0 | 5,57 | 0,43 | 0,21 |
| Хвойная кора + яблочные отжимы + куриный помет (1:1:1) | №6 | 49,4 | 7,8 | 62,06 | 0,82 | 0,24 |

Продолжение таблицы 3.6

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--|-----|------|-----|-------|------|------|
| Лиственная кора | №7 | 52,9 | 6,0 | 5,76 | 0,94 | 0,07 |
| Лиственная кора + яблочные отжимы (4:1) | №8 | 42,9 | 7,4 | 10,69 | 0,70 | 0,11 |
| Хвойные опилки + торф + куриный помет (1:1:1) | №9 | 45,1 | 6,8 | 32,49 | 0,90 | 0,20 |
| Хвойные опилки + лиственный опад + куриный помет (4:1:0,5) | №10 | 37,7 | 4,4 | 9,14 | 0,62 | 0,13 |
| Хвойные опилки + яблочные отжимы + куриный помет + лиственная земля (1:1:1:0,5) | №11 | 46,8 | 5,4 | 3,30 | 0,57 | 0,09 |
| Хвойная кора+ торф+ куриный помет + полимерный структурообразователь (4:1:1:0,5) | №12 | 56,4 | 5,3 | 8,28 | 0,89 | 0,14 |

Наибольшее содержание общего азота выявлено в субстрате №2 с минеральными удобрениями – 0,97% и субстрате №3 с куриным пометом при соотношении компонентов 4:1 – 0,90%. Однако содержание общего фосфора в этих субстратах оказалось в среднем в 2,5-3,0 раза ниже, чем в вариантах №6 и №5, где массовая доля коры в компосте была ниже.

Анализ химического состава компостов на основе хвойных опилок (субстраты №9-11) показал, что наибольшее содержание общих форм азота и фосфора отмечено в субстрате, состоящем из опилок, торфа и куриного помета в соотношении компонентов 1:1:1. При сравнении показателей химического состава субстратов на основе лиственной коры (субстрат №7), а также коры с добавлением яблочных отжимов (субстрат №8) выявлено, что субстрат №7 имел оптимальный показатель рН (6,0), более высокое содержание общего азота (0,95%) по сравнению с химическим составом субстрата №8 (рисунок 3.5). Содержание аммиачного азота в субстратах на основе хвойной коры небольшое и составляет в вариантах № 1-5 в среднем 2,2-7,0 мг на 100 г компоста, однако в субстрате №6, где к смеси хвойной коры и куриного помета добавлены яблочные отжимы, этот показатель превышает предыдущие в среднем в 9-30 раз в зависимости от целевой добавки.

Содержание аммиачного азота в субстратах на основе хвойных опилок (№10-11) невысокое, в среднем 3,3-9,1 мг на 100 г компоста, однако в субстрате №9 на основе опилок, торфа и куриного помета при соотношении компонентов 1:1:1 этот показатель был высоким и составил 32,5 мг/100 г компоста.

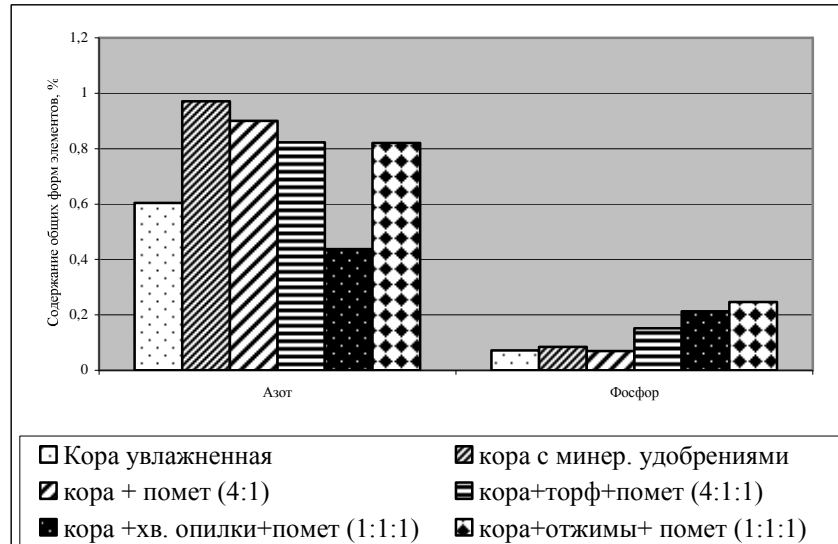


Рисунок 3.5 – Содержание общих форм азота и фосфора в компостах на основе хвойной коры с целевыми добавками

Таким образом, анализ химического состава компостов на основе хвойной коры выявил наибольшее содержание общего азота в субстрате на основе хвойной коры с минеральными удобрениями (0,97%) и субстрате на основе хвойной коры с куриным пометом при соотношении компонентов 4:1 (0,90%). Однако содержание общего фосфора в этих субстратах оказалось в среднем в 2,5-3,0 раза ниже, чем в вариантах, где массовая доля коры в компосте была ниже.

Содержание аммиачного азота в субстратах на основе хвойной коры небольшое и составляет по вариантам № 1-5 в среднем 2,2-7,0 мг на 100 г компоста. Однако в субстрате, где к смеси хвойной коры и куриного помета добавлены яблочные отжимы, этот показатель превышает предыдущие в среднем в 9-30 раз в зависимости от целевой добавки.

Анализ химического состава компостов на основе хвойных опилок показал, что наибольшее содержание общих форм азота и фосфора отмечено в субстрате, состоящем из хвойных опилок, торфа и куриного помета в соотношении компо-

нентов 1:1:1. Содержание аммиачного азота в этом субстрате составило 32,5 мг/100 г, что было в 3,6-10 раз выше, чем в других компостах на основе хвойных опилок.

Изучена динамика содержания общих форм азота, фосфора и калия в коровых компостах с целевыми добавками на разных этапах компостирования (таблица 3.7). Из таблицы 3.7 следует, что с течением времени содержание общих форм фосфора в компостах, в основном, снижается. Так, содержание общего азота в субстратах по всем вариантам опыта после 19 месяцев компостирования снизилось в 1,5-4,9 раза. Наибольшее содержание общего азота на момент исследований выявлено в компостах №7 и №8, основу которых составила лиственная кора, составило, соответственно, 0,54 и 0,47% на абс. сух. массу субстрата, а в компосте № 6 на основе хвойной коры, куриного помета и яблочных отжимов (1:1:1) – 0,46% на абс. сух. массу субстрата. Наименьшее содержание общего азота выявлено в компостах №1 и №2 на основе хвойной коры и хвойной коры с минеральными удобрениями, соответственно, 0,20 и 0,20% на абс. сух. массу субстрата. При компостировании субстратов в течение 19 месяцев установлено, что содержание общего фосфора также снизилось во всех вариантах опыта в 1,4-3,1 раза.

Исключение составили компост №3 на основе хвойной коры и куриного помета (4:1) и компост №8 на основе лиственной коры в смеси с яблочными отжимами (4:1), где выявлено увеличение содержания общего фосфора, соответственно, в 1,5 и 1,9 раза. Анализ содержания общего калия в субстратах показал, что с течением времени в компостах происходит увеличение этого показателя в 1,2-2,9 раза.

Величина соотношения C:N в коровых компостах с органоминеральными добавками после 19 месяцев компостирования по вариантам опыта колеблется в пределах от 19,5 до 68,2 единиц (таблица 3.8).

Таблица 3.7 – Содержание общих форм азота, фосфора и калия в компостах с органоминеральными добавками на разных этапах компостирования

| Состав компостов | № суб-стра-та | Содержание общего азота, % | | | Содержание общего фосфора, % | | | Содержание общего калия, % | | |
|--|---------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | | после 7 месяцев компостирования | после 15 месяцев компостирования | после 19 месяцев компостирования | после 7 месяцев компостирования | после 15 месяцев компостирования | после 19 месяцев компостирования | после 7 месяцев компостирования | после 15 месяцев компостирования | после 19 месяцев компостирования |
| Хвойная кора с листовенной землей | 1 | 0,60 | 0,30 | 0,20 | 0,07 | 0,04 | 0,04 | 0,08 | 0,11 | 0,11 |
| Хвойная кора с минеральными удобрениями | 2 | 0,97 | 0,28 | 0,20 | 0,08 | 0,04 | 0,06 | 0,08 | 0,10 | 0,10 |
| Хвойная кора + куриный помет (4:1) | 3 | 0,90 | 0,42 | 0,29 | 0,06 | 0,10 | 0,10 | 0,04 | 0,11 | 0,11 |
| Хвойная кора + торф + куриный помет (4:1:1) | 4 | 0,82 | 0,26 | 0,29 | 0,15 | 0,05 | 0,04 | 0,16 | 0,10 | 0,08 |
| Хвойная кора + хвойные опилки + куриный помет (1:1:1) | 5 | 0,43 | 0,31 | 0,30 | 0,21 | 0,09 | 0,13 | 0,10 | 0,10 | 0,12 |
| Хвойная кора + яблочные отжимы + куриный помет (1:1:1) | 6 | 0,82 | 0,47 | 0,46 | 0,24 | 0,18 | 0,17 | 0,17 | 0,19 | 0,14 |
| Лиственная кора | 7 | 0,94 | 0,40 | 0,54 | 0,07 | 0,02 | 0,05 | 0,04 | 0,07 | 0,11 |
| Лиственная кора + яблочные отжимы (4:1) | 8 | 0,70 | 0,14 | 0,47 | 0,11 | 0,07 | 0,22 | 0,10 | 0,06 | 0,29 |
| Хвойные опилки + торф + куриный помет (1:1:1) | 9 | 0,90 | 0,20 | 0,27 | 0,20 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,06 | 0,09 |
| Хвойные опилки + листовенный опад + куриный помет (4:1:0,5) | 10 | 0,62 | 0,22 | 0,29 | 0,13 | 0,12 | 0,09 | 0,10 | 0,07 | 0,10 |
| Хвойные опилки + яблочные отжимы + куриный помет + листовенная земля (1:1:1:0,5) | 11 | 0,57 | 0,24 | 0,32 | 0,09 | 0,14 | 0,10 | 0,13 | 0,08 | 0,10 |
| Хвойная кора + торф + куриный помет (4:1:1) + полимерный структурообразователь (0,5) | 12 | 0,89 | 0,30 | 0,35 | 0,14 | 0,16 | 0,12 | 0,15 | 0,10 | 0,11 |

Таблица 3.8 – Динамика показателя соотношения углерода к азоту в коровых компостах с органоминеральными добавками по вариантам опыта, компостируемых в течение 19 месяцев в условиях компостника Кореневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси

| Состав компостов | № суб-страта | Показатель соотношения С:N, месяц | | | |
|---|--------------|-----------------------------------|------|------|------|
| | | 7 | 10 | 15 | 19 |
| Хвойная кора | 1 | 80,4 | 79,6 | 71,3 | 68,2 |
| Хвойная кора с минеральными удобрениями | 2 | 79,4 | 75,1 | 70,6 | 66,9 |
| Хвойная кора + куриный помет (4:1) | 3 | 63,2 | 51,7 | 43,5 | 35,6 |
| Хвойная кора + торф + куриный помет (4:1:1) | 4 | 59,4 | 53,6 | 45,6 | 38,3 |
| Хвойная кора + хвойные опилки + куриный помет (1:1:1) | 5 | 60,2 | 50,4 | 36,5 | 30,1 |
| Хвойная кора + яблочные отжимы + куриный помет (1:1:1) | 6 | 57,4 | 40,3 | 25,7 | 19,5 |
| Лиственная кора | 7 | 59,3 | 47,2 | 33,7 | 27,9 |
| Лиственная кора + яблочные отжимы (4:1) | 8 | 61,2 | 49,5 | 37,6 | 28,7 |
| Хвойные опилки + торф + куриный помет (1:1:1) | 9 | 60,3 | 40,2 | 38,3 | 28,9 |
| Хвойные опилки + лиственный опад + куриный помет (4:1:0,5) | 10 | 61,4 | 40,8 | 36,4 | 30,6 |
| Хвойные опилки + яблочные отжимы + куриный помет + лиственная земля (1:1:1:0,5) | 11 | 59,7 | 41,6 | 34,2 | 29,4 |
| Хвойная кора+торф+ куриный помет+ полимерный структурообразователь (4:1:1:0,5) | 12 | 56,8 | 37,7 | 31,6 | 27,0 |

В компостах №1 и №2, основу которых составляла хвойная кора без органических добавок, соотношение С:N превышало оптимальный показатель (40 единиц и менее) более чем в 1,5 раза и составило 67-68 единиц. Следовательно, можно сказать, что данные компосты по своим химическим свойствам не готовы для применения в качестве органического удобрения при выращивании посадочного материала и требуют более длительного периода компостирования.

Использование в качестве целевых добавок торфа переходного и полимерного структурообразователя способствовало получению готовых к применению коровых компостов в течение 10 месяцев (вариант 9). Без полимерного структурообразователя на вариантах опыта №5-№8 компосты готовы через 15-19 месяцев.

Таким образом, изучение степени готовности коровых компостов в производственных условиях Корневской ЭЛБ в течение 19 месяцев выявило, что процесс компостирования коровых субстратов составляет 15-19 месяцев и более. Особенно это относится к субстратам №1-2, основу которых составляет хвойная кора. На вариантах опыта с хвойной корой крупные фракции размером 30-40 мм через 19 месяцев не приобрели рыхлой структуры. На варианте с полимерным структурообразователем почвы коровый компост готов к использованию через 10 месяцев после начала компостирования.

Изучено влияние различных коровых компостов на выход стандартных сеянцев сосны обыкновенной в условиях лесного питомника Корневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси. Для проведения исследований заложены следующие варианты опыта: 1 - хвойная кора+ торф+ куриный помет (4:1:1); 2 – хвойная кора + яблочные отжимы+ куриный помет (1:1:1); 3 – хвойная кора + торф + куриный помет + полимерный структурообразователь (4:1:1:0,5). Полученные данные по влиянию различных компостов на биометрические показатели сеянцев и выход стандартного посадочного материала представлены в таблице 3.9. Наибольшая высота надземной части и диаметр корневой шейки сеянцев получены на варианте №3 с полимерным структурообразователем. При использовании в качестве целевых добавок в компосте торфа и куриного помета (вариант опыта №1) высота надземной части сеянцев уменьшилась на 7% по сравнению с вариантом №3.

Таблица 3.9 – Влияние коровых компостов на биометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной в лесном питомнике Корневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси

| Состав компостов | № субстратов | Биометрические показатели сеянцев | | Выход стандартных сеянцев, млн. шт./га |
|--|--------------|-----------------------------------|----------------------------|--|
| | | высота надземной части, см | диаметр корневой шейки, мм | |
| Хвойная кора +торф+куриный помет (4:1:1) | 1 | 6,6 | 2,2 | 2,3 |
| Хвойная кора +яблочные отжимы+куриный помет (1:1:1) | 2 | 6,3 | 2,1 | 2,2 |
| Хвойная кора + куриный помет + торф + полимерный структурообразователь (4:1:1:0,5) | 3 | 7,1 | 2,3 | 2,4 |

Наименьшая высота сеянцев получена на варианте №2 с использованием в качестве целевых добавок яблочных отжимов и куриного помета. На данном варианте опыта высота надземной части сеянцев сосны обыкновенной на 11% меньше по сравнению с вариантом №3. Диаметр корневой шейки по вариантам опыта изменяется незначительно. Выход стандартных сеянцев сосны обыкновенной на варианте опыта №3 с полимерным структурообразователем превышает другие варианты опыта на 4-9%. Проведенные исследования позволили установить наиболее эффективный коровый компост, состоящий из хвойной коры+торф+куриный помет+полимерный структурообразователь (4:1:1:0,5).

Исследования по получению и применению коровых компостов буртовым способом в производственных условиях проведены в лесном питомнике Кобринского опытного лесхоза.

Для получения коровых компостов использовали кору хвойных пород (рН 5,0) в смеси с органоминеральными добавками (куриный помет, торф переходной, структурообразователь почвы), стимулирующими процесс компостирования. Кора предварительно дробилась (корорубка МК-10) и увлажнялась до 55-60%.

Куриный помет на опилках имел содержание общего азота – 2%, фосфора – 1,6-1,9%, торф переходной с водородным показателем рН = 5-6 и полимерный структурообразователь почвы (натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы).

Для приготовления субстратов использовали торф и кору с различной степенью разложения (до 25%), зольностью не более 12%, объемной массой 0,15-0,30 г/см³. Пористость торфа 80-90%, соотношение фракций (твердой, жидкой, газообразной) в состоянии капиллярной влагоемкости 1:3:2, содержание влаги 45-60%. Чтобы создать в субстрате оптимальное содержание питательных элементов для выращивания сеянцев хвойных пород, вносили следующее количество макроудобрений (кг/м³): аммиачная селитра 0,5-0,6; суперфосфат 1,0-1,2; калий сернокислый 0,6-0,7. Процентное соотношение частиц древесной коры размером менее 10 мм составляло в среднем 50-60%. Содержание частиц коры размером более 40 мм в различных субстратах находилось в пределах от 13 до 15%. При размере частиц коры от 10 до 40 мм содержание их составило 34-38%.

Компостник заложен в виде бурта следующего размера: ширина – 6 м, длина – 80 м, высота – 2,5 м. В качестве полимерного структурообразователя почвы использовали натриевую соль карбоксиметилцеллюлозы из расчета 500 г/м³.

Заложено 3 варианта опыта коровых компостов:

- В-1 (компост на основе хвойной коры, куриного помета и торфа при соотношении компонентов 4:1:1);
- В-2 (компост на основе хвойной коры и куриного помета при соотношении компонентов 4:1);
- В-3 (компост на основе хвойной коры, куриного помета, торфа и полимерного структурообразователя почвы при соотношении компонентов 4:1:1:0,5).

Данный научный эксперимент поставлен для исследования степени готовности коровых компостов в производственных условиях и для изучения их влияния на выход стандартных сеянцев сосны обыкновенной. В таблице 3.10 представлены данные по степени готовности коровых компостов буртовым способом.

Анализ данной таблицы показывает, что степень готовности коровых компостов зависит от используемых компонентов. При использовании хвойной коры и куриного помета в соотношении 1:1 степень готовности коровых компостов достигается через 19 месяцев, а при использовании хвойной коры+куриный помет+торф (4:1:1) – через 15 месяцев.

Таблица 3.10 – Показателя соотношения углерода к азоту в производственных условиях при получении коровых компостов

| № п/п | Состав компостов | Показатель соотношения C:N, месяц | | | |
|-------|--|-----------------------------------|------|------|------|
| | | 7 | 10 | 15 | 19 |
| 1 | Хвойная кора +куриный помет+торф (4:1:1) | 60,1 | 54,9 | 39,7 | 34,3 |
| 2 | Хвойная кора + куриный помет (1:1) | 68,2 | 60,1 | 48,7 | 38,2 |
| 3 | Хвойная кора + куриный помет + торф + полимерный структурообразователь (4:1:1:0,5) | 57,6 | 39,2 | 33,4 | 28,6 |

Сокращение срока готовности коровых компостов до 10 месяцев достигается при использовании следующих компонентов: хвойная кора+куриный по-

мет+торф+полимерный структурообразователь (4:1:1:0,5). Использование в качестве компонентов для получения коровых компостов куриного помета, торфа и полимерного структурообразователя способствует более интенсивному микробиологическому разложению хвойной коры и всех составляющих компонентов. Полимерный структурообразователь за счет своей повышенной влагоудерживающей способности ускоряет процесс готовности коровых компостов.

Проведены исследования по влиянию полученных коровых компостов буртовым способом на биометрические показатели однолетних сеянцев сосны обыкновенной и выход стандартного посадочного материала (таблица 3.11).

Таблица 3.11 – Влияние коровых компостов на биометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной в лесном питомнике Кобринского опытного лесхоза

| Состав компостов | № субстратов | Биометрические показатели сеянцев | | Выход стандартных сеянцев, млн. шт./га |
|---|--------------|-----------------------------------|----------------------------|--|
| | | высота надземной части, см | диаметр корневой шейки, мм | |
| Хвойная кора+куриный помет + торф (1:1:1) | 1 | 7,4 | 2,2 | 2,3 |
| Хвойная кора + куриный помет (1:1) | 2 | 6,0 | 2,1 | 2,2 |
| Хвойная кора + куриный помет + торф + полимерный структурообразователь (4:1:1: 0,5) | 3 | 8,6 | 2,4 | 2,6 |

Наибольшие биометрические показатели получены с использованием субстрата № 3. Высота надземной части на заданном варианте опыта больше на 16% и диаметр корневой шейки на 6% по сравнению с субстратом №1.

На основании проведенных полевых исследований (вариант 3) разработаны технические условия ТУ РБ 400070994.008-2010 на состав «Агрополикор» [268] и «Рекомендации по выращиванию микоризных сеянцев хвойных пород на субстрате из органоминеральной смеси и целевых добавок» [83].

Техническая характеристика корового компоста «Агрополикор» следующая: внешний вид – рассыпчатая масса темно-коричневого цвета с характерным

почвенным запахом; объемная масса – 0,15-0,20 г/см³ на абс. сухую массу; величина соотношения углерода к азоту – 39,2; состав не ядовит, экологически безопасен, не взрывоопасен.

Получено заключение Гомельского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды о возможности компостирования коровых субстратов с целевыми добавками буртовым способом (письмо от 29.07.2010 г. за № 07.2-01/2347). Буртовой способ получения коровых компостов не требует дополнительных затрат по сравнению с траншейным. Для обеспечения лесных питомников органическими удобрениями на основе древесной коры с целевыми добавками при выращивании посадочного материала определены параметры буртового компостника (таблица 3.12).

Таблица 3.12 – Оптимальные рекомендуемые параметры буртового компостника

| Показатели компостника | Размеры компостника | | | | | | | |
|------------------------------------|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 15 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 |
| Длина, м | 10 | 15 | 15 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 |
| Ширина, м | 4 | 4 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Высота, м | 1,5 | 1,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 3 |
| Количество получаемого компоста, т | 20 | 30 | 75 | 100 | 200 | 300 | 400 | 600 |

При потребности лесных питомников в органических удобрениях в количестве 300 тонн длина компостника должна составлять 60 м, ширина 6 м, высота – 2,5 м.

3.2 Изучение влияния коровых компостов на плодородие почв лесных питомников и динамику морфометрических показателей сеянцев

Изучение влияния разработанных коровых компостов на динамику содержания элементов питания в почве в течение 3-х лет проводили в постоянном лесном питомнике Корневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси. Агрохимическая характеристика посевного отделения лесного питомника перед внесением компоста имела следующие показатели: гумус – 1,8%; pH_{kcl} – 5,5; легкогидролизуемый азот – 10,22 мг/100 г почвы; P_2O_5 – 22,30 мг/100 г почвы. Дозу внесения компоста определяли исходя из обеспеченности почвы питомника гумусом (таблица 3.13) [45, 85].

Таблица 3.13 – Оптимальные нормы внесения органических удобрений, т/га

| Тип почвы | Содержание гумуса в почве, % | | |
|--------------------------|------------------------------|---------------|---------------|
| | < 1,0 | от 1,0 до 2,0 | от 2,1 до 3,0 |
| Песчаная | 200 | 140 | 100 |
| Супесчаная и суглинистая | 100 | 70 | 50 |

Изучено содержание гумуса на вариантах опыта с внесением компостов на основе хвойной и лиственной коры с органоминеральными добавками в виде куриного помета, хвойных опилок и яблочных отжимов. Содержание гумуса на варианте опыта с внесением корового компоста в дозе 70 кг/га превышает этот показатель по сравнению с контролем в 1,4-1,8 раза (таблица 3.14). Наибольшее содержание гумуса в почве по сравнению с контролем (1,67%) в течение 3-х лет наблюдений отмечалось на участках после внесения компоста на основе хвойной коры в смеси с торфом и куриным пометом при соотношении компонентов 4:1:1, а на третий год оно составило 3,05%. Содержание легкогидролизуемого азота на участках на третий год после внесения различных компостов варьировало от 5,12 до 13,05 мг на 100 г почвы. Содержание гумуса, легкогидролизуемого азота и подвижного фосфора на вариантах опыта даже на третий год после внесения коровых компостов с целевыми добавками практически по всем вариантам превышали показатели почвы на контроле.

Таблица 3.14 – Динамика содержания гумуса, легкогидро-лизуемого азота и подвижного фосфора в почве после внесения коровых компостов с целевыми добавками за трехлетний период наблюдений

| Вариант компоста | Гумус, % | | | pH _{KCl} | | | N _{легкогидр.} , мг/100 г почвы | | | P ₂ O ₅ , мг/100 г почвы | | |
|--|----------|---------|---------|-------------------|---------|---------|---|---------|---------|---|---------|---------|
| | 2008 г. | 2009 г. | 2010 г. | 2008 г. | 2009 г. | 2010 г. | 2008 г. | 2009 г. | 2010 г. | 2008 г. | 2009 г. | 2010 г. |
| Контроль | 1,80 | 1,84 | 1,67 | 6,3 | 4,9 | 4,7 | 14,92 | 10,86 | 9,04 | 32,89 | 39,06 | 24,71 |
| Хвойная кора с минеральными удобрениями | 3,64 | 2,55 | 2,34 | 6,0 | 4,9 | 4,7 | 22,40 | 5,60 | 5,12 | 44,80 | 45,71 | 26,21 |
| Хвойная кора | 3,51 | 2,62 | 2,36 | 6,3 | 5,0 | 4,8 | 16,52 | 6,94 | 6,07 | 42,65 | 41,93 | 24,43 |
| Лиственная кора | 3,59 | 2,82 | 2,27 | 6,3 | 4,9 | 4,9 | 18,28 | 18,34 | 9,20 | 40,23 | 43,31 | 22,15 |
| Хвойная кора + торф + куриный помет (4:1:1) | 4,95 | 3,84 | 3,05 | 6,1 | 5,2 | 5,2 | 25,62 | 26,18 | 13,05 | 44,52 | 49,03 | 42,51 |
| Хвойная кора + куриный помет (4:1) | 4,41 | 3,37 | 2,96 | 6,1 | 5,0 | 5,1 | 18,54 | 21,56 | 11,12 | 35,14 | 49,67 | 42,23 |
| Хвойная кора + хвойные опилки + куриный помет (1:1:1) | 4,84 | 3,11 | 2,43 | 6,0 | 5,0 | 5,1 | 23,04 | 18,06 | 10,31 | 47,48 | 45,98 | 40,40 |
| Хвойная кора + яблочные отжимы + куриный помет (1:1:1) | 3,95 | 3,01 | 2,45 | 6,1 | 4,9 | 4,8 | 24,30 | 22,82 | 9,08 | 60,43 | 43,86 | 29,90 |
| Лиственная кора + яблочные отжимы (4:1) | 3,06 | 2,85 | 2,28 | 6,4 | 4,9 | 4,8 | 19,63 | 7,0 | 5,7 | 50,33 | 44,14 | 34,37 |
| Хвойная кора + торф + куриный помет + полимерный структурообразователь (4:1:1:0,5) | 3,97 | 3,37 | 2,92 | 6,0 | 5,4 | 5,2 | 22,04 | 20,59 | 10,08 | 43,25 | 42,13 | 40,42 |

На вариантах опыта после внесения хвойной и лиственной коры без органических добавок содержание гумуса было минимальным и составило 2,27-2,36%.

Анализ полученных данных по содержанию легкогидролизуемого азота в почве на второй и третий годы исследований после внесения коровых компостов позволяет сделать вывод, что не на всех вариантах опыта происходит увеличение его содержания. На контрольном варианте опыта в 2009 году содержание легкогидролизуемого азота составило 10,86 мг/100 г почвы. На трех вариантах опыта (хвойная кора с минеральным удобрением; хвойная кора и лиственная кора с яблочными отжимами) содержание легкогидролизуемого азота было меньше по сравнению с контролем соответственно на 52%, 64% и 64%. На этих же вариантах опыта в 2010 году содержание легкогидролизуемого азота меньше по сравнению с контролем. Данный факт можно объяснить тем, что в этих компостах отсутствует торф и куриный помет.

Наибольший показатель содержания легкогидролизуемого азота отмечен в варианте опыта на третий год после внесения компоста на основе хвойной коры в смеси с торфом и куриным пометом при соотношении компонентов 4:1:1 и составил 13,05 мг на 100 г почвы. Это в 1,4 раза превышало данный показатель по сравнению с контролем. Содержание подвижного фосфора в почве по вариантам опыта превышало этот показатель на контроле в 1,1-1,7 раза.

Проведены исследования в лесном питомнике Корневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси по влиянию нормы высева семян при внесении компоста «Агрополикор» на выход стандартного посадочного материала. Выход стандартных сеянцев зависит от нормы высева семян на субстрате. Выход стандартных сеянцев наибольший при норме высева семян 1,05-1,20 г на 1 пог. м. и внесением корового компоста в дозе 70 кг/га (таблица 3.15).

Наименьший выход стандартных сеянцев получен при высева семян сосны обыкновенной из расчета 0,75 г/пог. м. Анализ выхода стандартных сеянцев сосны обыкновенной позволяет выдвинуть предположение о том, что уменьшение нормы высева семян до 1,05 г на 1 пог. м обеспечивает увеличение среднего выхода стандартных сеянцев, тыс. шт. на 1 га.

Таблица 3.15 – Влияние нормы высева семян на выход стандартных сеянцев сосны обыкновенной при использовании компоста «Агрополикор» в дозе 70 т/га

| Варианты опыта | Норма высева семян, г на 1 пог. м | Выход стандартных сеянцев, тыс. шт. на 1 га |
|----------------|-----------------------------------|---|
| 1 | 1,65 | 2200±77,89 |
| 2 | 1,50 | 2280±120,28 |
| 3 | 1,35 | 2660±99,331 |
| 4 | 1,20 | 2520±67,95 |
| 5 | 1,05 | 2510±82,86 |
| 6 | 0,90 | 2200±69,76 |
| 7 | 0,75 | 2009±46,57 |

Проверка статистической гипотезы осуществляется с помощью критерия Стьюдента при уровне значимости 0,05. Фактические значения критерия Стьюдента при всевозможных парных сравнениях вариантов опытов представлены в таблице 3.16.

Таблица 3.16 – Значение критерия Стьюдента по влиянию субстрата и нормы высева семян на выход стандартных сеянцев сосны обыкновенной

| Сравнения вариантов опыта | Фактическое значение критерия Стьюдента | Табличное значение критерия Стьюдента |
|---------------------------|---|---------------------------------------|
| 1-2 | -3,01 | 2,048 |
| 1-3 | -23,97 | |
| 1-4 | -16,67 | |
| 1-5 | -14,68 | |
| 1-6 | 0 | |
| 1-7 | 11,34 | |
| 2-3 | -13,12 | |
| 2-4 | -9,36 | |
| 2-5 | -8,48 | |
| 2-6 | 3,098 | |
| 2-7 | 11,32 | |
| 3-4 | 6,26 | |
| 3-5 | 6,24 | |
| 3-6 | 20,41 | |
| 3-7 | 31,96 | |
| 4-5 | 0,503 | |
| 4-6 | 17,69 | |
| 4-7 | 33,398 | |
| 5-6 | 15,42 | |
| 5-7 | 28,33 | |
| 6-7 | 12,26 | |

Из таблицы 3.16 видно, что при сравнении вариантов опыта фактические значения критерия Стьюдента по абсолютной величине превосходят табличное значение во всех случаях, кроме вариантов 1-6 и 4-5. На этих двух вариантах различия не достоверны. Во всех остальных случаях различия между сравниваемыми вариантами опыта достоверны.

Таким образом, математическая обработка данных по влиянию количества высеянных семян на выход стандартных сеянцев сосны обыкновенной показала, что на основе корового компоста «Агрополикор» имеется достоверное увеличение выхода посадочного материала при количестве высеянных семян от 1,05 до 1,35 г/пог.м по сравнению с контролем.

Для изучения влияния внесения в почву лесных питомников корового компоста «Агрополикор» на основе хвойной коры, торфа, куриного помета и полимерного структурообразователя (4:1:1:0,5) на рост, развитие и микоризность корней сеянцев хвойных пород проведен анализ посадочного материала 3-х постоянных питомников (Корневская ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси, Мозырский и Калинковичский лесхозы).

Агрохимическая характеристика посевных отделений изучаемых лесных питомников представлена в таблице 3.17.

Таблица 3.17 – Агрохимическая характеристика посевных отделений в исследуемых лесных питомниках

| Содержание гумуса, % | Легкогидролизующий азот, % | Подвижные, мг/100 г почвы | |
|----------------------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------|
| | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| Корневская ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси | | | |
| 2,4 | 6,3 | 7,2 | 4,3 |
| ГОЛХУ «Мозырский опытный лесхоз» | | | |
| 2,2 | 6,7 | 7,3 | 4,0 |
| ГЛХУ «Калинковичский лесхоз» | | | |
| 1,3 | 5,7 | 6,9 | 4,0 |

Проанализированы параметры вегетативного роста (высота побегов, толщина стебля у корневой шейки, длина главного корня, количество боковых корней) и определена степень микоризности корневой системы более 450 однолетних сеянцев сосны обыкновенной (таблица 3.18). При этом, корневая система каждого сеянца осматривалась и относилась к одной из 3-х групп: явно микоризная, слабомикоризная, немикоризная. У каждого явно микоризного сеянца отмечался характер микоризных окончаний по внешнему виду и глазомерно определялась степень обилия микориз по трехбалльной системе.

При выращивании однолетних сеянцев сосны обыкновенной использовали коровый компост «Агрополикор» в дозе 70 кг/га.

Данные таблицы 3.18 показывают, что показатели вегетативного роста однолетних сеянцев сосны обыкновенной на 3-х питомниках различные. Большая часть растений имеют средние параметры роста – высоту побегов, толщину стебля у корневой шейки, длину главного корня, количество боковых корней. Единично встречаются сеянцы, обладающие максимальными показателями роста и почти 30% - минимальными.

Корневая система слаборазвитых однолетних сеянцев отличалась небольшим количеством боковых корней, образованных на главном корне (1-4 шт.), степень микоризности корневых систем этих растений составляла 1 балл. В то время как на главном корне остальных растений выявлено от 6 до 14 боковых корней.

Однолетние сеянцы сосны обыкновенной имеют явно выраженную микоризную корневую систему (3 балла). Наилучшие параметры вегетативного роста (высота побегов, толщина стволика у корневой шейки) выявлены у однолетних сеянцев, выращенных в лесном питомнике Корневской ЭЛБ ИЛ НАНБ.

Большое значение при внесении коровых компостов имеет содержание гумуса и элементов питания в почве. При содержании гумуса в почве 2,4% и внесении корового компоста «Агрополикор» в дозе 70 кг/га биометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной имеют максимальное значение.

Таблица 3.18 – Показатели вегетативного роста однолетних сеянцев сосны обыкновенной в 3-х базисных питомниках

| Показатели вегетативного роста сеянцев сосны | Параметры сеянцев сосны, отобранных на базисных питомниках | | | | | | | | |
|---|--|-----|----------|-----------------------------|-----|----------|-------------------------|-----|-----------|
| | Корневской ЭЛБ ИЛ НАНБ | | | Мозырского опытного лесхоза | | | Калинковичского лесхоза | | |
| | max | min | среднее | max | min | среднее | max | min | среднее |
| Высота надземной части, см | 11,7 | 5,5 | 9,4±0,50 | 14,0 | 5,6 | 9,0±0,33 | 9,5 | 4,8 | 7,0±0,18 |
| Диаметр стволика у корневой шейки, мм | 2,3 | 1,1 | 1,9±0,19 | 2,5 | 0,7 | 1,3±0,07 | 2,0 | 0,6 | 1,1±0,05 |
| Длина корневой системы, см | 12,5 | 4,4 | 10,1±1,0 | 18,0 | 4,0 | 8,2±0,53 | 18,0 | 6,0 | 10,5±0,46 |
| Количество боковых корней, шт. | - | - | - | 14 | 1 | 6,4±0,59 | 9 | 1 | 3,7±0,33 |
| Ширина корневой системы, см | - | - | - | 3,7 | 0,3 | 1,3±0,15 | 2,0 | 0,5 | 0,9±0,09 |
| Степень микоризности, балл | 3 | 1 | 2,4±0,31 | 3 | 1 | 2,2±0,13 | 3 | 0,5 | 1,4±0,14 |
| Примечание: - показатель не учитывался | | | | | | | | | |

Данные анализа показателей вегетативного роста однолетних сеянцев сосны обыкновенной на 3-х обследованных лесных питомниках обработаны методами математической статистики (таблица 3.19).

Таблица 3.19 – Математический анализ параметров вегетативного роста однолетних сеянцев сосны 3-х питомников

| Показатели вегетативного роста сеянцев сосны | Кол-во повторностей | Среднее | Среднее квадр. отклон. | Ошибка средней | Точность, % | Коэфф. вариации, % |
|--|---------------------|---------|------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| Корневская ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси | | | | | | |
| Высота надземной части, см | 50 | 9,36 | 1,62 | 0,51 | 5,5 | 17,4 |
| Диаметр стволика у корневой шейки, мм | 50 | 1,87 | 3,77 | 1,19 | 6,4 | 20,2 |
| Длина корневой системы, см | 50 | 10,1 | 3,16 | 1,0 | 9,9 | 31,5 |
| Степень микоризности корней, балл | 50 | 2,40 | 0,97 | 0,31 | 12,7 | 40,3 |
| Мозырский опытный лесхоз | | | | | | |
| Высота надземной части, см | 37 | 9,04 | 2,00 | 0,33 | 3,6 | 22,1 |
| Диаметр стебля у корневой шейки, мм | 37 | 1,34 | 1,64 | 0,07 | 5,3 | 32,5 |
| Длина корневой системы, см | 37 | 8,16 | 3,20 | 0,53 | 6,5 | 39,2 |
| Количество боковых корней, шт. | 37 | 6,41 | 3,60 | 0,59 | 9,2 | 56,2 |
| Ширина корневой системы, см | 37 | 1,32 | 0,88 | 0,15 | 11,0 | 67,2 |
| Степень микоризности корней, балл | 37 | 2,22 | 0,82 | 0,13 | 6,1 | 37,0 |
| Калинковичский лесхоз | | | | | | |
| Высота надземной части, см | 40 | 7,03 | 1,14 | 0,18 | 2,6 | 16,2 |
| Диаметр стебля у корневой шейки, мм | 40 | 1,08 | 0,30 | 0,05 | 4,5 | 28,2 |
| Длина корневой системы, см | 40 | 10,53 | 2,90 | 0,46 | 4,3 | 27,5 |
| Количество боковых корней, штук | 40 | 3,64 | 2,10 | 0,33 | 9,1 | 57,7 |
| Ширина корневой системы, см | 40 | 0,90 | 0,54 | 0,09 | 9,6 | 60,5 |
| Степень микоризности корней, балл | 40 | 1,40 | 0,89 | 0,14 | 10,1 | 63,8 |

Выявлена тесная корреляционная зависимость между степенью микоризности корней однолетних сеянцев сосны обыкновенной и высотой побега и длиной главного корня (таблица 3.20).

Степень микоризности корней однолетних сеянцев сосны обыкновенной Корневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси достоверно коррелирует с такими парамет-

рами как высота побега и длина главного корня. Анализ однолетних сеянцев сосны обыкновенной Мозырского опытного и Калинковичского лесхозов выявил корреляционную связь между степенью микоризности корней и высотой побегов, длиной главного корня и количеством боковых корней.

Таблица 3.20 – Коэффициенты корреляции параметров вегетативного роста однолетних сеянцев со степенью микоризности корней, балл ($p < 0,05$)

| Высота стволика, см | Диаметр корневой шейки, мм | Длина главного корня, см | Кол-во боковых корней, шт. | Ширина корневой системы, см |
|---|----------------------------|--------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Корневская ЭЛБ ИЛ НАНБ | | | | |
| 0,70* | – | 0,76* | 0,62 | 0,00 |
| Мозырский опытный лесхоз | | | | |
| 0,37* | 0,54* | 0,33 | 0,74* | 0,65 |
| Калинковичский лесхоз | | | | |
| 0,57* | 0,43* | 0,19 | 0,67* | 0,73 |
| Примечание: «–» - показатель не определялся; * - коэффициент корреляции достоверен. | | | | |

В посевном отделении лесного питомника Кобринского опытного лесхоза заложены 4 варианта опыта с использованием различных компостов:

1. Контроль (без внесения компоста);
2. Хвойная кора+торф+куриный помет (4:1:1);
3. Хвойная кора+куриный помет (4:1);
4. Хвойная кора+торф+куриный помет+полимерный структурообразователь (4:1:1:0,5) – «Агрополикор».

Все коровые компосты внесены в дозе 70 кг/га. Внесение коровых компостов производят во второй половине августа по поверхности хорошо обработанной почвы путем равномерного разбрасывания с помощью полуприцепов-разбрасывателей (РОУ-6) и заделывания в почву дисковой бороной БДН-3,0 в 2-3 следа для равномерного распределения по пахотному слою на глубину от 10 до 15 см. Анализ результатов опыта показывает, что внесение в почву корового компоста совместно с полимерным структурообразователем оказывает положитель-

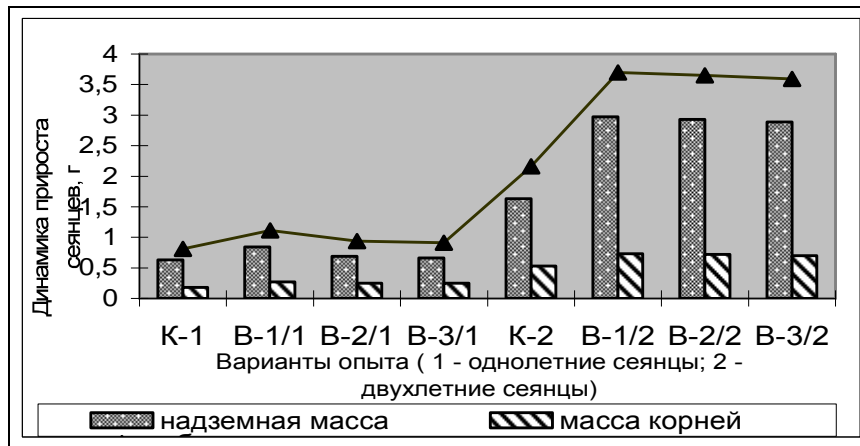
ное влияние на высоту надземной части сеянцев сосны обыкновенной, диаметр стволика у корневой шейки и длину главного корня. Внесение коровых компостов с органоминеральными добавками в виде торфа и куриного помета оказало влияние на степень охвоения надземной части и длину главного корня (таблица 3.21).

Таблица 3.21 – Динамика морфометрических показателей сеянцев сосны на опытном объекте Кобринского опытного лесхоза после внесения коровых компостов с целевыми добавками

| Вариант внесенного компоста | Высота надземной части, см | | Диаметр стволика, мм | | Степень охвоения побега, см | | Длина главного корня, см | |
|--|--------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------|
| | $\frac{M_1}{M_2}$ | $\frac{П_1}{П_2}$ | $\frac{M_1}{M_2}$ | $\frac{П_1}{П_2}$ | $\frac{M_1}{M_2}$ | $\frac{П_1}{П_2}$ | $\frac{M_1}{M_2}$ | $\frac{П_1}{П_2}$ |
| Контроль | $\frac{5,8 \pm 2,37}{12,5 \pm 0,50}$ | | $\frac{1,8 \pm 0,51}{3,0 \pm 0,28}$ | | $\frac{4,4 \pm 2,11}{6,3 \pm 1,51}$ | | $\frac{12,8 \pm 2,35}{14,2 \pm 4,09}$ | |
| Хвойная кора + торф + куриный помет (4:1:1) | $\frac{8,5 \pm 0,80}{18,0 \pm 1,45}$ | $\frac{146,6}{144,0}$ | $\frac{2,2 \pm 0,08}{3,9 \pm 0,44}$ | $\frac{122,2}{130,0}$ | $\frac{6,1 \pm 0,73}{15,1 \pm 1,93}$ | $\frac{138,6}{239,7}$ | $\frac{13,6 \pm 1,28}{28,4 \pm 5,27}$ | $\frac{106,3}{200,0}$ |
| Хвойная кора + куриный помет (4:1) | $\frac{8,0 \pm 0,57}{13,5 \pm 1,26}$ | $\frac{137,9}{108,0}$ | $\frac{1,9 \pm 0,14}{3,3 \pm 0,21}$ | $\frac{105,6}{110,0}$ | $\frac{5,5 \pm 0,49}{9,7 \pm 1,07}$ | $\frac{125,0}{154,0}$ | $\frac{16,8 \pm 1,96}{25,3 \pm 3,39}$ | $\frac{131,3}{178,2}$ |
| Хвойная кора + торф + куриный помет + полимерный структурообразователь (4:1:1:0,5) | $\frac{8,7 \pm 1,22}{18,4 \pm 1,13}$ | $\frac{148,5}{147,2}$ | $\frac{2,1 \pm 1,39}{3,4 \pm 0,43}$ | $\frac{116,7}{113,3}$ | $\frac{5,4 \pm 1,36}{10,3 \pm 1,89}$ | $\frac{118,2}{163,5}$ | $\frac{16,8 \pm 1,96}{29,1 \pm 5,61}$ | $\frac{131,3}{204,9}$ |
| Примечание: M_1 – средние показатели однолетних сеянцев; M_2 – средние показатели двулетних сеянцев; $П_1$ – процент отношения к контролю средних показателей однолетних сеянцев; $П_2$ – процент отношения к контролю средних показателей двулетних сеянцев | | | | | | | | |

На вариантах опыта после внесения коровых компостов на основе хвойной коры с органоминеральными и другими целевыми добавками, отмечался прирост как надземной, так и подземной массы сеянцев по сравнению с контролем практически в 2 раза, как в первом вегетационном периоде, так и во втором (рисунок 3.6).

Прослежена динамика формирования корневых систем у сеянцев сосны обыкновенной в течение двух лет (таблица 3.22).



Примечание: К – контроль (без внесения компостов); В-1 – внесение компостов на основе хвойной коры, торфа и куриного помета (4:1:1); В-2 – внесение компостов на основе хвойной коры и куриного помета (4:1); В-3 – внесение компостов на основе хвойной коры, торфа, куриного помета и полимерного структурообразователя (4:1:1:0,5)

Рисунок 3.6 – Динамика прироста воздушно-сухой массы семян сосны обыкновенной по вариантам опыта за два года исследований

Таблица 3.22 – Динамика развития корневых систем семян сосны по вариантам опыта в лесном питомнике Кобринского опытного лесхоза

| Вариант внесенного компоста | Число корней I порядка, шт. | | Число корней II порядка, шт. | | Число корней III порядка, шт. | |
|--|---------------------------------------|-----------------------|---|-----------------------|---------------------------------------|---------------------|
| | $\frac{M_1}{M_2}$ | $\frac{П_1}{П_2}$ | $\frac{M_1}{M_2}$ | $\frac{П_1}{П_2}$ | $\frac{M_1}{M_2}$ | $\frac{П_1}{П_2}$ |
| Контроль | $\frac{21,6 \pm 2,56}{17,6 \pm 3,37}$ | | $\frac{40,3 \pm 10,00}{109,4 \pm 18,55}$ | | $\frac{0,0}{17,2 \pm 4,58}$ | |
| Хвойная кора + торф + куриный помет (4:1:1) | $\frac{26,1 \pm 1,60}{37,8 \pm 2,25}$ | $\frac{120,8}{214,8}$ | $\frac{122,2 \pm 16,08}{106,2 \pm 23,85}$ | $\frac{303,2}{97,1}$ | $\frac{23,6 \pm 5,26}{36,6 \pm 8,39}$ | $\frac{0,0}{69,8}$ |
| Хвойная кора + куриный помет (4:1) | $\frac{23,3 \pm 1,28}{18,9 \pm 2,47}$ | $\frac{107,9}{107,4}$ | $\frac{75,6 \pm 11,36}{114,0 \pm 17,05}$ | $\frac{187,6}{109,6}$ | $\frac{15,5 \pm 5,72}{12,0 \pm 2,74}$ | $\frac{0,0}{52,3}$ |
| Хвойная кора + торф + куриный помет + полимерный структурообразователь (4:1:1:0,5) | $\frac{22,8 \pm 3,01}{35,8 \pm 3,81}$ | $\frac{105,6}{203,4}$ | $\frac{54,2 \pm 13,83}{97,7 \pm 12,24}$ | $\frac{134,5}{89,3}$ | $\frac{9,7 \pm 2,89}{9,0 \pm 2,09}$ | $\frac{0,0}{212,8}$ |

Примечание: M_1 и M_2 – средние показатели одно- и двухлетних семян; $П_1$ и $П_2$ – процент отношения к контролю средних показателей одно- и двухлетних семян.

На вариантах опыта, где вносились коровые компосты, семена сосны обыкновенной имели более развитую корневую систему, которая характеризовалась

увеличением числа корней I, II и III порядков на 25-30% и их суммарной длины – в 1,3-1,5 раза по сравнению с контролем.

Наибольшие показатели развития корней III порядка, на которых образуется основная масса микоризных окончаний, отмечены у растений на варианте опыта после внесения корового компоста на основе хвойной коры в смеси с торфом, полимерным структурообразователем и куриным пометом при соотношении компонентов 4:1:1 в течение двух вегетационных периодов, а в других вариантах в 1,5-2,0 раза меньше.

По данным Г.И. Редько [19], важным показателем развития корневых систем сеянцев хвойных пород является коэффициент ветвления корневых систем (отношение длины корней к их числу).

Изучение динамики формирования микоризы на корневых системах сеянцев сосны выявило, что у однолетних контрольных растений на корнях 98% микоризы представлена только булабовидной формой. В то время как в вариантах опыта с использованием коровых компостов отмечается развитие на корнях сеянцев сосны обыкновенной булабовидной, вильчатой и коралловидной форм микоризных окончаний (таблица 3.23).

Таблица 3.23 – Динамика формирования микоризы на корнях сеянцев сосны обыкновенной по вариантам опыта в течение двух вегетационных периодов

| Вариант внесенного компоста | Формы микориз на корнях сеянцев, % | | | | | |
|---|------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | булабовидная | | вильчатая | | коралловидная | |
| | однолет- ние | двухлет- ние | однолет- ние | двухлет- ние | однолет- ние | двухлет- ние |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Контроль | 98,2±2,72 | 24,0±8,72 | 1,8±0,16 | 40,0±7,07 | не отмечено | 36,0±12,49 |
| Хвойная кора + торф + куриный помет (4:1:1) | 70,4±3,91 | 27,0±11,58 | 19,6±0,31 | 24,0±4,00 | 10,0±0,21 | 49,0±12,49 |
| Хвойная кора + куриный помет (4:1) | 81,5±2,15 | 21,0±6,40 | 13,5±0,27 | 35,0±8,66 | 4,0±0,35 | 46,0±15,03 |

Продолжение таблицы 3.23

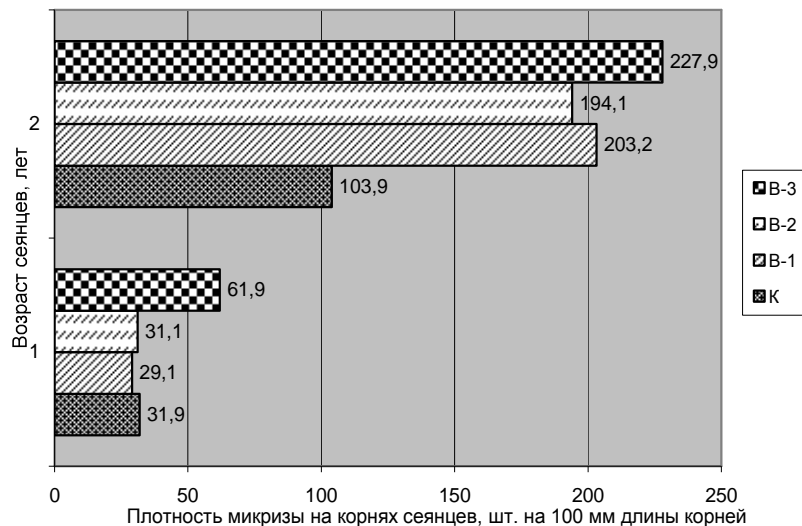
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| Хвойная кора + торф + куриный помет + полимерный структурообразователь (4:1:1:0,5) | 38,0±2,07 | 30,0±9,03 | 39,0±0,33 | 28,0±3,31 | 23,0±0,19 | 42,0±11,97 |

Анализ динамики развития корневых систем у двухлетних сеянцев сосны обыкновенной и образования на них микоризы выявил, что как на контроле, так и по вариантам опыта с внесением компостов на корневых системах растений отмечается развитие трех форм микоризных окончаний: булавовидной, вильчатой и коралловидной.

Однако на вариантах после внесения коровых компостов с органоминеральными добавками и полимерным структурообразователем процент развития сложной коралловидной формы микоризы, в среднем, в 1,2-1,4 раза превышал этот показатель по сравнению с контролем. Причем, коралловидные микоризы в виде скоплений по 32-48 штук в одной точке отмечались на корнях I, II и III порядков.

Следовательно, увеличение числа корней и их длины на корневых системах сеянцев сосны обыкновенной во второй вегетационный период, повлияло на активное формирование развитых (коралловидных) форм микоризных окончаний и привело к увеличению степени микоризности растений. Особенно это отмечалось в вариантах опыта после внесения коровых компостов с органоминеральными добавками и полимерным структурообразователем почвы (рисунок 3.7).

Показатель плотности микоризы на корнях двухлетних сеянцев сосны обыкновенной в вариантах после внесения коровых компостов с целевыми добавками превышал контроль в 1,5-1,7 раза. Установлены коэффициенты корреляции между основными показателями роста и развития двухлетних сеянцев сосны обыкновенной с содержанием гумуса в почве на вариантах опыта (таблицы 3.24, 3.25).



Примечание: К – контроль (без внесения компостов); В-1 – внесение компостов на основе хвойной коры, торфа и куриного помета (4:1:1); В-2 – внесение компостов на основе хвойной коры и куриного помета (4:1); В-3 – внесение компостов на основе хвойной коры, торфа, куриного помета (4:1:1)

Рисунок 3.7 – Зависимость плотности микоризы на корневых системах сеянцев сосны обыкновенной от их возраста и вида внесенного корового компоста

Таблица 3.24 – Коэффициенты корреляции между основными морфометрическими параметрами двухлетних сеянцев сосны обыкновенной с содержанием гумуса в почве ($P > 0,05$)

| Показатель | Основные морфометрические показатели сеянцев | | | | | |
|----------------------|--|----------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------|
| | высота растений, см | степень охвоения, см | длина главного корня, см | надземная масса сеянцев, г | подземная масса сеянцев, г | общая масса сеянцев, г |
| Содержание гумуса, % | 0,74 | 0,89 | 0,96 | 0,98 | 0,98 | 0,98 |

Отмечается высокая корреляционная зависимость между показателем содержания гумуса в почве и такими морфометрическими параметрами, как высота растений, степень охвоения побега и длина главного корня, а также с надземной и подземной массой сеянцев.

Таблица 3.25 – Коэффициенты корреляции между основными параметрами развития корневых систем двухлетних сеянцев сосны обыкновенной с содержанием гумуса в почве

| Показатель | Основные показатели развития корневых систем сеянцев | | | | | | показатель плотности микориз, шт. на 100 мм корней |
|----------------------|--|------------|-------------|--|-----------|---------------|--|
| | число корней разных порядков на корневых системах, шт. | | | процент развития разных форм микориз на корневых системах, % | | | |
| | I порядка | II порядка | III порядка | булаво-видной | вильчатой | коралловидной | |
| Содержание гумуса, % | 0,71 | -0,24 | 0,33 | 0,30 | -0,87 | 0,94 | 0,92 |

Положительная корреляция содержания гумуса в почве наблюдается у двухлетних сеянцев сосны обыкновенной с числом коралловидных форм микориз и плотности микоризы [291].

Анализ взаимосвязи параметров роста и развития двухлетних сеянцев сосны обыкновенной с показателем плотности расположения микориз на корневых системах при внесении корового компоста в 2 раза превышала этот показатель по сравнению с контролем (рисунок 3.8).

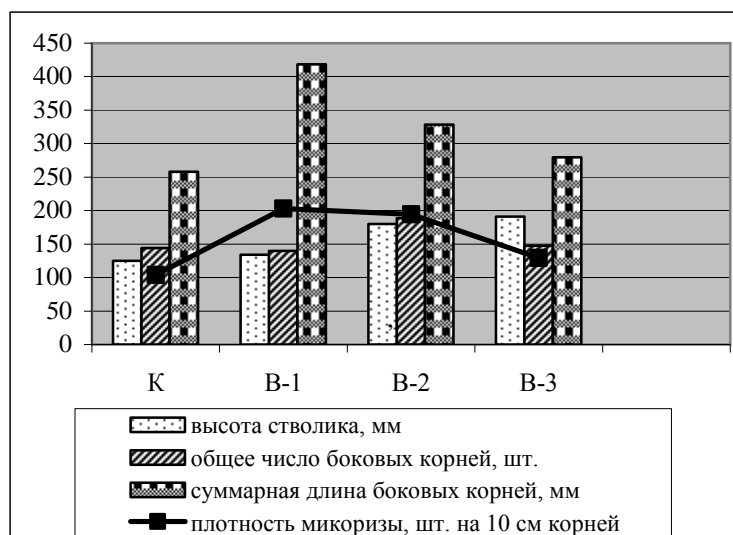


Рисунок 3.8 – Взаимосвязь показателей роста и развития сеянцев сосны обыкновенной с плотностью микоризы на их корневых системах

Установлена закономерность: чем выше показатель плотности микориз, тем больше биометрические параметры сеянцев сосны обыкновенной.

Таким образом, проведенные исследования по разработке и изучению эффективности внесения коровых компостов позволили определить биологическую эффективность применения этого вида органических удобрений в лесных питомниках при выращивании сеянцев сосны обыкновенной. Выявлена прямая зависимость между биологической эффективностью применения коровых компостов при выращивании сеянцев сосны обыкновенной и содержанием гумуса в почве.

При содержании гумуса в почве 2,2-2,4%, легкогидролизуемого азота 6,3-6,7%, подвижных форм P_2O_5 7,2-7,3 мг/100 г почвы, подвижных форм K_2O 4,0-4,3 мг/100 г почвы выход стандартных сеянцев сосны обыкновенной увеличивается на 21% при снижении на 20% нормы высева семян.

Установлено, что биологическая эффективность использования коровых компостов с органоминеральными добавками и полимерным структурообразователем почвы заключается:

- в улучшении почвенно-экологических условий за счет повышения почвенного плодородия питомников путем увеличения содержания в почве гумуса, легкогидролизуемого азота и подвижного фосфора в среднем в 1,4 раза;

- в увеличении параметров роста и развития сеянцев сосны по показателю высоты стволика в 1,4 раза, по показателю степени охвоения побега – в 2,4 раза, по показателю длины главного корня – в 2,5 раза. Причем, увеличение общей массы сеянцев происходит за счет усиления развития как надземной части, так и корневых систем растений;

- в усилении степени развития корневых систем сеянцев путем более интенсивного образования корней I, II и III порядков, к увеличению количества этих корней практически на 25-30 %, а длины – в 1,3-1,5 раза;

- увеличение содержания основных элементов питания в почве повышает не только морфометрические показатели сеянцев, но и способствует повышению выхода стандартного посадочного материала на 21%.

- в повышении микоризности корневых систем сеянцев за счет активного формирования сложных (коралловидных) микориз, увеличивающих поглощающую поверхность корней и тем самым улучшающих способность растений извлекать из почвы элементы питания. Плотность микоризы на корнях сеянцев сосны обыкновенной при внесении коровых компостов в 2 раза превышала этот показатель по сравнению с контролем;

- в сохранении положительного действия от внесения коровых компостов с органоминеральными добавками в течение второго вегетационного периода на агрохимические свойства почвы и параметры роста и развития сеянцев сосны.

В ходе исследований нами выявлено, что однолетние и двухлетние сеянцы отзывчивы на внесение коровых компостов. Наблюдался положительный эффект от внесения коровых компостов на агрохимические свойства почвы и биометрические параметры роста и развития сеянцев сосны обыкновенной.

При оценке биологической эффективности от использования компостов на основе древесной коры и различных целевых добавок выявлена тесная корреляция между почвенным плодородием лесных питомников и качеством посадочного материала. Нами усовершенствовались составы коровых компостов путем введения в субстрат органоминеральных добавок в виде торфа переходного, куриного помета и полимерного структурообразователя почвы, а также разработана принципиально новая технология приготовления коровых компостов – буртовым способом.

3.3 Выводы

1. В результате проведенных исследований разработана система мер по интенсификации выращивания микоризных сеянцев сосны обыкновенной с применением компостов на основе древесной коры с целевыми добавками. Установлена степень разложения коровых компостов с целевыми добавками, что позволило определить время их готовности (10-19 месяцев). Введение в коровые субстраты целевых добавок в виде куриного помета способствовало более быстрому созреванию компостов. Выявлены оптимальные составы компостов на основе древесной коры с целевыми добавками в виде коры торфа, куриного помета и полимерного структурообразователя почвы. Введение в коровые субстраты целевых добавок в виде полимерного структурообразователя способствовало более быстрому созреванию компостов (10 месяцев).

Разработана новая технология получения корового компоста «Агрополикор» буртовым способом.

Разработаны «Рекомендации по выращиванию микоризных сеянцев хвойных пород на субстрате из органоминеральной смеси и целевых добавок» и Технические условия ТУ РБ 400070994.008-2010 на получение корового компоста «Агрополикор». Определены оптимальные параметры буртового компостника с учетом потребности лесных питомников в органических удобрениях.

2. Внесение коровых компостов с органоминеральными добавками способствует увеличению содержания гумуса в почве, легкогидролизуемого азота и подвижного фосфора в 1,4 раза по сравнению с контролем.

3. Внесение коровых компостов в дозе 70 т/га увеличивает не только биометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной, но и способствует повышению выхода стандартных сеянцев сосны обыкновенной при снижении нормы высева семян.

4. При внесении компостов сеянцы сосны обыкновенной имеют более разветвленную корневую систему, которая характеризуется увеличением числа корней I, II и III порядков на 25-30% и увеличением их суммарной длины в 1,3-1,5 раза.

5. На корневых системах у сеянцев сосны обыкновенной отмечается развитие трех форм микоризных окончаний: булабовидной, вильчатой и коралловидной. При внесении компостов с органоминеральными добавками и полимерным структурообразователем почвы процент развития сложной коралловидной формы микоризы в 1,4 раза превысил контроль. Увеличение числа корней и их длины на корневых системах сеянцев во второй вегетационный период повлияло на активное формирование развитых коралловидных форм микоризных окончаний и привело к увеличению степени микоризности растений.

ГЛАВА 4

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

4.1 Влияние сроков и способов посева семян сосны обыкновенной в лесных питомниках на рост сеянцев

Выращивание качественного посадочного материала в лесных питомниках зависит от ряда факторов, в первую очередь, от содержания элементов минерального питания в почве (гумуса, подвижных форм азота, фосфора и др.). Почвенное плодородие лесных питомников оказывает существенную роль на биометрические показатели посадочного материала и положительно влияет на рост и развитие сеянцев хвойных пород, способствуя формированию хорошо развитой корневой системы. Важным условием является разработка и усовершенствование технологии выращивания посадочного материала на основе применения новых КМ, включающие: предпосевную подготовку семян, создание субстратного слоя на основе коровых компостов и выращивание сеянцев.

Для изучения эффективности сроков посева семян сосны обыкновенной в 2003-2004 гг. заложены опытные объекты в лесном питомнике Кобринского опытного лесхоза. Весной семена сосны обыкновенной высевали в течение пяти сроков через 10 дней со 2-ой декады апреля и оканчивали 3-ей декадой мая. Осенью посев семян сосны обыкновенной также проводили в течение пяти сроков, начиная со 2-ой декады октября и заканчивали 3-ей декадой ноября. Норма высева семян сосны обыкновенной на всех вариантах опыта при ручном способе посева составляла 1,5 г на 1 пог. м или 250 шт./м. Применяли ленточные пятистрочные посеы с шириной строк 5-7 см. Расстояние между посевными строками 20-25 см, а между лентами 50-60 см. Площадь каждого варианта опыта составляла 50 м². Для посева

использовали семена сосны обыкновенной 1-го класса качества. Повторность опытов трехкратная.

Агрохимическая характеристика посевного отделения лесного питомника имела следующие показатели: $pH_{kcl} - 4,6$; гумус – 2,40%; легкогидролизуемый азот – 4,25 мг/100 г почвы; $P_2O_5 - 6,9$ мг/100 г почвы; $K_2O - 7,3$ мг/100 г почвы. Перед посевом семян сосны обыкновенной вносили удобрения пролонгированного действия в дозе $N_{60}P_{80}K_{60}$.

При различном сроке посева семян сосны обыкновенной наблюдается значительное отличие в получении выхода стандартного посадочного материала (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Биометрические показатели и выход стандартных сеянцев сосны обыкновенной при различных сроках посева семян

| Срок посева семян: число, месяц, декада | Грунтовая всхожесть, % | Высота стволика, см | Диаметр корневой шейки, мм | Выход сеянцев сосны обыкновенной, млн. шт./га |
|---|------------------------|---------------------|----------------------------|---|
| Весенний срок посева семян (2004 г.) | | | | |
| 14 апреля, 2-я | 54 | 7,6±0,25 | 2,41±0,05 | 4,27 |
| 24 апреля, 3-я | 57 | 7,3±0,21 | 2,40±0,04 | 3,93 |
| 6 мая, 1-я | 66 | 7,1±0,17 | 2,50±0,04 | 3,69 |
| 15 мая, 2-я | 65 | 6,0±0,14 | 2,01±0,03 | 3,01 |
| 26 мая, 3-я | 68 | 5,7±0,10 | 1,65±0,02 | 2,64 |
| Осенний срок посева семян (2003 г.) | | | | |
| 14 октября, 2-я | 41 | 5,0±0,13 | 2,00±0,02 | 1,27 |
| 26 октября, 3-я | 49 | 5,1±0,15 | 2,02±0,03 | 1,31 |
| 5 ноября, 1-я | 64 | 5,7±0,19 | 2,11±0,04 | 3,20 |
| 15 ноября, 2-я | 66 | 5,9±0,17 | 2,19±0,03 | 3,65 |
| 24 ноября, 3-я | 54 | 5,2±0,16 | 2,10±0,02 | 3,25 |

Сравнивая полученные данные весеннего срока посева семян сосны обыкновенной можно отметить, что их грунтовая всхожесть увеличивается со второй декады апреля по третью декаду мая. Это объясняется увеличением среднесуточной температуры воздуха и, соответственно, верхнего слоя почвы. Количество

сеянцев сосны обыкновенной при различном весеннем сроке посева очень сильно меняется. Наибольшие показатели выхода стандартных сеянцев сосны обыкновенной получены при ранневесеннем посеве семян во второй декаде апреля (4,27 млн. шт./га). Количественные показатели выхода стандартных сеянцев в третьей декаде апреля и в первой декаде мая не отличаются и находятся на одном уровне. Резкое снижение выхода сеянцев при весеннем сроке посева наблюдается со второй декады мая. На этих вариантах опыта количество сеянцев было значительно меньше. Это во многом определяется гидротермическими условиями. При посеве семян во 2-ой декаде апреля влажность пахотного слоя почвы составляла 80%, а среднесуточная температура воздуха 14 °С и выход стандартных сеянцев сосны получен в количестве 4,27 млн. шт./га. При посеве семян сосны обыкновенной в 3-ей декаде апреля влажность пахотного слоя почвы составила 65%, а среднесуточная температура воздуха 15,4 °С и выход стандартных сеянцев сосны получен в количестве 3,93 млн. шт./га. При уменьшении влажности пахотного слоя почвы до 50-55% несколько снижается выход сеянцев сосны обыкновенной.

При осенних сроках посева семян сосны обыкновенной так же наблюдается отличие в получении стандартного посадочного материала. В зависимости от декады осеннего срока посева семян сосны обыкновенной грунтовая всхожесть отличается между вариантами опыта более чем в 1,5 раза. Если при посеве семян во второй половине октября грунтовая всхожесть составила 41-49%, то во второй декаде ноября – 64-66%. При осеннем посеве семян сосны в октябре месяце средне декадная температура воздуха находилась в интервале от 4,8 °С до 6,8 °С. Этот температурный режим возможно и оказал значительное влияние на биометрические показатели сеянцев, грунтовую всхожесть и низкий выход сеянцев сосны обыкновенной. Анализируя полученные данные посева семян подекадно в ноябре по грунтовой всхожести и выходу сеянцев сосны обыкновенной можно отметить, что они существенно не отличаются.

Таким образом, выход сеянцев сосны обыкновенной зависит от срока высева семян. Оптимальным сроком при весеннем посеве семян является вторая декада апреля и первая декада мая. Выход сеянцев сосны обыкновенной в эти опти-

мальные сроки на всех опытных участках составляет в среднем 3200-4270 тыс. шт./га. Это выше по сравнению с нормативными данными (2200 тыс. шт./га) в 1,5-1,9 раза.

Изучено влияние механизированного и ручного способов посева семян сосны обыкновенной на биометрические показатели и выход стандартных сеянцев с единицы площади питомника Кобринского опытного лесхоза (таблица 4.2).

Таблица 4.2 – Влияние способов посева семян сосны обыкновенной на биометрические показатели и выход однолетних сеянцев сосны обыкновенной в лесном питомнике Кобринского опытного лесхоза

| Способ посева семян | | Вариант опыта | Ширина посевной строки, см | Высота стволика, см | Диаметр корневой шейки, мм | Выход стандартных сеянцев, млн. шт./га |
|---------------------|------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------|----------------------------|--|
| Механизированный | Сеялка датской фирмы Egedal» | 1 | 7 | 8,0±0,16 | 2,03±0,04 | 2,9 |
| | Ручной | | | | | |
| | Сеялка СО-1 | 2 | 3 | 5,4±0,20 | 2,00±0,02 | 2,1 |
| | Посев ручной | 3 | 7 | 8,2±0,19 | 2,04±0,03 | 3,1 |

При механизированном способе использовали наиболее широко применяемую в лесных питомниках сеялку датской фирмы «Egedal».

Агрохимическая характеристика посевного отделения лесного питомника Кобринского опытного лесхоза имела следующие показатели: рН_{kcl} – 4,8; гумус – 2,7%; легкогидролизуемый азот – 4,90 мг/100 г почвы; Р₂О₅ – 7,4 мг/100 г почвы; К₂О – 8,2 мг/100 г почвы. Перед посевом семян сосны обыкновенной вносили удобрения пролонгированного действия в дозе N₆₀P₈₀K₆₀. Наименьший выход стандартных сеянцев (2120 тыс. шт./га) зафиксирован при посеве семян сосны обыкновенной сеялкой ручной универсальной СО-1. На этом варианте опыта высота стволика сеянцев и диаметр корневой шейки имели минимальные биометрические показатели. Это объясняется тем, что при разном посеве семян сеялкой овощной СО-1 ширина посевных строчек составляет 3 см и мы имеем узкостроч-

ную схему посева. При узкострочном посеве семян сосны ручной сеялкой всходы получились загущенными, что и привело к снижению выхода стандартных сеянцев.

Сравнение высоты сеянцев и диаметра корневой шейки при посеве семян сосны обыкновенной механизированным способом с использованием сеялки датской фирмы «Egedal» и ручным посевом показало примерно одинаковые результаты (2,9 и 3,1 млн. шт./га)

Математическая обработка полученных данных по высоте стволика и выходу стандартных сеянцев позволила установить достоверное различие между вариантами опыта (таблица 4.3). Однако различия по диаметру корневой шейки не достоверны между ручным посевом и механизированным с использованием сеялки датской фирмы «Egedal» и ручной сеялки СО-1.

Таблица 4.3 – Фактические значения критерия Стьюдента по влиянию способов посева семян сосны обыкновенной на биометрические показатели и выход стандартных сеянцев

| Сравнения вариантов опыта | Значение критерия Стьюдента | | |
|---------------------------|-----------------------------|------------------------|---------------------------|
| | Высота стволика | Диаметр корневой шейки | Выход стандартных сеянцев |
| 1-2 | 101,005 | 66,747 | 26,654 |
| 1-3 | -8,0111 | -1,98996 | -6,0709 |
| 2-3 | -100,991 | -11,0553 | -30,727 |

Проведенное обследование 44 лесных питомников Беларуси в период с 2000 по 2006 гг. показывает, что в них применяют ленточные четырех-, пяти- и шестистрочные посевы с шириной строчек от 2 до 15 см. Такой большой интервал по ширине посевных строчек объясняется тем, что при посеве семян хвойных пород используют как механизированные способы (сеялку датской фирмы «Egedal»), так и ручные. При механизированном способе посева ширина посевных строчек составляет от 7 см, а при ручном – 3 см.

Нами проведены исследования влияния сроков посева семян сосны обыкновенной, нормы их высева и глубины заделки на выход стандартных сеянцев в 28 лесных питомниках Беларуси (таблица 4.4).

Таблица 4.4 – Влияние технологий выращивания посадочного материала хвойных пород на выход стандартных сеянцев в лесхозах Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь

| Месторасположение лесных питомников | Сроки посева семян | Норма высева семян, кг/га | Глубина заделки семян, см | Выход стандартных сеянцев, млн.шт./га |
|-------------------------------------|--------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------------|
| I. Брестское ГПЛХО | | | | |
| 1. Ганцевичский | весна | 55-60 С | 0,5-1,5 | 2,2 |
| 2. Ивацевичский | весна | 65-70 Е | 0,5-2,0 | 1,8 |
| 3. Кобринский | весна | 20-60 С | 0,5-2,0 | 2,3 |
| II. Витебское ГПЛХО | | | | |
| 4. Полоцкий | весна | 55-60 С | 0,5-1,0 | 2,2 |
| 5. Городокский | весна | 55-60 С | 0,5-2,0 | 2,1 |
| 6. Глубокский | весна | 65-70 Е | 0,5-1,5 | 1,8 |
| 7. Бешенковичский | весна | 55-60 С | 0,5-2,0 | 2,2 |
| 8. Лиознинский | весна | 55-60 С | 0,5-1,5 | 2,2 |
| III. Гомельское ГПЛХО | | | | |
| 9. Жлобинский | весна | 55-60 С | 0,5-2,0 | 2,2 |
| 10. Светлогорский | весна/осень | 55-60 С | 1,0-3,5 | 2,2 |
| 11. Калинковичский | весна/осень | 65-70 Е | 0,5-1,5 | 1,8 |
| 12. Мозырский | весна | 20-60 С | 0,5-2,5 | 2,2 |
| 13. Милошевичский | весна/осень | 40-60 С | 0,5-2,0 | 2,2 |
| IV. Гродненское ГПЛХО | | | | |
| 14. Сморгонский | весна/осень | 55-60 С | 0,5-1,5 | 2,2 |
| 15. Лидский | весна | 65-70 Е | 0,5-2,0 | 1,8 |
| 16. Волковысский | весна | 55-60 С | 0,5-2,0 | 2,3 |
| V. Минское ГПЛХО | | | | |
| 17. Вилейский | весна | 55-60 С | 0,5-2,0 | 2,2 |
| 18. Минский | весна | 55-60 С | 1,0-2,0 | 2,2 |
| 19. Борисовский | весна | 55-60 С | 0,5-1,5 | 2,2 |
| 20. Березенский | весна | 65-70 Е | 0,5-2,0 | 1,8 |
| 21. Столбцовский | весна | 55-60 С | 0,5-2,5 | 2,2 |
| 22. Старобинский | весна | 55-60 С | 0,5-2,0 | 2,2 |
| VI. Могилевское ГПЛХО | | | | |
| 23. Бельничский | весна | 55-60 С | 0,5-2,5 | 2,2 |
| 24. Могилевский | весна/осень | 55-60 С | 0,5-1,5 | 2,2 |
| 25. Бобруйский | весна/осень | 65-70 Е | 0,5-2,0 | 1,8 |
| 26. Горецкий | весна | 55-60 С | 0,5-2,5 | 2,2 |
| VII. ЭЛБ ИЛ НАН | | | | |
| Беларуси | весна | 50-60 С | 0,5-2,0 | 2,2 |
| 27. Корневская ЭЛБ | весна | 60С | 0,5-1,5 | 2,2 |
| 28. Жорновская ЭЛБ | | | | |
| Примечание: С - сосна, Е - ель | | | | |

Основным сроком посева семян в лесных питомниках является весна. Осенние посевы проводят три лесхоза Гомельского ГПЛХО (Светлогорский, Ка-

линковичский, Милошевичский), два лесхоза Могилевского ГПЛХО (Могилевский, Бобруйский) и один лесхоз Гродненского ГПЛХО (Сморгонский).

Норма высева семян сосны обыкновенной составляет 55-60 кг/га и не зависит от срока их посева. Полученные фактические нормы высева семян сосны обыкновенной в лесных питомниках Беларуси в соответствии с «Наставлением...» [45] являются завышенными. Оптимальная норма высева семян сосны обыкновенной в соответствии с «Наставлением...» составляет 50 кг/га [2].

Выход стандартных сеянцев сосны обыкновенной практически во всех лесхозах соответствует нормативному показателю (2,2 млн. шт./га). Глубина заделки семян сосны обыкновенной составила от 0,5 до 2,0 см. В Жлобинском лесхозе при разном посеве семян сосны обыкновенной ширина посевных строчек находится в интервале 2-3 см. При механизированном посеве семян хвойных пород в питомнике Кобринского опытного лесхоза сеялкой датской фирмы «Egedal» ширина посевной строки составляет 7,0 см.

Большое влияние при выращивании стандартного посадочного материала хвойных пород может оказывать влияние занимаемая площадь посевных строчек. От ширины посевных строчек в посевном отделении лесного питомника зависит занимаемая площадь сеянцами.

В таблице 4.5 дана общая площадь посевных строчек в посевном отделении лесного питомника Кобринского опытного лесхоза в зависимости от способа посева семян.

Таблица 4.5 – Общая площадь посевных строчек в лесном питомнике в зависимости от схемы посева семян сосны обыкновенной, м²/га

| Схема посева семян в питомнике | Показатели ширины посевных строчек, см | | |
|--------------------------------|--|--------------------------------|---------------------------------|
| | узкострочный посев (2,0-3,0) | среднестрочный посев (3,1-7,0) | широкострочный посев (7,1-15,0) |
| Четырехстрочный | 533-800 | 826-1867 | 1893-4000 |
| Пятистрочный | 661-1000 | 1033-2333 | 2367-5000 |
| Шестистрочный | 800-1200 | 1240-2800 | 2840-6000 |

Анализ таблицы 4.5 показывает, что общая площадь посевных строчек в лесных питомниках во многом зависит от ширины посевных строчек и схемы посева семян. Наименьшая площадь посевных строчек получена при узкострочном посеве семян и составляет от 535 до 1200 м²/га. При шестистрочном посеве семян в питомниках площадь посевных строчек увеличивается до 5 раз и может составлять 6000 м²/га. Схема посева семян хвойных пород и ширина посевных строчек оказывает влияние на биометрические показатели сеянцев. Исследования по изучению влияния схемы посева семян сосны и ели на высоту надземной части сеянцев, длину корневой системы, охвоенность стволика и диаметр корневой шейки проведены в Жлобинском, Рогачевском, Мозырском, Калинковичском, Кобринском и Осиповичском лесхозах [82, 85]. В Жлобинском лесхозе посев семян хвойных пород проведен по 5-строчной схеме с узкострочным (2,0-3,0 см) показателем ширины посевных строчек. В Рогачевском лесхозе посев семян сосны обыкновенной проведен по 5-строчной схеме с широкострочным (7,1-15,0 см) показателем ширины посевных строчек. В Мозырском лесхозе посев семян сосны обыкновенной проведен по 5-строчной схеме со среднестрочным (3,0-7,0 см) показателем ширины посевных строчек. В Калинковичском лесхозе посев семян сосны обыкновенной проведен по 4-строчной схеме со среднестрочным (3,0-7,0 см) показателем ширины посевных строчек. В Кобринском опытном лесхозе посев семян хвойных проведен по 4-строчной схеме со среднестрочным (5,0-7,0 см) показателем ширины посевных строчек. В Осиповичском опытном лесхозе посев семян сосны обыкновенной проведен по 5-строчной схеме со среднестрочным (5,0-7,0 см) показателем ширины посевных строчек.

Анализируя выход стандартных сеянцев хвойных пород в этих лесных питомниках, можно отметить, что он соответствует нормативным показателям (для сосны – 2,2 млн. шт./га и для ели – 1,8 млн. шт./га) и не зависит от ширины посевных строчек.

Почвенное плодородие определяется степенью обеспеченности почв лесных питомников элементами питания. По степени обеспеченности почвы гумусом и подвижными формами фосфора и калия они подразделены на 4 группы [2, 36, 77].

В соответствии с этими группами в Кобринском опытном лесхозе нами были проведены исследования по влиянию глубины заделки семян на рост и выход стандартного посадочного материала. Заложено 4 варианта опыта с различной дозой внесения корового компоста «Агрополикор» (таблица 4.6)

Таблица 4.6 – Агрохимические показатели почвы лесного питомника по вариантам опыта

| Варианты опыта | Повторность | pH _{KCl} | P ₂ O ₅ , мг/100г | N _{легкогид.} , мг/100г | Гумус, % | K ₂ O мг/100г |
|----------------|-------------|-------------------|---|----------------------------------|----------|--------------------------|
| Вариант 1 | 1 | 4,4 | 12,4 | 7,90 | 3,14 | 14,0 |
| | 2 | 4,7 | 13,1 | 8,12 | 4,00 | 14,5 |
| | 3 | 4,5 | 12,7 | 7,95 | 3,30 | 14,4 |
| | среднее | 4,5 | 12,7 | 7,99 | 3,48 | 14,3 |
| Вариант 2 | 1 | 4,3 | 6,5 | 5,60 | 2,10 | 12,4 |
| | 2 | 4,5 | 6,9 | 4,90 | 3,05 | 12,7 |
| | 3 | 4,7 | 6,1 | 4,64 | 2,37 | 12,7 |
| | среднее | 4,5 | 6,5 | 5,05 | 2,51 | 12,6 |
| Вариант 3 | 1 | 4,2 | 6,0 | 3,10 | 2,10 | 5,9 |
| | 2 | 4,5 | 5,3 | 3,82 | 2,08 | 5,4 |
| | 3 | 4,4 | 5,1 | 4,34 | 2,36 | 5,8 |
| | среднее | 4,4 | 5,5 | 3,75 | 2,18 | 5,7 |
| Вариант 4 | 1 | 4,3 | 3,1 | 3,71 | 1,16 | 2,5 |
| | 2 | 4,6 | 2,9 | 3,12 | 1,01 | 2,9 |
| | 3 | 4,5 | 2,4 | 4,25 | 1,14 | 3,0 |
| | среднее | 4,5 | 2,8 | 3,69 | 1,10 | 2,8 |

На этих вариантах осуществлен ленточный 4-строчный посев семян сосны обыкновенной 22 апреля сеялкой «Egedal» на различную глубину (0,5; 1,0; 1,5; 2,0). Использовались семена сосны обыкновенной первого класса качества. Для изучения глубины заделки семян в почву на рост сеянцев сосны обыкновенной в постоянном питомнике Кобринского опытного лесхоза заложено 72 пробных площади. На всех вариантах опыта отобрано 7200 сеянцев сосны обыкновенной. В лабораторных условиях проведены замеры их биометрических показателей (таблица 4.7). Установлено достоверное влияние почвенного плодородия на грунтовую всхожесть семян. Грунтовая всхожесть семян сосны обыкновенной имеет высокую степень достоверности по критерию Стьюдента между всеми вариантами опыта по глубине заделки семян в почву (таблица 4.8). Так как стандартное

значение распределения Стьюдента $t_{0,05}=1,996$, то для всех вариантов сравнения опытов различия достоверны.

Таблица 4.7 – Влияние гумуса и глубины заделки на грунтовую всхожесть семян сосны обыкновенной

| Варианты опыта | Повторность опыта | Заделка семян в почву, см | | | |
|----------------|-------------------|---------------------------|----------|----------|----------|
| | | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 |
| | | Грунтовая всхожесть, % | | | |
| Вариант 1 | 1 | 69±4,7 | 73±4,3 | 64±6,2 | 57±3,5 |
| | 2 | 70±4,9 | 76±4,8 | 69±5,7 | 62±4,8 |
| | 3 | 77±4,1 | 74±5,1 | 71±4,9 | 54±4,6 |
| | среднее | 72,0±4,6 | 74,3±5,6 | 68,0±5,6 | 57,7±4,3 |
| Вариант 2 | 1 | 64±4,0 | 60±5,1 | 58±4,2 | 45±2,9 |
| | 2 | 69±4,1 | 54±5,7 | 52±4,6 | 49±3,7 |
| | 3 | 71±4,9 | 63±4,2 | 61±3,7 | 52±4,5 |
| | среднее | 68,0±4,3 | 59,0±5,0 | 57,0±4,2 | 48,7±3,7 |
| Вариант 3 | 1 | 50±5,5 | 52±4,6 | 49±4,1 | 46±2,9 |
| | 2 | 57±4,4 | 57±5,1 | 42±3,7 | 49±4,5 |
| | 3 | 55±3,7 | 49±5,8 | 51±4,9 | 43±4,0 |
| | среднее | 54,0±4,5 | 52,7±5,2 | 47,3±4,2 | 46,0±3,8 |
| Вариант 4 | 1 | 49±3,7 | 39±2,7 | 39±2,7 | 31±2,4 |
| | 2 | 44±4,1 | 43±3,5 | 43±3,5 | 37±2,9 |
| | 3 | 43±4,8 | 36±4,1 | 36±4,1 | 33±3,1 |
| | среднее | 45,0±4,2 | 39,3±3,4 | 39,3±3,4 | 33,7±2,8 |

Таблица 4.8 – Значение критерия Стьюдента по влиянию почвенного плодородия на грунтовую всхожесть семян сосны обыкновенной

| Сравнения вариантов опыта | Заделка семян в почву, см | | | |
|---------------------------|---------------------------|--------|--------|--------|
| | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 |
| 1-2 | 6,323 | 20,278 | 44,575 | 15,785 |
| 1-3 | 27,832 | 28,123 | 29,423 | 20,288 |
| 1-4 | 43,128 | 53,169 | 43,590 | 46,539 |
| 2-3 | 22,381 | 8,689 | 16,251 | 5,065 |
| 2-4 | 38,072 | 32,419 | 32,595 | 32,165 |
| 3-4 | 14,548 | 14,729 | 14,732 | 25,929 |

Исследованы биометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной по вариантам опыта при посеве семян на глубину 1,0 см. Установлено, что биометрические показатели сеянцев сосны зависят от обеспеченности почв элементами питания. Наибольший диаметр корневой шейки получен на варианте № 1 при содержании гумуса 3,48%. На данном варианте он больше на 11-32% по сравнению с другими вариантами опыта с содержанием гумуса 2,51%, 2,18% и 1,10%.

Наибольшая высота надземной части сеянцев сосны обыкновенной (10,3 см) получена на варианте 1 при содержании гумуса 3,48%. С уменьшением содержания гумуса до 2,51%, 2,18% и 1,10% соответственно снижается показатель высоты надземной части (9,23 см, 7,79 см, 4,75 см).

Для проверки предположения о влиянии степени обеспеченности почв элементами питания на биометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной найдены фактические значения критерия Стьюдента (таблица 4.9) и табличное значение распределения Стьюдента $t_{0,05}=1,996$.

Таблица 4.9 – Значения критерия Стьюдента по влиянию содержания гумуса в почве на биометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной

| Сравнения вариантов опыта | Высота надземной части | Длина корневой системы |
|---------------------------|------------------------|------------------------|
| 1-2 | 8,601 | 6,532 |
| 1-3 | 23,362 | 11,952 |
| 1-4 | 38,759 | 13,325 |
| 2-3 | 11,901 | 4,625 |
| 2-4 | 29,104 | 8,282 |
| 3-4 | 22,192 | 5,182 |

Так как все фактические значения больше по абсолютной величине табличного, то для всех вариантов опыта по высоте надземной части и длине корневой системы различия достоверны.

Установлен выход сеянцев сосны обыкновенной на постоянном лесном питомнике с заделкой семян на глубину 1,0 см в зависимости от почвенного плодородия (таблица 4.10). Длина посевной строки на 1 га во всех вариантах опыта составила 26,7 тыс. пог.м.

На варианте 1 с наибольшим содержанием гумуса в почве (3,15-3,40%) выход сеянцев сосны максимальный и составляет 3,2-3,3 млн. шт./га. При снижении содержания гумуса в почве до 2,30-2,41% (вариант 2), выход сеянцев уменьшился до 3,2% по сравнению с вариантом 1. Самый низкий выход сеянцев сосны отмечен на варианте 4 с содержанием гумуса в почве 1,01-1,16% и составил 1,9-2,1 млн. шт./га. Математическая обработка полученных данных позволила устано-

вить фактическое значение критерия Стьюдента и различия между вариантами опыта (таблица 4.11).

Таблица 4.10 – Показатели выхода стандартных сеянцев сосны обыкновенной в зависимости от содержания гумуса в почве

| Варианты опыта | Повторность | Ширина посевной строки, см | Количество сеянцев на 1 пог.м, шт. | Количество сеянцев на 1 га, млн. шт. |
|----------------|-------------|----------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| Вариант 1 | 1 | 5,1 | 119 | 3,2 |
| | 2 | 5,5 | 125 | 3,3 |
| | 3 | 5,3 | 120 | 3,2 |
| | среднее | 5,3±0,62 | 121,3±1,43 | 3,2±0,32 |
| Вариант 2 | 1 | 4,3 | 115 | 3,1 |
| | 2 | 4,8 | 104 | 2,8 |
| | 3 | 4,1 | 127 | 3,4 |
| | среднее | 4,4±0,57 | 115,3±1,82 | 3,1±0,41 |
| Вариант 3 | 1 | 4,9 | 96 | 2,5 |
| | 2 | 5,4 | 101 | 2,7 |
| | 3 | 4,7 | 93 | 2,5 |
| | среднее | 5,0±1,01 | 96,7±0,87 | 2,6±0,54 |
| Вариант 4 | 1 | 5,4 | 73 | 1,9 |
| | 2 | 5,1 | 78 | 2,1 |
| | 3 | 4,9 | 74 | 2,0 |
| | среднее | 5,1±0,39 | 75,0±0,87 | 2,0±0,33 |

Таблица 4.11 – Значение критерия Стьюдента по влиянию содержания гумуса в почве на выход стандартных сеянцев сосны обыкновенной

| Сравнения вариантов опыта | Ширина посевной полосы, см | Кол-во сеянцев на 1 пог. м | Кол-во сеянцев на 1 га |
|---------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------|
| 1-2 | 10,635 | 25,788 | 1,913 |
| 1-3 | 2,519 | 146,216 | 9,506 |
| 1-4 | 2,719 | 275,195 | 25,956 |
| 2-3 | 5,148 | 91,753 | 8,607 |
| 2-4 | -10,079 | 193,709 | 20,806 |
| 3-4 | -0,918 | 12,471 | 9,431 |

Так как табличное значение распределения Стьюдента $t_{\text{табл}}=1,996$, то из таблицы видно, что для вариантов 1-2 по количеству семян на 1 га различия не достоверны и для варианта 3-4 по ширине посевной полосы различия не достоверны. Для всех остальных вариантов опыта различия достоверны.

Таким образом, проведенные исследования позволили установить оптимальные сроки и способы посева семян сосны обыкновенной в лесных питомниках. Оптимальным сроком при весеннем посеве семян хвойных пород является вторая декада апреля и первая декада мая. При осеннем сроке посева оптимальный срок определяется в 1-3 декаду ноября. Оптимальная глубина заделки семян сосны обыкновенной составляет 1,0 см.

По проведенным нами исследованиям разработаны «Методические указания по способам и срокам посева семян в питомнике», которые утверждены НТС МЛХ РБ и внесены в реестр технических нормативных правовых актов № 000075 от 30.05.2007 г.

4.2 Исследование и разработка композиционных материалов для предпосевной обработки семян сосны обыкновенной и изучение их влияния на всхожесть и рост сеянцев

Для повышения интенсивности и рентабельности работы лесных питомников в условиях хозрасчета требуется поиск новых высокоэффективных способов предпосевной обработки семян и создания оптимальных почвенно-экологических условий. Разработка таких способов возможна при использовании достижений науки в различных областях знаний. По анализу публикаций [292-298] о роли предпосевной подготовки семян в повышении грунтовой всхожести семян и увеличению выхода стандартного посадочного материала выявлены наиболее перспективные направления: инкрустирование и дражирование. В настоящее время известно около 5 тыс. соединений различного происхождения (химического, микробного, растительного), обладающих росторегулирующим действием [85].

При обобщении опыта различных способов предпосевной обработки семян хвойных пород нами составлена их классификация. Основными способами предпосевной обработки семян сосны обыкновенной являются физический, химический и комбинированный (рисунок 4.1).

Наиболее перспективным может быть комбинированный способ подготовки семян хвойных пород к посеву. Комбинированным способом подготовки семян к посеву является последовательное использование химических и физических методов. Например, производят снегование семян и затем их облучают ультрафиолетовым светом с последующим намачиванием в водных растворах КМ с использованием микроэлементов или регуляторов роста [293].

Большое значение для рационального использования дорогостоящих микроэлементов, стимуляторов роста и целевых добавок имеет практическое применение КМ для предпосевной обработки семян. В последнее время большое внимание уделяется инкрустированию семян с использованием различных водорастворимых полимеров и целевых добавок. Инкрустирование семян хвойных пород представляет собой процесс предпосевной их подготовки путем замачивания в

водных растворах полимеров и целевых добавок (микроэлементы, стимуляторы роста и др.).

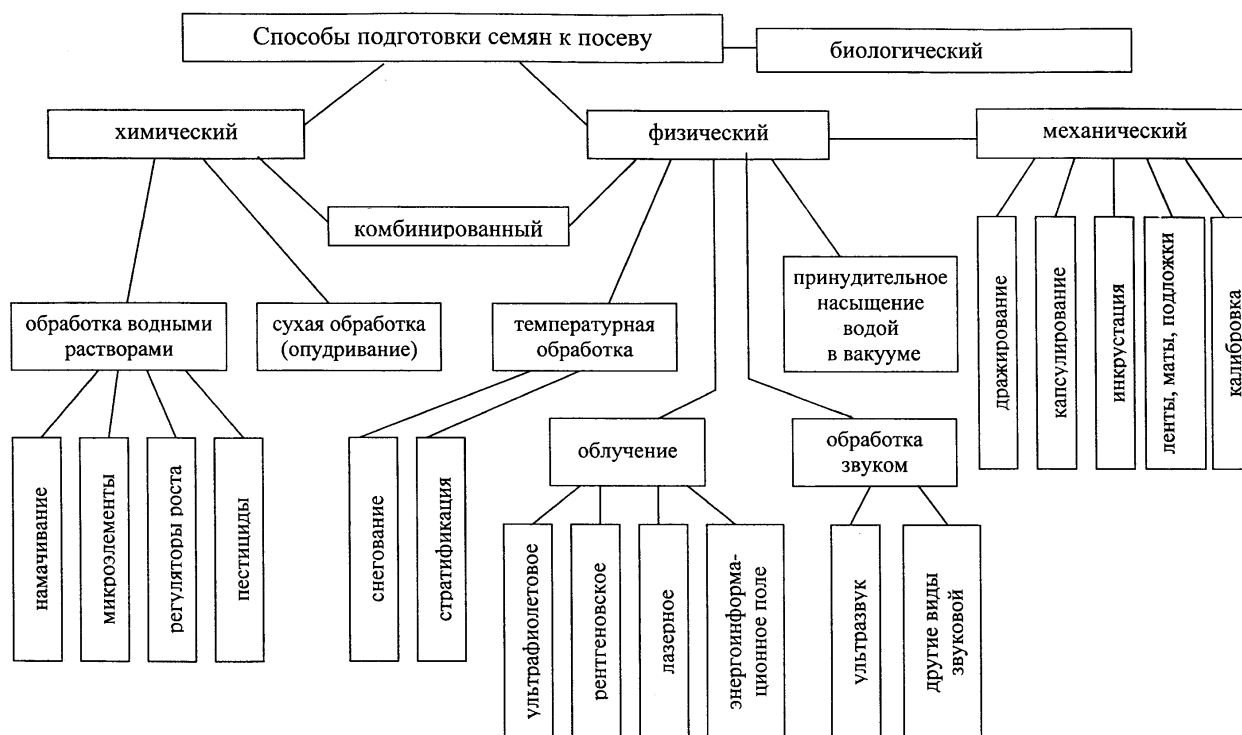


Рисунок 4.1 – Способы предпосевной обработки семян сосны обыкновенной

Перед посевом семян сосны обыкновенной в посевное отделение лесного питомника для появления дружных всходов необходима предпосевная подготовка. Исследования различных способов предпосевной обработки семян сосны обыкновенной и их влияние на всхожесть и выход стандартных сеянцев с единицы площади проводили в Светлогорском лесном питомнике Гомельского ГПЛХО. Все исследования проводили с использованием семян сосны обыкновенной первого и второго класса качества. В лабораторных условиях установлены оптимальные концентрации водных растворов различных микроэлементов. Семена сосны обыкновенной обрабатывали 3%-ными водными растворами NaKMЦ с микроэлементами: бор (H_3BO_3 – 0,003%), медь ($CuSO_4$ – 0,0025%), цинк ($ZnSO_4$ – 0,0035%), йод (KI – 0,0025%). Продолжительность обработки семян сосны микроэлементами составляла 12 ч. В качестве контроля использовали семена сосны

обыкновенной, которые обрабатывались в растворе перманганата калия. Посев осуществляли по пятистрочной схеме. Норма высева семян для сосны обыкновенной составляла 1,5 г на 1 пог. м. Все варианты опыта заложены в трехкратной повторности. Размер одной пробной площадки составил 1x2 м. Посев семян сосны обыкновенной произведен 22 апреля 1999 г. Наибольшая грунтовая всхожесть семян сосны получена при обработке их медью и цинком (таблица 4.12).

Таблица 4.12 – Влияние предпосевной обработки семян сосны обыкновенной микроэлементами на их сохранность и грунтовую всхожесть

| Микроэлемент и концентрация в растворе, % | Грунтовая всхожесть, % | Сохранность, шт./м |
|---|------------------------|--------------------|
| Контроль (перманганат калия) | 48 | 100 |
| Бор 0,003 | 61 | 125 |
| Медь 0,0025 | 68 | 135 |
| Йод 0,0025 | 65 | 131 |
| Цинк 0,0035 | 68 | 135 |

При использовании в качестве микроэлементов меди и цинка получена наибольшая сохранность сеянцев, составляющая 135% по отношению к контролю, наименьшая на варианте с бором – 125%.

Предпосевная обработка семян сосны обыкновенной водными растворами микроэлементов кроме цинка, способствует более интенсивному росту сеянцев (таблица 4.13).

Таблица 4.13 – Влияние обработки семян сосны обыкновенной микроэлементами на биометрические показатели однолетних сеянцев

| Микроэлементы | Варианты опыта | Высота надземной части сеянцев, см | Длина корневой системы, см |
|---------------|----------------|------------------------------------|----------------------------|
| Контроль | 1 | 3,7 ± 0,32 | 9,6 ± 0,7 |
| Бор | 2 | 5,1 ± 0,40 | 10,8 ± 1,0 |
| Медь | 3 | 5,0 ± 0,34 | 11,9 ± 1,2 |
| Йод | 4 | 4,1 ± 0,31 | 12,2 ± 1,3 |
| Цинк | 5 | 3,8 ± 0,30 | 10,0 ± 0,8 |

Наибольшее достоверное влияние на рост сеянцев оказала обработка семян водными растворами бора и меди (таблица 4.14). По сравнению с контролем средняя высота однолетних сеянцев на вариантах увеличилась на 38 и 35% соответственно. Несколько меньшее воздействие оказала обработка водным раствором йода – на 11%. На этих трех вариантах увеличился и рост корней – от 13 до 27% соответственно. Практически никакого влияния не оказала обработка семян сосны обыкновенной раствором цинка.

Таблица 4.14 – Значение критерия Стьюдента по влиянию предпосевной обработки семян сосны обыкновенной на биометрические показатели сеянцев

| Сравнения вариантов опыта | Высота | Длина корней |
|---------------------------|--------|--------------|
| 1-2 | 27,206 | 6,213 |
| 1-3 | 36,436 | 13,109 |
| 1-4 | 8,923 | 17,526 |
| 1-5 | 1,880 | 3,744 |
| 2-3 | 1,897 | 7,007 |
| 2-4 | 4,695 | -8,4937 |
| 2-5 | 25,869 | -6,214 |
| 3-4 | 24,046 | -6,519 |
| 3-5 | 26,338 | -1,687 |
| 4-5 | 6,926 | -14,344 |

В Светлогорском лесхозе изучено влияние субстрата и предпосевной подготовки семян сосны обыкновенной (ультрафиолетовое облучение, замачивание в 5% водном растворе КМ и их сочетание) на всхожесть. В качестве микроэлементов использовали цинк ($ZnSO_4$) и медь ($CuSO_4$) с концентрацией 0,003%. Продолжительность обработки семян микроэлементами составила 12 часов.

Агрохимическая характеристика посевного отделения лесного питомника Светлогорского лесхоза на минеральной почве имеет следующие показатели: pH_{kcl} – 4,5; гумус – 1,16%; легкогидролизуемый азот – 3,40 мг/100 г почвы; P_2O_5 – 2,4 мг/100 г почвы; K_2O – 3,1 мг/100 г почвы. Субстрат готовили на основе торфа в количестве 500 кг/га и удобрений пролонгированного действия в дозе $N_{60}P_{80}K_{60}$ с последующей вспашкой верхнего 15-см слоя почвы. Субстрат имел следующую агрохимическую характеристику: pH_{kcl} – 4,8; гумус – 2,40%; легкогидролизуемый

азот – 7,1 мг/100 г почвы; P₂O₅ – 6,3 мг/100 г почвы; K₂O – 6,4 мг/100 г почвы. Ультрафиолетовое облучение семян сосны обыкновенной с последующим намачиванием в 5%-ном водном растворе композиционного материала оказалось наиболее эффективным способом предпосевной обработки семян сосны обыкновенной (таблица 4.15).

Таблица 4.15 – Количество всходов на минеральной почве и субстрате при разном способе подготовки семян сосны обыкновенной к посеву

| Почва | Варианты опыта | Способ обработки семян | Количество всходов (на 1000 семян), шт. | | | | Всего взошло се- мян, шт. |
|-------------|----------------|------------------------|---|-----|-----|----|---------------------------------|
| | | | число дней после посева | | | | |
| | | | 12 | 15 | 20 | 25 | |
| Субстрат | 1 | кон- троль | - | 92 | 375 | 24 | 491 |
| | 2 | УФ | - | 103 | 405 | 30 | 538 |
| | 3 | КМ | 10 | 390 | 180 | 6 | 580 |
| | 4 | УФ + КМ | 39 | 565 | 12 | - | 616 |
| Минеральная | 1 | кон- троль | - | 325 | 89 | 27 | 441 |
| | 2 | УФ | 8 | 460 | 31 | 18 | 517 |
| | 3 | КМ | 17 | 514 | 7 | 3 | 541 |
| | 4 | УФ + КМ | 12 | 430 | 74 | - | 516 |

Основное количество всходов сосны на минеральной почве появилось на 20 день, а на субстрате – на 15 день после посева. Предпосевная обработка семян сосны обыкновенной способствовала не только ускорению, но и повышению их всхожести как на минеральной почве, так и на субстрате. Субстрат способствовал повышению грунтовой всхожести семян на 10-18%. Наибольшее количество всходов получено на субстрате с комбинированным способом предпосевной обработки семян сосны обыкновенной. Наименьшее количество всходов получено при предпосевной обработке семян только ультрафиолетовым светом. Обработка семян ультрафиолетовым излучением стимулирует физиологическую активность зародыша и увеличивает энергию прорастания на 20-30%, а всхожесть на 15-25% выше по сравнению с необлученными [293].

Математическая обработка полученных данных о влиянии предпосевной

обработки семян сосны обыкновенной на их всхожесть на различных почвах представлена в таблицах 4.16 и 4.17.

Сравнение полученных фактических значений с табличным (2,6) указывает на достоверное отличие между количеством взошедших семян сосны обыкновенной, обработанных разными способами как на субстрате, так и на минеральной почве.

Таблица 4.16 – Фактические значения критерия Стьюдента по влиянию предпосевной обработки семян сосны обыкновенной на их всхожесть

| Сравнения вариантов опыта | Почва | |
|---------------------------|----------|-------------|
| | субстрат | минеральная |
| 1-2 | -16,031 | -8,595 |
| 1-3 | -14,287 | -15,131 |
| 1-4 | -23,425 | -4,504 |
| 2-3 | -3,129 | -6,346 |
| 2-4 | -12,217 | -34,778 |
| 3-4 | -7,812 | 9,572 |

Таблица 4.17 – Значение критерия Стьюдента по влиянию почвы на всхожесть семян сосны обыкновенной

| Сравнения вариантов опыта | Субстрат-минеральная почва |
|---------------------------|----------------------------|
| Контроль | -12,251 |
| УФ | -3,514 |
| КМ | -4,767 |
| УФ+КМ | 11,956 |

Одним из перспективных направлений при выращивании сеянцев сосны обыкновенной является применение регуляторов роста. Изучением их влияния на семена хвойных пород занимались многие ученые [34, 35, 47]. Однако результаты их исследований не всегда однозначны, а порой противоречивы.

Для предпосевной подготовки семян сосны обыкновенной к посеву нами в лабораторных условиях испытывали КМ, содержащий стимулятор роста и полимерное связующее. В качестве полимерного связующего использовали натрий-карбоксиметилцеллюлозу, а в качестве стимулятора роста растений эпин и экс-

тракт торфа водный «Черный доктор» (таблица 4.18). Как показали исследования, введение натрийкарбоксиметилцеллюлозы с концентрацией 2,0 мас.% и 10 мас.% уменьшает выход стандартного посадочного материала. Для повышения лабораторной всхожести семян сосны обыкновенной и увеличения выхода стандартных сеянцев в состав введены эпин (4 мас.%) и экстракт торфа водный «Черный доктор» (14 мас.%). Наиболее оптимальным КМ является состав 2 при содержании натрийкарбоксиметилцеллюлозы – 5 мас.%, экстракта торфа «Черный доктор» – 14 мас.%, эпина – 4 мас.% и остальное вода.

Таблица 4.18 – Составы композиций для предпосевной обработки семян сосны обыкновенной на основе одного водорастворимого полимера

| Компонент и свойства | Содержание составов, мас.% | | | |
|--|----------------------------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. Компоненты | | | | |
| Натрийкарбоксиметилцеллюлоза | 2 | 5 | 10 | 1,5 |
| Экстракт торфа водный «Черный доктор» | 8 | 14 | 20 | 7 |
| Эпин | 2 | 4 | 6 | 7 |
| Вода | 88 | 77 | 64 | 84,5 |
| 2. Свойства | | | | |
| Лабораторная всхожесть семян, % | 96,0 | 97,1 | 97,0 | 95,3 |
| Выход стандартных сеянцев, млн. шт./га | 2,4 | 2,6 | 2,3 | 2,1 |

Нами проведены исследования по влиянию не только одного полимера на всхожесть семян сосны обыкновенной и выход стандартных сеянцев с единицы площади, но и совместное действие двух полимеров с введением целевых добавок. В качестве полимерного связующего использовали мочевиноформальдегидную смолу (2,5 мас.%) и натрийкарбоксиметицеллюлозу (5 мас.%), а в качестве целевых добавок – экстракт торфа водный «Черный доктор» (14 мас.%) и эпин (4 мас.%) (таблица 4.19).

Нами разработан КМ для предпосевной обработки семян сосны обыкновенной «Полигумин», получаемый из водорастворимых полимеров и целевых добавок [80]. Физико-химическая характеристика «Полигумина» представлена ниже.

Внешний вид – жидкость от серого до темно-коричневого цвета; массовая доля общих фосфатов, % – 1,1-1,9; массовая доля аммонийного азота, % – 0,01-0,025; массовая доля воды, % – 85-96; состав не ядовит, экологически безопасен, не взрывоопасен.

Таблица 4.19 – Составы разработанных композиций для предпосевной обработки семян сосны обыкновенной на основе двух водорастворимых полимеров

| Компонент и свойства | Содержание составов, мас.% | | | |
|--|----------------------------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. Компоненты | | | | |
| Натрийкарбоксиметилцеллюлоза | 2 | 5 | 10 | 1,5 |
| Мочевиноформальдегидная смола | 1 | 2,5 | 4 | 0,5 |
| Экстракт торфа водный «Черный доктор» | 8 | 14 | 20 | 7,0 |
| Эпин | 2 | 4 | 6 | 7,0 |
| Вода | 87 | 74,5 | 60 | 84 |
| 2. Свойства | | | | |
| Лабораторная всхожесть семян, % | 97,6 | 98,4 | 96,4 | 96,1 |
| Выход стандартных сеянцев, млн. шт./га | 2,2 | 2,5 | 2,3 | 2,2 |

Для получения рабочего водного раствора необходимо концентрат «Полигумина» разбавить водой комнатной температуры в соотношении 1:20. Для предпосевной обработки семян используют рабочий раствор «Полигумина», в котором семена сосны обыкновенной замачивают в течение 12-18 часов.

В последнее время большое внимание уделяется инкрустированию семян с использованием различных полимерных составов. Изучено влияние четырех модифицированных КМ на посевные качества семян сосны обыкновенной и выход стандартных сеянцев.

Разработанный нами композиционный материал «Полигумин» модифицирован путем изменения его химического состава путем введения биологически активной добавки и микроэлементов. В качестве биологически активной добавки использовали березовый сок, а в качестве целевых добавок – препараты «Стандарт», «Моно», «Макро 35». Это водорастворимые комплексные – концентриро-

ванные минеральные удобрения с микроэлементами. Эти добавки характеризуются высоким коэффициентом использования элементов питания растениями и содержат их в хелатной форме (усвояемость до 70-80%).

Установлено, что при полном наборе микроэлементов в модифицированном составе Полигумин + Макро-35 получаем наибольшую лабораторную всхожесть (87%) (таблица 4.20).

Таблица 4.20 – Влияние композиционного материала и целевых добавок на всхожесть семян сосны обыкновенной и выход стандартных сеянцев

| Варианты опыта | Лабораторная всхожесть семян сосны, % | Выход посадочного материала, млн. шт./га |
|-------------------------------|---------------------------------------|--|
| Полигумин | 72 | 2,1 |
| Полигумин + Стандарт | 85 | 2,6 |
| Полигумин + Моно | 73 | 2,2 |
| Полигумин + Макро 35 | 87 | 2,8 |
| Полигумин (на березовом соке) | 78 | 2,5 |

Проведены исследования способов посева инкрустированных семян сосны обыкновенной при их внесении с использованием различных норм высева и почвенного плодородия. Для посева использовали семена сосны обыкновенной 1-го класса качества. Посев осуществляли ленточным способом по 5-строчной схеме на трех опытных объектах. Были отобраны почвенные образцы для агрохимического анализа почвы, в которых определяли содержание гумуса, насыщенность почвы основаниями, доступные формы азота, фосфора и калия. Агрохимический состав опытного объекта № 1 в лесном питомнике Кобринского опытного лесхоза имеет следующую характеристику: гумус – 1,9%; подвижные формы фосфора и калия, соответственно – 5,7 и 5,9 мг/100 г почвы; подвижные формы кальция и магния, соответственно – 2,34 и 0,32 мг-экв/100 г почвы. Характеристика агрохимического состава почвы опытного объекта № 2 следующая: содержание гумуса – 2,8%; содержание подвижных форм фосфора и калия, соответственно – 11,3 и 10,2 мг/100 г почвы; подвижного кальция и магния, соответственно – 4,21 и 0,52 мг-экв/100 г почвы. Характеристика агрохимического состава почвы опытного объ-

екта № 3 следующая: содержание гумуса – 3,4%; содержание подвижных форм фосфора и калия, соответственно – 11,5 и 12,0 мг/100 г почвы; подвижного кальция и магния, соответственно – 5,30 и 0,65 мг-экв/100 г почвы. Результаты исследований показывают, что наибольшие биометрические показатели получены при посеве инкрустированных семян сосны обыкновенной (таблица 4.21).

Таблица 4.21 – Влияние почвенного плодородия и посева инкрустированных семян сосны обыкновенной на биометрические показатели сеянцев в Кобринском опытном лесхозе

| Варианты опыта | Биометрические показатели сеянцев | | Выход стандартных сеянцев, млн. шт./га |
|--|-----------------------------------|----------------------------|--|
| | высота стволика, см | диаметр корневой шейки, мм | |
| Объект № 1, содержание гумуса 1,9% | | | |
| 1. Посев обычных семян, 60 кг/га | 5,0 | 1,8 | 2,0 |
| 2. Посев инкрустированных семян, 60 кг/ га | 5,2 | 2,0 | 2,2 |
| 3. Посев обычных семян, 50 кг/га | 5,4 | 2,0 | 2,2 |
| 4. Посев инкрустированных семян, 50 кг/ га | 5,5 | 2,1 | 2,3 |
| Объект № 2, содержание гумуса 2,8% | | | |
| 1. Посев обычных семян, 60 кг/га | 6,1 | 2,0 | 2,3 |
| 2. Посев инкрустированных семян, 60 кг/ га | 6,5 | 2,2 | 2,4 |
| 3. Посев обычных семян, 50 кг/га | 6,3 | 2,1 | 2,5 |
| 4. Посев инкрустированных семян, 50 кг/ га | 7,0 | 2,2 | 2,6 |
| Объект № 3, содержание гумуса 3,4% | | | |
| 1. Посев обычных семян, 60 кг/га | 6,4 | 2,2 | 2,4 |
| 2. Посев инкрустированных семян, 60 кг/ га | 7,5 | 2,4 | 2,6 |
| 3. Посев обычных семян, 50 кг/га | 6,9 | 2,6 | 2,6 |
| 4. Посев инкрустированных семян, 50 кг/ га | 7,9 | 2,8 | 2,7 |

Агрохимические показатели почвы на опытном объекте № 2 по содержанию основных элементов питания были выше на 10-25% по сравнению с почвой опытного объекта № 1. Биометрические параметры однолетних сеянцев сосны обыкновенной на этом объекте по высоте стволика и диаметру корневой шейки на 15-27% превосходили параметры сеянцев, выращенных на опытном объекте № 1.

На объекте №3 при содержании гумуса в почве равном 3,4% зафиксирован наибольший выход стандартных сеянцев сосны обыкновенной (на 23%) по сравнению с нормативным показателем (2,2 млн.шт./га). Наибольшая высота сеянцев

сосны обыкновенной при содержании гумуса 3,4% получено при внесении инкрустированных семян в дозе 50 кг/га. На данном варианте опыта наблюдался и наибольший диаметр корневой шейки сеянцев сосны обыкновенной.

Нами проведены исследования по получению дражированных семян сосны обыкновенной на основе натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы и поливинилового спирта, мелкодисперсных опилок сосны обыкновенной и березы повислой, стимуляторов роста, торфа, глины, фунгицидов.

Для разработки технологии получения дражированных семян сосны обыкновенной определены и целевые добавки. Разработка КМ с различными целевыми добавками для дражирования семян сосны обыкновенной проводилась путем сочетания компонентов различных концентраций и природы. Использовали семена от первого до третьего класса качества. Масса 1000 штук семян варьировала от 6,35 до 7,83 г, а чистота – от 96,0 до 99,1%. В полученных опытных партиях дражированных семян сосны обыкновенной практически 100 % семян имели оптимальный равномерный размер гранул, а их прочность позволяет использовать при механизированном посеве в лесных питомниках для выращивания посадочного материала, так как плотность оболочки составляет 20-30Н. При дражировании семян сосны обыкновенной КМ имеют оптимальную плотность оболочки – 20–30 Н. Такая оболочка не разрушается высевающим аппаратом сеялок и обладает хорошей водопоглотительной способностью и набухающими в почве свойствами, что оказывает стимулирующее действие на всхожесть семян и энергию их прорастания. При отсутствии в составе растительных полисахаридов целевых добавок получить драже семян требуемого размера не представляется возможным. Нами проведены сравнительные исследования различных мелкодисперсных опилок на физико-химические свойства дражированных семян сосны обыкновенной (таблица 4.22). Анализируя полученные данные физико-химических свойств разработанных КМ, можно сказать, что водопоглощение зависит от используемых различных мелкодисперсных опилок. Прочность при сжатии при относительной влажности 90% на варианте опыта с использованием сосновых опилок выше на 54-58% по сравнению с опилками березы.

Таблица 4.22 – Сравнительные результаты исследований физико-химических свойств дражированных семян сосны обыкновенной в зависимости от размера древесных опилок

| Исследуемые параметры | Древесные опилки березы | | Древесные опилки сосны | |
|---------------------------|-----------------------------|-----|------------------------|-----|
| | Размер частиц, не более мкм | 350 | 400 | 350 |
| Водопоглощение за 80 с, % | 29 | 27 | 25 | 22 |
| Прочность при сжатии, Н | 19 | 17 | 29 | 28 |

Физико-химические свойства исследуемых препаратов во многом зависят от их размера частиц. Фракции используемых ингредиентов и целевых добавок для получения композиционного препарата в первом варианте опыта не превышали 350 мкм, а фракция на втором варианте опыта доходила до 400 мкм.

В таблице 4.23 даны сравнительные результаты лабораторных исследований физико-химических свойств опытных партий дражированных семян сосны обыкновенной с использованием опилок различного размера.

Таблица 4.23 – Сравнительные результаты исследований физико-химических свойств опытных партий дражированных семян сосны обыкновенной

| № партии | Исследуемые параметры | | |
|----------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------|
| | размер частиц не более, мкм | водопоглощение за 80 с, % | прочность при сжатии, Н |
| 1 | 600 | 25 | 5 |
| 2 | 600 | 24 | 5 |
| 3 | 550 | 29 | 7 |
| 4 | 550 | 29 | 9 |
| 5 | 500 | 31 | 12 |
| 6 | 500 | 31 | 11 |
| 7 | 450 | 36 | 15 |
| 8 | 400 | 38 | 15 |
| 9 | 350 | 47 | 15 |
| 10 | 350 | 46 | 17 |

Анализируя полученные данные физико-химических свойств опытных партий дражированных семян сосны обыкновенной, можно отметить следующую закономерность. При увеличении размера частиц мелкодисперсных опилок с 350

до 600 мкм снижается прочность при сжатии гранул и водопоглощение. Оптимальная прочность при сжатии гранул получена при размере частиц не более 400 мкм.

Математический анализ морфометрических показателей гранул (таблица 4.24) показывает, что при дражировании семян сосны обыкновенной органоминеральное покрытие равномерно покрывает каждое семя. Так, показатели среднего квадратичного отклонения масса органоминерального покрытия и общего веса семян, характеризующие степень отклонения вариант данной совокупности от среднего значения, колеблются для семян сосны - в пределах от 0,2739 до 0,4183. Процент точности опыта, выражающий величину ошибки среднего показателя в процентах от самого среднего показателя и служащий показателем точности определения морфометрических параметров, имел небольшое значение и не превышал 5%.

Таблица 4.24 – Математический анализ параметров дражированных семян сосны обыкновенной

| Показатели дражированных семян | Среднее, М | Среднее квадр. отклон., б | Ошибка средней, mM | Процент точности, % | Коэфф. вариации, v, % |
|--------------------------------------|------------|---------------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|
| Масса 1000 шт. семян, г | 7,9 | 0,4183 | 0,1871 | 2,4 | 5,3 |
| Масса органоминерального покрытия, г | 21,4 | 0,4183 | 0,1871 | 0,9 | 2,0 |
| Общая масса семян с покрытием, г | 29,3 | 0,2739 | 0,1225 | 0,4 | 0,9 |

Математический анализ морфометрических показателей гранул при дражировании семян сосны обыкновенной позволил сделать вывод, что чем меньше размер семени, тем более равномерно покрывает его КМ.

На основе проведённых исследований разработан принципиально новый способ получения дражированных семян. Данный способ получения дражированных семян, при котором семена увлажняют 0,005–0,1%-ным щелочным раствором гумата натрия с рН 7,9–8,7 с растворенными в нем макро- и микроэлементами [299]. Увлажненные семена опудривают торфяной пылью и

вновь увлажняют питательно-клеящим раствором. Цикл повторяют несколько раз до накатывания гранул заданного размера. Известный способ требует увлажнения семян щелочным раствором гумата натрия с рН 7,9-8,3, что не отвечает оптимальным критериям водородного показателя для прорастания семян сосны обыкновенной. Кроме того, опудривание происходит торфяной пылью с последующим увлажнением питательно-клеящим раствором и занимает много времени. На это требуется несколько циклов обработки семян, что приводит к неравномерному покрытию и требует значительного количества времени.

Недостатком торфосодержащих драже являются свойства торфа легко терять влагу и медленно ее поглощать, что может неблагоприятно сказаться на прорастании семян в засушливое время. Нами предложен способ получения дражированных семян сосны обыкновенной на основе разработанного КМ, состоящего из следующих компонентов, масс. %: сапрпель – 20-50, мелкодисперсные опилки сосны с размером частиц до 0,5 мм – 40-60, натрийкарбоксиметилцеллюлозы – 5-20 и элементов питания и роста – до 1. Полученную смесь подают под давлением в дражиратор, в котором ее увлажняют водой до получения однородной массы с требуемой влажностью и смешивают с семенами. В результате гравитационных эффектов семена сосны обыкновенной обволакиваются увлажненной смесью. Подобранные компоненты смеси позволяют получать дражированные семена сосны обыкновенной без принудительной сушки, что ведет к снижению энергозатрат (Патент № 15084 «Способ получения дражированных семян») [299]. Полученные по предлагаемому способу дражированные семена имеют прочность при сжатии 35 Н и водопоглощение за 80 секунд составляет 50% (таблица 4.25).

Время дражирования по предлагаемому способу снижается на 50% по сравнению с прототипом.

На основе проведенных исследований нами наработаны опытные партии дражированных семян сосны обыкновенной (рисунок 4.2).

Таблица 4.25 – Физико-химические свойства дражированных семян сосны обыкновенной по предлагаемому способу

| Способы получения дражированных семян | Физико-химические свойства | | |
|---------------------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| | Прочность при сжатии, Н | Водопоглощение за 80 с, % | Время дражирования одной партии, мин |
| Предлагаемый способ | 35 | 50 | 10 |
| Известный способ (прототип) | 20 | 30 | 15 |



Рисунок 4.2 – Семена сосны обыкновенной обычные и дражированные

В Мозырском опытном лесхозе с использованием КМ заложены опытно-производственные объекты по выращиванию сеянцев сосны обыкновенной с использованием инкрустированных и дражированных семян сосны обыкновенной (Приложение 6).

В постоянном лесном питомнике Мозырского опытного лесхоза произведена наработка инкрустированных семян сосны обыкновенной в количестве 32 кг и дражированных семян в количестве 10 кг. Опытный объект заложен в мае 2013 г. в постоянном лесном питомнике в условиях открытого грунта. Для посева использовали семена сосны обыкновенной 1-го класса качества. Закладка опытного объекта осуществлена по следующей схеме: контроль – обычные семена сосны обыкновенной из расчета 60 кг/га; контроль – обычные

семена сосны обыкновенной – 45 кг/га; семена, намоченные в «Бревисине» – 60 кг/га; инкрустированные семена композиционным полимерным составом (КПС) – 60 кг/га; инкрустированные семена КПС – 45 кг/га; дражированные семена – 60 кг/га; дражированные семена – 45 кг/га.

Все варианты опыта заложены в 3-х кратной повторности. Всего заложена 21 пробная площадь. Глубина заделки семян в почву 1,0-1,5 см. Влажность субстрата при посеве составила 50-60%. Учет количества стандартных сеянцев сосны обыкновенной при норме высева обычных семян 45 кг/га показал нормативный выход (2,2 млн. шт./га). При использовании дражированных и инкрустированных семян сосны обыкновенной при норме высева 45 кг/га выход стандартных сеянцев увеличился на 12-25% по сравнению с контролем.

Проведены исследования по влиянию класса качества семян сосны обыкновенной как обычных, так и дражированных на грунтовую всхожесть. Семена первого класса качества имели лабораторную всхожесть 99,0%, второго класса качества – 87,0%. При посеве обычных семян сосны обыкновенной в посевное отделение лесного питомника Мозырского опытного лесхоза грунтовая всхожесть соответственно классам качества составила: 58% и 40%. При внесении дражированных семян сосны обыкновенной различного класса качества имели грунтовую всхожесть в зависимости от класса качества: 57% и 34%.

Использование обычных и дражированных семян первого класса качества практически не оказало влияние на грунтовую всхожесть. Значительно меньшие показатели грунтовой всхожести семян получены на вариантах с внесением дражированных семян второго класса качества. Поэтому использовать семена второго класса качества для дражирования с последующим их высевом в посевное отделение лесного питомника нецелесообразно. Проведенные исследования по предпосевной подготовке семян инкрустированием на основе композиционных материалов позволяют использовать их в лесопитомническом хозяйстве для повышения грунтовой всхожести и выхода стандартного посадочного материала с единицы площади.

Поставлена серия полевых опытов по определению влияния разных доз

обычных и удобрений пролонгированного действия на биометрические показатели однолетних сеянцев сосны обыкновенной в лесном питомнике Корневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси (таблица 4.26).

Таблица 4.26 – Влияние удобрений на биометрические показатели однолетних сеянцев сосны обыкновенной

| Вариант опыта | | Размер сеянцев | | Масса 100 сеянцев, г | | |
|--|---|----------------|----------------------------|----------------------|-------|-------|
| | | высота, см | диаметр корневой шейки, мм | надземная часть | корни | всего |
| Контроль(без удобрений) | 1 | 4,0±0,3 | 1,2±0,2 | 29 | 7 | 36 |
| N ₃₀ P ₁₂₀ K ₆₀ | 2 | 5,9±0,6 | 1,7±0,3 | 60 | 14 | 74 |
| N ₃₀ P ₁₂₀ K ₆₀ -КМ | 3 | 6,1±0,6 | 1,9±0,3 | 62 | 17 | 79 |
| N ₆₀ P ₁₂₀ K ₆₀ | 4 | 5,1±0,5 | 1,5±0,2 | 43 | 13 | 56 |
| N ₆₀ P ₁₂₀ K ₆₀ -КМ | 5 | 6,3±0,7 | 2,0±0,3 | 64 | 19 | 83 |
| Naa ₆₀ | 6 | 4,7±0,4 | 1,4±0,2 | 31 | 9 | 40 |
| Naa ₆₀ -КМ | 7 | 4,9±0,5 | 1,5±0,2 | 34 | 10 | 44 |
| Nm ₆₀ | 8 | 4,5±0,4 | 1,3±0,2 | 30 | 8 | 38 |
| Nm ₆₀ -КМ | 9 | 4,6±0,5 | 1,4±0,2 | 31 | 9 | 40 |

Агрохимическая характеристика посевного отделения лесного питомника следующая: содержание гумуса – 1,6%; содержание подвижных форм фосфора и калия соответственно 4,2 и 4,6 мг/100 г почвы.

Разные формы минеральных удобрений были внесены весной за две недели до посева семян сосны. Заделка удобрений осуществлялась на глубину 5-7 см. Анализируя полученные данные можно отметить, что наиболее эффективной формой тука оказались удобрения с полимерным покрытием по сравнению со стандартными. Сопоставляя эффект применения комплексных азотно-фосфорно-калийных удобрений с чистыми азотными, очевидным становится преимущество первых. Наилучшие результаты по росту сеянцев сосны получены при внесении удобрений пролонгированного действия по норме N₆₀P₁₂₀K₆₀-КМ.

Сравнивая биометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной данного варианта опыта с контролем, где удобрения не применялись, наблюдается увеличение высоты сеянцев более чем в 1,5 раза и толщины корневой шейки более чем в 1,6 раза.

Анализируя влияние внесения разных доз стандартных комплексных азотно-фосфорно-калийных удобрений на высоту сеянцев сосны обыкновенной и диаметр корневой шейки, можно говорить, что с увеличением дозы тука не всегда эти показатели находятся в прямой зависимости. Так, например, в варианте $N_{30}P_{120}K_{60}$ высота сеянцев составила 148% по отношению к контролю, а толщина корневой шейки 142%. При увеличении дозы внесения минеральных удобрений (варианта опыта $N_{60}P_{120}K_{60}$) высота сеянцев и диаметр корневой шейки соответственно были больше контроля на 128% и 125%. Аналогичные закономерности по вариантам опыта зафиксированы и по влиянию внесения обычных и удобрений пролонгированного действия на массу надземной части однолетних сеянцев сосны и массу корней.

Математическая обработка по влиянию удобрений на биометрические показатели однолетних сеянцев сосны обыкновенной проверяли с помощью критерия Стьюдента. Фактические значения представлены в таблице 4.27, а табличное значение распределения критерия Стьюдента $t_{\text{табл}}=1,996$. Сравнивая фактические и табличное значения, можно сделать вывод о том, что различия не достоверны на вариантах 6-9, 8-9 по высоте, а на вариантах 4-7, 6-9 по диаметру.

Таблица 4.27 – Значение критерия Стьюдента по влиянию удобрений на биометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной

| Сравниваемые варианты опыта | Размер сеянцев | |
|-----------------------------|----------------|------------------------|
| | Высота | Диаметр корневой шейки |
| 1 | 2 | 3 |
| 1-2 | -28,174 | -13,781 |
| 1-3 | -31,139 | -19,293 |
| 1-4 | -18,773 | -10,547 |
| 1-5 | -30,032 | -22,049 |
| 1-6 | -13,929 | -7,032 |
| 1-7 | -15,359 | -10,547 |
| 1-8 | -9,9498 | -3,516 |
| 1-9 | -10,239 | -7,032 |
| 2-3 | -2,344 | -5,512 |
| 2-4 | 2,547 | 5,512 |
| 2-5 | -4,317 | -7,040 |

Продолжение таблицы 4.27

| 1 | 2 | 3 |
|-----|---------|---------|
| 2-6 | 16,56 | 8,269 |
| 2-7 | 12,739 | 5,512 |
| 2-8 | 19,32 | 11,025 |
| 2-9 | 16,562 | 8,268 |
| 3-4 | 12,739 | 11,025 |
| 3-5 | -21,583 | -2,347 |
| 3-6 | 19,32 | 13,78 |
| 3-7 | 15,288 | 11,025 |
| 3-8 | 22,08 | 16,537 |
| 3-9 | 12,739 | 13,781 |
| 4-5 | -13,883 | -13,781 |
| 4-6 | 6,219 | 3,516 |
| 4-7 | 2,815 | 0 |
| 4-8 | 9,328 | 7,032 |
| 4-9 | 7,037 | 3,516 |
| 5-6 | 19,751 | 16,537 |
| 5-7 | 16,197 | 13,781 |
| 5-8 | 22,220 | 19,293 |
| 5-9 | 19,668 | 16,537 |
| 6-7 | -3,109 | -3,516 |
| 6-8 | 3,516 | 3,516 |
| 6-9 | 1,57 | 0 |
| 7-8 | 6,219 | 7,032 |
| 7-9 | 4,222 | 3,516 |
| 8-9 | -1,555 | -10,547 |

Во всех остальных случаях различия между вариантами опыта достоверны.

Изучено влияние различных доз минеральных удобрений с использованием КМ для внекорневых подкормок при выращивании сеянцев сосны обыкновенной. Опытный объект заложен по следующей схеме:

1. Контроль (базовый вариант) N 11 г/м² +P 4,0 г/м² +K 6,0 г/м²;
2. Контроль – полимерное связующее (в воде растворяли минеральные удобрения и вводили полимерное связующее в виде 5%-ного раствора NaКМЦ) N_{км}11 г/м² + P_{км} 4,0 г/м² + K_{км} 6,0 г/м²;
3. N_{км}8,8 г/м²+P_{км}4,0 г/м²+K_{км} 6,0 г/м²;
4. N_{км} 6,6 г/м²+P_{км} 4,0 г/м²+K_{км} 6,0 г/м²;
5. N_{км}5,5 г/м²+P_{км} 4,0 г/м²+K_{км} 6,0 г/м².

В 3-ем, 4-ом и 5-ом вариантах опыта дозы внесения азота были уменьшены,

соответственно, на 20% (8,8 г/м² по д.в.); 40% (6,6 г/м² по д.в.) и 50% (5,5 г/м² по д.в.). Для этих вариантов опыта в первой половине вегетационного периода (2-ая декада июля) использовали внекорневые азотные подкормки [297]. Применение внекорневой подкормки во 2-ой декаде июля обусловлено наиболее интенсивным поглощением азота. В качестве азотного удобрения использовали аммиачную селитру. Данные дозы азотного удобрения растворяли в 1 л обычной воды и соединили полимерное связующее для получения 5%-ного водного раствора. В 3-ей декаде июля проводили внекорневую подкормку фосфором и калием однолетних сеянцев сосны. Доза внесения фосфора составила 4,0 г/м² по д.в., а для калия – 6,0 г/м² по д.в. Как показали исследования, различные варианты опыта по-разному влияют на биометрические показатели однолетних сеянцев и выход стандартного посадочного материала с единицы площади (таблица 4.28).

Анализ данной таблицы показывает, что выход стандартных сеянцев сосны обыкновенной зависит от дозы внекорневой подкормки. При одинаковой суммарной дозе внесения минеральных удобрений в контрольном (базовом) варианте опыта выход стандартного посадочного материала составил 2740 тыс. шт./га.

Таблица 4.28 – Влияние внекорневой обработки сеянцев сосны минеральными удобрениями с полимерным связующим на биометрические показатели и выход стандартных сеянцев сосны обыкновенной

| Варианты опыта | Биометрические показатели сеянцев | | Выход стандартных сеянцев, тыс. шт./га |
|--|-----------------------------------|----------------------------|--|
| | высота стволика, см | диаметр корневой шейки, мм | |
| Контроль (Базовый вариант) N11 г/м ² + P 4,0 г/м ² + K 6,0 г/м ² | 7,4±0,18 | 2,00±0,03 | 2740 |
| Контроль+KM N _{км} 11 г/м ² + P _{км} 4,0 г/м ² + K _{км} 6,0 г/м ² | 8,3±0,20 | 2,10±0,04 | 3150 |
| N _{км} 8,8 г/м ² +P _{км} 4,0 г/м ² +K _{км} 6,0 г/м ² | 8,0±0,19 | 2,03±0,03 | 2970 |
| N _{км} 6,6 г/м ² +P _{км} 4,0г/м ² +K _{км} 6,0 г/м ² | 7,5±0,19 | 2,01±0,03 | 2850 |
| N _{км} 5,5 г/м ² +P _{км} 4,0 г/м ² +K _{км} 6,0 г/м ² | 7,2±0,16 | 2,00±0,04 | 2510 |

Использование полимерного связующего способствовало увеличению выхода стандартных сеянцев сосны обыкновенной по сравнению с контрольным ва-

риантом на 15,0%. Этот факт можно объяснить тем, что элементы питания вместе с полимерной композицией значительно дольше располагаются на вегетативных органах сеянцев сосны обыкновенной и, соответственно, используются наиболее эффективно. При уменьшении дозы внесения азота на 20% (8,8 г/м² по д.в.) выход стандартных сеянцев снизился на 6,1%. Дальнейшее снижение дозы внесения азота на 40% и 50% также способствовало уменьшению выхода стандартного посадочного материала, соответственно, на 9,5% и 20,3%.

Таким образом, проведенные исследования позволили разработать КМ для предпосевной обработки семян сосны обыкновенной и установить их влияние на выход стандартных сеянцев с учетом содержания гумуса и элементов питания в почве.

4.3 Исследования выращивания сеянцев сосны обыкновенной в условиях закрытого грунта с использованием композиционных материалов

Выращивание посадочного материала в закрытом грунте позволяет создавать благоприятные условия микроклимата (температура и влажность воздуха и почвы, освещенность, содержание углекислого газа и др.) для сеянцев. Теоретическими предпосылками эффективности использования закрытого грунта являются наличие парникового эффекта, который заключается в трансформации солнечной энергии в тепловую и накоплении ее в замкнутом пространстве теплицы, а также повышенное содержание углекислого газа и активизация физиологических и биохимических процессов в растениях в результате изменения факторов среды.

Новые условия среды, особенно температурный, световой режимы и режим влажности, продолжительность вегетационного периода (в сравнении с открытым грунтом) влияют на ход роста и развития растений таким образом, что позволяют увеличить выход стандартного посадочного материала в 2 раза и более. Г. Я. Маттис [300] увязывает все это с биологической потребностью отдельных пород к температуре. Совершенствование технологии выращивания сеянцев в теплицах является перспективным направлением повышения выхода и качества посадочного материала. При этом возможна наиболее полная реализация биологического потенциала растений на основании использования КМ. Важным вопросом является подготовка и использование субстратов и предпосевная обработка семян.

Изучено влияние различных концентраций композиционных препаратов для предпосевной обработки семян сосны обыкновенной на рост и развитие сеянцев. Опытные объекты заложены в условиях закрытого грунта в 3-х лесхозах (Глубокском, Осиповичском, Корневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси). Агрохимическая характеристика субстратов в теплице показала, что наибольшее содержание гумуса находится в субстрате Глубокского опытного лесхоза (5,2%). Несколько меньшее содержание его зафиксировано в субстратах Осиповичского опытного лесхоза. Содержание гумуса в субстрате Корневской ЭЛБ составляет 3,0-3,3% (таблица 4.29).

Таблица 4.29 – Агрохимические показатели субстратов в теплицах на опытных объектах

| Месторасположение опытного объекта | Гумус, % | pH _{KCl} | N _{легкогид} , мг/100 г | P ₂ O ₅ , мг/100 г | K ₂ O, мг/100 г |
|--|----------|-------------------|----------------------------------|--|----------------------------|
| Глубокский опытный лесхоз | | | | | |
| Теплица | 5,2 | 4,6 | 17,43 | 26,03 | 30,82 |
| Осиповичский опытный лесхоз | | | | | |
| Теплица 1 | 4,4 | 6,5 | 33,74 | 39,24 | 34,24 |
| Теплица 2 | 4,1 | 6,1 | 76,51 | 39,24 | 37,50 |
| Корневская экспериментальная лесная база ИЛ НАНБ | | | | | |
| Теплица 1 | 3,0 | 5,1 | 15,54 | 26,37 | 23,32 |
| Теплица 2 | 3,3 | 4,3 | 16,21 | 28,86 | 24,14 |

При анализе содержания подвижного фосфора в субстратах трех опытных объектов необходимо отметить, что наименьшее его количество выявлено в субстрате Глубокского опытного лесхоза и Корневской ЭЛБ. В почве теплиц Корневской ЭЛБ отмечено содержание обменного калия ниже, чем в почвах других опытных объектов.

Нами проведены лабораторные исследования по определению посевных качеств семян хвойных пород, которые использовались при закладке опытных объектов в Корневской ЭЛБ, Глубокском и Осиповичском опытных лесхозах (таблицы 4.30, 4.31). Энергия прорастания семян сосны обыкновенной варьирует от 87,3 до 94,2%, а лабораторная всхожесть составляет 89,7-96,0%.

Таблица 4.30 – Результаты лабораторных исследований посевных качеств семян сосны обыкновенной

| Место отбора семян | Энергия прорастания, % | Всхожесть, % | Не проросшие семена, % в том числе | | |
|-----------------------------|------------------------|--------------|------------------------------------|-----------|--------|
| | | | здоровые | загнившие | пустые |
| Глубокский опытный лесхоз | 90,3 | 92,3 | 4,0 | 3,7 | - |
| Осиповичский опытный лесхоз | 94,2 | 96,0 | 3,0 | 1,0 | - |
| Корневская ЭЛБ | 87,3 | 89,7 | 0,7 | 8,3 | 1,3 |

Для выращивания сеянцев использовали семена сосны обыкновенной первого класса качества.

Таблица 4.31 – Показатели качества семян сосны обыкновенной

| Месторасположение опытного объекта | Показатели качества семян | | | |
|---------------------------------------|---------------------------|---------|--------------|----------------|
| | масса 1000 шт. | чистота | всхожесть, % | класс качества |
| Глубокский опытный лесхоз | семена сосны обыкновенной | | | |
| | 6,78 | 97,3 | 92,3 | 1 |
| Осиповичский опытный лесхоз | семена сосны обыкновенной | | | |
| | 6,35 | 91,0 | 96,0 | 1 |
| Корневская ЭЛБ | семена сосны обыкновенной | | | |
| | 7,83 | 99,1 | 99,0 | 1 |

Разработка агротехнических приемов выращивания сеянцев сосны обыкновенной в условиях закрытого грунта на опытных объектах предусматривала изучение влияния различных субстратов, предпосевной обработки семян и внекорневой обработки на рост и развитие сеянцев сосны обыкновенной. Основным субстратом при выращивании сеянцев сосны обыкновенной в условиях закрытого грунта являлся торф. На Корневской ЭЛБ в качестве субстрата использовали торф переходного типа в смеси с песком.

Одним из основных агроприемов при выращивании сеянцев сосны обыкновенной в условиях закрытого грунта является подготовка субстратного слоя, обеспечивающего оптимальные условия минерального питания сеянцев и получения стандартного посадочного материала. В теплицах Глубокского и Осиповичского опытных лесхозов и Корневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси использовали различный субстрат, который описан нами ранее в главе 2.1.3 с агрохимической характеристикой, представленной в таблице 4.29. На всех опытных объектах для предпосевной обработки семян сосны обыкновенной использовали КМ «Полигумин», а для внекорневой обработке сеянцев – КМ «Комповег». Биометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной по всем опытным объектам представлены в таблице 4.32.

Наибольшие биометрические параметры сеянцев сосны обыкновенной получены на опытном объекте, заложенном в теплице Глубокского опытного лесхоза.

за, а наименьшие – на опытном объекте Корневской ЭЛБ. Высота стволика сеянцев сосны обыкновенной в Глубокском опытном лесхозе превосходит сеянцы Осиповичского опытного лесхоза и Корневской ЭЛБ в 1,4-1,7 раза, по диаметру корневой шейки – в 1,2-1,3 раза и степени охвоения стволика – в 1,5-2,0 раза соответственно.

Таблица 4.32 – Средние биометрические параметры роста и развития сеянцев сосны обыкновенной на трех опытных объектах в конце первого периода вегетации

| Опыт- ный объ- ект | Биометрические параметры сеянцев, (M±m) | | | | | | |
|-----------------------------|---|-------------------------------------|--|--------------------------------|------------------|-----------|-----------|
| | высота стволика, см | диаметр корневой шейки, мм | степень охвоения стволика, см | длина главного корня, см | масса сеянцев, г | | |
| | | | | | общая | надземная | корней |
| Глубокский опытный лесхоз | | | | | | | |
| Сеянцы сосны | 15,40±0,60 | 2,55±0,10 | 11,93±0,59 | 14,00±0,57 | 1,87±0,14 | 1,54±0,12 | 0,33±0,03 |
| Осиповичский опытный лесхоз | | | | | | | |
| Сеянцы сосны | 10,93±0,42 | 2,01±0,21 | 7,91±0,35 | 7,80±0,42 | 0,72±0,10 | 0,62±0,09 | 0,11±0,02 |
| Корневская ЭЛБ | | | | | | | |
| Сеянцы сосны | 8,88±0,63 | 2,21±0,19 | 5,88 ±0,67 | 8,00±0,63 | 0,65±0,18 | 0,56±0,17 | 0,08±0,02 |

Общая масса сеянцев Глубокского опытного лесхоза превышает этот показатель в других лесхозах, в среднем, в 2,6-2,9 раза. При анализе показателей роста сеянцев сосны обыкновенной на опытных объектах выявлена взаимосвязь между содержанием гумуса и биометрическими параметрами сеянцев сосны обыкновенной.

В теплице Глубокского опытного лесхоза, где содержание гумуса в субстрате составляло 5,2%, средний показатель высоты стволика составил 15,4 см, в то время как в теплицах Осиповичского опытного лесхоза и Корневской ЭЛБ этот показатель равнялся 10,9 и 8,9 см, соответственно. Сеянцы сосны обыкновенной Глубокского опытного лесхоза характеризуются наиболее развитыми корневыми системами (таблица 4.33).

Корневые системы сеянцев сосны обыкновенной на трех опытных объектах, кроме главного корня, представлены корнями I и II порядка. У сеянцев Глубок-

ского опытного лесхоза число данных корней было наибольшим и составило, в среднем, 28,3 и 33,4 шт. соответственно.

Таблица 4.33 – Характеристика корневых систем сеянцев сосны обыкновенной в конце первого вегетационного периода на трех опытных объектах

| Опытный объект | Средние показатели корневых систем сеянцев, $M \pm m_M$ | | | | | |
|-----------------------------|---|------------|--------------------------|------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| | Число боковых корней, шт. на 1 растение | | длина боковых корней, см | | | Число микориз на 100 мм длины корней |
| | I порядка | II порядка | I порядка | II порядка | суммарная длина боковых корней | |
| Глубокский опытный лесхоз | 28,3±3,25 | 33,4±6,91 | 105,4±9,29 | 35,5±7,63 | 140,9±21,86 | 2,9±0,33 |
| Осиповичский опытный лесхоз | 17,8±2,01 | 12,7±4,13 | 60,3±5,14 | 28,5±3,51 | 88,8±6,71 | 2,5±0,82 |
| КорневскаяЭЛБ | 14,5±1,33 | 11,3±2,45 | 45,4±3,80 | 11,7±2,69 | 57,1±4,96 | 3,2±0,72 |

Суммарная длина боковых корней превосходила этот показатель у сеянцев сосны Корневской ЭЛБ и Осиповичского опытного лесхоза в 1,6 и 2,5 раза, соответственно. На корневых системах сеянцев сосны обыкновенной отмечено развитие микоризы булабовидного (90%) и вильчатого типа (10%).

Агротехнические приемы при выращивании сеянцев сосны обыкновенной оказывают существенное влияние на показатели роста и развития растений в условиях закрытого грунта. Средние показатели роста сеянцев сосны обыкновенной и выход стандартного посадочного материала в теплицах опытных объектов по вариантам опыта в конце вегетационного периода 2012 г. приведены в таблице 4.34.

Результаты исследований и полученные данные о влиянии различных способов предпосевной подготовки семян сосны обыкновенной на рост сеянцев сосны обыкновенной позволяют судить об эффективности используемых приемов. Высота стволика на вариантах опыта с предпосевной обработкой семян увеличилась на 10-24% по сравнению с контролем. Наибольшая высота стволика отмечена при обработке семян микроэлементами, а биомасса надземной части и корней увеличилась на 11,2%.

Таблица 4.34 – Биометрические показатели однолетних сеянцев сосны обыкновенной в теплице опытных объектов по вариантам опыта

| Варианты опыта | Средние показатели роста сеянцев | | Воздушно-сухая масса сеянца, г | | | Выход стандартных сеянцев, млн.шт./га |
|--|----------------------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------|-----------|---------------------------------------|
| | высота стволика, см | диаметр корневой шейки, мм | надземная | корней | всего | |
| Глубокский опытный лесхоз | | | | | | |
| Контроль (без обработки) | 12,5±0,15 | 1,9±0,07 | 0,69±0,06 | 0,09±0,03 | 0,78±0,07 | 10,1 |
| Обработка семян КМ | 14,3±0,17 | 2,0±0,06 | 0,78±0,06 | 0,10±0,01 | 0,88±0,06 | 10,9 |
| Обработка семян КМ с микроэлементами | 14,5±0,18 | 2,0±0,02 | 0,80±0,05 | 0,15±0,01 | 0,95±0,06 | 11,2 |
| Осиповичский опытный лесхоз | | | | | | |
| Контроль | 11,7±0,18 | 1,8±0,06 | 0,59±0,06 | 0,10±0,01 | 0,69±0,04 | 9,7 |
| Обработка семян КМ | 12,1±0,20 | 1,9±0,10 | 0,60±0,05 | 0,11±0,01 | 0,71±0,05 | 9,9 |
| Обработка семян КМ с микроэлементами | 13,2±0,21 | 1,9±0,16 | 0,62±0,05 | 0,12±0,01 | 0,74±0,06 | 10,1 |
| Корневская экспериментальная лесная база | | | | | | |
| Контроль (без обработки) | 9,53±0,28 | 1,6±0,16 | 0,45±0,08 | 0,16±0,01 | 0,61±0,04 | 8,7 |
| Обработка семян КМ | 9,72±0,21 | 1,6±0,10 | 0,47±0,07 | 0,17±0,01 | 0,64±0,05 | 9,1 |
| Обработка семян КМ с микроэлементами | 10,5±0,16 | 1,6±0,06 | 0,50±0,05 | 0,18±0,01 | 0,68±0,06 | 9,3 |

Лучшими по всем биометрическим показателям остаются варианты с обработкой семян КМ и микроэлементами. Длина боковых корней и число микориз на одном растении имели наибольшие показатели на варианте опыта с применением микроэлементов, а наименьший результат отмечен на контрольном варианте (таблица 4.35).

Внекорневая обработка сеянцев сосны обыкновенной композиционным полимерным препаратом и внесение полимерного структурообразователя почвы способствует увеличению роста надземной части растений на 10-12% (таблица 4.36).

Отмечено положительное влияние внекорневой обработки и структурообразователя на рост сеянцев сосны обыкновенной. Выход стандартных сеянцев сосны обыкновенной на вариантах опыта превышает контроль на 21%.

Таблица 4.35 – Характеристика корневых систем сеянцев сосны обыкновенной в конце первого вегетационного периода на трех опытных объектах

| Варианты опыта | Средние показатели корневых систем сеянцев, М±m _М | | | | | |
|--|--|------------|--------------------------|------------|-----------------|--------------------------------------|
| | Число боковых корней, шт. на 1 растение | | Длина боковых корней, см | | | Число микориз на 100 мм длины корней |
| | I порядка | II порядка | I порядка | II порядка | суммарная длина | |
| Глубокский опытный лесхоз | | | | | | |
| Контроль | 11,5±1,44 | 9,3±2,15 | 25,4±3,80 | 10,7±2,69 | 36,1±4,96 | 2,9±0,72 |
| Обработка семян КМ | 12,9±3,0 | 7,1±1,98 | 34,9±2,93 | 11,3±1,19 | 46,2±4,52 | 3,0±0,57 |
| Обработка семян КМ с микроэлементами | 15,3±3,25 | 13,4±6,81 | 45,4±9,29 | 13,6±7,63 | 59,0±21,86 | 3,4±0,33 |
| Осиповичский опытный лесхоз | | | | | | |
| Контроль | 12,2±2,5 | 7,5±2,0 | 34,0±2,6 | 11,4±1,21 | 45,4±4,7 | 3,0±0,55 |
| Обработка семян КМ с микроэлементами | 12,5±1,33 | 10,3±3,45 | 35,4±3,80 | 11,7±2,69 | 47,1±4,96 | 3,2±0,72 |
| Корневская экспериментальная лесная база | | | | | | |
| Контроль | 14,0±2,12 | 13,4±3,65 | 50,7±4,92 | 18,0±3,75 | 68,7±6,51 | 4,0±0,75 |
| Обработка семян КМ с микроэлементами | 17,8±2,01 | 12,3±4,18 | 51,3±5,14 | 18,5±3,51 | 69,8±6,71 | 5,5±0,82 |

Таблица 4.36 – Влияние внекорневой обработки и внесения структурообразователя почвы на рост сеянцев сосны обыкновенной в Глубокском опытном лесхозе по вариантам опыта

| Варианты опыта | Средние показатели роста сеянцев | | Воздушно-сухая масса сеянцев, г | | | Выход стандартных сеянцев млн.шт./га |
|---|----------------------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| | высота стволика, см | диаметр корневой шейки | надземная | корней | всего | |
| Контроль (без обработки) | <u>12,5±0,12</u> 100 | <u>1,9±0,06</u> 100 | <u>0,69±0,02</u> 100 | <u>0,09±0,03</u> 100 | <u>0,78±0,06</u> 100 | 10,0 |
| Внекорневая обработка КМ | <u>13,0±0,13</u> 104 | <u>2,0±0,04</u> 105 | <u>0,70±0,06</u> 101 | <u>0,10±0,02</u> 111 | <u>0,80±0,04</u> 103 | 10,6 |
| Внесение полимерно-структурообразователя почвы | <u>13,7±0,14</u> 110 | <u>2,1±0,06</u> 111 | <u>0,72±0,06</u> 104 | <u>0,22±0,01</u> 124 | <u>0,94±0,06</u> 121 | 10,8 |
| Внекорневая обработка КМ + внесение структурообразователя почвы | <u>15,5±0,14</u> 124 | <u>2,3±0,06</u> 121 | <u>0,85±0,06</u> 123 | <u>0,23±0,02</u> 144 | <u>1,08±0,04</u> 138 | 12,1 |

Примечание: над чертой приведены данные в абсолютных величинах, под чертой – в % к контролю.

В результате проведенных исследований по заданию Министерства лесного хозяйства Беларуси разработаны «Рекомендации по агротехнологии выращивания посадочного материала древесных пород в условиях закрытого грунта», которые внесены в реестр технических нормативных и правовых актов от 05.11.2015 года за № 000292.

4.4 Выводы

1. Разработанные ресурсосберегающие технологии выращивания сеянцев сосны обыкновенной с использованием композиционных материалов для предпосевной обработки семян и внекорневой обработки растений способствуют снижению нормы высева семян с 60 кг/га до 50 кг/га и уменьшению дозы вносимых удобрений на 20%.

2. Использование композиционных материалов для предпосевной подготовки семян сосны обыкновенной позволяет получать дражированные, гранулированные и инкрустированные семена, что обеспечивает нормативный выход стандартных сеянцев. Для инкрустирования семян сосны обыкновенной наиболее эффективен композиционный материал, состоящий из 5%-ного водного раствора натрийкарбоксиметилцеллюлозы, стимулятора роста «Эпин» (4 мас.%), экстракта торфа «Черный доктор» (14 мас.%).

3. Оптимальный размер фракций органоминеральных веществ для получения композиционного препарата при дражировании семян сосны обыкновенной 350-400 мкм. Размер таких фракций способствует увеличению водопоглощения состава в 1,5 раза и повышению прочности гранул при сжатии на 23-30%. При увеличении размера фракции древесных опилок до 600 мкм прочность гранул снижается до 20-25 МПа и драже получают более крупных размеров.

4. При выращивании сеянцев сосны обыкновенной большое значение имеет правильный выбор полимерного связующего и оптимальная концентрация всех ингредиентов при использовании их в следующих агроприемах: предпосевная обработка семян, внекорневая обработка растений в период вегетации, применение композиционных материалов в качестве структурообразователя почвы и внесении удобрений пролонгированного действия. Применение композиционных материалов способствует снижению дозы внесения удобрений на 20-25%, уменьшению нормы высева дорогостоящих семян на 20%. Способ предпосевной подготовки семян сосны обыкновенной и сроки их посева оказывают влияние на биометрические показатели и выход стандартных сеянцев.

5. Выращивание сеянцев сосны обыкновенной в условиях закрытого грунта позволяет увеличить выход стандартных сеянцев в 4-5 раз по сравнению с открытым грунтом и достигает 11,2 млн. шт./га. Внекорневая обработка сеянцев сосны обыкновенной композиционным материалом совместно с внесением полимерного структурообразователя почвы в дозе 2 г/м² увеличивает высоту стволика на 24%, диаметр корневой шейки на 21% и общую массу сеянцев на 38%.

Разработаны «Рекомендации по агротехнологии выращивания посадочного материала древесных пород в условиях закрытого грунта», которые внесены в реестр технических нормативных и правовых актов от 05.11.2015 года за № 000292.

ГЛАВА 5**ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ УДОБРЕНИЙ ПРОЛОНГИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ И ИЗУЧЕНИЕ ИХ ВЛИЯНИЯ НА ТЕКУЩИЙ ПРИРОСТ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ****5.1 Разработка удобрений пролонгированного действия на основе композиционных материалов**

Одной из наиболее важных проблем получения удобрений пролонгированного действия (медленнодействующих) является создание новых форм минеральных удобрений, которые имеют преимущество перед легкорастворимыми туками, как в их производстве, так и в транспортировке, хранении и применении. Большие надежды на использование медленнодействующих удобрений лесное хозяйство возлагает из-за значительного уменьшения непродуктивных потерь элементов питания. Непродуктивные потери питательных веществ в газообразной форме и вследствие вымывания их атмосферными осадками по профилю почвы из обычных удобрений могут составить 40-60% [301, 302]. Использование медленнодействующих удобрений способствуют уменьшению непродуктивных потерь элементов питания.

Наиболее перспективными в этом направлении являются следующие пути: введение в состав минеральных удобрений специальных добавок, которые снижают их растворимость, применение ингибиторов нитрификации и создание полимерных покрытий на гранулах удобрений. Одним из наиболее широко распространенных ингибиторов нитрификации является препарат V-Stive. Ингибиторы нитрификации ставят преграду для передвижения нитратов из корнеобитаемого слоя почвы и способствуют уменьшению газообразных потерь азота [209, 219].

В ФРГ в качестве материалов для получения покрытий применяют водную эмульсию полиэтилена, продукты полимеризации полиенов, металлы VI и VII

группы периодической системы Д. И. Менделеева. В Бельгии гранулы удобрений покрывают сополимером бутадиена и 2-метил-стирена, полимером или сополимером диенов. Масса покрытия может составлять от 1 до 20% массы гранул удобрений.

Большое внимание уделяется применению полимерных соединений для получения удобрений пролонгированного действия.

На Навоинском производственном объединении "Азот" аммиачную селитру опудривают мочевиноформальдегидным удобрением в количестве 1,5 мас.%. Полученные азотные удобрения закладывались в контейнеры и бумажные мешки в закрытом складском помещении и под навесом. После шести месяцев хранения (ноябрь-апрель) удобрения сохранили полную рассыпчатость.

Для получения азотных удобрений пролонгированного действия нами разработан КМ на основе водорастворимого полимера мочевиноформальдегидной смолы и целевых добавок (последрожжевой бражки, молочнокислого кальция и сернокислого магния). Последрожжевая бражка является отходом производства кормовых дрожжей и содержит редуцирующие вещества в количестве 0,08-0,12%, органические кислоты (уксусная, муравьиная) 0,1-0,3%, взвешенные вещества 0,1-0,75 г/л абсолютно сухого вещества – дрожжи, аминокислоты и витамины.

В качестве прототипа использовали КМ, состоящий из мочевиноформальдегидной смолы 30 мас.%, бихромата калия 3,0 мас.%, окиси цинка 3,0 мас.% и нафтилуксусной кислоты 2,0 мас.%.

Сравнение различных концентраций КМ для покрытия гранул мочевины в сравнении с прототипом представлены в таблице 5.1.

Как видно из данной таблицы, сочетание выбранных компонентов для покрытия гранул азотных удобрений позволяет в сравнении с прототипом уменьшить газообразные потери азота в два раза и потери в результате вымывания более чем в 1,5 раза.

Исследования показали, что оптимальным КМ для покрытия гранул мочевины является композиция при следующем соотношении компонентов, мас.%: карбамидная смола – 30,0; последрожжевая бражка – 3,0; молочнокислый кальций – 0,7; сернокислый магний – 1,7; вода – остальное.

Таблица 5.1 – Композиционные материалы для покрытия гранул мочевины и его основные свойства

| Компонент | Состав, мас.% | | | |
|--|---------------|------|------|----------|
| | Предлагаемый | | | Прототип |
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Мочевиноформальдегидная смола | 20,0 | 30,0 | 40,0 | 30,0 |
| Последроженная бражка | 1,5 | 3,0 | 4,0 | - |
| Молочнокислый кальций | 0,5 | 0,7 | 1,0 | - |
| Сернокислый магний | 1,0 | 1,7 | 3,5 | - |
| Бихромат калия | - | - | - | 3,0 |
| Окись цинка | - | - | - | 3,0 |
| Нафтилуксусная кислота | - | - | - | 2,0 |
| Вода | 77,0 | 64,6 | 51,5 | 62,0 |
| Свойства | | | | |
| Газообразные потери азота, кг/га | 4 | 4 | 4 | 8 |
| Потери азота в результате вымывания, кг/га | 10 | 9 | 10 | 16 |

Для получения азотно-фосфорно-калийных удобрений пролонгированного действия разработан КМ на основе водорастворимого полимера карбамидной смолы и целевых добавок в виде бихромата калия, окиси цинка и нафтилуксусной кислоты. Скорость растворения гранул оценивали временем, необходимым для перехода минеральной части гранул в растворитель (дистиллированная вода), т.е. до всплывания пустых капсул. Для этого навеску удобрений 5 г помещали в стеклянную емкость и заливали 260 мл дистиллированной воды. Вымывание и растворение содержимого капсул происходит при помощи электромешалки.

Из приведенных в таблице 5.2 данных видно, что КМ позволяет значительно снизить скорость растворения удобрений и газообразные потери азота. Наименьшие газообразные потери азота (12 кг/га) зафиксированы с использованием 30 мас.% карбамидной смолы. На данном варианте опыта скорость растворения гранул удобрений составила 50 мин.

Для широкого применения минеральных удобрений в лесном хозяйстве немаловажную роль играет качество их гранул. С целью изучения физико-химических свойств обычной аммиачной селитры и мочевины, а также с покры-

тием этих гранул композиционным материалом исследованы следующие показатели: слеживаемость и механическая прочность гранул (рисунки 5.1 и 5.2).

Таблица 5.2 – Композиционный материал для покрытия гранул азотно-фосфорно-калийных удобрений и его свойства

| Композиционный материал | Содержание компонентов, мас.% | | | | | Физические свойства гранул минеральных удобрений | |
|-------------------------|-------------------------------|----------------|-------------|------------------------|------|--|----------------------------------|
| | Карбамидная смола | бихромат калия | окись цинка | нафтилуксусная кислота | вода | скорость растворения, мин | газообразные потери азота, кг/га |
| Предлагаемый | 10 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 88,5 | 38 | 15 |
| | 20 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 77 | 45 | 14 |
| | 30 | 3,0 | 3,0 | 2,0 | 62 | 50 | 12 |
| | 40 | 5,0 | 5,0 | 3,0 | 47 | 43 | 13 |
| | 50 | 7,0 | 7,0 | 4,0 | 32 | 35 | 14 |
| Прототип | 30 | - | - | - | 59,3 | 26 | 20 |
| Непокрытые гранулы | - | - | - | - | - | 3-4 | 24 |

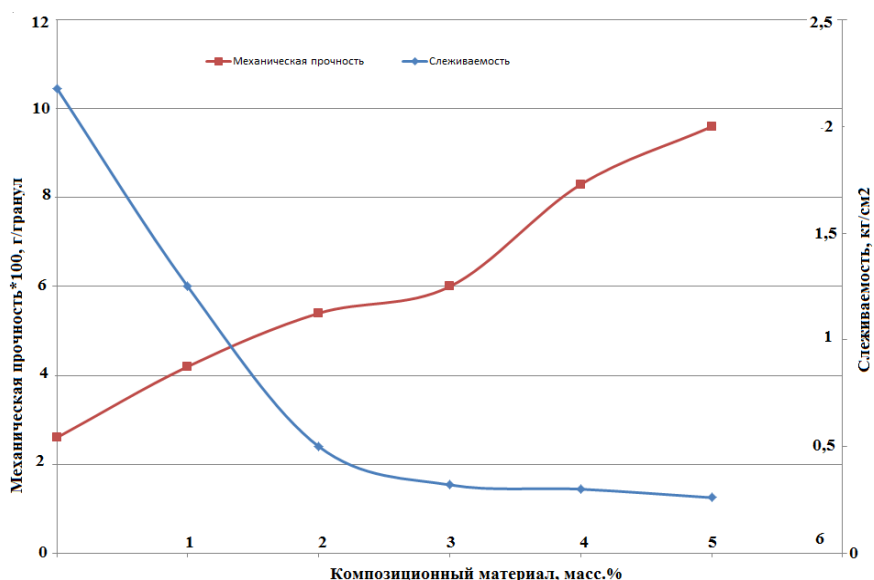


Рисунок 5.1 – Влияние массы композиционного материала на физико-химические свойства гранул мочевины

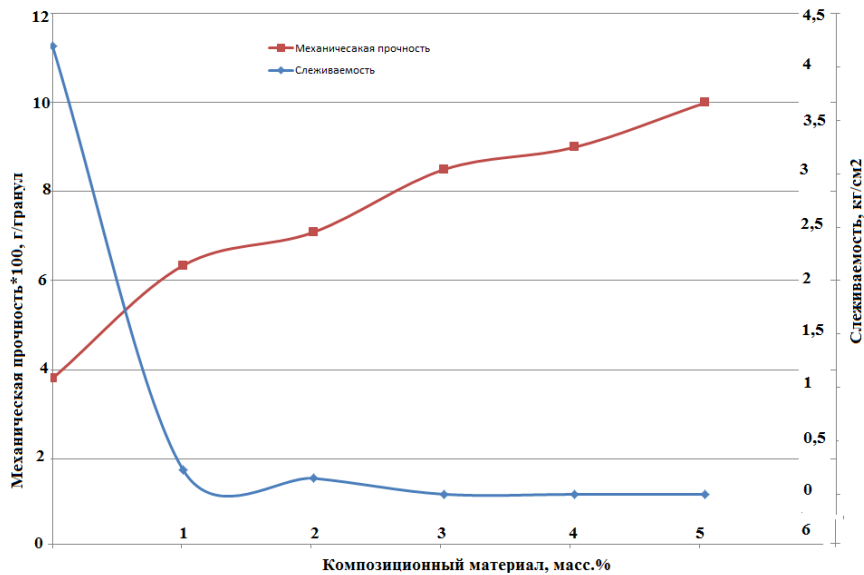


Рисунок 5.2 – Влияние массы композиционного материала на физико-химические свойства гранул аммиачной селитры

При исследовании механической прочности гранул аммиачной селитры на раздавливание установлено максимальное значение при 5% покрытии гранул, равное 1000 г/гранулу. С уменьшением массы полимерной пленки снижается прочность гранул удобрений. Самую низкую прочность, равную 380 г/гранулу, имеет контрольный вариант аммиачной селитры.

Растворение гранул азотных удобрений также зависит от количества покрываемого КМ. Время растворения обычной аммиачной селитры составило 18 с. При покрытии гранул удобрений полимерным покрытием в количестве 1 мас.%, время растворения увеличивается в 4 раза. С увеличением количества полимерного покрытия время растворения гранул удобрений увеличивается. Покрытие гранул аммиачной селитры в количестве 5 мас.% максимально снижает скорость растворения.

Слеживаемость аммиачной селитры составляет 4,2 кг/см², а мочевины – 2,18 кг/см². Полимерное покрытие в количестве 1% от массы удобрений снижает слеживаемость вещества до 0,23 кг/см². По мере увеличения содержания полимерной пленки на гранулах удобрений, уменьшается их слеживаемость. При достижении массы покрытия от 3 до 5%, слеживаемость равна 0. Поэтому нецелесообразно с экономической точки зрения превышать массу полимерного покрытия более 5%.

Одним из важнейших критериев товарных свойств аммиачной селитры является механическая прочность гранул, которая обеспечивает стабильность гранулометрического состава при транспортировке и внесении удобрений в почву. Большое значение для хранения и перевозки азотных удобрений имеет прочность гранул. Это связано с тем, что при погрузочно-разгрузочных работах и перевозке удобрений на большие расстояния, неизбежно измельчение низкопрочных гранул.

Увеличение продолжительности хранения аммиачной селитры и мочевины, обработанных композиционными материалами, подтверждается данными испытания удобрений на слеживаемость после 12 месяцев хранения. Минеральные удобрения, обработанные композиционными препаратами, имели 100% рассыпчатость после года хранения на складе. Для увеличения гигроскопической точки и снижения поверхностного поглощения влаги в композиционные полимерные составы вводили целевые добавки.

Таким образом, капсулирование аммиачной селитры и мочевины полимерным покрытием способствует улучшению физико-химических свойств гранул удобрений. К применяемым азотным удобрениям в лесном хозяйстве должны предъявляться следующие требования:

- они не должны слеживаться при хранении, должны иметь 100%-ную рассыпчатость;
- прочность гранул не должна быть менее 600 г/гранулу;
- масса композиционного материала для покрытия гранул минеральных удобрений должна составлять от 3 до 5 мас.%.

5.2 Влияние минеральных удобрений пролонгированного действия на азотный режим почв и текущий прирост сосновых насаждений

Исследования по влиянию удобрений пролонгированного действия на изменение азотного питания и текущий прирост древесины проведены в 70-летнем сосновом насаждении в Ветковском спецлесхозе и 17- и 25-летних сосняках в Корневской ЭЛБ ИЛ НАНБ (таблицы 5.3 и 5.4).

Таблица 5.3 – Агрохимические свойства почв сосновых насаждений

| Генетический горизонт | Глубина взятия образцов, см | рН в КС1 | Гумус, % | Подвижные, мг на 100 г почвы | | | Валовые, % | | |
|--|-----------------------------|----------|----------|------------------------------|-------------------------------|------------------|------------|-------------------------------|------------------|
| | | | | легкогидролизуемый азот | P ₂ O ₅ | K ₂ O | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 70-летний сосняк мшистый (кв. 226) Ветковский спецлесхоз | | | | | | | | | |
| A ₁ | 3–10 | 3,8 | 1,84 | 4,71 | 7,38 | 4,13 | 0,073 | 0,055 | 0,072 |
| A ₂ B ₁ | 10–45 | 4,7 | 0,72 | 3,03 | 9,45 | 1,81 | 0,046 | 0,085 | 0,060 |
| A ₂ B ₂ | 45–160 | 4,8 | 0,33 | 2,13 | 8,21 | 1,36 | 0,023 | 0,045 | 0,048 |
| C | 160–220 | 4,6 | 0,14 | 1,21 | 2,50 | 0,93 | 0,013 | 0,027 | 0,097 |
| 25-летний сосняк мшистый (кв. 396) Корневская ЭЛБ НАНБ | | | | | | | | | |
| A ₁ | 1–25 | 4,2 | 1,28 | 3,56 | 14,25 | 2,36 | 0,076 | 0,035 | 0,061 |
| A ₂ B ₁ | 25–50 | 4,6 | 0,44 | 2,33 | 11,13 | 1,18 | 0,025 | 0,017 | 0,054 |
| A ₂ B ₂ | 50–100 | 4,6 | 0,14 | 2,27 | 9,51 | 1,51 | 0,017 | 0,020 | 0,059 |
| A ₂ B ₃ | 100–138 | 4,7 | 0,09 | 1,46 | 4,69 | 1,63 | 0,013 | 0,010 | 0,050 |
| B ₄ | 138–200 | 4,4 | 0,10 | 1,29 | 15,38 | 3,01 | 0,019 | 0,035 | 0,122 |
| 17-летний сосняк мшистый (кварталы 388–389) Корневская ЭЛБ | | | | | | | | | |
| A ₁ | 1–29 | 4,3 | 1,22 | 3,06 | 8,26 | 1,21 | 0,083 | 0,035 | 0,047 |
| A ₂ B ₁ | 29–57 | 4,8 | 0,33 | 2,75 | 10,63 | 0,60 | 0,037 | 0,027 | 0,056 |
| A ₂ B ₂ | 57–77 | 4,7 | 0,14 | 1,54 | 4,46 | 0,72 | 0,022 | 0,020 | 0,044 |
| B ₃ | 77–190 | 4,6 | 0,08 | 1,44 | 2,71 | 1,00 | 0,015 | 0,019 | 0,062 |
| B ₄ | 190–200 | 4,1 | 0,12 | 1,37 | 2,48 | 2,80 | 0,018 | 0,050 | 0,159 |

Внесенные на поверхность почвы минеральные удобрения, реагируя с лесной подстилкой и почвой, в значительной степени изменяют азотный режим почвы. Эти изменения распространяются, как правило, вниз по профилю на определенную глубину и влияют на плодородие почвы и ее производительность. Поэтому изучение влияния удобрений на динамику азотного питания должно быть непременным условием при разработке технологии применения азотных удобрений в лесу. Большой практический интерес представляет длительность нахождения

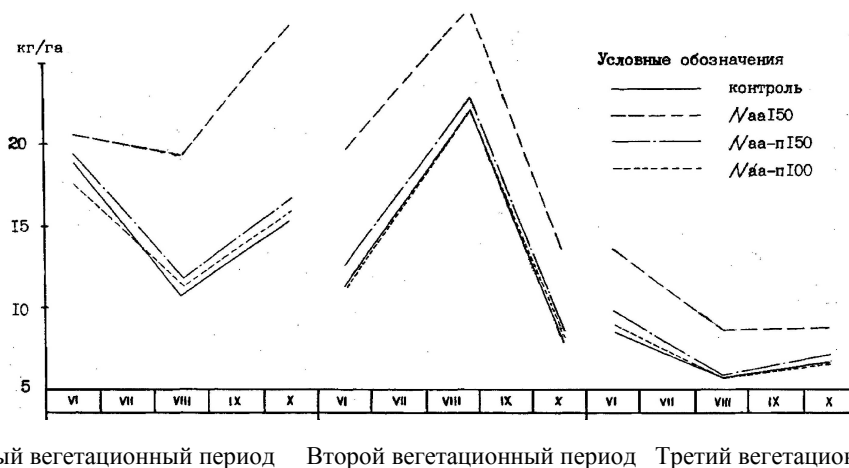
минерального азота удобрений в почве в течение нескольких вегетационных периодов и соотношение аммиачной и нитратной форм азота.

Таблица 5.4 – Лесоводственно-таксационная характеристика опытных сосновых насаждений

| Тип леса и лесорастительных условий | Месторасположение насаждений | Состав | Возраст | Полнота | Кол-во стволов, шт./га | Средние | | Бо-ни-тет | Запас древесины, м ³ /га |
|-------------------------------------|-------------------------------|--------|---------|---------|------------------------|---------|-------|-----------|-------------------------------------|
| | | | | | | Н, м | d, см | | |
| Сосняк мшистый А ₂ | Ветковский спецлесхоз кв. 226 | 10С | 70 | 0,9 | 425 | 20,6 | 30,2 | II | 293 |
| Сосняк мшистый А ₂ | Кореневская ЭЛБ кв. 396 | 10С | 25 | 1,0 | 4287 | 11,0 | 8,8 | I | 154 |
| Сосняк мшистый А ₂ | Кореневская ЭЛБ кв. 388 | 10С | 17 | 1,3 | 6598 | 7,9 | 7,3 | I | 130 |
| Сосняк мшистый А ₂ | Кореневская ЭЛБ кв. 389 | 10С | 17 | 0,8 | 3124 | 7,9 | 8,4 | I | 83 |

Динамика содержания аммиачного азота в почве при весеннем сроке внесения азотных удобрений существенно отличается (Приложение 8).

На контрольных вариантах опыта исследуемых насаждений содержание аммиачного азота небольшое. В 70-летнем сосняке мшистом запас аммонийного азота в верхнем полуметровом слое почвы находится в пределах 28,5-55,1 кг/га (рисунок 5.3), в 25-летних культурах сосны - 20-40,1 кг/га (рисунок 5.4).



Первый вегетационный период Второй вегетационный период Третий вегетационный период

Рисунок 5.3 – Изменение запасов аммиачного азота в верхнем полуметровом слое почвы 70-летнего сосняка мшистого

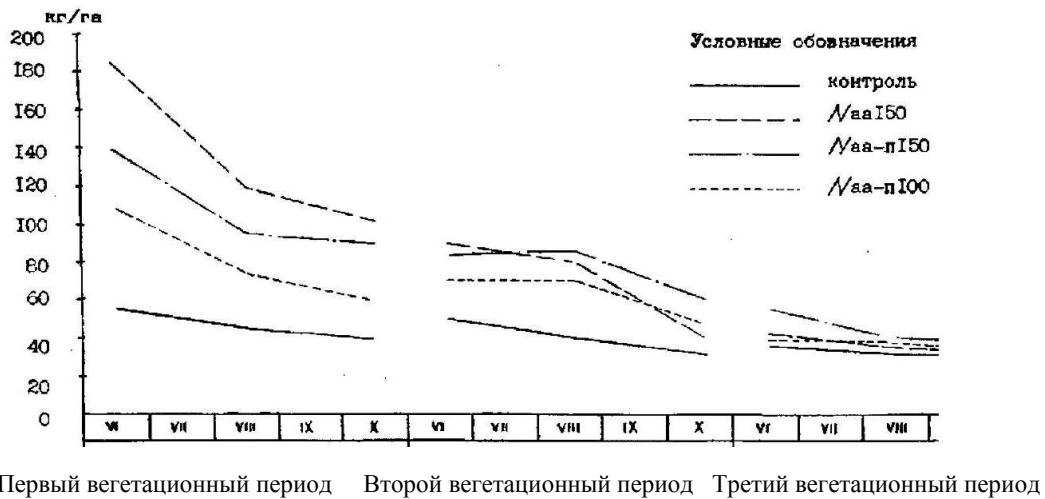


Рисунок 5.4 – Изменение запасов аммиачного азота в верхнем полуметровом слое почвы 25-летнего сосняка мшистого

Запас аммиачного азота в почве в течение вегетационного периода значительно изменяется. За период исследований максимальный запас этой формы азота наблюдался весной, к осени он уменьшается. Исключение составляет 25-летний сосняк мшистый, так как во второй вегетационный период исследований (1984 г.) максимальный запас аммонийного азота приходился на июль месяц (40,1 кг/га), минимальный - на октябрь (20,0 кг/га).

На контрольных вариантах опыта исследуемых насаждений содержание аммонийного азота небольшое. В 70-летнем сосняке мшистом запас аммонийного азота в верхнем полуметровом слое почвы находится в пределах 28,5-55,1 кг/га, в 25-летних культурах сосны – 20-40,1 кг/га. При весеннем сроке внесения азотных удобрений на контрольных вариантах опыта средний запас аммиачного азота в верхнем полуметровом слое почвы отличается в разные годы исследований. Следует отметить, что средний запас аммонийного азота в почве зависит от количества осадков. С увеличением количества осадков в течение вегетационного периода уменьшается запас азота в почве [172, 305].

При внесении аммиачной селитры в дозе 150 кг/га по действующему веществу в припевающее насаждение запас аммонийного азота через месяц после внесения на глубине 0-50 см в 3,4 раза был выше, чем на контроле. В 25-летнем

насаждении запас азота за этот же период в верхнем полуметровом слое почвы в 3,7 раза больше по сравнению с контролем. Наибольший запас аммонийного азота в это время зафиксирован в 0-20 см слое почвы.

К концу первого вегетационного периода, после внесения обычных минеральных удобрений, наблюдается снижение запаса аммиачного азота с 185,5 до 100,6 кг/га в верхнем 50 см слое почвы и увеличение его в нижнем. Повышенное содержание аммонийного азота на удобренных вариантах наблюдается в течение двух вегетационных периодов. К концу второго вегетационного периода запас аммиачного азота в верхнем полуметровом слое почвы находится почти на уровне контроля. В нижнем полуметровом слое почвы увеличение содержания аммиачного азота сохранилось и на третьем году исследований.

Нижний полуметровый слой почвы за период исследований по запасу аммиачного азота на вариантах опыта с удобрением пролонгированного действия практически не отличался от контроля (рисунок 5.5).

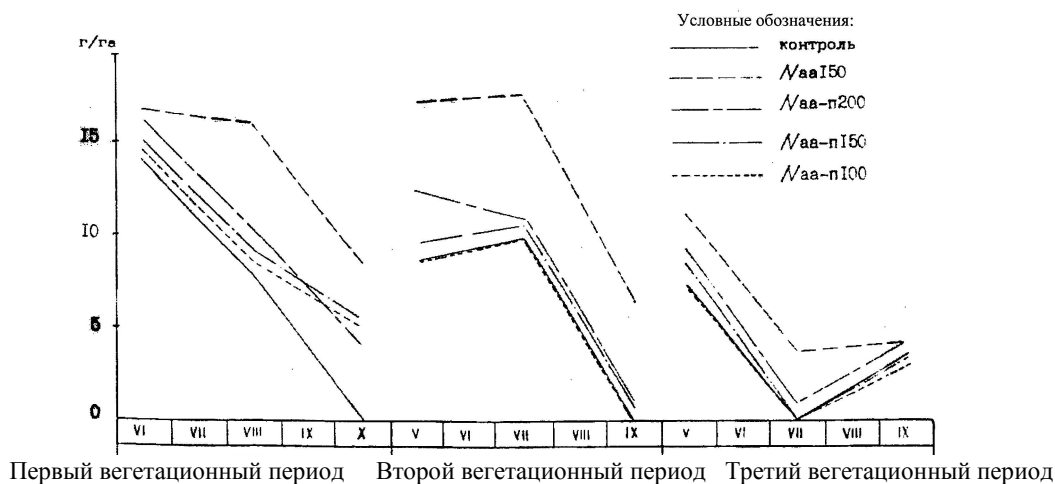


Рисунок 5.5 – Изменение запасов аммиачного азота в нижнем полуметровом слое почвы 25-летнего сосняка мшистого

На основании этого можно предположить, что внесение удобрений пролонгированного действия в различных дозах, способствует постепенному поступлению элементов питания в почву.

Внесение азотных удобрений осенью в 17-летние культуры сосны способствовало увеличению содержания аммиачного азота в почве. На рисунке 5.6 дана

динамика изменения запаса аммиачного азота в верхнем полуметровом слое почвы. Наиболее существенно по сравнению с контролем увеличился запас аммиачного азота при внесении аммиачной селитры.

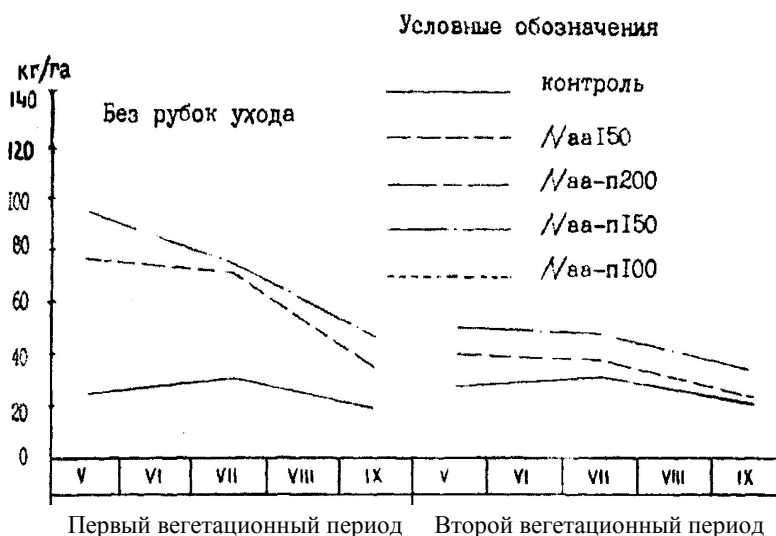


Рисунок 5.6 – Изменение запасов аммиачного азота в верхнем полуметровом слое почвы 17-летнего сосняка мшистого

В культурах сосны содержание аммиачного азота в верхнем полуметровом слое почвы на варианте Naа150 в 1,8 раза. В октябре следующего года содержание его в 0-50 см слое почвы не отличалось от контроля.

Внесение аммиачной селитры с покрытием КМ способствовало уменьшению содержания аммиачного азота в верхнем и, особенно в нижнем полуметровом слое почвы по сравнению с обычной формой тука (рисунок 5.7).

Нитратный азот в лесных почвах всех исследуемых насаждений на контрольных вариантах опыта отсутствовал. Внесение аммиачной селитры в лесные насаждения способствовало увеличению содержания нитратного азота в почве. Содержание нитратного азота в припевающем сосновом насаждении на варианте Naа150 колебалось от 0,3 до 12,1 мг/г абсолютно сухой почвы.

В варианте с удобрением пролонгированного действия, внесенном в такой же дозе, содержание нитратного азота уменьшилось до 0,3-4,1 мг/г почвы.

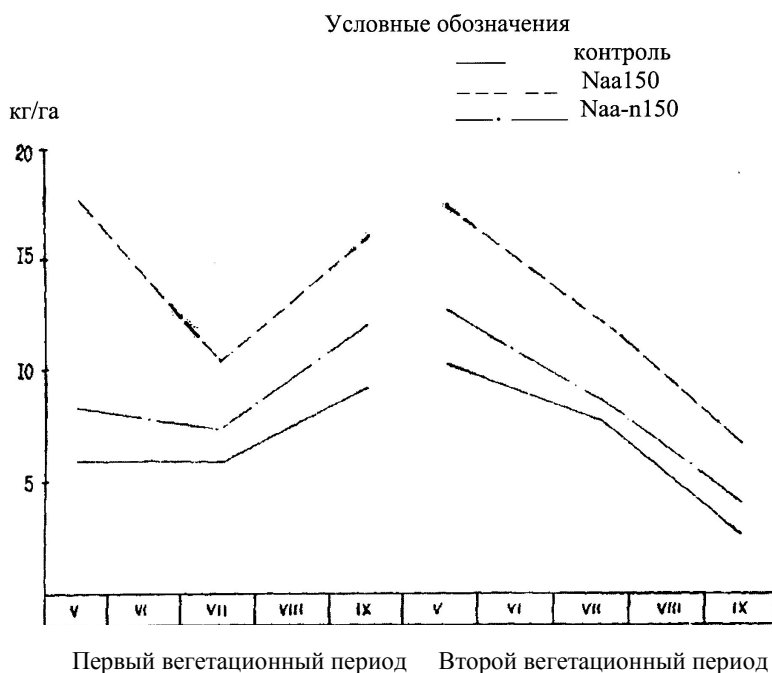


Рисунок 5.7 – Изменение запасов аммиачного азота в нижнем полуметровом слое почвы 17-летнего сосняка мшистого

На удобренных делянках 25-летних культур сосны содержание нитратного азота не превышало 8,7 мг/г абсолютно сухой почвы.

Через месяц после внесения аммиачной селитры запас нитратного азота в 50-см слое почвы 25-летних сосновых культур составил 19,1 кг/га. На варианте с удобрением пролонгированного действия в дозах 200, 150 и 100 кг/га действующего вещества запас нитратного азота в верхнем полуметровом слое почвы составил 11,9; 9,4 и 4,5 кг/га, соответственно. Повышенное содержание нитратного азота на всех опытных объектах по сравнению с контролем зафиксировано лишь в течение первого вегетационного периода после внесения минеральных удобрений. Незначительное количество нитратного азота было обнаружено весной следующего года после подкормки. На третьем году после внесения аммиачной селитры и аммиачной селитры с полимерным покрытием нами не отмечено увеличения содержания нитратного азота в верхнем и нижнем 50-см слое почвы. По данным В.С. Победова и И.М. Булавика [20, 180], в почве различных типов приспевающих сосновых насаждений после внесения аммиачной селитры в дозе 200 кг/га действующего вещества нитратный азот отмечен в течение первого вегетационного периода.

Следовательно, внесение азотных удобрений в виде аммиачной селитры и аммиачной селитры с полимерным покрытием КМ в приспевающем сосновом насаждении и культурах сосны в возрасте молодняков увеличивает запасы в почве как аммиачного, так и нитратного азота. Повышенное содержание азота сохраняется на второй и третий год после внесения азотных туков. Азот аммиачной селитры передвигается вниз по профилю почвы значительно быстрее, чем азот капсулированной аммиачной селитры. К концу первого вегетационного периода на варианте Naa150 азот удобрения передвигается по профилю почвы до глубины 1 м. Композиционный материал на гранулах аммиачной селитры позволяет обеспечить замедленное высвобождение питательных веществ в доступную корневой системе растений зону.

Анализируя радиальный прирост деревьев на высоте 1,3 м за пять лет до внесения минеральных удобрений, можно заметить, что он варьировал у отдельных стволов в значительных пределах. Так, в приспевающем сосняке мшистом он составлял от 1,7 до 15,5 мм, в 25-летних культурах – от 2,6 до 12,5 мм, в 17-летних культурах – 3,6-12,6 мм. При этом, количество деревьев с одинаковым радиальным приростом было различным по вариантам опыта, и это затрудняло их сопоставление. Поэтому все деревья были разбиты на две однородные группы по величине радиального прироста до внесения удобрения, одинаковые по вариантам опыта для исследуемого насаждения. Данная методика определения текущего прироста в хвойных насаждениях была разработана, апробирована и внедрена Булавином И.М. [285]. Для определения влияния удобрений на ширину годичных слоев в каждом из исследуемых сосновых насаждений сравнивались между собой только те деревья, которые относились к одинаковой группе до внесения удобрения. Это позволило нам устранить влияние неравномерности в распределении деревьев по вариантам опыта. При расчете текущего прироста сосновых насаждений в обеих группах мы учитывали доленое участие всех деревьев. Величина радиального прироста деревьев за пять лет до внесения удобрения на всех вариантах опыта в пределах одной группы почти одинакова (таблица 5.5).

Таблица 5.5 – Соотношение деревьев в исследуемых насаждениях по группам, %

| Возраст насаждения | I группа Количество деревьев | Ширина годовичных слоев, мм | II группа Количество деревьев | Ширина годовичных слоев, мм |
|--------------------|---------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| 70 лет | 56 | 3,0-5,9 | 44 | 6,0-8,9 |
| 25 лет | 45 | 2,4-5,9 | 55 | 6,0-9,5 |
| 17 лет | 37 | 4,0-6,9 | 63 | 7,0-9,9 |

Обработка дисперсионным анализом среднепериодического радиального прироста деревьев до внесения азотных удобрений показала недостоверное их различие. Поэтому мы обоснованно можем сравнивать прирост насаждений после внесения туков (таблица 5.6).

Таблица 5.6 – Результаты дисперсионного анализа ширины годовичных слоев сосновых насаждений за пять лет до внесения азотных удобрений

| Варианты опыта | Группа I | | | Группа II | | |
|---|-------------|------|---------------------|-------------|------|---------------------|
| | $m \pm m$ | V | t факт | $m \pm m$ | V | t факт |
| Сосняк мшистый, 70 лет | | | | | | |
| Контроль | 4,49 ± 0,13 | 17,1 | | 7,26 ± 0,20 | 13,7 | |
| Наа150 | 4,68 ± 0,12 | 17,0 | 1,09 | 7,09 ± 0,19 | 13,4 | 0,61 |
| Наа-п150 | 4,82 ± 0,15 | 13,2 | 1,67 0,70 | 7,30 ± 0,14 | 12,3 | 0,19 0,92 |
| Наа-п100 | 4,53 ± 0,13 | 19,6 | 0,22 0,85 1,45 | 7,12 ± 0,25 | 15,2 | 0,42 0,11 0,64 |
| Сосняк мшистый, 25 лет | | | | | | |
| Контроль | 4,95 ± 0,14 | 13,3 | | 7,13 ± 0,12 | 11,7 | |
| Наа150 | 4,98 ± 0,13 | 12,6 | 0,14 | 7,18 ± 0,16 | 14,2 | 0,23 |
| Наа-км200 | 5,13 ± 0,09 | 12,5 | 1,07 0,95 | 7,05 ± 0,17 | 12,5 | 0,40 0,55 |
| Наа-км150 | 4,85 ± 0,12 | 13,4 | 0,55 0,73 1,84 | 7,03 ± 0,13 | 12,1 | 0,57 0,72 0,09 |
| Наа-км100 | 4,96 ± 0,10 | 11,3 | 0,84 0,08 1,20 0,74 | 7,28 ± 0,19 | 13,0 | 0,66 0,41 0,90 1,08 |
| Сосняк мшистый, 17 лет | | | | | | |
| Контроль | 6,34 ± 0,17 | 10,2 | | 9,07 ± 0,15 | 10,7 | |
| Наа150 | 6,22 ± 0,21 | 15,6 | 0,43 | 8,99 ± 0,15 | 10,8 | 0,38 |
| Наа-км200 | 6,16 ± 0,17 | 15,7 | 0,77 0,24 | 9,06 ± 0,15 | 10,2 | 0,04 0,33 |
| Наа-км150 | 6,13 ± 0,17 | 15,2 | 0,87 0,33 0,10 | 8,98 ± 0,16 | 11,7 | 0,43 0,07 0,38 |
| Наа-км100 | 5,99 ± 0,14 | 10,8 | 1,62 0,92 0,77 0,65 | 9,02 ± 0,15 | 10,9 | 0,24 0,13 0,19 0,20 |
| Примечание: стандартные значения критерия Стьюдента равны: $t_{0,05} = 1,98$; $t_{0,01} = 2,62$; $t_{0,001} = 3,73$ | | | | | | |

Радиальный прирост деревьев за период действия удобрений в исследуемых сосновых насаждениях увеличился на 23-54% по сравнению с контролем. Макси-

мальное увеличение ширины годовых колец отмечено в 70-летнем сосняке мшистом на варианте $N_{aa-км} 150$ (49%), в 25-летних культурах – на варианте $N_{aa-км} 200$ (44%) и в 17-летних культурах сосны – $N_{aa-км} 200$ (54%) (таблица 5.7).

Наибольший радиальный прирост зафиксирован в 17-летних сосновых культурах при внесении удобрений пролонгированного действия 200 кг/га. Анализ радиального прироста за период исследований позволяет сделать вывод о снижении дозы внесения удобрений пролонгированного действия до 100 кг/га и получении аналогичного лесоводственного эффекта при внесении обычной аммиачной селитры в дозе 150 кг/га.

В первый год после подкормки в приспевающем сосняке мшистом ширина годовых колец на варианте с обычной аммиачной селитрой увеличилась по сравнению с контролем на 6,6%. На варианте с капсулированной аммиачной селитрой, внесенной в такой же дозе, увеличение годового слоя составило 22,3%. С уменьшением дозы внесения медленнодействующего азотного удобрения величина прибавки радиального прироста снижается до 19,8%. На второй год после внесения обычной аммиачной селитры зафиксировано максимальное увеличение радиального прироста (46,4%). На третьем году действия данной формы удобрений наблюдается снижение дополнительного радиального прироста до 32,8%. На вариантах с капсулированной аммиачной селитрой, внесенной в дозах 100 и 150 кг/га азота, происходит постепенное увеличение радиального прироста. Например, на вариантах $N_{aa-км} 150$ и $N_{aa-км} 100$ дополнительный радиальный прирост, на второй год после внесения удобрений, соответственно составил 34,3% и 40,4%. На третьем году действия азотных удобрений с полимерным покрытием эта величина составила соответственно 58,1% ($N_{aa-км} 150$) и 45,7% ($N_{aa-км} 100$).

Иная картина изменения радиального прироста по годам отмечена в 25-летних культурах сосны. На варианте с обычной аммиачной селитрой происходит увеличение радиального прироста с 15,3% до 26,6% и далее до 35,8%.

Таблица 5.7 – Показатели ширины годичных слоев и до-полнительного радиального прироста сосновых насажде-ний при внесении азотных удобрений

| Варианты опыта | | Ширина годичного слоя, мм | | | | | | | | | | Дополнитель-ный радиальный прирост | |
|--------------------------------|---|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------------------------|------------------------------------|----|
| | | За 5 лет до опыта | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | Итого за пе-риод наблю-дений | мм | % |
| Сосняк мшистый, 70 лет (8 лет) | | | | | | | | | | | | | |
| Контроль | 1 | 5,70 | 1,21 | 0,99 | 1,05 | 1,10 | 1,12 | 1,08 | 1,03 | 1,05 | 8,63±0,34 | - | - |
| Наа150 | 2 | 5,74 | 1,29 | 1,45 | 1,39 | 1,52 | 1,47 | 1,35 | 1,10 | 1,05 | 10,62±0,093 | 1,99 | 23 |
| Наа-км150 | 3 | 5,91 | 1,48 | 1,33 | 1,66 | 2,00 | 2,35 | 1,36 | 1,10 | 1,06 | 12,84±0,105 | 4,21 | 49 |
| Наа-км 100 | 4 | 5,67 | 1,45 | 1,39 | 1,53 | 1,74 | 1,71 | 1,33 | 1,10 | 1,06 | 11,31±0,166 | 2,68 | 31 |
| Сосняк мшистый, 25 лет (8 лет) | | | | | | | | | | | | | |
| Контроль | 1 | 6,15 | 1,43 | 1,24 | 1,20 | 1,26 | 1,25 | 1,28 | 1,26 | 1,28 | 10,20±0,171 | - | - |
| Наа150 | 2 | 6,19 | 1,65 | 1,57 | 1,63 | 2,35 | 2,05 | 1,90 | 1,27 | 1,28 | 13,70±0,11 | 3,50 | 34 |
| Наа-км 200 | 3 | 6,19 | 1,81 | 1,81 | 1,60 | 2,40 | 2,48 | 1,92 | 1,36 | 1,28 | 14,66±0,13 | 4,46 | 44 |
| Наа-км 150 | 4 | 6,05 | 1,84 | 1,59 | 1,51 | 2,58 | 2,20 | 1,88 | 1,30 | 1,28 | 14,18±0,129 | 3,98 | 39 |
| Наа-км 100 | 5 | 6,23 | 1,80 | 1,62 | 1,43 | 2,56 | 2,14 | 1,92 | 1,27 | 1,28 | 14,02±0,094 | 3,82 | 37 |
| Сосняк мшистый, 17 лет (7 лет) | | | | | | | | | | | | | |
| Контроль | 1 | 8,06 | - | 1,63 | 2,01 | 2,08 | 1,12 | 1,10 | 1,23 | 1,33 | 10,50±0,42 | - | - |
| Наа150 | 2 | 7,96 | - | 1,99 | 2,46 | 3,20 | 2,48 | 2,19 | 1,25 | 1,33 | 14,90±0,141 | 4,40 | 42 |
| Наа-км 200 | 3 | 7,99 | - | 2,07 | 2,87 | 3,51 | 2,64 | 2,33 | 1,44 | 1,33 | 16,19±0,65 | 5,69 | 54 |
| Наа-км 150 | 4 | 7,93 | - | 2,06 | 2,44 | 3,32 | 2,60 | 2,21 | 1,30 | 1,33 | 15,26±0,13 | 4,76 | 45 |
| Наа-км 100 | 5 | 7,90 | - | 1,99 | 2,30 | 3,29 | 2,55 | 2,19 | 1,24 | 1,33 | 14,89±0,121 | 4,39 | 42 |

В первый год действия туков на варианте с обычной аммиачной селитрой радиальный прирост по отношению к контролю имел прибавку 22,1% на варианте $N_{aa-КМ}200$ – 27,0%, на варианте $N_{aa-КМ}150$ – 26,4% и $N_{aa-КМ}100$ – 22,1%. На второй год действия азотных удобрений увеличение радиального прироста было зафиксировано на 22,4%; 42,8%; 21,4 % и 14,4% соответственно вариантам опыта.

Полученные данные радиального прироста древесины сосновых насаждений обработаны с помощью математической статистики. В таблице 5.8 представлены фактические значения критерия Стьюдента, по которому можно определять достоверность различия между вариантами опыта.

Таблица 5.8 – Фактические значения критерия Стьюдента по влиянию доз вносимых удобрений пролонгированного действия на радиальный прирост древесины

| Сравниваемые варианты опыта | Фактические значения радиального прироста древесины по критерию Стьюдента | | |
|-----------------------------|---|--------------------------|--------------------------|
| | сосняк мшистый 70 лет | сосняк мшистый 25 лет | сосняк мшистый 17 лет |
| 1-2 | -7,986 | -10,42 | -7,67 |
| 1-3 | -6,573 | -4,73 | -6,71 |
| 1-4 | -7,873 | -13,07 | -8,903 |
| 1-5 | - | -13,88 | -7,73 |
| 2-3 | -3,54 | -7,97 | -2,74 |
| 2-4 | -0,892 | -4,01 | -2,65 |
| 2-5 | - | -3,128 | 0,076 |
| 3-4 | -3,18 | 3,692 | -1,983 |
| 3-5 | - | 5,664 | 2,77 |
| 4-5 | - | 1,42 | 2,937 |

Примечание: табличное значение критерия Стьюдента 2,766

В 70-летнем сосняке мшистом радиальный прирост древесины значительно отличается между контролем и всеми вариантами опыта. Достоверность различий радиального прироста древесины получена между внесением обычной аммиачной селитры в дозе 150 кг/га и удобрением пролонгированного действия в такой же дозе ($t_{факт.} = - 3,54$). Предположение о значительном различии между вариантами опытов 2-4 не подтвердилось. Таким образом, наибольший радиальный прирост древесины получен при использовании удобрения пролонгированного действия.

В 25-летнем сосняке мшистом радиальный текущий прирост древесины достоверен между всеми вариантами опыта, кроме 4-5.

В 17-летнем сосняке мшистом различия радиального прироста не достоверны между вариантами опыта 2-3, 2-5, 3-4 и 3-5. При сравнении всех других вариантов опыта различия по радиальному приросту достоверны.

Результаты исследований влияния формы и дозы вносимых удобрений на текущий прирост сосновых насаждений приведены в таблице 5.9.

Таблица 5.9 – Текущий прирост древесины сосновых насаждений в зависимости от формы и дозы вносимых удобрений

| Варианты опыта | | Текущий прирост древесины | | Дополнительный текущий прирост, м ³ /га |
|-----------------------------------|---|---------------------------|--------|--|
| | | м ³ /га | % | |
| Сосняк мшистый, 70 лет (за 8 лет) | | | | |
| Контроль | 1 | 52,99±4,53 | 100,00 | - |
| Naа150 | 2 | 61,11±3,14 | 116,46 | 8,12 |
| Naа-км150 | 3 | 63,26±2,73 | 119,38 | 10,27 |
| Naа-км100 | 4 | 62,24±2,18 | 117,46 | 9,25 |
| Сосняк мшистый, 25 лет (за 8 лет) | | | | |
| Контроль | 1 | 105,56±4,61 | 100,00 | - |
| Naа150 | 2 | 120,32±7,76 | 113,98 | 14,76 |
| Naа-км200 | 3 | 129,97±9,32 | 123,12 | 24,41 |
| Naа-км150 | 4 | 125,12±2,55 | 118,53 | 19,56 |
| Naа-км100 | 5 | 123,52±2,83 | 117,01 | 17,96 |
| Сосняк мшистый, 17 лет (за 7 лет) | | | | |
| Контроль | 1 | 133,86±4,80 | 100,00 | - |
| Naа150 | 2 | 162,04±7,23 | 121,1 | 28,18 |
| Naа-км200 | 3 | 177,77±14,06 | 132,8 | 43,91 |
| Naа-км150 | 4 | 166,39±8,88 | 124,3 | 32,53 |
| Naа-км100 | 5 | 161,92±2,97 | 120,96 | 28,06 |

Анализ полученных данных показывает, что внесение удобрений пролонгированного действия в дозе 100 кг/га оказывает влияние на текущий прирост древесины аналогичный внесению обычной аммиачной селитры в дозе 150 кг/га.

Нами установлено, что максимальная прибавка текущего прироста из трех исследуемых насаждений приходится при внесении обычных удобрений пролонгированного действия в 17-летние сосновые насаждения (121-133%). Второе ме-

сто по величине дополнительного прироста древесины занимают 25-летние насаждения (114-123%), и на третьем – 70-летний сосняк мшистый (116-119%).

Внесение азотных удобрений пролонгированного действия способствует снижению дозы их внесения на 30% при получении аналогичного текущего прироста древесины с использованием аммиачной селитры в дозе 150 кг/га.

Проверку гипотезы о равенстве средних значений текущего прироста древесины при различных дозах и формах вносимых удобрений проверяли с помощью критерия Стьюдента при уровне значимости 0,05 и малой выборке ($n=3$). Табличное значение критерия Стьюдента $t_{0,05}=2,766$. Фактические значения критерия Стьюдента приведены в таблице 5.10.

Таблица 5.10 – Значение критерия Стьюдента по влиянию форм и доз вносимых удобрений на текущий прирост древесины

| Сравнение вариантов опыта | Текущий прирост | | |
|---------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | Сосняк мшистый, 70 лет | Сосняк мшистый, 25 лет | Сосняк мшистый, 17 лет |
| 1-2 | -2,237 | -2,31 | -4,59 |
| 1-3 | -2,746 | -3,32 | -4,181 |
| 1-4 | -2,602 | -5,24 | -3,83 |
| 1-5 | - | -4,695 | -7,026 |
| 2-3 | -0,5268 | -1,128 | -1,407 |
| 2-4 | -0,196 | -0,8304 | -0,336 |
| 2-5 | - | -0,548 | 0,0217 |
| 3-4 | 0,413 | 0,7101 | 0,918 |
| 3-5 | - | 0,9361 | 1,56 |
| 4-5 | - | 0,594 | 0,408 |

Сравнивая фактические и табличное значения критерия Стьюдента для 70-летнего сосняка мшистого, можно утверждать, что по текущему приросту древесины различия между контролем и внесением всех форм и доз минеральных удобрений, а также между внесением обычной аммиачной селитры в дозе 150 кг/га и аналогичной дозе удобрений пролонгированного действия незначительны.

Для 25-летнего сосняка мшистого различия достоверны между контролем и внесением обычной аммиачной селитры в дозе 150 кг/га и удобрений пролонгированного действия в дозах 100, 150 и 200 кг/га. Незначительные различия полу-

чены между внесением обычной аммиачной селитры в дозе 150 кг/га и пролонгированных в дозе 100, 150 и 200 кг/га.

Для 17-летнего сосняка мшистого различия достоверны между контролем и внесением обычной аммиачной селитры в дозе 150 кг/га и удобрений пролонгированного действия в дозах 100, 150 и 200 кг/га. Незначительные различия получены между внесением обычной аммиачной селитры в дозе 150 кг/га и пролонгированных в дозе 100, 150 и 200 кг/га.

5.3 Непродуктивные потери азота при использовании удобрений пролонгированного действия в сосновых насаждениях

Для построения рациональной системы удобрения лесов, обеспечивающей наиболее полное использование древесными растениями внесенных питательных элементов, необходимо учитывать размеры их потерь, в первую очередь газообразных потерь азота. Отличительная особенность внесения минеральных удобрений в лесные биоценозы, в отличие от сельскохозяйственных, заключается в том, что их вносят на поверхность почвы без последующей заделки. Такое внесение удобрений при определенных гидротермических условиях может привести к значительным газообразным потерям азота [20, 180].

Непроизводительные потери азота из традиционных форм азотных удобрений снижают коэффициент использования азота лесонасаждениями. В связи с этим важно найти надежные способы и методы предотвращения непродуктивных потерь азота из удобрений с инфильтрационными водами и улетучивания аммиака в газообразной форме. Одним из перспективных способов снижения потерь азота является применение удобрений пролонгированного действия, что имеет большое значение для народного хозяйства как с точки зрения повышения эффективности использования минеральных удобрений, так и с точки зрения охраны окружающей среды. Установлены величины газообразных потерь азота из обычных и удобрений пролонгированного действия при осеннем и весеннем их внесении в различные по возрасту сосновые насаждения [303-305].

Изучение газообразных потерь азота в виде аммиака при весеннем сроке внесения удобрений осуществляли в 17-летних сосновых культурах на опытных делянках размером 4x5 м. Между опытными делянками оставляли защитные полосы шириной 2 м. Лесоводственно-таксационная характеристика насаждения: тип леса – сосняк мшистый, I класс бонитета, средний диаметр 8,4, средняя высота 7,9 м, запас древесины 83 м³/га, число стволов 3124 шт./га. Почва опытного участка дерново-подзолистая слабоподзоленная, развивающаяся на песке связном мелкозернистом. Агрохимические показатели почвы гумусоаккумулятивного

горизонта: $pH_{\text{сол}}$ 4,3, гумус 1,22%, валовый азот 0,08%, валовый фосфор 0,04%, легкогидролизуемый азот 3,1 мг/100 г почвы. Минеральные удобрения на опытные делянки внесены 13 мая 1987 года вручную путем равномерного разбрасывания по поверхности почвы без последующей заделки. Повторность в опыте 5-кратная. Схема опыта: контроль (без удобрений), N_M150 ; $N_{M-П}150$ (1) – мочевины с покрытием МФС; $N_{M-П}150$ (2) – мочевины с защитным покрытием на основе фосфатов кальция и магния, содержащим молибден; $N_{MC}150$ – супергранулы мочевины; $N_{MC-П}150$ – супергранулы мочевины с покрытием; $N_{AA}150$; $N_{AA-П}150$ – с покрытием МФС. Продолжительность опыта 69 дней. Максимальная влажность лесной подстилки составила 113%, минимальная – 48%. Влажность почвы на глубине 0-5 см колебалась от 5 до 19% на абс. сухое вещество (таблица 5.11). Значительное варьирование гидротермических показателей оказало влияние и на динамику выделения аммиака из почвы. Выделение аммиака из почвы на контрольном варианте опыта колебалось от 6 до 11 г/га в час. На удобренных вариантах опыта обычной мочевиной и супергранулами мочевины без покрытия потери азота в форме аммиака зафиксированы на следующий день после внесения. Величина потерь азота на этих вариантах превышает более чем в 4 раза (таблица 5.12). Наиболее интенсивные потери азота из удобрений наблюдаются в первые 10 дней после внесения N_M150 и $N_{MC}150$.

При увеличении количества атмосферных осадков уменьшается количество выделенного аммиака. Из всех форм азотных удобрений наибольшие потери азота отмечены на варианте с супергранулой мочевины (таблица 5.13). Несколько меньшие потери аммиака (14% от дозы) получены на варианте N_M150 . Потери азота в газообразной форме из капсулированной супергранулы были минимальными (1,2 кг/га) и не превышали 1% от внесенной дозы. Сравнивая величину потерь аммиака в зависимости от состава покрытия гранул мочевины, можно заметить, что она колеблется незначительно.

Нами изучены газообразные потери азота из минеральных удобрений при весеннем сроке внесения в приспевающий сосняк мшистый.

Таблица 5.11 – Гидротермические показатели на опытном объекте Корневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси

| Показатель | Май | | | | | | | | | | Июнь | | | | | | | Июль | | | | |
|--|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|----|----|----|----|----|----|------|----|----|----|----|
| | 14 | 15 | 16 | 17 | 19 | 21 | 23 | 25 | 28 | 31 | 2 | 7 | 12 | 16 | 24 | 28 | 30 | 3 | 7 | 12 | 16 | 20 |
| Среднесуточная температура воздуха, °С | 18 | 13 | 13 | 16 | 15 | 20 | 16 | 10 | 10 | 13 | 12 | 19 | 20 | 23 | 19 | 21 | 18 | 21 | 18 | 16 | 17 | 17 |
| Количество осадков за сутки, мм | 0 | 5 | 0 | 8 | 0 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 4 | 1 | 0 |
| Влажность лесной подстилки, % | 53 | 80 | 71 | 79 | 61 | 49 | 51 | 74 | 66 | 86 | 113 | 62 | 53 | 48 | 60 | 51 | 68 | 50 | 53 | 75 | 70 | 56 |
| Влажность почвы на глубине 0-5 см, % | 7 | 12 | 8 | 14 | 10 | 5 | 6 | 10 | 13 | 13 | 19 | 17 | 13 | 9 | 6 | 5 | 11 | 7 | 6 | 15 | 12 | 10 |

Таблица 5.12 – Динамика выделения аммиака в зависимости от формы удобрений, г/га в час.

| Вариант | Май | | | | | | | | | | Июнь | | | | | | | Июль | | | | |
|---------------------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|----|----|----|----|----|----|------|----|----|----|----|
| | 14 | 15 | 16 | 17 | 19 | 21 | 23 | 25 | 28 | 31 | 2 | 7 | 12 | 16 | 24 | 28 | 30 | 3 | 7 | 12 | 16 | 20 |
| Контроль | 9 | 7 | 8 | 6 | 7 | 8 | 7 | 7 | 7 | 9 | 6 | 9 | 9 | 8 | 7 | 9 | 10 | 11 | 10 | 7 | 7 | 7 |
| N _М 150 | 40 | 56 | 53 | 45 | 41 | 57 | 35 | 27 | 19 | 14 | 10 | 13 | 16 | 35 | 14 | 18 | 16 | 11 | 11 | 8 | 7 | 7 |
| N _{М-КМ} 150 (1) | 9 | 8 | 11 | 7 | 10 | 14 | 12 | 10 | 11 | 12 | 10 | 12 | 16 | 15 | 9 | 13 | 14 | 14 | 17 | 8 | 7 | 7 |
| N _{М-КМ} 150 (2) | 9 | 10 | 12 | 7 | 8 | 8 | 12 | 9 | 8 | 10 | 9 | 12 | 11 | 8 | 7 | 10 | 10 | 11 | 10 | 7 | 7 | 7 |
| N _{М-КМ} 150 (3) | 9 | 9 | 11 | 8 | 10 | 9 | 14 | 12 | 9 | 10 | 8 | 11 | 14 | 12 | 7 | 11 | 10 | 13 | 11 | 7 | 9 | 7 |
| N _{МС-КМ} 150 | 9 | 7 | 8 | 6 | 7 | 8 | 9 | 8 | 9 | 10 | 7 | 10 | 9 | 9 | 7 | 13 | 14 | 12 | 11 | 8 | 9 | 8 |
| N _{МС} 150 | 40 | 72 | 44 | 50 | 43 | 86 | 59 | 34 | 27 | 19 | 30 | 14 | 18 | 45 | 16 | 19 | 17 | 16 | 14 | 10 | 13 | 11 |

Таблица 5.13 Потери аммиака из почвы в зависимости от формы удобрений при весеннем сроке внесения в 17-летний сосняк мшистый

| Варианты | Выделилось аммиака | Потери аммиака из удобрений | Потери аммиака | |
|---------------------------|--------------------|-----------------------------|----------------|-------|
| | | | г/га в сутки | кг/га |
| Контроль | 144±11 | - | - | - |
| N _М 150 | 452±49 | 308 | 21,3 | 14 |
| N _{М-кМ} 150 (1) | 200±18 | 56 | 3,9 | 3 |
| N _{М-кМ} 150 (2) | 166±14 | 22 | 1,5 | 1 |
| N _{М-кМ} 150 (3) | 180±13 | 36 | 2,5 | 2 |
| N _{МС-кМ} 150 | 162±13 | 18 | 1,2 | 1 |
| N _{МС} 150 | 571±64 | 427 | 29,5 | 20 |

Лесоводственно-таксационная характеристика насаждения: возраст 70 лет, полнота 0,9, бонитет -II, средняя высота 20,6 м, средний диаметр 30,2 см, запас древесины 293 м³/га.

Агрохимическая характеристика гумусоаккумулятивного горизонта почвы: рН_{сол} 3,8, гумус 1,8%, легкогидролизуемый азот 4,7 мг/100 г почвы, подвижные формы – Р₂О₅ 7,4 мг/100 г почвы, К₂О 4,1 мг/100 г почвы. За период исследований температура воздуха в лесу в 12 ч дня колебалась от 12,8 до 23,6 °С; температура почвы на глубине 5 см – от 10,6 до 15,1 °С, соответственно. Минимальная влажность лесной подстилки равнялась 49,5%, максимальная – 149,6%. Влажность почвы на глубине 5 см колебалась от 8,5 до 27,7% на абсолютно сухое вещество. Суточный объем осадков в течение опыта колебался от 0 до 32,1 мм (таблица 5.14).

Существенное варьирование влажности лесной подстилки и почвы, а также температуры воздуха и почвы в период проведения опыта отразилось на динамике выделения аммиака из почвы. Например, выделение аммиака на контрольных делянках за период опыта колебалось от 7,9 до 15,1 г/га в час. Необходимо отметить, что выделение аммиака на удобренных вариантах опыта резко увеличилось уже на второй день после посева туков. Наиболее интенсивные потери азота в

Таблица 5.14 – Гидротермические показатели в 70-летнем сосняке мшистом в Ветковском лесничестве Гомельского лесхоза

| Показатели | Май | | | | Июнь | | | | | | | | | | Июль | | | | Август | |
|---|-----|----|----|----|------|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|------|----|----|-----|--------|----|
| | 28 | 29 | 30 | 31 | 1 | 2 | 4 | 6 | 7 | 11 | 15 | 18 | 20 | 27 | 1 | 3 | 5 | 11 | 3 | 6 |
| Температура воздуха в 12 ⁰⁰ | 18 | 22 | 18 | 22 | 21 | 18 | 19 | 19 | 22 | 12 | 13 | 16 | 20 | 14 | 18 | 14 | 14 | 14 | 22 | 24 |
| Среднесуточная температура воздуха | 16 | 20 | 19 | 20 | 17 | 16 | 18 | 20 | 20 | 11 | 13 | 15 | 17 | 14 | 14 | 14 | 13 | 18 | 18 | 19 |
| Температура почвы на глубине 0-5 см в 12 ⁰⁰ | 12 | 13 | 13 | 14 | 14 | 12 | 13 | 14 | 15 | 12 | 11 | 12 | 13 | 13 | 13 | 11 | 11 | 14 | 15 | 15 |
| Влажность лесной подстилки | 70 | 72 | 58 | 60 | 63 | 61 | 58 | 62 | 64 | 67 | 95 | 89 | 102 | 121 | 90 | 77 | 77 | 119 | 79 | 68 |
| Влажность почвы на глубине 0-5 см | 12 | 13 | 16 | 15 | 23 | 23 | 12 | 11 | 10 | 14 | 17 | 14 | 12 | 28 | 18 | 16 | 15 | 29 | 15 | 10 |
| Количество осадков за сутки, мм | 0 | 0 | 0 | 8 | 13 | 81 | 0 | 0 | 1 | 0 | 7 | 32 | 17 | 6 | 0 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Примечание: вследствие громоздкости таблицы некоторые сроки наблюдений не помещены. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

форме аммиака на варианте с карбамидом наблюдались в первые 10 суток опыта (таблица 5.15). Выделение аммиака на варианте с сульфатом аммония несущественно уступало варианту с карбамидом. Из традиционных форм азотных удобрений самые низкие потери азота в форме аммиака отмечены на варианте с нитратом аммония. Улетучивание азота в виде аммиака на вариантах с дозами удобрений пролонгированного действия существенно не отличалось от выделения $N-NH_3$ на контрольных делянках.

Среднесуточное выделение аммиака на удобренных вариантах достоверно выше, чем на контроле. Достоверна разница в потерях азота между вариантами с карбамидом и нитратом аммония, а также между вариантами с сульфатом и нитратом аммония $t(3-4) = 3,82$ (таблица 5.16). Однако различие в улетучивании азота между вторым и третьим вариантами недостоверно ($t(2-3) = 1,47$). Недостоверна также разница в потерях аммиака между вариантами с дозами медленнодействующих (капсулированных) азотных туков ($t(5-6) = 1,13$). Из данных, приведенных в таблице видно, что газообразные потери азота в форме аммиака на варианте с карбамидом за 70 сут. опыта составили 13% от величины дозы, на варианте с сульфатом аммония 11%. Самые низкие потери из изучаемых традиционных форм азотных удобрений получены на варианте с нитратом аммония. Выделение аммиака из аммиачной селитры с полимерным покрытием не превышало 1% от внесенной дозы (таблица 5.17). Следовательно, величина газообразных потерь азота на дерново-подзолистой песчаной почве под пологом сосняка мшистого зависит от формы туков. Так, на варианте с карбамидом, внесенном в дозе 150 кг/га д. в., за 70 суток из почвы улетучилось – 19 кг/га азота, что составляет 13% от дозы. Из сульфата аммония, внесенного в такой же дозе, потери азота составили 16 кг/га, или 11%. Самые низкие потери из наиболее распространенных форм азотных удобрений получены при внесении нитрата аммония, они не превышали 7%.

Таблица 5.15 – Динамика выделения аммиака в зависимости от формы и дозы удобрения в 70-летнем сосняке мшистом, г/га в час (удобрение внесено 28.05.1984 г.)

| Варианты | Май | | | Июнь | | | | | | | | | | Июль | | | | Август | |
|-----------|-----|----|----|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|----|----|----|--------|----|
| | 28 | 30 | 31 | 1 | 2 | 4 | 6 | 7 | 11 | 15 | 18 | 20 | 27 | 1 | 3 | 5 | 11 | 3 | 6 |
| Контроль | 11 | 12 | 15 | 12 | 14 | 12 | 10 | 12 | 9 | 11 | 14 | 8 | 10 | 10 | 13 | 11 | 14 | 13 | 13 |
| Nm150 | 32 | 41 | 37 | 43 | 42 | 34 | 36 | 40 | 27 | 25 | 29 | 12 | 11 | 20 | 25 | 29 | 17 | 15 | 13 |
| Na150 | 36 | 31 | 35 | 27 | 27 | 27 | 21 | 34 | 27 | 29 | 30 | 23 | 12 | 30 | 23 | 29 | 19 | 16 | 13 |
| Naa150 | 22 | 25 | 29 | 31 | 37 | 30 | 27 | 25 | 20 | 19 | 20 | 18 | 12 | 12 | 17 | 19 | 15 | 14 | 13 |
| Naa-км150 | 11 | 12 | 15 | 15 | 14 | 15 | 11 | 15 | 13 | 15 | 14 | 8 | 10 | 10 | 14 | 11 | 15 | 13 | 13 |
| Naa-км150 | 11 | 12 | 15 | 15 | 14 | 15 | 10 | 15 | 13 | 15 | 14 | 8 | 10 | 10 | 13 | 11 | 14 | 13 | 13 |

Примечание: Потери аммиачного азота рассчитаны на элементарный азот.

Таблица 5.16 – Среднесуточное выделение аммиака при весеннем внесении в 70-летний сосняк мшистый в зависимости от формы удобрений, г/га

| Вариант | M±m | V | t | | F | % от дозы |
|--------------------|--------|----|---------|---------------------|---------------|-----------|
| | | | частный | в сравнении попарно | | |
| Контроль | 215±13 | 16 | 4,02 | t (1-2)=12,15 | F (1-2)=29,04 | 100 |
| N _M 150 | 483±70 | 38 | 21,68 | t (2-4)=4,42 | F (2-4)=2,29 | 225 |
| Na150 | 445±46 | 27 | 14,16 | t(1-3)=16,43 | F (1-3)=12,38 | 207 |
| Naa150 | 368±46 | 33 | 14,34 | t (1 -4)=10,27 | F (1-4)=12,69 | 171 |
| Naa-км150 | 234±14 | 16 | 4,48 | t (1-5)=3,15 | F (1-5)=1,24 | 109 |
| Naa-км100 | 227±14 | 16 | 4,29 | t (1- 6)=2,04 | F (1-6)=1,13 | 106 |

Примечание: стандартные значения критерия Стьюдента $t(0,05)=1,960$, $F(0,01)=2,576$, стандартные значения критерия Фишера $F(0,05)=1,100$

Таблица 5.17 – Потери аммиака в зависимости от формы удобрений при весеннем сроке внесения

| Вариант | Выделилось N-NH ₃ | Потери N-NH ₃ из удобрений | Продолжительность опыта, дни | Потери N-NH ₃ | |
|--------------------|------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|--------------------------|-----------|
| | г/га в сутки | | | кг/га | % от дозы |
| Контроль | 215 | - | 70 | - | - |
| N _M 150 | 483 | 268 | 70 | 18,8 | 13 |
| Na150 | 445 | 230 | 70 | 16,1 | 11 |
| Naa150 | 368 | 153 | 70 | 10,7 | 7 |
| Naa-км150 | 234 | 19 | 70 | 1,3 | 1 |
| Naa-км100 | 227 | 12 | 70 | 0,8 | 1 |

Газообразные потери азота в форме аммиака из аммиачной селитры, покрытой мочевиноформальдегидной смолой, не превышают 1% от внесенного количества. При этом увеличение дозы нитрата аммония с полимерным покрытием со 100 до 150 кг/га д. в. не привело к достоверному увеличению газообразных потерь азота из лесных почв.

Нами исследовано влияние осеннего срока внесения обычных удобрений пролонгированного действия на величину газообразных потерь азота. При осеннем сроке внесения разных форм азотных удобрений в молодых культурах сосняка мшистого насаждение характеризовалось следующими лесоводственно-таксационными показателями: тип леса - сосняк мшистый, I класс бонитета, средний диаметр 8,4 см, средняя высота 7,9 м, запас древесины 83 м³/га, число стволов 3124 шт./га. Почва – дерново-подзолистая слабоподзоленная, развивающаяся па

песке связном мелкозернистом. Агрохимические показатели почвы гумусоаккумулятивного горизонта: $pH_{\text{кол}} - 4,3$; гумус – 1,22%; валовый азот – 0,08%; валовый фосфор – 0,04; легкогидролизуемый азот – 3,1 мг/100 г, подвижные формы P_2O_5 – 8,3 мг, K_2O – 1,2 мг/100 г.

Минеральные удобрения на опытные делянки внесены 9 октября 1987 г. вручную путем равномерного разбрасывания по поверхности почвы без последующей заделки. Повторность опыта 5-кратная. Схема опыта: контроль (без удобрений); N_M150 ; $N_{KM}150$ (1) – мочевины с покрытием МФС; $N_{KM}150$ (2) – мочевины с защитным покрытием на основе фосфатов кальция и магния, содержащим молибден; $N_{MC}150$ – супергранулы мочевины; $N_{MC-KM}150$ – супергранулы мочевины с покрытием; $N_{aa}150$; $N_{aa-KM}150$ – с покрытием МФС. Продолжительность опыта – 36 дней.

Среднесуточная температура воздуха равнялась 0°C , количество атмосферных осадков 1 мм.

Из таблицы 5.18 видно, что в октябре выпал только 1 мм осадков. В ноябре количество осадков составило 11 мм. Влажность почвы на глубине 0-5 см в октябре была несколько ниже, чем в ноябре, и колебалась от 4 до 8%.

Таблица 5.18 – Гидротермические показатели в течение опыта в Корневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси (удобрение внесено 09.10.1987 г.)

| Показатель | Октябрь | | | | | | | | Ноябрь | | | | |
|--|---------|----|----|----|----|----|----|----|--------|----|----|----|----|
| | 10 | 11 | 12 | 13 | 15 | 19 | 22 | 26 | 1 | 4 | 7 | 11 | 14 |
| Среднесуточная температура воздуха, $^\circ\text{C}$ | 11 | 9 | 8 | 8 | 10 | 7 | 5 | 3 | 1 | 2 | 2 | -5 | 3 |
| Количество осадков за сутки, мм | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 8 |
| Влажность лесной подстилки, % | 47 | 59 | 51 | 46 | 63 | 50 | 48 | 62 | 56 | 79 | 68 | 52 | 59 |
| Влажность почвы на глубине 0-5 см, % | 4 | 6 | 6 | 5 | 8 | 5 | 6 | 4 | 7 | 9 | 8 | 6 | 9 |

Выделение аммиака из почвы в контрольном варианте опыта не превышало 15 г/га в час (таблица 5.19), минимальное значение составило 5 г/га в час.

Таблица 5.19 – Динамика выделения аммиака в зависимости от формы удобрений, г/ га в час (удобрение внесено 09.10.1987)

| Вариант | Октябрь | | | | | | | | Ноябрь | | | | | Среднее |
|---------------------------|---------|----|----|----|----|----|----|----|--------|----|----|----|----|---------|
| | 10 | 11 | 12 | 13 | 15 | 19 | 22 | 26 | 1 | 4 | 7 | 11 | 14 | |
| Контроль | 13 | 14 | 10 | 12 | 12 | 14 | 11 | 15 | 12 | 9 | 8 | 5 | 10 | 11 |
| N _М 150 | 29 | 57 | 39 | 52 | 31 | 22 | 39 | 48 | 21 | 17 | 43 | 10 | 10 | 32 |
| N _{М-кМ} 150 (1) | 19 | 10 | 13 | 17 | 25 | 18 | 16 | 19 | 22 | 13 | 10 | 7 | 14 | 16 |
| N _{М-кМ} 150 (2) | 17 | 17 | 15 | 18 | 12 | 17 | 18 | 24 | 16 | 14 | 9 | 6 | 15 | 16 |
| N _{М-с} 150 | 59 | 66 | 63 | 68 | 52 | 60 | 53 | 57 | 41 | 35 | 37 | 17 | 27 | 49 |
| N _{Мс-кМ} 150 | 17 | 14 | 10 | 9 | 13 | 15 | 13 | 17 | 20 | 14 | 8 | 5 | 12 | 13 |
| N _{аа} 150 | 15 | 15 | 18 | 11 | 17 | 23 | 26 | 20 | 16 | 11 | 8 | 7 | 12 | 16 |
| N _{аа-кМ} 150 | 14 | 14 | 11 | 10 | 14 | 17 | 13 | 18 | 12 | 10 | 8 | 5 | 11 | 12 |

Примечание: Потери аммиачного азота рассчитаны на элементарный азот.

Динамика выделения аммиака из разных форм азотных удобрений существенно различалась. Количество выделившегося аммиака в вариантах N_{М-кМ}150 (1), N_{Мс-кМ}150 и N_{аа-кМ}150 незначительно превышает контроль. Колебания газообразных потерь аммиака здесь составили 6-25 г/(га-ч). Наиболее интенсивное выделение азота отмечено в вариантах с супергранулами мочевины и обычной мочевиной.

Самые большие потери азота отмечены в варианте с супергранулами – 31,6 кг/га (таблица 5.20).

Таблица 5.20 – Газообразные потери азота в форме аммиака в зависимости от вида удобрений за октябрь-ноябрь

| Вариант | Количество выделенного аммиака | Потери аммиака из удобрений | Потери аммиака | |
|---------------------------|--------------------------------|-----------------------------|----------------|-----------|
| | г/ га в сутки | | кг/га | % от дозы |
| Контроль | 202 | - | 7,3 | - |
| N _М 150 | 590 | 388 | 21,2 | 9 |
| N _{М-кМ} 150 (1) | 293 | 91 | 10,5 | 2 |
| N _{М-кМ} 150 (2) | 274 | 72 | 9,9 | 2 |
| N _{М-кМ} 150 | 878 | 676 | 31,6 | 16 |
| N _{Мс-кМ} 150 | 245 | 38 | 8,8 | 1 |
| N _{аа} 150 | 290 | 83 | 10,4 | 2 |
| N _{аа-кМ} 150 | 218 | 16 | 7,8 | 0,3 |

Примечание: Потери аммиачного азота рассчитаны на элементарный азот; * - коэффициент корреляции достоверен при стандартном значении критерия Стьюдента $t_{0,05}=2,045$

В варианте N_м150 потери азота в 1,5 раза меньше. Минимальные потери азота в газообразной форме зафиксированы с капсулированной аммиачной селитрой (0,3% от дозы) и из супергранул с покрытием (1% от дозы). Наибольшие потери аммиака получены в вариантах с обычной мочевиной (9%) и супергранулами мочевины без покрытия (16%). Газообразные потери азота из медленнодействующих удобрений значительно меньше по сравнению с обычными формами тука. Вид покрытия гранул мочевины не оказывал существенного влияния на абсолютные потери аммиака. Одинаковое покрытие гранул мочевины и аммиачной селитры уменьшало газообразные потери азота, но в разной степени. Потери аммиака из капсулированной мочевины больше в 2 раза, чем из капсулированной аммиачной селитры. Для изучения возможного вымывания питательных элементов при весеннем и осеннем сроках внесения азотных удобрений были использованы контейнерные лизиметры. Миграцию элементов питания при весеннем сроке внесения азотных удобрений изучали в 70-летнем сосняке мшистом. За 2,5 года опыта в приспевающем сосновом насаждении на глубине 60 см собрали 10,1 л фильтрата, что составило 0,62% от общего количества осадков (таблица 5.21).

Таблица 5.21 – Количество атмосферных осадков на территории Ветковского спецлесхоза (кв. 226)

| Месяцы | 1983 г. | | | 1984 г. | | | 1985 г. | | |
|----------|---------|------|------|---------|------|------|---------|------|------|
| | декады | | | декады | | | декады | | |
| | I | II | III | I | II | III | I | II | III |
| Январь | - | - | - | 9,8 | 4,1 | 21,6 | 34,9 | 12,4 | 21,0 |
| Февраль | - | - | - | 26,8 | 0 | 0 | 9,9 | 14,1 | - |
| Март | - | - | - | 20,6 | 1,2 | 6,1 | 1,7 | 2,1 | 8,6 |
| Апрель | - | - | - | 4,6 | 0,6 | 8,9 | 28,4 | 14,8 | 14,4 |
| Май | - | - | 29,5 | 8,9 | 78,7 | 43,4 | 24,9 | 1,1 | 17,8 |
| Июнь | 5,8 | 43,1 | 9,7 | 29,1 | 58,3 | 41,9 | 47,0 | 51,1 | 20,1 |
| Июль | 7,3 | 20,0 | 36,2 | 37,3 | 30,6 | 4,5 | 96,8 | 4,2 | 16,9 |
| Август | 12,5 | 0 | 6,2 | 0 | 52,5 | 9,9 | 37,5 | 25,7 | 18,5 |
| Сентябрь | 3,7 | 16,3 | 1,3 | 14,8 | 29,7 | 45,4 | 54,1 | 15,6 | 24,3 |
| Октябрь | 15,7 | 12,3 | 4,4 | 14,9 | 19,3 | 11,2 | 8,6 | 12,4 | - |
| Ноябрь | 6,5 | 33,7 | 3,8 | 5,5 | 0 | 22,9 | - | - | - |
| Декабрь | 0,5 | 4,4 | 19,6 | 18,5 | 19,7 | 3,0 | - | - | - |

По многолетним средним данным в Ветковском районе за 2,5 года выпадает примерно 1535 мм осадков. Фактически за 2,5 года выпало 1625,1 мм осадков, что превысило многолетний средний объем на 90,1 мм, или на 5,9 %. Эти данные говорят о том, что в период проведения лизиметрических исследований объем атмосферных осадков был больше средних многолетних показателей.

Внесение азотных удобрений способствовало подкислению инфильтрационных вод. Наиболее сильно подкисление фильтрата происходит на варианте с нитратом аммония. Аммиачная селитра с полимерным покрытием в дозе 150 кг/га по д.в. также способствовала подкислению фильтрата, но в меньшей степени, чем аммиачная селитра без покрытия. Подкисление фильтрата на варианте Naa-п100 менее выражено, чем на других удобренных вариантах опыта.

Вымывание азота происходит как на контроле, так и на удобренных вариантах. Потери азота с инфильтрационными водами происходят, в основном, в нитратной форме. Значительно меньше вымывается азот в аммонийной форме. И совсем незначительное количество в форме нитритов (Приложение 10).

Наиболее интенсивное вымывание минерального азота отмечено в апреле на следующий год после внесения азотных удобрений. Максимальные потери азота отмечены на варианте Naa150 (16,5%). Потери азота из аммиачной селитры с полимерным покрытием в такой же дозе составили 8,7%. Самые низкие потери (6,9%) получены на варианте с удобрением пролонгированного действия, внесенным в дозе N100. Под влиянием минеральных удобрений более интенсивно на всех вариантах опыта выщелачивается из почвы кальций, затем магний. Калий менее всех подвержен этому процессу (таблица 5.22). На варианте с обычной аммиачной селитрой потери кальция и магния намного выше, чем на варианте с удобрением пролонгированного действия, внесенной в такой же дозе. С уменьшением дозы удобрения пролонгированного действия сокращаются потери кальция и магния. Самые низкие потери калия, в абсолютных цифрах, получены при внесении аммиачной селитры с покрытием КМ.

Математическая обработка полученных данных при весеннем сроке внесения удобрений показала (приложение 11), что вымывание азота в нитратной фор-

ме на всех вариантах опыта в течение двух лет имеет высокую степень достоверности.

Таблица 5.22 – Вымывание кальция, магния и калия в сосновых насаждениях в зависимости от дозы и формы удобрений

| Варианты опыта | Кальций | | Магний | | Калий | |
|----------------|---------|-----|--------|-----|-------|-----|
| | кг/га | % | кг/га | % | кг/га | % |
| Контроль | 18,4 | 100 | 6,4 | 100 | 0,8 | 100 |
| Naa150 | 36,6 | 199 | 8,5 | 157 | 1,1 | 138 |
| Naa-км150 | 23,1 | 126 | 6,2 | 115 | 1,0 | 125 |
| Naa-км100 | 19,5 | 106 | 5,8 | 107 | 0,9 | 113 |

Потери азота в аммонийной форме достоверны на варианте с обычной аммиачной селитрой, и не всегда достоверны при внесении капсулированной. Выщелачивание кальция и магния на варианте с аммиачной селитрой не всегда достоверно. На вариантах с медленнодействующим азотным удобрением вымывание кальция и магния не достоверно. При осеннем сроке внесения азотных удобрений изучали вымывание элементов питания в 17-летних культурах сосны. За два года исследований на глубине 60 см собрали 6,5 л фильтрата, что составляет 3,2% от количества атмосферных осадков (таблица 5.23).

Таблица 5.23– Количество атмосферных осадков на территории Гомельского района (Новобелицкое лесничество, кв. 389)

| Месяц | 1983 г. | | | 1984 г. | | | 1985 г. | | |
|----------|---------|------|------|---------|------|------|---------|------|------|
| | декады | | | декады | | | декады | | |
| | I | II | III | I | II | III | I | II | III |
| Январь | - | - | - | 13,3 | 2,5 | 18,6 | 41,3 | 1,8 | 16,5 |
| Февраль | - | - | - | 25,1 | 0,6 | 0 | 6,7 | 12,4 | |
| Март | - | - | - | 19,7 | 0,6 | 4,0 | 1,1 | 1,5 | 9,8 |
| Апрель | - | - | - | 3,8 | 0,7 | 10,2 | 14,9 | 12,5 | 18,2 |
| Май | - | - | - | 11,0 | 45,7 | 33,1 | 26,6 | 1,4 | 5,9 |
| Июнь | - | - | - | 19,7 | 45,8 | 48,1 | 43,2 | 76,7 | 7,4 |
| Июль | - | - | - | 31,5 | 27,5 | 14,8 | 56,3 | 11,4 | 20,3 |
| Август | - | - | - | 4,6 | 27,2 | 21,9 | 42,1 | 23,1 | 22,5 |
| Сентябрь | - | - | - | 8,0 | 41,0 | 27,8 | 44,5 | 19,4 | 27,3 |
| Октябрь | - | 12,0 | 3,4 | 16,9 | 25,8 | 5,9 | 11,1 | 13,3 | - |
| Ноябрь | 4,3 | 32,0 | 4,3 | 5,3 | 3,1 | 24,6 | - | - | - |
| Декабрь | 0,4 | 1,9 | 22,0 | 7,2 | 21,3 | 2,0 | - | - | - |

По многолетним средним данным, в Гомельском районе за два года выпадает примерно 1178 мм осадков. Фактически за этот период выпало 1250 мм осадков, что превышает многолетний средний объем на 72,4 мм или на 5,8%.

В таблице 5.24 приведена динамика химического состава инфильтрационных вод в 17-летнем сосняке мшистом при осеннем внесении азотных удобрений.

Таблица 5.24 – Динамика химического состава лизиметрических вод в 17-летнем сосняке мшистом при осеннем внесении удобрений

| Дата взятия воды | Варианты опыта | рН | Количество ингредиентов, мг/л | | | | | |
|------------------|----------------|-----|-------------------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|----------------|
| | | | N-NO ₃ | N-NH ₄ | N-NO ₂ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | K ⁺ |
| 10.IV.84 | 1 | 5,6 | 1,68 | 0,31 | нет | 114,70 | 44,29 | 3,28 |
| | 2 | 4,9 | 297,59 | 3,25 | 0,23 | 167,10 | 106,21 | 12,76 |
| | 3 | 5,3 | 50,47 | 2,46 | 0,14 | 158,0 | 68,74 | 4,62 |
| | 4 | 5,5 | 26,64 | 1,10 | 0,08 | 149,60 | 53,71 | 4,01 |
| 14. VI.84 | 1 | 6,1 | 3,08 | 0,18 | нет | 75,00 | 23,05 | 4,74 |
| | 2 | 5,4 | 358,23 | 3,01 | нет | 118,63 | 36,07 | 7,17 |
| | 3 | 5,7 | 39,67 | 2,24 | нет | 80,10 | 31,86 | 6,20 |
| | 4 | 5,9 | 19,46 | 1,00 | нет | 79,44 | 27,25 | 5,59 |
| 15. VIII.84 | 1 | 6,4 | 4,16 | 0,54 | 0,05 | 49,22 | 20,64 | 4,25 |
| | 2 | 5,7 | 136,30 | 2,36 | 0,17 | 68,14 | 34,27 | 9,11 |
| | 3 | 5,9 | 55,07 | 1,53 | 0,10 | 56,01 | 30,46 | 7,05 |
| | 4 | 6,1 | 21,18 | 0,98 | 0,08 | 52,10 | 25,65 | 4,98 |
| 10. X.84 | 1 | 5,8 | 7,70 | 0,72 | нет | 51,30 | 17,64 | 4,60 |
| | 2 | 5,4 | 128,15 | 1,29 | 0,07 | 64,60 | 50,70 | 6,74 |
| | 3 | 5,6 | 63,76 | 1,03 | 0,05 | 53,16 | 40,88 | 5,30 |
| | 4 | 5,7 | 28,37 | 0,84 | 0,01 | 52,80 | 34,87 | 5,06 |
| 17. IV. 85 | 1 | 6,2 | 4,22 | 0,98 | нет | 62,10 | 9,90 | 6,14 |
| | 2 | 5,8 | 10,41 | 1,72 | нет | 84,60 | 12,43 | 8,30 |
| | 3 | 6,0 | 8,35 | 1,33 | нет | 63,20 | 11,20 | 7,40 |
| | 4 | 6,1 | 6,80 | 1,00 | нет | 62,90 | 10,05 | 6,75 |
| 9.VI.85 | 1 | 6,7 | 3,20 | 1,66 | нет | 47,10 | 15,10 | 4,29 |
| | 2 | 6,6 | 9,82 | 2,27 | нет | 51,24 | 19,00 | 4,87 |
| | 3 | 6,7 | 7,32 | 1,94 | нет | 49,50 | 17,90 | 4,60 |
| | 4 | 6,7 | 4,68 | 1,75 | нет | 47,66 | 15,74 | 4,35 |
| 8.VIII.85 | 1 | 6,7 | 3,92 | 2,80 | 0,01 | 41,90 | 10,66 | 2,75 |
| | 2 | 6,5 | 7,11 | 3,37 | 0,04 | 43,02 | 11,54 | 3,00 |
| | 3 | 6,6 | 5,83 | 3,15 | 0,04 | 42,00 | 11,03 | 2,90 |
| | 4 | 6,7 | 4,04 | 3,00 | 0,01 | 41,95 | 10,89 | 2,80 |
| 21.X.85 | 1 | 6,5 | 2,10 | 1,12 | нет | 32,15 | 12,64 | 3,17 |
| | 2 | 6,5 | 2,53 | 1,20 | нет | 32,20 | 12,80 | 3,22 |
| | 3 | 6,5 | 2,40 | 1,19 | нет | 32,18 | 12,71 | 3,20 |
| | 4 | 6,5 | 2,12 | 1,14 | нет | 32,15 | 12,67 | 3,17 |

Примечание: 1- контроль; 2 - Naa150; 3 - Naa-км150; 4 - Naa-км100.

Вымывание всех трех форм азота на глубину 60 см аналогичное, как и при весеннем сроке внесения удобрений: на первом месте - нитратный азот, на втором - аммонийный. Нитритный азот встречается в фильтрате в незначительных количествах. На удобренных вариантах фильтрат имеет более кислую реакцию по сравнению с контролем. Самая высокая кислотность инфильтрационных вод отмечена на варианте с обычной аммиачной селитрой. В таблице 5.25 представлены данные об общем содержании всех форм азота удобрений в инфильтрационных водах.

Таблица 5.25 – Содержание азота в лизиметрических водах 17-летнего сосняка мшистого на глубине 60 см при осеннем внесении удобрений

| Дата взятия воды | Вариант опыта | Сумма азота, мг/л. | Объем фильтрата, л | Вымывание азота | | Процент дозы от внесения |
|------------------|---------------|--------------------|--------------------|-----------------|-------|--------------------------|
| | | | | г/л | кг/га | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 10.08.84 | 1 | 1,99 | 1,10 | 0,002 | 0,13 | - |
| | 2 | 301,07 | | 0,331 | 20,68 | 13,7 |
| | 3 | 53,07 | | 0,058 | 3,63 | 2,3 |
| | 4 | 27,82 | | 0,031 | 1,94 | 1,8 |
| 14.06.84 | 1 | 3,26 | 0,69 | 0,002 | 0,13 | - |
| | 2 | 361,24 | | 0,249 | 15,56 | 10,3 |
| | 3 | 41,91 | | 0,029 | 1,81 | 1,1 |
| | 4 | 20,46 | | 0,014 | 0,88 | 0,8 |
| 15.07.84 | 1 | 4,75 | 0,50 | 0,002 | 0,13 | - |
| | 2 | 138,83 | | 0,069 | 4,31 | 2,8 |
| | 3 | 56,70 | | 0,028 | 1,75 | 1,1 |
| | 4 | 22,24 | | 0,011 | 0,69 | 0,6 |
| 10.10.84 | 1 | 8,42 | 0,62 | 0,005 | 0,31 | - |
| | 2 | 129,51 | | 0,080 | 5,00 | 3,1 |
| | 3 | 64,84 | | 0,040 | 2,50 | 1,5 |
| | 4 | 29,22 | | 0,018 | 1,13 | 0,8 |
| 17.04.84 | 1 | 5,20 | 1,40 | 0,007 | 0,44 | - |
| | 2 | 12,13 | | 0,017 | 1,06 | 0,4 |
| | 3 | 9,68 | | 0,014 | 0,88 | 0,3 |
| | 4 | 7,80 | | 0,011 | 0,69 | 0,3 |
| 19.06.85 | 1 | 4,86 | 0,73 | 0,004 | 0,25 | - |
| | 2 | 12,09 | | 0,009 | 0,56 | 0,2 |
| | 3 | 9,26 | | 0,007 | 0,44 | 0,1 |
| | 4 | 6,43 | | 0,005 | 0,31 | 0,1 |
| 8.08.85. | 1 | 6,73 | 0,60 | 0,004 | 0,25 | - |
| | 2 | 10,52 | | 0,006 | 0,38 | 0,1 |
| | 3 | 9,02 | | 0,005 | 0,31 | 0 |
| | 4 | 7,05 | | 0,004 | 0,25 | 0 |

Продолжение таблицы 5.25

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--|---|------|------|-------|------|---|
| 21.10.85 | 1 | 3,22 | 0,83 | 0,003 | 0,19 | - |
| | 2 | 3,73 | | 0,003 | 0,19 | 0 |
| | 3 | 3,59 | | 0,003 | 0,19 | 0 |
| | 4 | 3,26 | | 0,003 | 0,19 | 0 |
| Примечание: 1 - контроль; 2 - Naa150; 3 - Naa-км150; 4 - Naa-км100 | | | | | | |

Эти данные говорят о том, что максимальные потери азота из удобрений приходится на первый год после их внесения. Так, на варианте с аммиачной селитрой потери азота в апреле и июне 1984 г. составили, соответственно, 13,7 и 10,3% от внесенной дозы. Самые низкие потери азота за период исследований наблюдались на варианте Naa-км100.

Вымывание азота на этом варианте составило 4,3% от величины дозы. С увеличением дозы медленнодействующего азотного удобрения со 100 до 150 кг/га потери азота возросли до 6,5%. Больше всего азота вымылось на варианте с обычной аммиачной селитрой (30,6%).

Внесение азотных удобрений в культуры сосны способствует выщелачиванию из почвы кальция, магния и калия (таблица 5.26).

Таблица 5.26 – Вымывание кальция, магния и калия в сосняке мшистом в зависимости от дозы и формы удобрений (удобрение внесено 10.X.83 г.)

| Варианты опыта | Кальций | | Магний | | Калий | |
|----------------|---------|-----|--------|-----|-------|-----|
| | кг/га | % | кг/га | % | кг/га | % |
| Контроль | 25,5 | 100 | 8,0 | 100 | 1,8 | 100 |
| Naa150 | 34,3 | 135 | 14,9 | 186 | 3,1 | 172 |
| Naa-км150 | 29,1 | 114 | 11,6 | 145 | 2,1 | 117 |
| Naa-км100 | 28,4 | 111 | 9,8 | 123 | 1,9 | 106 |

Наиболее интенсивно вымывается кальций и магний с инфильтрационными водами на варианте с нитратом аммония. На вариантах с капсулированной аммиачной селитрой процесс вымывания выражен слабее. Математическая обработка химического состава инфильтрационных вод при осеннем сроке внесения удобрений

ний показала достоверное различие в потерях нитратного и аммиачного азота, а также ионов кальция (Приложение 12).

Таким образом, при весеннем внесении капсулированной аммиачной селитры в дозе N150 величина вымытого азота в пять раз меньше по сравнению с обычной формой тука. При осеннем внесении - в три раза. Вымывание таких элементов питания как кальций, магний и калий на вариантах с медленнодействующим азотным удобрением происходит менее интенсивно в отличие от обычной аммиачной селитры.

Комплексным показателем эффективности применения и использования минеральных туков может служить коэффициент использования удобрений (КИУ). Определить коэффициент использования удобрений можно разностным методом, используя приходные и расходные статьи его баланса [176]. К приходным статьям баланса включают поступление азота с удобрениями и атмосферными осадками, а также мобилизации азота почвы и лесной подстилки. В рекомендациях БелНИИЛХ [184] даны оптимальные дозы внесения минеральных удобрений в различные типы сосновых и еловых насаждений. Как правило, эти дозы находятся в интервале 150-200 кг/га азота по действующему веществу. Количество азота, поступающее с атмосферными осадками, составляет примерно 21 кг/га, а мобилизация азота почвы и лесной подстилки достигает 15% от величины внесенной дозы [176]. К расходным статьям баланса относится потребление азота живым напочвенным покровом, потери его в результате вымывания за пределы корнеобитаемого слоя почвы и потери азота в газообразной фазе, а также биологическая фиксация микроорганизмами (иммобилизация). Величина азота, потребляемого живым напочвенным покровом, может достигать до 17% от внесенной дозы, а биологическая фиксация микроорганизмами – до 20%. Непродуктивные потери азота в газообразной форме и в результате вымывания во многом зависят от срока внесения удобрений и гидротермических условий в момент и после их внесения. В среднем для условий Беларуси величина газообразных потерь азота может составлять 2-10%, а потерь с инфильтрационными водами – 10-25% от дозы [302, 306].

В таблице 5.27 по многолетним данным приведены качественные показатели основных «приходных» и «расходных» статей баланса обычной и с полимерным покрытием аммиачной селитры в 17-ти летних культурах сосны при осеннем внесении удобрений.

Таблица 5.27 – Структура баланса использования азота 17-летними культурами сосны при осеннем внесении разных форм аммиачной селитры

| Приходные статьи | Расходные статьи | |
|---|---|-----------|
| | Варианты опыта | |
| | Наа150 | Наа-км150 |
| 1. Внесение с удобрением, 150 кг/га | 1. Потребление живым напочвенным покровом (до 17% от дозы) | |
| 2. Поступление с атмосферными осадками, 35 кг/га | 2. Газообразные потери азота 9 кг/га | 1,5 кг/га |
| 3. Мобилизация азота почвы и лесной подстилки (до 15% от дозы), 22 кг/га. | 3. Потери с инфильтрационными водами 22 кг/га 8,5 кг/га | |
| | 4. Иммобилизация азота удобрений (до 20% от дозы) 30 кг/га 30 кг/га | |
| Итого поступило азота за 5 лет 207 кг/га | Итого потерь азота за 5 лет 87 кг/га 66 кг/га | |

Потери из удобрений пролонгированного действия значительно меньше, чем из обычной: газообразные соответственно – 1,5 и 9 кг/га, а величина вымытого азота с инфильтрационными водами – 8,5 и 22 кг/га. Коэффициент использования азота сосновыми насаждениями зависит от формы вносимых туков. При осеннем внесении обычной аммиачной селитры коэффициент использования азота деревьями сосны составил 58%, а из удобрений пролонгированного действия – 68%.

По многолетним полученным данным составлены основные статьи баланса обычной и капсулированной аммиачной селитры для 70-ти летнего сосняка мшистого (таблица 5.28).

Коэффициент использования азота в 70-летнем сосняке мшистом зависит от формы вносимых удобрений. При весеннем внесении обычной аммиачной се-

литры коэффициент использования азота деревьями основного яруса составляет 56%, а из удобрений пролонгированного действия – 67%.

Таблица 5.28 – Структура баланса использования азота 70-летним сосновым насаждениям при весеннем внесении разных форм аммиачной селитры

| Приходные статьи | Расходные статьи | |
|--|---|-----------|
| | Варианты опыта | |
| | Наа150 | Наа-км150 |
| 1. Внесение с удобрением, 150 кг/га | 1. Потребление живым напочвенным покровом (до 17 % от дозы) | |
| 2. Поступление с удобрением, 35 кг/га | 2. Газообразные потери азота 11 кг/га | 1 кг/га |
| 3. Мобилизация азота почвы и лесной подстилки (до 15% от дозы), 22 кг/га | 3. Потери с инфильтрационными водами 26 кг/га 13 кг/га | |
| | 4. Иммобилизация азота удобрений (до 20% от дозы) 30 кг/га 30 кг/га | |
| Итого поступило азота за 5 лет 207 кг/га | Итого потерь азота за 5 лет 93 кг/га 70 кг/га | |

Уменьшение коэффициента использования азота из обычной аммиачной селитры, по сравнению с удобрениями пролонгированного действия, объясняется наибольшими потерями азота в газообразной форме и в результате вымывания с инфильтрационными водами.

Нами определена структура баланса и коэффициент использования азота разновозрастными сосновыми насаждениями при осеннем сроке внесения удобрений. Коэффициент использования удобрений при осеннем сроке их внесения находится примерно на том же уровне, что и при весеннем сроке внесения туков. Однако следует отметить, что в структуре баланса потери азота с инфильтрационными водами при весеннем сроке внесения удобрений больше по сравнению с осенним сроком. Газообразные потери аммиака из аммиачной селитры практически не зависят от срока внесения удобрений (рисунок 5.8).

Предупредить отрицательные экологические последствия при внесении минеральных удобрений в лесах можно без дополнительных финансовых и трудовых затрат. Следует соблюдать сроки и формы внесения удобрений. Величина га-

зообразных потерь азота определяется в основном, подбором формы вносимых туков соответственно погодным условиям.

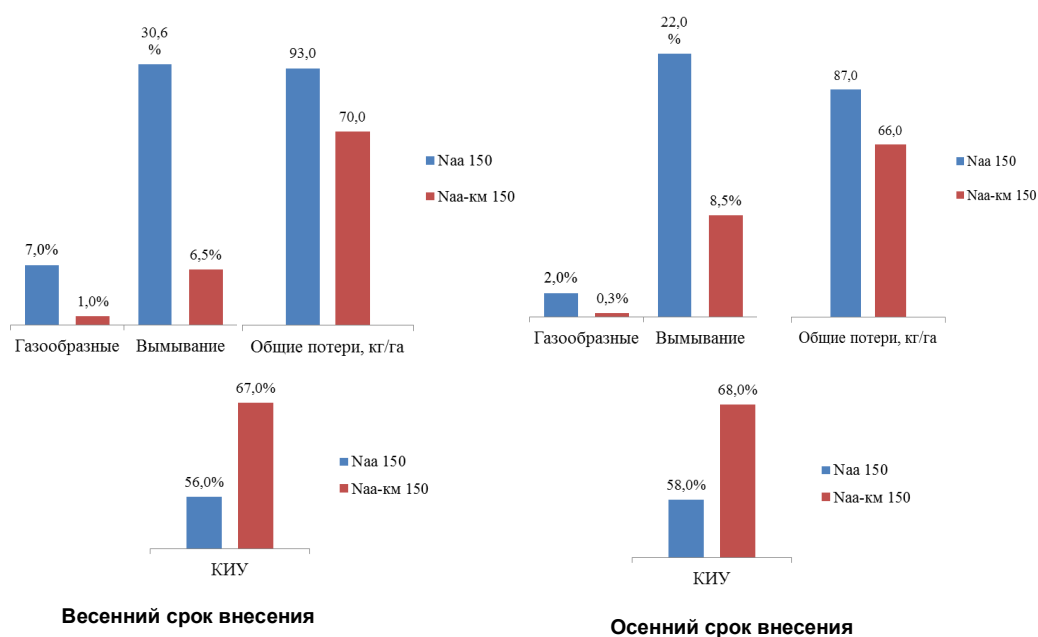


Рисунок 5.8 – Непродуктивные потери азота из удобрений и коэффициент их использования (КИУ) в сосновых насаждениях

При поверхностном внесении азотных удобрений под полог леса происходят непроизводительные газообразные потери азота, в основном, в форме аммиака. Для снижения потерь азота в форме аммиака особое внимание должно уделяться гидротермическим условиям местности.

В таблице 5.29 представлены данные по предупреждению газообразных потерь азота из разных форм удобрений при разных сроках их внесения в сосновые насаждения.

Таблица 5.29 – Рекомендуемые формы и сроки внесения удобрений для предотвращения газообразных потерь

| Формы удобрений при среднесуточной температуре воздуха | | | |
|---|--|--|---|
| весенний срок внесения | | | осенний срок внесения ниже 5°C |
| ниже 7°C | 7-16°C | выше 16°C | |
| Любые формы стандартных и медленнодействующих удобрений | Медленнодействующие туки, аммиачная селитра, сульфат аммония | Медленнодействующие туки, аммиачная селитра, сульфат аммония | Медленнодействующие туки, мочевины, сульфат аммония |

Для снижения газообразных потерь азота из мочевины рекомендуется смешивать ее с хлористым аммонием в соотношении: 75% мочевины и 25% хлористого аммония по действующему веществу [85].

Для получения удобрений пролонгированного действия используют водорастворимые полимеры и целевые добавки [307-310].

С целью предупреждения загрязнений поверхностных и грунтовых вод минеральных удобрений в хвойных насаждениях необходимо соблюдать следующие требования:

- при весеннем сроке внесения: минеральные удобрения вносят после схода талых поверхностных вод, а медленнодействующие туки, мочевины и сульфат аммония при залегании грунтовых или почвенно-грунтовых вод выше 1,5 м;

- при осеннем сроке внесения: медленнодействующие удобрения, мочевины и сульфат аммония вносят аналогично весеннему сроку внесения минеральных удобрений.

Под влиянием минеральных удобрений более интенсивно на всех вариантах опыта выщелачивается из почвы кальций, затем магний. Калий менее всех подвержен этому процессу. На варианте с аммиачной селитрой потери кальция и магния намного выше, чем на варианте с удобрением пролонгированного действия, внесенной в такой же дозе. С уменьшением дозы медленнодействующего азотного удобрения сокращаются потери кальция и магния. Самые низкие потери калия, в абсолютных цифрах, получены при внесении удобрений пролонгированного действия. При весеннем внесении удобрений пролонгированного действия в дозе N150 величина вымытого азота в пять раз меньше по сравнению с обычной формой тука. При осеннем внесении - в три раза. Вымывание таких элементов питания как кальций, магний и калий на вариантах с удобрением пролонгированного действия происходит менее интенсивно в отличие от обычной аммиачной селитры.

5.4 Выводы

1. Разработаны новые композиционные материалы для получения удобрений пролонгированного действия. В качестве полимерных связующих использовали карбамидную и мочевиноформальдегидную смолу, а в качестве целевых добавок последрожжевую бражку, молочнокислый кальций, сернокислый магний, бихромат калия, нафтилуксусную кислоту. Установлены оптимальные концентрации полимерных связующих и целевых добавок. Для азотных удобрений (аммиачная селитра и мочевина) разработан КМ, состоящий из мочевиноформальдегидной смолы 30 мас.%, последрожжевой бражки 3 мас.%, молочнокислого кальция 0,7 мас.%, сернокислого магния 1,7 мас.%.

Для комплексных азотно-фосфорно-калийных удобрений разработан КМ, который состоит из карбамидной смолы 30 мас.%, бихромата калия 3 мас.%, окиси цинка 2 мас.% и нафтилуксусной кислоты 2 мас.%.

2. Сосняки мшистые в Беларуси произрастают на относительно бедных почвах. Запасы минерального азота в верхнем полуметровом слое почвы сосновых насаждений характеризуются низким содержанием аммиачного азота (22,6-46,8 кг/га) и почти отсутствием нитратного. Внесение обычной аммиачной селитры в дозе 150 кг/га увеличивает содержание аммиачного азота в верхнем 50-ти см слое почвы до 185,5 кг/га и нитратного до 37,8 кг/га. На варианте с удобрением пролонгированного действия, внесенного в дозе 150 кг/га, эти показатели соответственно равны 139,6 кг/га и 9,4 кг/га.

Азот аммиачной селитры мигрирует по профилю почвы в течение первого вегетационного периода после внесения туков до глубины 1 м. В варианте с удобрением пролонгированного действия нитратный азот не опускался ниже 0-50 см слоя почвы.

3. Внесение азотных удобрений пролонгированного действия способствует увеличению дополнительного радиального прироста древесины при весеннем сроке их внесения в дозе 150 кг/га на 49% по сравнению с контролем и обычной аммиачной селитрой на 23%.

Азотные удобрения пролонгированного действия в зависимости от формы и дозы их внесения повышают текущий прирост древесины в 70-летнем сосняке мшистом до 10,3 м³/га, 25-летнем – до 24,4 м³/га и в 17-летнем до 3,9 м³/га.

4. Внесение азотных удобрений способствует вертикальной миграции элементов питания с инфильтрационными водами. В приспевающем сосняке мшистом на глубине 60 см объем инфильтрата составил 3,7%, в молодых сосновых насаждениях – 3,2% от общего количества осадков за период исследований.

Потери азота с инфильтрационными водами зависят от формы внесения азотных удобрений. Удобрения пролонгированного действия в дозе 150 кг/га снижают потери азота с инфильтрационными водами по сравнению с обычной аммиачной селитрой, внесенной в такой же дозе при весеннем сроке внесения в 4,7 раза, и в 2,6 раза при осеннем внесении.

Газообразные потери азота в сосновых насаждениях зависят от формы вносимых удобрений. Потеря азота из сульфата аммония и карбамида составляет 11-13% от внесенной дозы, а из аммиачной селитры они меньше в 1,5-1,8 раза по сравнению с сульфатом аммония и карбамидом. При внесении удобрений пролонгированного действия газообразные потери азота не превышают 3% от внесенной дозы.

5. Разработаны новые КМ для получения удобрений пролонгированного действия, внесение которых в сосновые насаждения уменьшает непродуктивные потери азота в газообразной форме и в результате вымывания за пределы корнеобитаемого слоя почвы на 15,2-30,1% и за счет этого снижается доза их внесения на 30%.

ГЛАВА 6**ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ
ОБЫКНОВЕННОЙ ОТ ИССУШЕНИЯ**

Исследования содержания влаги в зоне корневых систем сеянцев сосны обыкновенной проводили в лабораторных условиях путем определения массы корневой системы с использованием аналитических весов ВЛР-200. Испытания проводили путем погружения корневых систем сеянцев сосны обыкновенной в композиционные материалы до корневой шейки.

При разработке технологии получения новых КМ принималось во внимание, во-первых, способность компонентов покрытия к растворению в воде, во-вторых, исключение процесса коагуляции полимерного связующего и, в-третьих, последовательность введения компонентов в раствор пленкообразователя [311, 312]. С целью удешевления стоимости КМ для лесного хозяйства без снижения их физико-химических свойств большое внимание уделяли композициям на основе водорастворимых полимеров. Водные растворы полимеров образуют на корневых системах растений покрытия. Свойства КМ тесно связаны со способностью полимеров к надмолекулярному структурообразованию, а введение целевых добавок в виде органических и минеральных компонентов определяет важнейшие свойства как полимеров, так и их растворов [312, 313].

Проведены исследования по изучению влагопоглощения при температуре 25 °С трех водорастворимых полимеров: NaКМЦ, ПВА и ПВС. Установлено, что наибольшее влагопоглощение (105%) имеет NaКМЦ. Водорастворимый полимер в виде ПВС имел влагопоглощение в 4,2 раза меньше по сравнению с NaКМЦ. На варианте опыта с использованием водорастворимого ПВА влагопоглощение по сравнению с NaКМЦ меньше в 52,5-70 раз. Для улучшения физико-химических свойств водных растворов КМ вводятся пластификаторы и модификаторы, кото-

рые в водном растворе взаимодействуют с полимером и значительно изменяют их физико-химические свойства [111].

Проведенные исследования по заданию ГНТП «Леса Беларуси – устойчивое управление, инновационное развитие, ресурсы» № Гос. регистрации 20163885 позволили установить закономерности по изменению условий вязкости трех водорастворимых полимеров в зависимости от их концентрации и вводимых целевых добавок.

Описания проведения исследований по разработке КМ для защиты корневых систем семян сосны обыкновенной от иссушения и полученные результаты в лабораторных условиях нами подробно описаны в монографиях [56, 85, 275], научных отчетах [80, 81], учебно-методических пособиях «Современные технологии и агротехнические приемы выращивания, хранения и транспортировки посадочного материала с использованием композиционных полимерных составов», «Медленнодействующие удобрения и композиционные полимерные материалы в лесном хозяйстве».

Оптимальные концентрации полимерных пленкообразующих компонентов определялись в процессе обработки корневых систем семян сосны обыкновенной водными растворами Na КМЦ, ПВС и ПАА с использованием различных концентраций от 3 до 10 мас.%. 10%-ные концентрации пленкообразующих компонентов были использованы только в варианте NaКМЦ, т.к. были определены технологические трудности формирования пленки покрытия из-за большой вязкости в растворах ПВС и ПАА. После обработки корневых систем семян КМ происходит замедление скорости испарения влаги корневыми системами.

Лабораторные исследования показали, что в течение двух суток корневые системы у обработанных семян сосны обыкновенной КМ потеряли воду от 18,9 до 48%. У контрольных семян (без обработки КМ) показатель потери воды за 24 часа составил 51%, а за 48 часов – 53%.

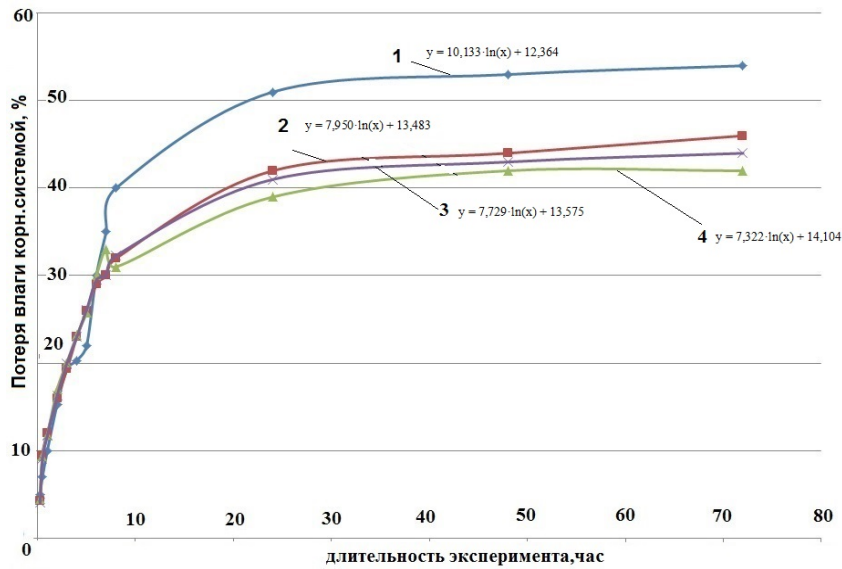
Обработка КМ позволяет снизить потерю влаги в корневых системах более чем на 10% (с 54% для необработанных до менее чем 40%). Природа и концентрация выбранных полимеров не влияет на количество испарившейся влаги в пер-

вые 6 часов. В дальнейшем концентрация водных растворов полимеров оказывает влияние на потерю влаги корневыми системами сеянцев сосны обыкновенной. Через 24 часа после начала эксперимента на контрольном варианте опыта без обработки корневых систем сеянцев сосны обыкновенной потери влаги составили 51%. Обработка корневых систем сеянцев сосны обыкновенной пленкообразующим раствором различных концентраций NaКМЦ показал, что наименьшие потери влаги зафиксированы при 5% и составили 39,0%. При увеличении концентрации NaКМЦ до 10% потери влаги составили 41,0%, а с уменьшением концентрации данного полимера до 3 % потери составили 42%. Аналогичная закономерность для данного полимера прослеживается через 48 и 72 часа после начала эксперимента.

Таким образом, при 5%-ной концентрации водного раствора полимера NaКМЦ наблюдается наибольшее сохранение влаги в корневых системах сеянцев сосны обыкновенной. Данная концентрация полимера имеет условную вязкость раствора (142 сек).

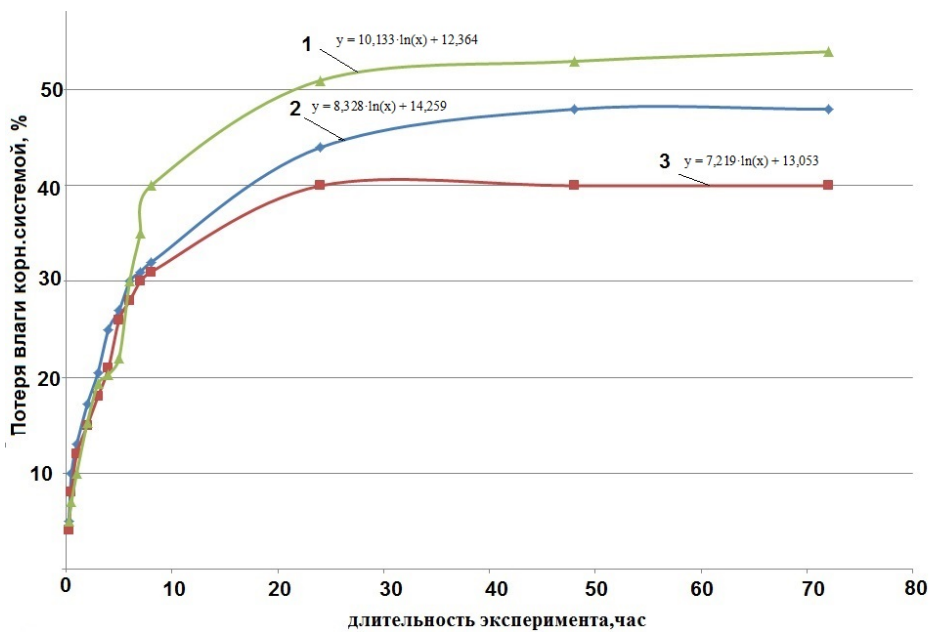
С уменьшением концентрации полимера до 3% условная вязкость водного раствора уменьшается до 120 сек и покрытие стекает с поверхности корневых систем сеянцев. При увеличении концентрации водного раствора полимера NaКМЦ до 10 мас.% вязкость его возрастает до 298 сек, что затрудняет погружение корневых систем сеянцев.

В дальнейших исследованиях нами использована оптимальная 5%-ная концентрация водного раствора NaКМЦ. В результате натурных испытаний установлены зависимости потери массы воды корневыми системами сеянцев от вида используемого полимера, его концентрации и времени эксперимента (рисунки 6.1-6.3). Наилучшие показатели среди трех водорастворимых полимеров по потере влаги корневыми системами сеянцев сосны обыкновенной получены при использовании 3%-ного и 5%-ного растворов ПАА. После 72 часов лабораторных испытаний потеря влаги с данными концентрациями составила 22,3-28,5%.



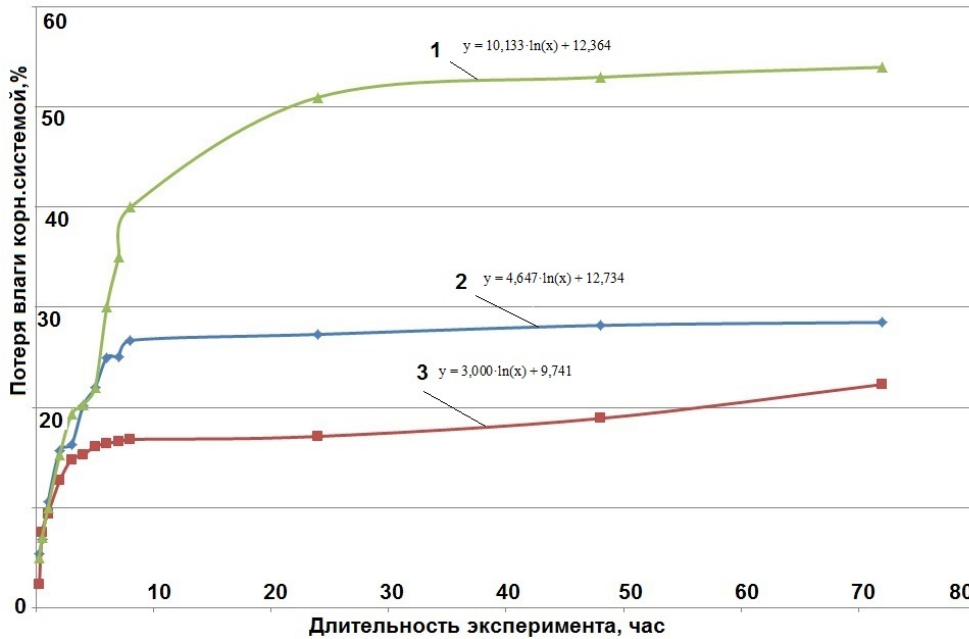
1 – контроль; 2- 3%-ный раствор NaКМЦ; 3 – 5%-ный раствор NaКМЦ;
4 – 10%-ный раствор NaКМЦ

Рисунок 6.1 – Зависимость потери влаги от времени обработки корневых систем семян сосны 3%-ми, 5%-ми и 10%-ми водными растворами NaКМЦ



1 – контроль; 2– 3%-ный раствор ПВС; 3 – 5%-ный раствор ПВС

Рисунок 6.2 – Зависимость потери влаги от времени проведения эксперимента и обработки корневых систем семян сосны обыкновенной 3%-ми и 5%-ми водными растворами ПВС



1 – контроль; 2 – 3%-ный раствор ПАА; 3 – 5%-ный раствор ПАА

Рисунок 6.3 – Зависимость потери влаги от времени проведения эксперимента и обработки корневых систем семян сосны обыкновенной 3%-ми и 5%-ми водными растворами ПАА

При введении целевых добавок (грунт для рассады овощных и декоративных культур, сульфат цинка, глина гончарная) в исследуемые водные растворы всех трех полимеров потеря влаги корневыми системами семян сосны обыкновенной через 72 часа после начала эксперимента находилась в пределах от 38,6 до 44,3%.

Таким образом, введение целевых добавок в 3 и 5%-ные водные растворы NaКМЦ, ПВС и ПАА способствуют значительному снижению потери воды. Введение целевых добавок в водные растворы трех полимеров обеспечивает потери воды на одном уровне (38,6% - 44,23%) и поэтому для лесного хозяйства Беларуси необходимо определить такой полимер, который будет дешевле. В условиях Беларуси отечественным сырьем является NaКМЦ, а ПВС и ПАА импортными. Поэтому дальнейшие наши исследования направлены на оптимизацию получения КМ для защиты корневых систем семян сосны обыкновенной на основе NaКМЦ.

Получение нового КМ для обработки корневых систем сеянцев сосны обыкновенной проводили в лабораторных условиях ИММС НАН Беларуси им. В.А. Белого.

Для улучшения качества покрытий КМ на поверхности корневой системы сеянцев за счет получения более гомогенного состава разработана композиция на основе NaКМЦ. Полимерная композиция для защиты корневой системы сеянцев сосны обыкновенной состояла из натрийкарбоксиметилцеллюлозы от 5,0 мас.%, а в качестве целевых добавок содержит грунт для рассады овощных и декоративных культур 2,8 мас.%, глину гончарную 17,0 мас.% и воду 75,2%.

Разработанный КМ способствует сохранению воды в корневых системах сеянцев сосны обыкновенной на 39% по сравнению с контролем. При этом условная вязкость КМ составила 170 с.

В качестве прототипа (контроля) использовали рекомендуемую торфоглиняную болтушку по «Наставлению.....» [45]. Потеря воды корневыми системами сеянцев сосны обыкновенной на контрольном варианте опыта составила 51%, а условная вязкость 249 с.

Разработанный новый КМ для защиты корневых систем сеянцев от иссушения снижает потерю воды корневыми системами растений на 31% и уменьшает условную вязкость композиции в 1,5 раза по сравнению с контролем.

Введение натрийкарбоксиметицеллюлозы ниже оптимальной концентрации (4 мас.%) увеличивает потерю воды корневыми системами на 26%. Для снижения потери воды корневыми системами в состав введены глина гончарная (ГОСТ 9069-75) и грунт для рассады овощных и декоративных культур (ТУ 88-3535022-062-92).

Введение глины гончарной в состав выше оптимальной концентрации (17,5 мас.%) уменьшает условную вязкость покрытий до 237 с и увеличивает потери воды корневыми системами на 8%. Для снижения потерь воды в состав вводили грунт для рассады овощных и декоративных культур, содержащий воду – не более 7,2% и кислотность pH – не менее 5,6-6,9. Содержание питательных веществ в грунте составляло, мг/100 г сухой массы: азот – 90; фосфор (P_2O_5) – 80; калий

(K_2O) – 150. Введение грунта для рассады овощных и декоративных культур выше оптимальной концентрации (3,0 мас.%) способствует повышению потери воды корневыми системами сеянцев сосны обыкновенной на 25,6%. Натрийкарбоксиметилцеллюлоза применена нами для создания покрытий на корневой системе растений, которые защищают растения от иссушения и обеспечивают оптимальную условную вязкость 170 сек.

На основе проведенных исследований с использованием натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы и целевых добавок в ГНУ «Институт леса НАН Беларуси» нами разработаны технические условия «Состав «Корпансил» для защиты корневых систем растений» [80].

Промышленная наработка концентрированного КМ «Корпансил» осуществляется на Корневской экспериментальной лесной базе Института леса НАН Беларуси по техническим условиям ТУ РБ 00969712.002-2000 «Состав для обработки корневых систем растений» (рисунок 6.4). В соответствии с письмом БелГИССа № 16-19/10363 от 19.05.2015 г. разработанные технические условия на КМ «Корпансил» продлены до 22.04.2020 г.



А

Б

Рисунок 6.4 – Композиционный материал «Корпансил» для обработки корневых систем сеянцев сосны обыкновенной

Для получения рабочего раствора необходимо разбавить концентрат КМ «Корпансил» водой комнатной температуры в соотношении 1:5, т.е. на 1 литр концентрата 5 литров воды. Технология обработки корневых систем посадочного материала заключается в погружении растений до корневой шейки на 2-5 сек. Данная технология позволяет обрабатывать корневые системы посадочного материала, как в пучках, так и отдельных растений. Расход рабочего раствора на 1 тысячу однолетних сеянцев сосны обыкновенной составляет 2,0-2,5 л, а на 1 тысячу двухлетних – 2,5-3,0 л.

Апробированные композиционные материалы в значительной степени способствуют увеличению прочностных показателей корневых систем растений (рисунок 6.5). Наибольшее разрывное усилие зафиксировано на варианте с обработкой корней КМ «Корпансил». В зависимости от диаметра корней прочностные показатели на данном варианте опыта по сравнению с контролем больше в 1,3-3,0 раза. У контрольных сеянцев сосны обыкновенной (необработанных) диаметром менее 1 мм разрывное усилие составляет 0,6-1,0 Н.

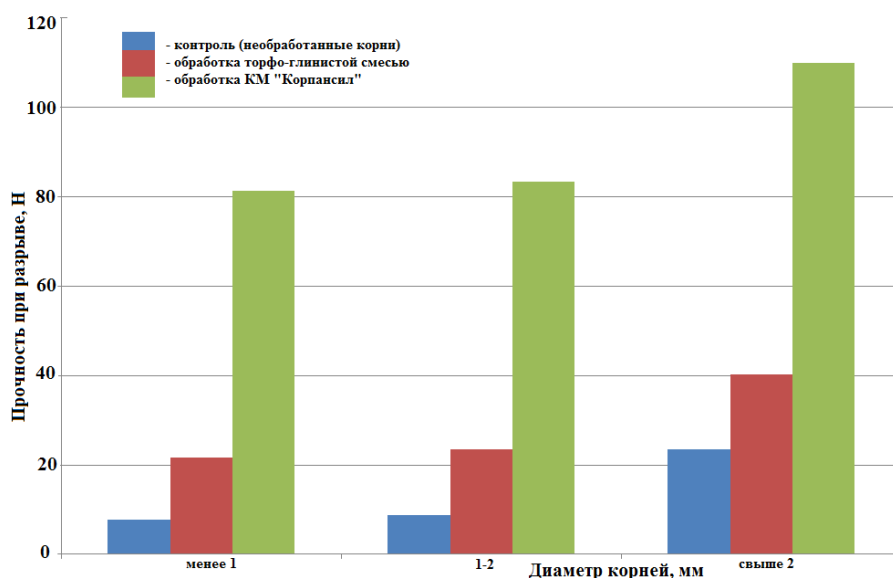


Рисунок 6.5 – Влияние диаметра корневых систем сеянцев сосны обыкновенной на показатель прочности при разрыве

Прочностные показатели сеянцев, обработанные торфо-глинистой смесью, практически мало чем отличаются от контроля. Корни данного диаметра (больше 1мм) преобладают в массе (до 80% от общей массы) над остальными. Следовательно, обработка корневых систем сеянцев композиционным материалом «Корпансил» позволяет предотвратить иссушение и повысить прочностные показатели корней.

Достоверность влияния диаметра корневых систем на их прочность при разрыве установлена с помощью критерия Стьюдента. Фактические значения которого приведены в таблице 6.2, а стандартное значение равно 1,996.

Проверка статистической гипотезы позволяет утверждать, что препарат «Корпансил» эффективно защищает корневые системы от иссушения и способен одновременно эффективно защищать их от механического травмирования.

Таблица 6.2 – Значение критерия Стьюдента по влиянию диаметра корневых систем сеянцев сосны обыкновенной на их прочность при разрыве

| Сравнение вариантов опыта | Диаметр корней | | |
|---------------------------|----------------|---------|----------|
| | меньше 1 | 1-2 | больше 2 |
| 1-2 | -7,036 | -2,548 | -1,222 |
| 1-3 | -26,184 | -18,354 | -16,21 |
| 2-3 | -24,542 | -15,633 | -18,346 |

Нами изучены два способа продления сроков посадки лесных культур. Первый способ заключается в консервации посадочного материала при пониженных температурах. Для этого нами в начале (сентябрь месяц) в Милошевичском лесном питомнике метровыми колышками зафиксированы посевные ленты с однолетними и двухлетними сеянцами сосны. Перед началом таяния снега (март месяц) вручную на поверхность снега засыпали опилки слоем 5,10 и 15 см. Использовали два варианта опыта: чистые опилки и опилки, смоченные композиционным материалом. КМ препятствовал рассеиванию опилок по поверхности снега. Внесение на посевные ленты опилок слоем до 10 см способствовало продлению таяния снега на 15-20 дней, а увеличение слоя опилок до 15 см практически не

продлило по сравнению с 10 см слоем время полного схода снега, но ведет к увеличению затрат и себестоимости работ. Этот способ позволяет затормозить рост растений на 20-30 дней. Аналогичные исследования проведены во ВНИИЛМ Родным С.А., Суворовым В.И. и Климовым Г.Б. [314, 315]. Этими авторами установлены физиологические показатели саженцев ели в питомнике, которые сохранялись под снегом до их выкопки. Начало роста саженцев ели происходит в III декаде апреля, когда среднесуточная температура корнеобитаемого слоя почвы достигает $\pm 6-9^{\circ}\text{C}$. В этот период в хвое и физиологически активных корнях наблюдается наиболее высокий уровень содержания азота, фосфора, калия и углеводов. При сумме активных температур воздуха от 50 до 300 $^{\circ}\text{C}$ (май) у саженцев ели происходит набухание верхушечных почек и снижение в хвое и корневых системах основных метаболитов на 15-20%. Древесные опилки не препятствуют выкопке посадочного материала, а после уборки сеянцев и саженцев их запахивают и они оказывают положительное влияние на свойства почвы в питомнике.

Второй способ продления периода посадки лесных культур и сохранении первоначального качества сеянцев сосны обыкновенной заключается в использовании КМ. Этот способ позволяет исключить из существующей технологии увязку в пучки, многократную прикопку растений в питомнике и на лесокультурной площади, погрузку и разгрузку пучков с автотранспорта. При обычном способе с момента выкопки посадочного материала в питомнике до посадки на лесокультурной площади каждое растение берется руками 4-5 раз. В результате снижается качество посадочного материала, и повреждаются корневые системы растений и надземной части. При выкопке из почвы сеянцы сосны обыкновенной сортируют на стандартные и нестандартные. Корневые системы стандартных сеянцев обрабатывают КМ «Корпансил» для предохранения их от иссушения. Тонкий слой защитного покрытия, образованный на корневой системе, предохраняет ее от иссушения в процессе хранения и транспортировки.

Консервация растений в питомнике путем искусственного задержания таяния снега является эффективным способом, позволяющим хорошо сохранить качество посадочного материала и продлить период весенней посадки лесных культур.

тур до 25 дней. Из испытанных способов хранения и транспортировки посадочного материала следует отдать предпочтение варианту с использованием кассет, позволяющему исключить операции прикопки в питомнике, на лесокультурной площади и тем самым сократить затраты ручного труда.

Анализ полученных данных показывает, что после обработки корневых систем разработанным КМ «Корпансил» повреждаемость посадочного материала снижается и составляет 3%, в то время как при обработке торфо-глинистой смесью повреждаемость корневых систем сеянцев сосны составляет 13%.

В 1992г. на базе Милошевичского лесного питомника произведена обработка корневых систем однолетних и двухлетних сеянцев сосны обыкновенной для 14 лесхозов Гомельской области. При обработке корневых систем сеянцев сосны обыкновенной в производственных условиях отработаны различные способы хранения и транспортировки посадочного материала на расстоянии до 300 км. Использовали стандартные полиэтиленовые кассеты следующих размеров: 58x39x15 см и 52x39x15 см.

Сравнение двух способов предпосадочного хранения сеянцев (в прикопке и в кассетах с обработкой корней КМ «Корпансил») показало, что наилучшая приживаемость лесных культур зафиксирована при обработке корневых систем «Корпансилом» и укладкой сеянцев сосны обыкновенной в кассеты (рисунок 6.6).

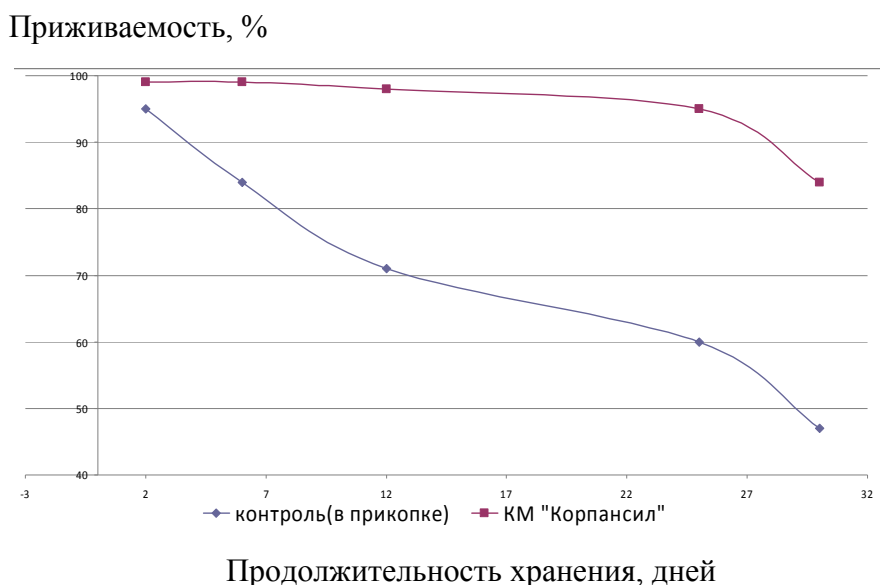


Рисунок 6.6 – Влияние продолжительности хранения сеянцев сосны обыкновенной на приживаемость

При создании лесных культур после двух дней хранения семян приживаемость на всех вариантах была высокая и составляла 95-99%. С увеличением срока хранения семян снижается их приживаемость до 71-76%.

Приживаемость сосновых лесных культур после 25 дней хранения семян с использованием кассет и КМ «Корпансил» повысилась на 35% по сравнению с хранением семян в прикопке (контроль).

Проведенные исследования в рамках двух международных проектов БРФФИ с Монголией (Б14МН-008 от 23.05.2014 г.) и с Казахстаном (Б14 КАЗ-001 от 14.05.2014 г.) показали перспективу комплексного применения КМ «Корпансил» и кассет для хранения и транспортировки семян сосны обыкновенной.

Нами разработаны «Рекомендации по технологии обработки корневых систем растений от иссушения композиционными материалами», в которых использование КМ и кассет для хранения и транспортировки посадочного материала позволяет исключить из процесса создания лесных культур прикопку в питомнике и на лесокультурной площади, что позволяет сократить трудозатраты при посадке 1000 штук однолетних семян 0,7-0,9 чел/час., а при посадке двухлетних - 1,7-1,8 чел/час. В свою очередь, это обеспечит экономию при создании лесных культур в расчете на 1 га в зависимости от используемого посадочного материала. При использовании однолетних семян экономия составит 0,40 чел/дня, а двухлетних - 0,55 чел/дня.

Препарат «Корпансил» предназначен для защиты корневой системы семян сосны обыкновенной от иссушения, увеличения продолжительности времени посадки растений на 25 дней, повышения их приживаемости и сохранения физиологического качества при хранении и транспортировании.

Приживаемость лесных культур наиболее высокая при ранних сроках посадки и использовании стандартного и отсортированного посадочного материала. Такие культуры лучше адаптируются, имеют меньший отпад, успешнее растут и развиваются.

По полученным результатам исследований разработано учебно-методическое пособие «Современные технологии и агротехнические приемы по

выращиванию, хранению и транспортировке посадочного материала с использованием композиционных полимерных составов [27] и «Рекомендации по технологии обработки корневых систем растений от иссушения композиционными материалами».

Для установления эффективности разработанного КМ «Корпансил» проведены сравнения с известными зарубежными и отечественными аналогами в Корневской ЭЛБ и Ветковском спецлесхозе. Важными критериями при сравнительном анализе являются не только контролируемые параметры (приживаемость растений и повреждаемость корневых систем), но и наличие входящих в состав ингредиентов на территории Беларуси, т.к. известно, что стоимость их и транспортные расходы могут повышать конечную стоимость продукта в 2 и более раз. Для объективного сравнительного анализа стоимость аналогов определяли из суммы стоимости ингредиентов в них входящих. Это позволяет также не учитывать различного рода расходы (реклама, отчисления региональным представителям и т.п.), которые могут значительно увеличить конечную стоимость продукта. В дальнейшем предполагается, что такие расходы для всех аналогов идентичны. В качестве аналогов были выбраны промышленно выпускаемый в Беларуси КМ «Корпансил» и российский аналог на основе альгината натрия. Также для сравнительного анализа был выбран английский химически сшитый гидрогель на основе ПАА (таблица 6.3).

При обработке разработанным КМ «Корпансил» количество погибших растений снижается в 3-5 раз, а повреждаемость корневых систем сеянцев сосны обыкновенной в 3,5-6 раз. Разработанный состав содержит ингредиенты, которые в композиции выполняют не только роль защиты от повреждений корневых систем и от иссушения, но и являются источниками элементов питания необходимых для роста растений. В Беларуси такой прием позволяет обеспечить лучшее развитие растений в первое время после посадки леса.

Таблица 6.3 – Сравнительная характеристика разработанного состава «Корпансил» и известных аналогов для обработки корневых систем однолетних сеянцев сосны обыкновенной

| Исследуемые показатели | Композиционные полимерные материалы | | |
|--|---|---|-----------------------------------|
| | «Корпансил» производится в Беларуси (Институт леса) | «Альгинат натрия» а.с.1456060SU производится в России | «Гидрогель» производится в Англии |
| Количество погибших растений, % | 2 | 10 | 6 |
| Повреждение корневой системы, % | 2 | 12 | 8 |
| Вид аналогов | Водный раствор | | Гелеобразная форма |
| Возможность обработки партиями | + | + | - |
| Стоимость 1л (кг) состава, дол. США | 1,2 | 2,6 | 2,8 |
| Расход на 1000 шт. однолетнего посадочного материала, л (кг) | 2,5-3,0 | 2,0-3,0 | 2,2-3,1 |
| Адгезия покрытия к поверхности корневой системы, Н/м | 82-84 | 71-74 | 43-47 |

Для проверки предположения о влиянии изученных композиционных материалов на сохранность лесных культур и степень повреждения корневых систем установлены фактические значения критерия Стьюдента для всех пар (таблица 6.4). Табличное значение равно 1,996.

Таблица 6.4 – Значение критерия Стьюдента по влиянию изученных композиционных материалов на сохранность лесных культур и степень повреждения корневых систем однолетних сеянцев сосны обыкновенной

| Сравнения вариантов опыта | Количество погибших культур | Повреждение корневой системы |
|---------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 1-2 | -98,757 | -109,821 |
| 1-3 | -78,038 | -98,189 |
| 2-3 | 42,187 | 36,783 |

Примечание: 1– КМ «Корпансил»; 2 – альгинат натрия; 3– гидрогель Англия.

Так как фактические значения по критерию Стьюдента значительно превосходят табличное значение, то можно утверждать, что разработанный нами КМ «Корпансил» достоверно увеличивает количество сохранившихся растений и уменьшает количество поврежденных при меньшей его стоимости.

Проведены лабораторные исследования в ИММС им. В.А. Белого НАН Беларуси по установлению оптимального расхода КМ «Корпансил» для защиты корневой системы однолетних и двухлетних сеянцев сосны обыкновенной. Установлено, что при обработке 1 тыс. шт. корневых систем однолетних сеянцев сосны расход рабочего раствора составил 2,0-2,5 л, а для двухлетних – 2,5-3,0 л.

Технология обработки корневых систем сеянцев композиционным раствором заключается в следующем; в емкость (ведро или др.) наливают рабочий раствор КМ «Корпансил» в количестве $\frac{3}{4}$ от ее объема и погружают корневую систему сеянцев сосны обыкновенной до корней шейки на 1-2 мин. Данная технология позволяет обрабатывать корневые системы сеянцев сосны обыкновенной как отдельных растений, так и в пучках.

При приготовлении композиционного материала целевые добавки растворяют в небольшом объеме воды при постоянном перемешивании. Полимер растворяют отдельно и затем постепенно вливают в водный раствор целевых добавок.

6.1 Выводы

1. Для защиты корневых систем растений от иссушения разработан композиционный материал «Корпансил» на основе 5%-ного раствора натрийкарбоксиметилцеллюлозы и целевых добавок в виде грунта для рассады овощных и декоративных культур 2,8 мас.%, глины гончарной 17 мас.%. Обработка корневых систем сеянцев сосны композиционным материалом «Корпансил» способствует сохранению влаги на уровне 39% в лабораторных условиях в течение 72 ч. Оптимальная условная вязкость КМ составляет 170 с.

2. Разработаны технические условия ТУ РБ 00969712.02-2000 «Состав «Корпансил» для защиты корневой системы растений» и «Рекомендации по технологии обработки корневых систем посадочного материала от иссушения», учебно-методическое пособие «Современные технологии и агротехнические приемы по выращиванию, хранению и транспортировке посадочного материала с использованием композиционных полимерных составов». В настоящее время БелГИССом срок действия технических условий продлен до 22.04.2020 г. На Корневской экспериментальной лесной базе Института леса Национальной академии наук Беларуси с 2004 г. ежегодно промышленно нарабатывается КМ «Корпансил» в количестве 15-20 тыс. литров.

3. Приживаемость сосновых культур с использованием КМ «Корпансил» повышается на 20% и период продления посадки леса увеличивается на 25 дней.

4. Установлены количественные показатели расхода композиционного материала «Корпансил» для обработки корневых систем 1 тыс. шт. однолетних и двухлетних сеянцев сосны обыкновенной, которые соответственно составляют 2,0-2,5 л и 2,5-3,0 л.

ГЛАВА 7**ИЗУЧЕНИЕ СПОСОБОВ И МЕТОДОВ СОЗДАНИЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР
НА РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЛЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Традиционные способы создания лесных культур на выведенных из оборота радиоактивно загрязненных сельскохозяйственных землях не всегда приемлемы из-за значительного внешнего облучения работающих. Основными требованиями при создании лесных культур на загрязненных радионуклидами землях являются: обеспечение безопасности людей, выполняющих работу; максимально возможное снижение повторного переноса радионуклидов из почвы с пылью и обеспечение надежности результатов проводимых работ.

Исследованиями белорусских ученых Ю.Д. Сироткина и А.И. Праходского [316] показано, что посев может являться одним из методов создания лесных культур. При посеве формируются более устойчивые насаждения, поскольку у них рано появляется взаимовлияние особей и, как следствие, быстрая дифференциация их по высоте и диаметру. Это ускоряет процессы самоизреживания и естественного отбора деревьев-лидеров. Более того, технология создания культур посевом значительно проще, чем посадкой, и исключает необходимость выращивания посадочного материала в лесных питомниках.

Однако данный метод имеет недостатки. При его использовании необходимо проводить длительный и тщательный агротехнический и лесоводственный уход за культурами. В Беларуси в сухих и избыточно увлажненных местопроизрастаниях, особенно на вырубках, из семян не удастся вырастить полноценное лесное насаждение. При посеве наблюдается значительно больший расход семян, чем при посадке сеянцев и саженцев. В практике искусственного лесовосстановления, в целом по Беларуси, посев леса составляет примерно 20% от общего объема лесокультурного производства, а в настоящее время не превышает 5%.

По данным В.И. Винокурова и И.М. Бартенева [317], восстановление леса с крупными семенами (дуб, бук, каштан орех грецкий и др.), а также на лесокультурных площадях без сильного развития злаковой травянистой растительности и поросли древесных пород, лесовосстановление можно производить путем посева семян.

Посев семян, в зависимости от биологических особенностей лесных пород и условий местопроизрастания, осуществляют одним из следующих способов: рядовым (строчным), строчно-луночным, ленточным и гнездовым. Посев семян производят с помощью сеялок и высевальных приспособлений, используемых в агрегате с покровосдирателями или плугами.

При рядовом посеве семена размещают в виде непрерывной строчки, при строчно-луночном – в небольших лунках, которые располагают на расстоянии 60-70 см одна от другой, а при гнездовом – в лунках, сгруппированных по несколько штук.

Согласно «Наставлению по лесовосстановлению и лесоразведению в Республике Беларусь» нормы высева семян сосны варьируются в пределах 0,8-1,5 кг/га.

А.Н. Праходским и И.В. Соколовским установлено, что рыхление почвы позволяет растениям сосны сформировать более глубокую корневую систему, способную обеспечивать культуры влагой и питательными веществами в значительно большем объеме, чем без рыхления [90]. Исследованиями Н.И. Якимова и др. [91] установлено, что главной породой при создании лесных культур на низкобалльных сельскохозяйственных землях является сосна обыкновенная. Лучшая порода для смешения с сосной – береза повислая. При создании смешанных насаждений доля участия лиственных пород должна быть достаточной для обеспечения устойчивости культур и не должна снижать общую производительность насаждения. Лесные культуры сосны, создаваемые на почвах, вышедших из-под сельхозпользования, должны быть оптимальной густоты, позволяющей избежать проведения частых рубок ухода.

Использование традиционных методов создания лесных культур на землях с высокой плотностью радиоактивного загрязнения требует применения специальных регламентов из-за существенного превышения величины эффективной дозы

облучения работающих. Естественное возобновление, по данным Поджарова В.К. и Воловича П.И., даже березы шло плохо из-за сильного задернения почвы [94]. Содействие естественному возобновлению путем рыхления и минерализацией почвы также малоэффективно. Удовлетворительное возобновление березы и ольхи черной появлялось в полосе 20 м от стен леса и единичных деревьев. Применение сеянцев и саженцев, особенно выращенных в чистых зонах, позволяет избежать повреждений на стадиях их прорастания и первичного роста всходов. Приживаемость и сохранность лесных культур сосны обыкновенной, посаженных 1-летними сеянцами в обработанную почву, составило 74-89% в первый год и 55-75 % – на второй. Аналогичные результаты исследований в Беларуси были получены Б.И. Якушевым и Л. И. Рахтеенко [97]. Отпад сосны в год посадки был 5-8%, ели – 9-12%. Приживаемость и сохранность культур зависели от способа обработки почвы и используемого посадочного материала. Посадка по необработанной почве снизила приживаемость в 1 год до 3-53%, на 2 – до 18%. Лучшая приживаемость растений получена в бороздах, при посадке 2-летних сеянцев сосны обыкновенной (93%).

По мнению В.И. Якушева и других [97], при облесении земель, загрязненных радионуклидами, в условиях Беларуси, опыты носили кратковременный характер. Авторами делаются обобщающие выводы, что в 20-километровой зоне вокруг реактора следует высаживать лиственные породы, восстановление леса и лесоразведение проводить крупномерным материалом, посадку предпочтительнее проводить в борозды и вспаханной почве, использовать по возможности вегетативное размножение древесных пород и семенное возобновление от плодоносящих деревьев, а также создавать смешанные культуры.

Сложности с созданием лесных культур на загрязненных радионуклидами землях заставили С.И. Цоя и В.Л. Дольского [318] высказать предложения использовать для этой цели долговечные и ценные породы (сосну, ель и дуб), а также создавать лесные культуры полосами с расстоянием между ними 40-50 м и межполосные пространства засеивать с помощью аэросева. Однако эффективность этого мероприятия нигде не проверялась.

Особенности создания лесных культур аэросевом в загрязненных зонах и пути снижения доз облучения на человека в этих условиях изучены недостаточно. Ясно одно, что работать в зонах с уровнями радиации более 40 Ки/км^2 можно только вахтовым способом, так как население со всех деревень здесь отселено. Снижение доз облучения возможно вследствие сокращения пребывания людей на работе и создания условий соответствующих санитарным требованиям. Эти цели достигаются сокращением производственных операций при посадке и выращивании лесных культур, или объединением ряда операций в одном цикле работ, автоматизацией отдельных операций, уменьшением густоты посадки, подбором технологий работ, сопровождающихся минимальным пылеобразованием и выбором периода работ, когда оно минимальное [319, 320].

Учитывая сложности с организацией и проведением лесокультурных работ на загрязненных землях, И.И. Марадудин и др. [24] пришли к выводу, что их облесение нецелесообразно, так как затраты превысят стоимость выращенной древесины. С этим согласиться нельзя, ибо стоимость древесины к возрасту спелости повысится во много раз. Да и оставлять плодородные земли на многие десятилетия неиспользуемыми в таком обжитом районе, как Беларусь, просто нецелесообразно [94, 95].

В практике лесовосстановления и лесоразведения находит применение метод аэросева. Согласно «Указаниям по авиационно-химическим работам в сельском и лесном хозяйствах», аэросев следует выполнять самолетом АН-2 или вертолетами, оборудованными опыливающей аппаратурой. Опыливатель самолета дополнительно оборудуется микродозировщиком или на него устанавливается приспособление для сплошного посева. Норма расхода обескрыленных семян 1-1,5 кг/га, при высеве семян II класса качества норма увеличивается до 2-2,5 кг/га. Максимальная ширина рабочего захвата при сплошном посеве для самолета АН-2 30 м, для вертолета 20 м, а при ленточном посеве, соответственно, 60 и 40 м. Высота полета 30-35 м. Допустимая скорость ветра – не более 5 м/с. Аэросев семян хвойных пород производится сразу после таяния снега или осенью до выпа-

дения снега. При отсутствии микродозировщика семена для аэросева разбавляют гранулированными удобрениями (20 кг/га) или опилками (10 кг/га).

Для определения качества создаваемых лесных культур в Республике Беларусь установлены нормативы количества деревьев и их средней высоты для семилетнего возраста (таблица 7.1). В таблице 7.2 дается показатель приживаемости лесных культур в однолетнем и трехлетнем возрасте с учетом степени загрязнения почвы радионуклидами [39].

Таблица 7.1 – Нормативы количества экземпляров деревьев и средней высоты главных пород для чистых сосновых насаждений в 7-летнем возрасте

| Типы леса | Минимальное количество жизнеспособных деревьев, тыс./га | Средняя высота главной породы, м, не менее |
|--|---|--|
| Сосняки лишайниковые | 3,3 | 0,9 |
| Сосняки вересковые, брусничные и мшистые | 2,6 | 1,1 |
| Сосняки черничные | 3,0 | 1,3 |
| Сосняки орляковые и кисличные | 3,0 | 1,5 |

Таблица 7.2 – Нормативная приживаемость (%) лесных культур, плантационных лесных культур и защитных насаждений [39]

| Виды земель | Чистые территории и территории с плотностью загрязнения почв цезием-137 до 15 Ки/км ² | | Территории с плотностью загрязнения почв цезием-137 более 15 Ки/км ² | |
|---|--|---------------------|---|---------------------|
| | однолетние культуры | трехлетние культуры | однолетние культуры | трехлетние культуры |
| Все виды земель, за исключением земель бывшего сельхозпользования | 90 | 86 | 50 | 45 |
| Земли бывшего сельхозпользования | 86 | 80 | 50 | 45 |

Анализ литературных данных по вопросу создания лесных культур на загрязненных радионуклидами землях показывает, что данная проблема является

сложной и имеет свои особенности. Земли бывшего сельхозпользования отличаются бедностью и сухостью почвы и по технологической оценке лесокультурного фонда относятся к категории «а».

Изучение возможностей аэросева семян древесных пород при создании лесных культур на землях, загрязненных радионуклидами, проводили на опытных производственных объектах в Чечерском и Ветковском спецлесхозах Гомельского ГПЛХО. Проведенные исследования по разработке методов и способов создания лесных культур на землях с различной плотностью радиоактивного загрязнения нами подробно изложено в монографиях [72, 85], научных статьях [273, 319], учебно-методическом пособии «Новые технологии создания лесных культур на низкобалльных сельскохозяйственных землях и научном отчете [321].

В Ветковском и Чечерском спецлесхозах созданы лесные культуры в условиях радиоактивного загрязнения способами аэросева, механизированной и ручной посадкой с применением композиционных материалов (Приложение 13). Создание лесных культур аэросевом на сельскохозяйственных землях с различной плотностью радиоактивного загрязнения выполнено осенью 1990-1991 гг. на площади 1820 га. Исследования по определению эффективности аэросева с использованием гранулированных семян и КМ для предпосевной подготовки семян осуществляли совместно со специалистами Гомельского ГПЛХО.

Контрольный аэросев гранулированных семян сосны обыкновенной провели 11 сентября 1991 года в Речицком районе при плотности радиоактивного загрязнения почвы 0-5 Ки/км². Установлены оптимальные параметры высоты полета и ширины высевающей площади гранулированных семян (таблица 7.3).

Варианты опыта 1-4 расположены с левой стороны от направления полета, 5-8 с правой. В каждой грануле заключено одно семя сосны обыкновенной. Всего заложено 72 пробные площади. Размер одной пробной площади составляет 4x5 м (20 м²). Полученные результаты контрольного аэросева гранулированных семян с высоты 20 м над поверхностью почвы с расстоянием между горловиной и высевающим диском 15-22 см. Контрольный аэросев гранулированных семян проводили с учетом различного расстояния между горловиной и высевающим диском

вертолета МИ-2. В варианте № 1 расстояние составляет 12-15 см, варианте № 2 – 15-18 см и варианте № 3 – 18-21 см.

При высоте полета 20 м и различным расстоянием между горловиной и высевающим диском ширина захвата посевной полосы составляет 30 м.

Математическая обработка полученных данных по коэффициенту корреляции при значении критерия Стьюдента $t_{0,05}=2,045$ подтверждает достоверность количества высеваемых гранулированных семян сосны обыкновенной аэросевом с высоты 20 м.

Таблица 7.3 – Количество гранул на пробных площадях при проведении контрольного аэросева на землях колхоза «Советская Беларусь» Речицкого района, Гомельской области (11 сентября 1991 г.), штук

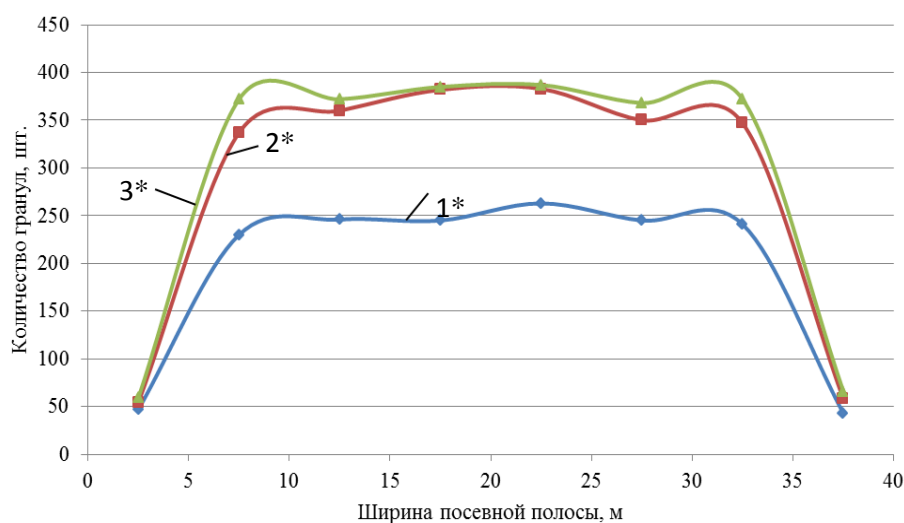
| Варианты опыта | Повторность опыта | Варианты опыта | | | | | | | |
|----------------|-------------------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| №1 | 1 | 59 | 225 | 246 | 244 | 270 | 259 | 250 | 45 |
| | 2 | 45 | 242 | 257 | 239 | 257 | 236 | 235 | 42 |
| | 3 | 44 | 224 | 236 | 251 | 263 | 240 | 239 | 46 |
| | Среднее | 47 | 230 | 246 | 245 | 263 | 245 | 241 | 43 |
| №2 | 1 | 45 | 320 | 370 | 380 | 385 | 340 | 345 | 51 |
| | 2 | 56 | 340 | 360 | 380 | 380 | 360 | 350 | 59 |
| | 3 | 62 | 350 | 350 | 385 | 385 | 350 | 345 | 64 |
| | Среднее | 54 | 337 | 360 | 382 | 383 | 350 | 347 | 58 |
| №3 | 1 | 57 | 364 | 360 | 381 | 387 | 362 | 365 | 65 |
| | 2 | 58 | 372 | 383 | 394 | 391 | 374 | 381 | 61 |
| | 3 | 62 | 381 | 374 | 379 | 382 | 369 | 389 | 72 |
| | Среднее | 59 | 372 | 372 | 385 | 387 | 368 | 372 | 66 |

При загрязнении почвы свыше 40 Ки/км^2 целесообразно проведение аэросева с использованием гранулированных семян вертолетом МИ-2 с высоты полета 20 м и нормой высева семян сосны обыкновенной 1,5 кг/га.

Органоминеральные гранулы состоят из торфа и сапропеля в соотношении 1:1 с целевой добавкой. В качестве целевой добавки используют 3-5%-ный водный раствор натрийкарбоксиметилцеллюлозы, который способствует повышению прочности гранул.

Расход семян при аэросеве с высоты 20 м на варианте опыта №1 составляет 230 шт. на пробную площадь или 1,0 кг/га, на варианте опыта №2 – 370 шт. или 1,2 кг/га, на варианте опыта №3 – 380 шт. или 1,5 кг/га (рисунок 7.1).

Расход гранулированных семян сосны обыкновенной регулируют расстоянием между горловиной и диском высевяющего устройства. При скорости полета 60 км/час на высоте 20 м и расстоянием между горловиной и диском высевяющего устройства равным 12-15 см расход семян составляет 1,2 кг/га. С увеличением расстояния между горловиной и диском высевяющего устройства до 15-18 см расход семян составляет 1,2 кг/га, а при увеличении до 18-21 см – 1,5 кг/га.



* – расстояние между горловиной и высевяющим диском
Варианты опыта: 1) 12-15 см; 2) 15-18 см; 3) 18-21 см

Рисунок 7.1 – Распределение гранулированных семян по посеваемой полосе при контрольном аэросеве вертолетом МИ-2 с высоты 20 м с учетом расстояния между горловиной и высевяющим диском

На рисунке 7.2 представлена технология создания лесных культур методом аэросева на землях бывшего сельхозпользования в Чечерском спецлесхозе Гомельского ГПЛХО. Расход семян сосны обыкновенной составил 1,5 кг/га. Для проведения аэросева на площади 1820 га использовали 2730 кг семян сосны обыкновенной. Гранулирование семян сосны обыкновенной проводили в ИММС им. В.А. Белого НАН Беларуси. Проведение аэросева на загрязненных землях ра-

дионуклидами в Гомельском ГПЛХО осуществлялось совместно со специалистами МЛХ РБ и Чечерского спецлесхоза (рисунок 7.3).



Рисунок 7.2 – Создание лесных культур аэросевом гранулированными семенами на радиоактивно загрязненных землях в Светиловичском лесничестве Чечерского спецлесхоза Гомельского ГПЛХО с использованием вертолета МИ-2



Лесные культуры методом аэросева созданы на площади 1100 га (на фото слева направо: инженер охраны леса Чечерского спецлесхоза Исаченко Г.М., главный лесничий Чечерского спецлесхоза Евмененко А.Т., водитель Гомельского ГПЛХО Езепов Н.И., научный руководитель работ Копытков В.В., зам. генерального директора Гомельского ГПЛХО Рогалевич А.И., ведущий специалист МЛХ РБ Соколов В.В., начальник отдела лесовосстановления Гомельского ГПЛХО Рудаковская Л.В. и пилоты Черниговского авиаотряда)

Рисунок 7.3 – Участники аэросева в Ветковском и Кормянском районах Гомельской области 9-12 октября 1991 г.

На всхожесть семян и дальнейшее развитие растений, в основном, влияет температура воздуха и количество выпавших осадков. 1992 год существенно отличался по погодным условиям от среднеголетних данных. В течение вегетационного периода осадков выпало менее, чем треть средней многолетней нормы, и гидротермический показатель (ГТП) был значительно ниже 1,0 [72].

Изучено влияние различных условий местопроизрастания на приживаемость лесных культур созданных однолетними и двухлетними сеянцами сосны обыкновенной.

В таблице 7.4 представлены данные приживаемости однолетних и трехлетних лесных культур с использованием однолетних и двухлетних сеянцев сосны обыкновенной и предпосадочной обработкой их корневых систем КМ в лесорастительных условиях A_2 и B_2 .

Таблица 7.4 – Приживаемость лесных культур и высота в 7-ми летнем возрасте

| Варианты опыта | Приживаемость лесных культур, возраст | | Высота лесных культур, м |
|---|---------------------------------------|------------|--------------------------|
| | однолетних | трехлетних | |
| 1. Посадка однолетними сеянцами, A_2 | 72 | 60 | 1,28 |
| 2. Посадка однолетними сеянцами, B_2 | 87 | 75 | 1,54 |
| 3. Посадка однолетними сеянцами с обработкой корней КМ, A_2 | 90 | 83 | 1,61 |
| 4. Посадка однолетними сеянцами с обработкой корней, B_2 | 93 | 85 | 1,96 |
| 5. Посадка двухлетними сеянцами, B_2 | 87 | 68 | 2,22 |
| 6. Посадка двухлетними сеянцами с обработкой корней КМ, B_2 | 90 | 88 | 2,80 |
| Приживаемость по «Наставлению...», % | 86 | 80 | |
| Высота по «Наставлению...», м | | | не менее 1,1 |

При создании лесных культур использовали размещение посадочных мест: 2,0-2,5 x 0,7-0,8 м. Количество посадочного материала составило 5300 шт./га. С 15 августа по 15 сентября в конце 7-го года выращивания лесных культур проведена инвентаризация [289]. Для учета лесных культур с целью перевода в покрытые лесом земли, закладывали прямоугольные пробные площади размером 10x50 м по каждому варианту опыта. При этом учитывали, что нормативный показатель ми-

нимального количества жизнеспособных деревьев должен составлять 2,6 тыс. шт./га. Типы условий местопроизрастания оказывают влияние на приживаемость лесных культур. При использовании однолетних сеянцев сосны обыкновенной приживаемость однолетних культур на песчаных свежих почвах (A_2) на 15% больше по сравнению с супесчаными свежими (B_2). Приживаемость лесных культур в 3-летнем возрасте на данных вариантах опыта уменьшилась на 12% по сравнению с однолетними культурами.

При создании лесных культур двухлетними сеянцами сосны обыкновенной на супесчаных свежих почвах в условиях местопроизрастания (B_2) приживаемость составила 87%.

Анализ таблицы 7.4 показывает, что приживаемость однолетних и трехлетних лесных культур зависит от вида посадочного материала и предпосадочной обработки корневых систем КМ. При создании лесных культур однолетними сеянцами сосны обыкновенной в лесорастительных условиях A_2 наблюдается минимальная приживаемость лесных культур в однолетнем (72%) и трехлетнем (60%) возрасте. Показатель приживаемости лесных культур на данном варианте опыта ниже по сравнению с нормативными данными. В однолетнем возрасте показатель приживаемости лесных культур на 14% меньше, а в трехлетнем возрасте – на 20% меньше по сравнению с нормативным показателем.

При сравнении показателей приживаемости лесных культур в лесорастительных условиях B_2 с использованием однолетних и двухлетних сеянцев сосны обыкновенной без предпосадочной обработки корневых систем установлено, что однолетние лесные культуры имеют одинаковый (87%) показатель приживаемости. Предпосадочная обработка корневых систем сеянцев сосны обыкновенной КМ в условиях A_2 способствовала повышению приживаемости однолетних лесных культур на 12%, а трехлетних на 13%.

Использование двухлетних сеянцев сосны обыкновенной с предпосадочной обработкой корневых систем КМ в условиях B_2 позволило увеличить приживаемость однолетних лесных культур на 17%, а трехлетних на 20% по сравнению с контролем (без обработки корневых систем КМ).

Нормативная приживаемость однолетних лесных культур составляет 86%, а трехлетних – 80%. Анализ полученных фактических данных позволяет сделать вывод о том, что предпосадочная обработка корневых систем однолетних и двухлетних сеянцев сосны обыкновенной КМ обеспечивает нормативную приживаемость лесных культур. На вариантах опыта в условиях В₂ без предпосадочной обработки корневых систем сеянцев сосны обыкновенной КМ показатели приживаемости однолетних лесных культур больше на 1%, а трехлетних меньше на 5% по сравнению с нормативными показателями приживаемости.

Высота лесных культур в семилетнем возрасте на всех вариантах опыта превышает нормативный показатель (1,1 м). Использование однолетних сеянцев сосны обыкновенной в условиях местопроизрастания В₂ способствовало увеличению высоты лесных культур в 1,4-1,8 раза, а двухлетние сеянцы увеличили высоту лесных культур в 2,0-2,5 раза.

Предпосадочная обработка корневых систем однолетних сеянцев сосны обыкновенной и двухлетних в условиях В₂ способствовала увеличению высоты лесных культур в семилетнем возрасте. На варианте опыта с использованием однолетних сеянцев и предпосадочной обработкой их корневых систем КМ высота лесных культур выше на 27% по сравнению с вариантом без использования КМ.

На варианте опыта с использованием двухлетних сеянцев сосны обыкновенной и предпосадочной обработкой их корневых систем КМ высота лесных культур превышает на 27% вариант без использования КМ.

Сохранность лесных культур в семилетнем возрасте зависит не только от лесорастительных условий и вида посадочного материала, но и от предпосадочной обработки корневых систем растений. Наибольшая сохранность лесных культур получена на вариантах опыта с предпосадочной обработкой корневых систем растений КМ. При использовании однолетних сеянцев сосны обыкновенной в лесорастительных условиях А₂ сохранность лесных культур составила 43% или 2279 шт./га, а на варианте с предпосадочной обработкой корневых систем КМ сохранность была выше на 12% и составила 55% или 2915 шт./га.

При использовании однолетних сеянцев сосны обыкновенной в лесорастительных условиях В₂ сохранность лесных культур составила 59% или 3127 шт./га, а с предпосадочной обработкой корневых систем на 15% больше и составила 74% или 3922 шт./га.

При использовании двухлетних сеянцев сосны обыкновенной сохранность лесных культур составила 61% или 3233 шт./га, а с предпосадочной обработкой корневых систем растений данный показатель был выше на 18% и составил 79% или 4187 шт./га.

Математическая обработка полученных данных приживаемости лесных культур в однолетнем возрасте показала достоверное различие по критерию Стьюдента между вариантами с предпосадочной обработкой корневых систем КМ однолетних и двухлетних сеянцев сосны обыкновенной в условиях местопроизрастания В₂ и контролем (без обработки корневых систем КМ).

Получены также достоверные различия по критерию Стьюдента между вышеуказанными вариантами опыта по высоте семилетних сосновых культур.

Математическая обработка полученных данных в таблице 7.4 по сохранности лесных культур в семилетнем возрасте и переводу их в покрытые лесом земли позволила установить достоверные различия по критерию Стьюдента между вариантами при использовании различных видов посадочного материала с предпосадочной обработкой их корневых систем КМ в условиях местопроизрастания А₂ В₂ и контролем (таблица 7.5).

Таблица 7.5 – Математическая обработка полученных показателей приживаемости, сохранности и высоты лесных культур по критерию Стьюдента

| Варианты опыта | Приживаемость | Сохранность | Высота лесных культур |
|---|---------------|-------------|-----------------------|
| 1-3 | -21,24 | -28,22 | -22,10 |
| 2-4 | -13,98 | -39,63 | -14,99 |
| 5-6 | -19,88 | -35,27 | -27,62 |
| Примечание: Стандартное значение критерия Стьюдента составляет 2,048. | | | |

Стандартное значение критерия Стьюдента при объеме выборки $n=30$ и уровне значимости $\alpha=0,05$ равно 2,048. Анализ данной таблицы показывает, что между сравниваемыми вариантами опыта различия достоверны между средними значениями по критерию Стьюдента

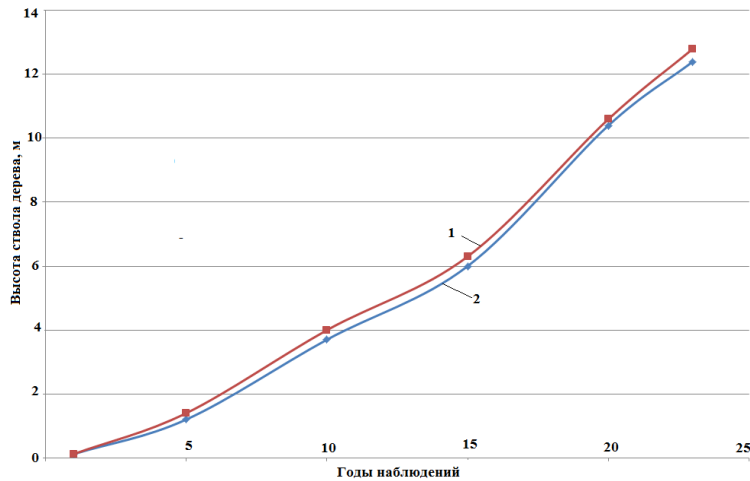
Проведены исследования по влиянию КМ на динамику роста надземной части лесных культур, которые созданы аэросевом и посадкой в различных условиях местопроизрастания (таблица 7.6). Изучено влияние различных методов создания лесных культур на динамику текущего прироста в высоту в течение 23 лет.

Таблица 7.6 – Ход роста надземной части сосновых лесных культур, созданных аэросевом и посадкой, м

| Метод создания лесных культур, условия местопроизрастания | Варианты опыта | Высота лесных культур (м) в возрасте (лет) | | | | |
|---|----------------|--|----------|----------|-----------|-----------|
| | | 5 | 10 | 15 | 20 | 23 |
| Аэросев | | | | | | |
| Аэросев семян сосны, А ₂ | 1 | 0,3±0,02 | 1,5±0,08 | 3,3±0,11 | 5,6±0,14 | 6,8±0,25 |
| Аэросев семян сосны, В ₂ | 2 | 0,3±0,01 | 1,6±0,08 | 3,5±0,19 | 5,8±0,20 | 7,5±0,31 |
| Аэросев гранулированных семян сосны, А ₂ | 3 | 0,4±0,01 | 2,2±0,08 | 4,1±0,09 | 5,8±0,10 | 7,8±0,31 |
| Аэросев гранулированных семян сосны, В ₂ | 4 | 0,4±0,01 | 2,4±0,1 | 4,3±0,19 | 6,2±0,21 | 8,0±0,32 |
| Посадка | | | | | | |
| Посадка однолетними сеянцами, А ₂ | 1 | 0,5±0,08 | 2,6±0,12 | 5,2±0,44 | 9,8±0,51 | 10,1±0,34 |
| Посадка однолетними сеянцами, В ₂ | 2 | 0,7±0,11 | 2,8±0,12 | 5,5±0,11 | 10,6±0,22 | 10,8±0,33 |
| Посадка однолетними сеянцами с КМ, А ₂ | 3 | 0,8±0,18 | 3,1±0,15 | 5,6±0,07 | 10,6±0,10 | 10,4±0,31 |
| Посадка однолетними сеянцами с КМ, В ₂ | 4 | 1,0±0,15 | 3,4±0,15 | 5,8±0,16 | 10,8±0,18 | 11,0±0,39 |
| Посадка двухлетними сеянцами, В ₂ | 5 | 1,2±0,08 | 3,7±0,2 | 6,0±0,25 | 10,4±0,29 | 12,4±0,41 |
| Посадка двухлетними сеянцами с КМ, В ₂ | 6 | 1,4±0,11 | 4,0±0,16 | 6,3±0,19 | 10,6±0,21 | 12,8±0,34 |

Анализ текущего прироста в высоту сосновых культур показывает, что наибольшая высота отмечена при создании лесных культур методом посадки с использованием двухлетних сеянцев сосны обыкновенной. Анализ таблицы 7.6 показывает, что наибольший прирост в высоту лесные культуры имели на варианте

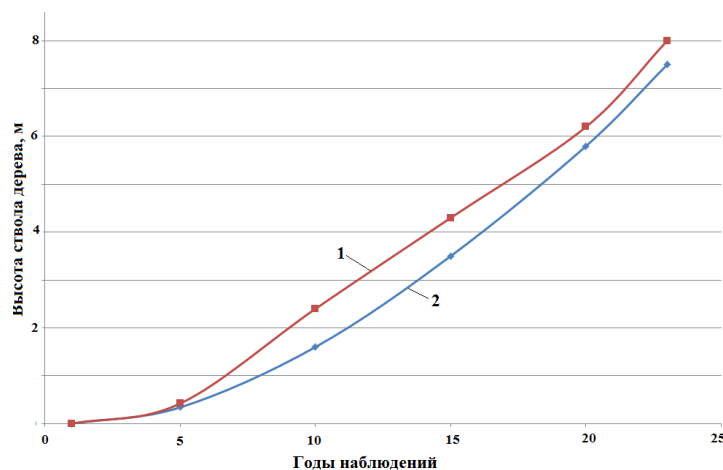
при посадке двухлетних сеянцев сосны обыкновенной с обработкой корневых систем КМ «Корпансил» (рисунок 7.4).



1 – посадка двухлетними сеянцами; 2 – посадка двухлетними сеянцами с обработанной корневой системой КМ «Корпансил»

Рисунок 7.4 – Динамика роста надземной части лесных культур, созданных посадкой двухлетними сеянцами сосны

При аэросеве гранулированных семян на песчаных свежих почвах высота лесных культур минимальная. При сравнении высоты сосновых культур, произрастающих в одинаковых условиях местопроизрастания на супесчаных свежих почвах, отмечается увеличение на 11 % высоты надземной части с использованием гранулированных семян по сравнению с обычными (рисунок 7.5).



1 – аэросев гранулированных семян сосны; 2 – аэросев семян сосны

Рисунок 7.5 – Динамика роста надземной части лесных культур, созданных посевом семян сосны обыкновенной

Высота лесных культур, созданных однолетними сеянцами сосны обыкновенной, зависела от условий местопроизрастания. Наибольшая высота лесных культур зафиксирована на протяжении 23-х лет исследований на супесчаных свежих почвах. Текущий прирост в высоту опытных лесных культур при посадке однолетними сеянцами на песчаных свежих почвах несколько меньше по сравнению с двухлетними.

Обработка корневых систем однолетних сеянцев сосны обыкновенной КМ способствовала увеличению текущего прироста в высоту на всех вариантах опыта (№ 3, 4, 6). Текущий прирост в высоту на данных вариантах опыта был выше соответственно на 37, 16,7 и 13% по сравнению с корневыми системами, не обработанными КМ. Анализ высоты текущего прироста пятилетних сосновых культур созданных двухлетними сеянцами сосны обыкновенной показал, что на супесчаных свежих почвах он больше на 42% по сравнению с использованием однолетних сеянцев.

В таблице 7.7 приведены коэффициенты вариации высоты сосновых лесных культур, созданных различными методами и способами.

Таблица 7.7 – Коэффициенты вариации высоты сосновых лесных культур

| Условия местопроизрастания | Аэросев, % | Посадка, % |
|--|------------|------------|
| A ₂ | 3,67 | 3,37 |
| B ₂ | 4,13 | 3,06 |
| Гранулированные семена, A ₂ | 3,97 | 2,98 |
| Гранулированные семена B ₂ | 4,00 | 2,89 |
| Посадка двухлетними сеянцами, B ₂ | - | 3,33 |
| Посадка двухлетними сеянцами с обработкой КМ, B ₂ | - | 2,66 |

Определен коэффициент эффективности лесовосстановления, который соответствует отношению площади молодняков, введенных в категорию хозяйственно ценных насаждений, к общей площади лесовосстановления. Установлено, что эффективность аэросева составила 43,8%. Данный показатель мог быть значительно выше при благоприятных метеорологических условиях в первые годы после посева.

Исследования показали, что наилучший рост лесных культур при посадке сеянцами во всех условиях местопроизрастания превышает в 1,3-1,7 раза. Математическая обработка полученных данных высот надземной части лесных культур, которые созданы аэросевом и посадкой представлены в таблицах 7.8 и 7.9.

Таблица 7.8 – Фактические значения критерия Стьюдента при сравнении высоты надземной части сосновых культур, созданных аэросевом

| Сравнения вариантов опыта | Значения критерия Стьюдента |
|---------------------------|-----------------------------|
| | Аэросев |
| 1-2 | 17,5 |
| 1-3 | 25 |
| 1-4 | 30 |
| 2-3 | 6,82 |
| 2-4 | 11,11 |
| 3-4 | 4,44 |

Примечание: варианты опыта: 1 – аэросев семян сосны, А₂; 2 – аэросев семян сосны, В₂; 3 – аэросев гранулированных семян, А₂; 4 – аэросев гранулированных семян, В₂

Анализ таблицы 7.8 показывает, что высота лесных культур при аэросеве гранулированными семенами сосны обыкновенной достоверна по сравнению с высотой лесных культур, созданных обычными семенами по критерию Стьюдента ($t_{\text{факт.}} 11,11$). Табличное значение критерия Стьюдента составляет 2,1.

Таблица 7.9 – Фактические значения критерия Стьюдента при сравнении высоты надземной части сосновых культур, созданных посадкой

| Сравнения вариантов опыта | Значения критерия Стьюдента |
|---------------------------|-----------------------------|
| 1-2 | 14,853 |
| 1-3 | 6,522 |
| 1-4 | 13,308 |
| 1-5 | 42,59 |
| 1-6 | 56,25 |

Примечание: 1 – посадка однолетними сеянцами, А₂; 2 – посадка однолетними сеянцами, В₂; 3 – посадка однолетними сеянцами с КМ, А₂; 4 – посадка однолетними сеянцами с КМ, В₂; 5 – посадка двухлетними сеянцами, В₂; 6 – посадка двухлетними сеянцами с КМ, В₂

Анализ таблицы 7.9 позволяет установить достоверное влияние предпосадочной обработки корневых систем однолетних и двухлетних сеянцев сосны

обыкновенной КМ на рост надземной части лесных культур. Нами исследованы опытно-производственные лесные культуры, созданные ручным и механизированным способом в условиях местопроизрастания А₂ и В₂ в Чечерском и Ветковском спецлесхозах Гомельского ГПЛХО (Приложение 13). Приживаемость и сохранность лесных культур не зависит от способа их создания (ручной или механический). Ведение лесного хозяйства на загрязненных землях после аварии ЧАЭС невозможно без определения допустимых норм радиационной безопасности для человека при создании лесных культур. Вредными радиационными факторами при выполнении лесокультурных работ является ионизирующее излучение от почвы, растений, машинотракторных агрегатов, а также радионуклиды, которые находятся в органической и минеральной пыли. Для уменьшения дозы облучения все работы следует проводить с использованием техники [290]. Продолжительность смены устанавливается в зависимости от радиационного загрязнения территории. Основным показателем при оценке радиационной обстановки служит допустимый предел дозы облучения. Предел дозы облучения работников сельского хозяйства в 1991 г. составил 0,5 бэр/год, а в 1992 г. 0,4 бэр/год [290]. При проведении лесокультурных работ на землях с повышенным уровнем радиоактивного загрязнения необходимо учитывать допустимое время пребывания работников на территории с определенным уровнем загрязнения в течение года (таблица 7.10).

Таблица 7.10 – Предельно допустимая продолжительность работы при разной мощности дозы, часы/год [290]

| № | Диапазон мощности дозы, мкЗв/ч | ПДПР, час/год |
|----|--------------------------------|---------------------------|
| 1 | До 0,6 | без ограничений (2000) |
| 2 | 0,61-0,68 | 1700 |
| 3 | 0,69-0,81 | 1400 |
| 6 | 0,82-0,95 | 1170 |
| 7 | 0,96-1,20 | 900 |
| 8 | 1,21-1,43 | 750 |
| 9 | 1,44-1,76 | 600 |
| 10 | Более 1,76 | рассчитывается по формуле |

Уровень мощности дозы излучения в кабине пилота зависит от высоты полета, что обусловило проведение целой серии опытов для установления предель-

но допустимого времени работы пилота и обслуживающего персонала при аэросеве. Проведение исследований по созданию лесных культур в зависимости от плотности загрязнения радионуклидами земель цезием-137 и предельно допустимым временем работы пилота и обслуживающего персонала нами подробно изложено в статье «Методы создания лесных культур на радиоактивно загрязненных землях», а также в других статьях [319, 320], научном отчете [321] и в монографии [72].

Исследования проведены на базе вертолета МИ-2 на территории Гомельского производственного лесохозяйственного объединения. Во всех случаях с увеличением высоты полета величина эффективной дозы ионизирующего излучения заметно снижается [320]. Исходя из полученных данных, следует, что лесокультурные работы с помощью вертолета могут проводиться на различных высотах.

Исследования показали, что на землях, с плотностью радиоактивного загрязнения почвы от 15 до 40 Ки/км² предельно допустимое время работы составляет 5000 час/год. При повышении плотности радиоактивного загрязнения почвы свыше 40 Ки/км² предельно допустимое время работы уменьшается до 1900 час/год.

Рекомендуемые способы создания лесных культур в зависимости от классификации земель с повышенным уровнем радиоактивного загрязнения цезием-137 приведены в таблице 7.11 [290, 321].

Таблица 7.11 – Создание лесных культур в зависимости от плотности загрязнения почвы цезием-137

| Зоны | Плотность загрязнения почвы радионуклидами, Ки/км ² | Допустимое время пребывания людей, час/год | Способы создания лесных культур |
|------|--|--|---|
| I | 0-5 | ограничений нет | Традиционными способами в соответствии с лесорастительными условиями |
| II | 5-15 | ограничений нет | Традиционными способами в соответствии с лесорастительными условиями |
| III | 15-40 | не более 5000 | Механизированная посадка в автоматизированном режиме. Работы вручную ограничены. Аэросев. |
| IV | свыше 40 | не более 1900 | Аэросев или оставляются под естественное зарастивание лесом. |

При выполнении лесокультурных работ на землях с плотностью радиоактивного загрязнения от 15 до 40 Ки/км² в соответствии с проектом по созданию лесных культур Гомельского ГПЛХО (Ветковский спецлесхоз) на одного работающего необходимо посадить 940 растений в день. На 1 га высаживают 5600 растений. Рабочий день не должен превышать 7 часов. Время, необходимое для проведения аэросева гранулированных семян сосны обыкновенной на площади 100 га вертолетом МИ-2, составляет 1 час. Для создания лесных культур наземным способом в третьей зоне на площади 100 га потребуется 600 чел./дней или 4200 часов.

7.1 Выводы

1. На почвах с плотностью загрязнения почвы цезием-137 от 0 до 15 Ки/км² лесные культуры создаются традиционными способами с предпосадочной обработкой корневых систем сеянцев сосны обыкновенной композиционным материалом «Корпансил». Использование композиционного материала «Корпансил» для предпосадочной обработки корневых систем сеянцев сосны обыкновенной способствует увеличению приживаемости и сохранности лесных культур на 20 %.

При загрязнении почвы цезием-137 до 15 Ки/км² создание лесных культур осуществляют вручную или механизировано.

При аэросеве на территориях с плотностью загрязнения почвы цезием-137 от 15 до 40 Ки/км² и при высоте полета вертолета МИ-2 20 м, предельно допустимое время работы составляет 5000 час/год. При повышении плотности загрязнения почвы свыше 40 Ки/км² предельно допустимое время работы уменьшается до 1900 час/год.

2. При загрязнении почвы свыше 40 Ки/км² целесообразно проведение аэросева с использованием гранулированных семян сосны обыкновенной. Аэросев проводят вертолетом МИ-2 с высоты полета 20 м и нормой высева семян сосны обыкновенной 1,5 кг/га. Органоминеральная гранула состоит из торфа и сапропеля в соотношении 1:1 с целевой добавкой. В качестве целевой добавки используют 3-5%-ный водный раствор натрийкарбоксиметилцеллюлозы, который способствует повышению прочности гранул.

3. Наиболее эффективным способом создания лесных культур на землях с повышенной плотностью радиоактивного загрязнения является посадка двухлетними сеянцами сосны обыкновенной с обработкой их корневых систем КМ «Корпансил».

ГЛАВА 8

ЛЕСОВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ И СОЗДАНИЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Изучение влияния КМ на лесоводственно-экономические показатели осуществлялось при выращивании стандартного посадочного материала и при создании лесных культур.

При выращивании сеянцев сосны обыкновенной КМ использовались для предпосевной подготовки семян, внекорневой обработки надземной части сеянцев, внесения удобрений пролонгированного действия и применения компостов. Комплексным показателем выращивания посадочного материала является выход стандартных сеянцев с единицы площади.

Расчет экономической эффективности осуществлялся в соответствии с «Инструкцией по оценке эффективности использования в народном хозяйстве республики результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ», а также «Методическими рекомендациями по оценке эффективности использования в лесном хозяйстве результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и опытно-технологических работ» [322].

Проведенные исследования по выращиванию сеянцев сосны обыкновенной в лесных питомниках Беларуси и созданию лесных культур различными методами и способами с использованием КМ с разработкой расчетно-технологических карт по агротехническим приемам нами подробно изложены в научных отчетах: «Усовершенствовать и внедрить технологию лесоразведения методом посадки лесных культур на землях бывшего сельхозпользования», «Обследовать лесные культуры, созданные методом посева на радиоактивно загрязненных землях и разработать расчетно-технологические карты», «Создание лесных культур на землях с повышенным уровнем радиоактивного загрязнения с различной агротехникой

предпосевной обработки семян» и «Разработать и исследовать эффективные технологии создания лесных культур на загрязненных радионуклидами землях с использованием полимерных материалов», а также в научно-методическом пособии «Технология получения дражированных семян на основе композиционных полимерных материалов» и других научных статьях.

В лесхозах ГПЛХО в постоянных лесных питомниках проведены работы по оптимизации почвенно-экологических условий на основе применения органоминерального компоста «Агрополикор», предпосевной обработки семян КМ «Полигумин», внекорневой обработки надземной части сеянцев КМ «Комповег», ресурсосберегающей технологии посева семян для выращивания стандартного посадочного материала на основе разработанных «Методических указаний по срокам и способам посева семян в питомнике». Нами разработаны технические условия ТУ ВУ 400070994.004–2010 «Состав «Агрополикор» для повышения почвенного плодородия питомников». Получение компостов на основе органических, минеральных веществ и целевой добавки в виде полимерного структурообразователя почвы способствует увеличению содержания подвижных форм азота, фосфора и калия в верхнем гумусоаккумулятивном горизонте почвы лесного питомника в течение 3-х лет. Введение целевых добавок при получении компостов способствует получению более качественных органоминеральных удобрений сокращает срок его готовности до 10 месяцев.

В соответствии с планом внедрения МЛХ РБ ТУ «Состав «Агрополикор» для повышения почвенного плодородия питомников» и «Рекомендаций по выращиванию микоризных сеянцев хвойных пород на субстрате из органоминеральной смеси и целевых добавок» коровые компосты на основе древесной коры и полимерного структурообразователя почвы для выращивания микоризованного посадочного материала нарабатывались в лесопитомнических хозяйствах с 2011 по 2013 гг. (таблица 8.1, Приложения 14-15).

Таблица 8.1 – Применение коровых компостов для выращивания семян в лесхозах Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь в 2011-2013 гг.

| Наименование ГПЛХО | Лесхозы | Количество наработанных компостов для выращивания семян, т | | |
|-----------------------|----------------|---|-------------|-------------|
| | | 2011 | 2012 | 2013 |
| Брестское | Кобринский | 600 | 600 | 300 |
| | Пинский | - | - | 150 |
| | Лунинецкий | - | - | 100 |
| | Ивацевичский | 400 | 400 | - |
| Всего | 1000 | 1000 | 550 | |
| Витебское | Глубокский | 600 | 500 | 200 |
| | Полоцкий | 400 | 200 | 512 |
| | Толочинский | - | - | 350 |
| | Ушачский | - | - | 150 |
| | Лиозненский | - | 50 | - |
| | Россонский | - | 50 | - |
| Всего | 1000 | 800 | 1212 | |
| Гомельское | Жлобинский | - | 150 | 150 |
| | Калинковичский | - | 120 | 120 |
| | Мозырский | 80 | 200 | 200 |
| | Светлогорский | 40 | 350 | 350 |
| | Гомельский | - | - | - |
| Всего | 120 | 720 | 720 | |
| Гродненское | Ивьевский | 70 | - | 200 |
| | Сморгонский | - | 627 | 300 |
| | Щучинский | 150 | 18 | - |
| | Волковысский | - | - | - |
| | Гродненский | - | - | - |
| | Лидский | - | - | - |
| | Островецкий | - | - | - |
| | Слонимский | - | - | - |
| Всего | 220 | 645 | 500 | |
| Минское | Березинский | 200 | 360 | 200 |
| | Борисовский | 200 | 300 | 200 |
| | Стародорожский | 200 | 300 | 200 |
| | Логойский | 200 | 300 | 200 |
| | Слуцкий | 100 | - | - |
| | Столбцовский | 100 | - | - |
| | Вилейский | | | |
| Всего | 1000 | 1260 | 800 | |
| Могилевское | Кличевский | 200 | 200 | 200 |
| | Осиповичский | 200 | 200 | 200 |
| | Чериковский | 150 | - | 150 |
| Всего | 550 | 400 | 550 | |
| Итого | | 3890 | 4825 | 4332 |

За период 2011-2013 гг. в лесных питомниках Беларуси наработано 13047 тонн компостов. В соответствии с актами внедрения в лесхозах Минского ГПЛХО наработано в 2014 г. 400 тонн компостов и столько же в 2015 г. В лесхозах Гомельского ГПЛХО наработано в 2015 г. 598 тонн компостов.

Таким образом, по разработанным «Рекомендациям по выращиванию микоризных сеянцев хвойных пород на субстрате из органоминеральной смеси и целевых добавок» и «Технических условий ТУ РБ 400070994.008-2010 «Состав «Агрополикор» для повышения почвенного плодородия питомников» в лесных питомниках наработано 14445 тонн компостов и внесены на площади 206 га для выращивания сеянцев хвойных пород.

Ожидаемый расчетный экономический эффект от использования коровых компостов при выращивании сеянцев сосны обыкновенной за счет оптимизации почвенно-экологических условий составляет 150,0 тыс. бел. руб. с 1 тонны коровых компостов (в соответствии с утвержденными актами внедрения МЛХ РБ).

Суммарный ожидаемый расчетный экономический эффект получаем за счет оптимизации почвенно-экологических условий путем внесения коровых компостов и предпосевной обработки семян сосны обыкновенной КМ. При использовании предлагаемой технологии выращивания сеянцев сосны обыкновенной норма высева семян снижается на 20%.

Использование в лесных питомниках Республики Беларусь компостов на основе древесной коры и различных целевых добавок при выращивании посадочного материала имеет экологический эффект, который заключается в рациональном использовании органических и минеральных удобрений. При получении компостов используются отходы лесной и деревообрабатывающей промышленности в виде коры, опилок и других веществ.

В соответствии с «Методическими указаниями по срокам и способам посева семян в питомнике» оптимальным сроком при весеннем посеве семян хвойных пород является вторая декада апреля и первая декада мая (Приложение 16).

Лесоводственно-экономический эффект от внедрения КМ при выращивании стандартного посадочного материала в лесных питомниках Беларуси определяет-

ся совокупностью проводимых ресурсосберегающих технологий на основе оптимизации почвенно-экологических условий за счет компостов, предпосевной обработки семян, внекорневой обработки сеянцев и внесении минеральных удобрений пролонгированного действия. По результатам исследований БГТУ и ИЛ НАН Беларуси при выращивании сеянцев сосны обыкновенной в лесных питомниках в соответствии с разработанным «Наставлением по выращиванию посадочного материала древесных и кустарниковых видов в лесных питомниках Республики Беларусь» [2] норма высева семян составляет 50 т/га. Стоимость 1 кг семян сосны обыкновенной составляет 2,0 млн. неденоминированных бел. руб. На 1 га посевного отделения лесного питомника имеем экономию 10 кг семян, которые стоят 20,0 млн. неденоминированных бел. рублей. Компост «Агрополикор» внесен на площади 206 га. Суммарный ожидаемый расчетный экономический эффект составит: $20 \times 206 = 4120$ млн. неденоминированных бел. рублей или 2102 тыс. долл. США на 30 мая 2016 года.

Для выращивания сеянцев сосны обыкновенной в условиях закрытого грунта разработаны «Рекомендации по агротехнологии выращивания посадочного материала древесных пород в условиях закрытого грунта». Ожидаемый экономический эффект при выращивании посадочного материала в условиях закрытого грунта определяется с учетом комплекса проводимых агротехнических мероприятий: подготовка субстрата, регулирование микроклимата, уход за сеянцами, борьба с сорной растительностью и др. Нормативный выход стандартных сеянцев сосны обыкновенной с 1 га составляет 8,0-9,0 млн. штук. По проведенным нами исследованиям выход стандартных сеянцев сосны обыкновенной составил 11,2 млн.шт./га, что превышает нормативный показатель на 24-40%. Стоимость 1 тыс. штук сеянцев сосны обыкновенной составляет 1 тыс. бел. руб. Ожидаемый расчетный экономический эффект от внедрения «Рекомендаций по агротехнологии выращивания посадочного материала древесных пород в условиях закрытого грунта» составит:

$$11,2 \text{ млн.шт./га} - 9 \text{ млн. шт./га} = 2,2 \text{ млн. шт./га.}$$

$$2,2 \text{ млн. шт./га} \times 1 \text{ тыс. бел.руб} = 2200 \text{ тыс. бел. руб. или } 1122 \text{ доллара США с } 1 \text{ га.}$$

Эффективность использования композиционного материала «Корпансил» определялась в лесхозах Министерством лесного хозяйства Республики Беларусь в соответствии с нормативными документами. С 2004 г. по МЛХ РБ внедрение «Технологии выращивания, хранения и транспортировки посадочного материала с использованием композиционного материала предусматривало наработку композиционного материала «Корпансил» на Корневской ЭЛБ НАН Беларуси и его реализацию лесхозам (таблица 8.2).

Таблица 8.2 – Полученный КМ «Корпансил» лесхозами Беларуси в период 2004-2016 гг.

| Годы наработки «Корпансил» | Количество лесхозов, шт. | Количество полученного препарата, л | Площадь созданных лесных культур, га |
|----------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 2004 | 60 | 12500 | 9816 |
| 2005 | 70 | 15000 | 11780 |
| 2006 | 75 | 16000 | 12565 |
| 2007 | 86 | 17665 | 13858 |
| 2008 | 92 | 23790 | 18690 |
| 2009 | 90 | 17680 | 13900 |
| 2010 | 90 | 18780 | 11238 |
| 2011 | 90 | 21660 | 12291 |
| 2012 | 94 | 25950 | 14725 |
| 2013 | 90 | 19500 | 11065 |
| 2014 | 92 | 22690 | 12875 |
| 2015 | 92 | 19960 | 11326 |
| 2016 | 92 | 19220 | 10821 |
| Итого: | - | 250395 | 164950 |

По разработанным техническим условиям и рекомендациям на Корневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси в соответствии с актом № 5 наработан концентрированный КМ «Корпансил» в 2004-2014 гг. и реализован лесхозам Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь (Приложение 17). За этот период наработано 211215 л КМ «Корпансил» и лесные культуры созданы на площади 142803 га. В 2015 и 2016 годах на Корневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси наработан композиционный полимерный состав «Корпансил» в количестве 39180 л и лесные культуры созданы на площади 22147 га (Приложения 18, 19).

Ожидаемый расчетный экономический эффект от использования КМ «Корпансил» для предпосадочной обработки корневых систем семян сосны обыкновенной при создании лесных культур составил 60,0 тыс. руб. на 1 га (в соответствии с утвержденными актами внедрения) Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь. Суммарный ожидаемый расчетный экономический эффект составляет:

164950 га x 60,0 тыс. бел. руб. = 9897000 бел. руб. или 5049490 долларов США.

Использование КМ «Корпансил» при создании лесных культур способствует повышению приживаемости и сохранности лесных культур на 20%. Разработаны расчетно-технологические карты на создание 1 га лесных культур и определены показатели затрат (таблица 8.3) [321]. В таблице представлены показатели затрат при создании 1 га лесных культур различными способами в ценах 2002 г.

Таблица 8.3 – Показатели затрат на создание лесных культур различными способами

| Варианты опыта | Показатели затрат на создание 1 га культур | | | | | |
|---------------------------------------|--|--|----------------|--------------------------------|--|---------------------------|
| | нормативная потребность | | | | наименование и стоимость материала, руб. | сумма прямых затрат, руб. |
| | машино-смен (с учетом поправочн. коэфф.) | средств на эксплуатацию и содержание техники, руб. | чело-веко дней | заработной платы рабочих, руб. | | |
| Посев | | | | | | |
| РТК 1 мех. посев | 3,1 | 20,6 | 6,56 | 75143 | 8000 | 50050 |
| РТК 2 аэросев | 1,17 | 9985 | 2,73 | 76154 | 8000 | 107667 |
| Посадка | | | | | | |
| РТК 3 при автоматизированной посадке; | 0,99 | 62729 | 4,77 | 9020 | 23398 | 95147 |
| при ручной посадке | 0,69 | 42435 | 8,13 | 28672 | 23398 | 94505 |
| РТК 4 | 0,85 | 54828 | 4,72 | 8849 | 23398 | 87075 |
| РТК 5 | 0,70 | 45256 | 4,48 | 8036 | 23398 | 76690 |
| РТК 6 при автоматизированной посадке; | 0,73 | 45550 | 4,51 | 8138 | 23398 | 77086 |
| при ручной посадке | 0,43 | 25256 | 6,42 | 22497 | 23398 | 71151 |

В зависимости от способа создания лесных культур разработано семь РТК агротехники их создания:

1. Создание лесных культур сосны способом проведения борозд с одновременным посевом на легких почвах в 30-метровой кулисе (затраты на 1 га – 50 тыс. руб.); РТК – 2.

2. Создание культур сосны способом аэросева по подготовленной почве плугом ПКЛ-70 в 30-й кулисе (затраты на 1 га – 108 тыс. руб.); РТК – 3.

3. Создание лесных культур посадкой сеянцев в дно борозды, подготовленной плугом ПКЛ-70 (затраты на 1 га – 95 тыс. руб.); РТК – 4.

4. Создание лесных культур автоматизированной посадкой сеянцев с одновременной обработкой почвы двухлопастными бороздами (затраты на 1 га- 87 тыс. руб.); РТК – 4.

5. Создание лесных культур путем автоматизированной посадки сеянцев без обработки почвы (затраты на 1 га – 77 тыс. руб.); РТК – 5.

6. Создание лесных культур посадкой сеянцев по полосам, образованным путем глубокого безотвального рыхления (затраты при ручной посадке на 1 га – 71 тыс. руб., а при автоматизированной – 77 тыс. руб.). РТК – 6.

Проведенные исследования по оценке лесоводственно-экономической эффективности применения КМ при выращивании сеянцев сосны обыкновенной позволили за счет оптимизации почвенно-экологических условий и предпосевной обработки семян уменьшить норму их высева на 20% и получить ожидаемый расчетный экономический эффект 4 120 млн. бел. рублей.

Разработанный КМ «Корпансил» используется для предпосадочной обработки корневых систем сеянцев сосны обыкновенной, что позволяет повысить приживаемость и сохранность лесных культур на 20% и получить расчетный экономический эффект 9,9 млн. бел. рублей.

8.1 Выводы

1. Лесоводственно-экономический эффект от внедрения КМ при выращивании посадочного материала определяется совокупностью проводимых ресурсосберегающих технологий на основе оптимизации почвенно-экологических условий за счет внесения компостов, предпосевной обработки семян, внекорневой обработки сеянцев и внесения удобрений пролонгированного действия. Ожидаемый расчетный экономический эффект составил 4120 млн. бел. рублей или 2102 тыс. долларов США.

2. По разработанным техническим условиям ТУ РБ 00969712.002-2000 «Состав «Корпансил» для обработки корневых систем растений» и «Рекомендациям по технологии обработки корневых систем посадочного материала от иссушения» на Корневской экспериментальной лесной базе ИЛ НАН Беларуси наработан концентрированный КМ «Корпансил» в 2004-2016 гг. и реализован лесхозам Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь. За этот период наработано 250395 л композиционного материала «Корпансил» и лесные культуры созданы на площади 164950 га с ожидаемым расчетным экономическим эффектом 9,9 млн. бел. рублей или 5049,5 тыс. долларов США.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Впервые для условий Беларуси проведены комплексные исследования выращивания сеянцев сосны обыкновенной и создания лесных культур, научно обоснованы ресурсосберегающие технологии применения композиционных материалов, включающие обоснование внедрения их для получения коровых компостов и предпосевной обработки семян, внекорневой обработки растений, получения удобрений пролонгированного действия, защиты корневых систем сеянцев сосны обыкновенной от иссушения. Установлены оптимальные концентрации полимерных связующих и всех ингредиентов, входящих в композиционные материалы.

2. Для повышения почвенного плодородия разработан коровый компост «Агрополикор», который позволяет повысить в почве содержание гумуса и подвижных элементов питания в 1,2-4,4 раза в течение 2-3 лет. Внесение коровых компостов способствует более интенсивному формированию корневых систем сеянцев за счет увеличения числа корней на 25-30% и увеличение суммарной длины в 1,3-1,5 раза, а также образованию трех форм микоризы: булавовидной, вильчатой и коралловидной.

Разработаны технические условия ТУ ВУ 400070994.008–2010 на «Состав «Агрополикор» для повышения почвенного плодородия питомников», которые прошли государственную санитарно-гигиеническую экспертизу (акт от 18.10.2010г. № 16-12-01/2367), согласованы в Республиканском центре гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья (протокол № 7357-1-01.1.246.3.3 от 11.10.2010г.), прошли проверку в Белорусском государственном институте стандартизации и сертификации.

Разработаны «Рекомендации по выращиванию микоризных сеянцев хвойных пород на субстрате из органоминеральной смеси и целевых добавок», которые согласованы с Минлесхозом РБ (письмо от 09.08.2010 г. № 251-14-01/1435) и внесены в реестр технических нормативных правовых актов 04.10.2010 г. № 000184.

3. При разработке удобрений пролонгированного действия использовали мочевиноформальдегидную смолу, а в качестве целевых добавок – окись цинка, сапрпель, сульфат меди, последрожжевая бражка, молочнокислый кальций, нафтилуксусная кислота, бихромат калия.

Разработаны и исследованы новые композиционные материалы для получения удобрений пролонгированного действия, которые повышают текущий прирост древесины сосновых насаждений от 12,7 м³/га до 44 м³/га. Все азотные удобрения оказывают положительное влияние на текущий прирост древесины сосновых насаждений. Удобрение пролонгированного действия в дозе 100 кг/га увеличивает текущий прирост древесины аналогично как внесение обычных удобрений в дозе 150 кг/га.

Потери азота из аммиачной селитры с полимерным покрытием значительно меньше, чем из обычной при весеннем сроке внесения: газообразные соответственно – 1,0 и 7,0 кг/га, а величина вымытого азота с инфильтрационными водами – 6,5 и 30,6 кг/га. При весеннем внесении обычной аммиачной селитры коэффициент использования азота деревьями основного яруса составляет 56%, а из удобрений пролонгированного действия – 67%.

Величина газообразных потерь азота в виде аммиака при осеннем сроке внесения обычной аммиачной селитры в дозе 150 кг/га составляет 2%, а из удобрений пролонгированного действия – 0,3%.

4. Разработаны композиционные материалы для предпосевной обработки семян сосны обыкновенной путем инкрустирования, дражирования и гранулирования. В качестве полимерных связующих использовали мочевиноформальдегидную смолу, натрийкарбоксиметилцеллюлозу и поливиниловый спирт, а в качестве целевых добавок использовали фундазол, экосил, эпин, сок березовый натуральный, мелкодисперсные опилки древесных пород, сапрпель, марганец сернокислый, микроэлементы: бор, медь, йод, цинк, топаз, гумат-80, препараты «Стандарт», «Моно», «Макро 35».

Разработаны ресурсосберегающие технологии выращивания сеянцев сосны обыкновенной с использованием композиционных материалов для предпосевной обработки семян, получения компостов и внекорневой обработки растений, обес-

печивающие снижение нормы высева семян с 60 кг/га до 50 кг/га с ожидаемым расчетным экономическим эффектом 4120 млн. бел. рублей или 2102 тыс. долларов США.

Выращивание посадочного материала сеянцев сосны обыкновенной в условиях закрытого грунта позволяет увеличить выход стандартных сеянцев в 4-5 раз по сравнению с открытым грунтом и достигает 11,2 млн. шт./га. В соответствии с разработанными «Рекомендациями по агротехнологии выращивания посадочного материала древесных пород в условиях закрытого грунта» выход стандартных сеянцев сосны обыкновенной выше нормативного показателя на 24-40% и ожидаемый расчетный экономический эффект составляет 2200 тыс. бел. руб. с 1 га или 1122 доллара США. Внекорневая обработка сеянцев композиционным материалом способствует снижению дозы внесения азотных удобрений на 20%.

5. При разработке композиционных материалов для защиты корневых систем сеянцев сосны обыкновенной использовали полимерное связующее в виде натрийкарбосиметилцеллюлозы, а в качестве целевых добавок – грунт для рассады овощных и декоративных культур, глину гончарную. Разработаны «Рекомендации по технологии обработки корневых систем посадочного материала от иссушения» одобрены НТС МЛХ Беларуси (прот. № 2 от 03.03.1997 г., утвержд. и введ. в действие с 01.05.1997 г., пр. № 59 по МЛХ РБ от 08.04.1997 г. и Технические условия ТУ РБ 00969712.02-2000 «Состав «Корпансил» для защиты корневой системы растений». Внесены в реестр госуд. регистрации 19.08.2010 г. за № 010484/02.

Теоретически обосновано применение композиционного материала «Корпансил» при хранении и транспортировке посадочного материала. Внедрение композиционного состава «Корпансил» повышает приживаемость и сохранность лесных культур на 20%. Транспортировка и хранение сеянцев в кассетах обеспечивает высокую приживаемость (85-99%) и продлевает время посадки леса на 25 дней.

По разработанным техническим условиям и рекомендациям на Корневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси наработано 250395 л композиционного состава «Корпансил» и лесные культуры созданы на площади 164950 га с ожидаемым расчетным экономическим эффектом 9,9 млн. бел. руб. или 5049,5 тыс. долларов США.

6. При загрязнении почвы радионуклидами от 0 до 15 Ки/км² лесные культуры создаются традиционными способами с предпосадочной обработкой корневых систем посадочного материала композиционным составом «Корпансил». При загрязнении почвы радионуклидами от 16 до 40 Ки/км² при ограничении времени проведения лесокультурных работ проводят посадку леса вручную или механизировано. Перед созданием лесных культур ручным или механизированным способом корневые системы посадочного материала обрабатывают композиционным составом «Корпансил». При загрязнении почвы радионуклидами от 41 до 80 Ки/км² проводят аэросев с использованием гранулированных семян. Аэросев проводят вертолетом МИ-2 с высоты полета 20 м и нормой высева семян сосны обыкновенной 1,5 кг/га. Органоминеральная гранула состоит из торфа и сапропеля в соотношении 1:1 с целевыми добавками. В качестве целевой добавки использовали 3-5%-ный водный раствор натрийкарбоксиметилцеллюлозы, который способствует повышению прочности гранул.

7. На основании полученных результатов исследований для МЛХ Беларуси разработаны 8 рекомендаций и методических указаний, 1 наставление и 2 технических условия. Для специалистов и студентов ВУЗов разработано 10 учебно-методических пособий, которые внедрены в учебный процесс при подготовке студентов лесохозяйственного факультета Брянской инженерно-технологической академии (Приложение 20) и Белорусского государственного технологического университета (Приложение 21). Технологии получения КМ «Тамыркуш» и «Рекомендации по технологии дражирования семян сосны» внедрены в резервате ГЛПР «Семей орманы» Комитета лесного и охотничьего хозяйства Республики Казахстан (Приложение 22).

В 2015 г. на Корневской экспериментальной лесной базе НАН Беларуси наработано 19960 л КМ «Корпансил» для 92 лесхозов Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь и лесные культуры созданы на площади 11326 га.

Практические рекомендации производству

1. Количество органоминерального компоста «Агрополикор» вносится на поверхность почвы лесных питомников в зависимости от содержания гумуса и элементов питания. При содержании гумуса в почве 1,0-2,0% вносят 60-70 т/га «Агрополикора», а при содержании 2,1-3,0% – 40-50 т/га.

2. При выращивании посадочного материала оптимальным сроком посева семян сосны обыкновенной являются: при весеннем – посев со 2-й декады апреля и 1-й декады мая, а при осеннем – 1-3 декада ноября. Норма высева семян сосны обыкновенной зависит от степени обеспеченности почв элементами питания. При содержании гумуса в почве более 2% норма высева семян составляет 50 кг/га.

3. Для приготовления инкрустированных семян используется композиционный материал, состоящий из 5%-ного водного раствора натрийкарбоксиметилцеллюлозы, стимулятора роста «Эпин» (2-6 мас.%) и экстракта торфа «Черный доктор» (8-20 мас.%).

4. Для снижения иссушения корневой системы сеянцев сосны обыкновенной используется композиционный материал «Корпансил». Для получения рабочего раствора необходимо разбавить концентрат водой комнатной температуры в соотношении 1:5. Технология обработки корневых систем посадочного материала заключается в погружении его в раствор до корневой шейки на 5-10 сек. Данная технология позволяет обрабатывать корневые системы посадочного материала как в пучках, так и отдельных растений. Расход рабочего раствора на 1 тысячу растений составляют 2,5-3,5 л.

5. Лесные культуры создаются в зависимости от плотности радиоактивного загрязнения почвы с использованием композиционного материала «Корпансил» и гранулированных семян. Композиционный материал «Корпансил» применяют при создании лесных культур ручным и механизированным способами. Гранулированные семена используют для аэросева на землях с плотностью радиоактивного загрязнения свыше 40 Ки/км².

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ И СОКРАЩЕНИЙ

| | |
|------------------|--|
| КМ | композиционный материал |
| ТУ | технические условия |
| ИММС НАНБ | Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого НАН Беларуси |
| БелНИИЛХ | Белорусский научно-исследовательский институт лесного хозяйства |
| ИЛ НАНБ | Институт леса Национальной академии наук Беларуси |
| БГТУ | Белорусский государственный технологический университет |
| ЭЛБ | экспериментальная лесная база |
| ГНТП | государственная научно-техническая программа |
| УФ | ультрафиолетовое излучение |
| ПАБК | парааминобензойная кислота |
| БелНИИПА | Белорусский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии |
| ГТК | гидротермический коэффициент по Селянинову |
| ПЛСП | постоянная лесосеменная плантация |
| ГПЛХО | Государственное производственное лесохозяйственное объединение |
| МЛА – 1А | машина лесопосадочная автоматическая |
| Наа | аммиачная селитра |
| Nm | мочевина |
| Na | сульфат аммония |
| МФС | мочевиноформальдегидная смола |
| NaKMЦ | натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы |
| ПВС | поливиниловый спирт |
| ПВА | поливинилацетат |
| ПАА | полиакриламид |
| ОМГ | органоминеральная гранула |

| | |
|---------------|--|
| КИУ | коэффициент использования удобрений |
| РТК | расчетно-технологическая карта |
| ПП | пробная площадь |
| КМЦ | карбоксиметилцеллюлоза |
| БАД | биологически активные добавки |
| МЛХ РБ | Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь |
| МЛТИ | Московский лесотехнический институт |

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**Список литературы**

1. Государственный лесной кадастр Республики Беларусь по состоянию на 01.01.2015 / Мин. лес. хоз-ва Респ. Беларусь, Лесоустр. респ. унитар. предприятие «Белгослес». – Мн., 2015. – 97 с.

2. Наставление по выращиванию посадочного материала древесных и кустарниковых видов в лесных питомниках Республики Беларусь. – Мн., 2015. – 68 с.

3. Родин, А.Р. Перспективы использования полимеров в лесокультурном производстве / А.Р. Родин // Лесное хозяйство. – 1990. – № 12. – С. 11-15.

4. Родин, А.Р. Интенсификация выращивания лесопосадочного материала / А.Р.Родин, Н.Я.Попова, Д.С.Крестов и др.; под ред. проф. А.Р.Родина. – М.: Агропромиздат, 1989. – 78 с.

5. Багинский, В.Ф. Лесные культуры в зоне отчуждения и отселения Полесского государственного радиационно-экологического заповедника / В.Ф. Багинский // Лесное и охотничье хозяйство, 2009. – № 8. – С. 20-23.

6. Булавик, И.М. Обоснование лесопользования в условиях радиоактивного загрязнения Белорусского Полесья: автореф. дис... д.с.-х.н. / И.М. Булавик. – Гомель, 1998. – 39 с.

7. Ипатьев, В.А. Лес. Человек. Чернобыль. Основы радиозэкологического лесоводства / В.А. Ипатьев и др.; под общ. ред. В.А. Ипатьева. - Гомель: ИЛ НАН Беларуси, 2005. – 535 с.

8. Крук, Н.К. Технологические процессы выращивания сеянцев ели европейской в школьном отделении лесных питомников / Н.К. Крук, К.И. Якимов, А.В. Юрения // Сб. научн. труд. ИЛНАН Беларуси, 2015. Выпуск 73. – Гомель. – С. 229-243.

9. Юшкевич, Н.Т. Пути формирования лесов будущего в Беларуси / Н.Т. Юшкевич, Л.Н. Рожков, В.В. Ермаков, К.В. Лабоха // Лесное хозяйство. – Мн.: Изд.-во Белор. гос. технол. ин-та, 1997. – Сер. 1 – Вып. 5. – С. 3-7.

10. Федоров, Н.И. Современное состояние и динамика ресурсов еловых лесов в связи с их периодическим массовым усыханием / Н.И. Федоров, В.И. Парфенов, В.В. Сарнацкий // Природные ресурсы: межвед. науч. бюллетень. – Мн., 1998. – № 4. – С. 37-44.

11. Лесные культуры: учеб. пособие для лесхоз. спец. вузов /под ред. Ю.Д. Сироткин, А.Н. Проходский. – Мн.: Высш. школа, 1988. – 239 с.

12. Усень, В.В. Исследование и оценка методов и способов лесовосстановления гарей в зонах радиоактивного загрязнения / В.В. Усень, Е.Н. Каткова, Н.В. Гордей // Лесное хозяйство: труды БГТУ. – Мн., 2008. – Вып. XVI. – С. 189-191.

13. Штукин, С.С. Плантационное выращивание сосны и ели на дренированных почвах / С.С. Штукин. – Мн.: ИПП Минэкономики РБ, 1997. – 172 с.

14. Якимов, Н.И. Лесные культуры и защитное лесоразведение: учеб. пособие для студентов / Н.И. Якимов, В.К. Гвоздев, А.Н. Праходский. – Мн.: БГТУ, 2007. – 312 с.

15. Ипатьев, В. А. Лес. Человек. Чернобыль. Лесные экосистемы после аварии на Чернобыльской АЭС: состояние, прогноз, реакция населения, пути реабилитации / В. А. Ипатьев, В. Ф. Багинский, И. М. Булавик, А. М. Дворник и др. – Гомель: ИЛНАН Беларуси, 1999. – 454 с.

16. Ковалевич, А.И. О комплексе лесохозяйственных и технологических мер на радиоактивно загрязненных землях по снижению доз облучения и получению нормативно чистой продукции / А.И. Ковалевич // 25 лет после чернобыльской катастрофы. Преодоление ее последствий в рамках Союзного государства: сборник пленарных докладов Международной научно-практической конференции / под общ. ред. доктора биол. наук В.С. Аверина. – Гомель: Сож, 2011. – 288 с.

17. Парамонов, Е.Г. Выращивание сеянцев сосны при точечном высеве семян / Е.Г. Парамонов, М.Е. Ананьев, С.Н. Зыкович // Вестник алтайского аграрного университета, 2013. – № 8 (106). – С. 48-50.

18. Маркина, З.Н. Влияние почвогрунта на биометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной /З.Н. Маркина, А.В. Милешина //Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: Материалы X Международной

научной конференции 18-19 октября 2007 г. – Красноярск: СибГТУ, 2007. – С. 52-54.

19. Редько, Г.И. Биологические основы выращивания сеянцев сосны и ели в питомниках / Г.И. Редько, Д.В. Огиевский, Е.Н. Наквасина, Е.М. Романов. – М.: Лесная промышленность, 1983. – 64 с.

20. Победов, В.С. Интенсификация лесного хозяйства на основе использования минеральных удобрений (обзорная информация) / В.С. Победов, И.М. Булавик, Е.А. Лебедев. – М.: ЦБНТИлесхоз, 1983. – 30 с.

21. Сляднев, А.П. Влияние разных форм и доз азотного удобрения на рост сосновых жердняков / А.П. Сляднев // Лесной журнал: известия высших учебных заведений. – 1981. – №2. – С. 36-39.

22. Коновалов, В.Н. Эколого-физиологические особенности хвойных на осушаемых и удобряемых почвах: автореф. дис... докт. с-х. наук. / В.Н. Коновалов. – Архангельск, 2012. – 38 с.

23. Тарасенко, В.П. Эффективные эколого-ресурсосберегающие технологии создания лесных культур на радиоактивно загрязненных землях / В.П. Тарасенко, З.Н. Маркина, И.В. Дашичева, Л.В. Холодилова // Материалы международной научно-практической конференции: «Современное состояние и перспективы ведения лесного хозяйства на загрязненных радионуклидами землях». – Гомель, 2011. – С.146-150.

24. Марадудин, И.И. К вопросу об искусственном облесении сельскохозяйственных угодий с плотностью радиоактивного загрязнения цезием-137 свыше 80 Ки/км^2 / И.И. Марадудин, Т.В. Русина, Ф.А. Тихомиров, В.П. Сидоров // Основы организации и ведения лесного хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения: тез. докл.– Гомель, 1990. – 37 с.

25. Ландин, В.П. Радиоэкологические исследования в лесных экосистемах Украины, 1986-2011 годы / В.П. Ландин, В.П. Краснов, А.А. Орлов // Материалы международной научно-практической конференции: «Современное состояние и перспективы ведения лесного хозяйства на загрязненных радионуклидами землях».- Гомель. – 2011. – С.62-64.

26. Корецкая, Л.С. Атмосферостойкость полимерных материалов. – Мн.: Навука і тэхніка, 1993. – 206 с.
27. Копытков, В.В. Современные технологии и агротехнические приемы по выращиванию, хранению и транспортировке посадочного материала с использованием композиционных полимерных составов / В. В. Копытков; Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь. – Мн., 2007. – 147 с.
28. Беспалов, Ю.А. Многокомпонентные системы на основе полимеров / Ю.А. Беспалов, Н.Г. Коваленко. – Л., 1981. – 88 с.
29. Родин, А.Р. Лесные культуры / А.Р. Родин [и др.]. – М., 2002. – 436 с.
30. Родин, А.Р. Теоретические и практические аспекты повышения результативности искусственного выращивания леса / А.Р. Родин, С.А. Родин // Лесное хозяйство. – М., 2005. – № 1. – С. 36-39.
31. Родин, А.Р. Использование полимерных материалов в лесокультурном производстве / А.Р. Родин, С.А. Родин // Лесное хозяйство. – М., 2005. – № 5. – С. 42-44.
32. Рекомендации по повышению грунтовой всхожести семян с помощью ультрафиолетового излучения / В.В. Копытков и др. – Мн.: ИПП Минэкономки РБ, 1997. – 5 с.
33. Рыхлецкая, О.С. Оценка стимулирующего действия НДММ и ПАБК по молекулярным и клеточным параметрам эмбрионального развития / О.С. Рыхлецкая // Химический мутагенез в создании сортов с новыми свойствами. – М., 1986. – С. 253-255.
34. Калашникова, Е.А. Перспективы использования энерго-информационного поля при искусственном лесовыращивании / Е.А. Калашникова [и др.] // Лесное хозяйство. – 1998. – № 4. – С. 21-23.
35. Проказин, А.Е. Использование ультразвука и парааминобензойной кислоты при предпосевной подготовке лесных семян / А.Е. Проказин [и др.] // Лесное хозяйство. – 1990. – № 3. – С. 46-49.

36. А.с. 1727601, МПК А01 С 1/00. Состав для предпосевной обработки семян хвойных пород [Текст] / В.В. Копытков; заявл. 16.02.1990; опубл. 23.04.1992, Бюл. № 15. – 11 с.

37. Савченко, А.И. Подготовка к посеву семян лесообразующих пород / А.И. Савченко. – Мн.: Ураджай, 1997. – 96 с.

38. Рекомендации по агротехнике интенсивного выращивания посадочного материала в лесных питомниках Белоруссии /А.В. Четвериков, П.С. Шиманский. – Гомель, 1988. – 10 с.

39. ТКП 047-2006 (02080). Устойчивое лесопользование и лесопользование. Наставление по лесовосстановлению и лесоразведению; Введ. 01.01.2007. – Минск: Минлесхоз, 2007. – 134 с.

40. Разработать перспективный план инновационного развития лесопитомнических хозяйств на 2011-2020 гг. [Текст]: отчет о НИР (заключит.) / Институт леса НАН Беларуси: рук. Копытков В.В. – Гомель, 2010. – 103 с. – № ГР 20102368.

41. Программа развития лесных питомниках в организациях Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь на 2010-2015 гг. – Мн.: МЛХ РБ. – 2010. – 28 с.

42. Родин, А.Р. Методические рекомендации по применению композиционных материалов при лесовыращивании / А.Р. Родин, В.В. Копытков, Л.В. Рудаковская [и др.]. – М., 1991. – 21 с.

43. Родин, А.Р. Теоретические и практические аспекты повышения эффективности и качества искусственного лесовозобновления / А.Р. Родин // Лесное хозяйство. – 1986. – № 1. – С. 32-37.

44. Копытков, В.В. Биоэкологические основы выращивания стандартного посадочного материала в питомниках Беларуси / В.В. Копытков // Проблемы лесоведения и лесоводства: Сб. научн. трудов ИЛ НАН Б. – Гомель, 2000. – Вып. 51. – С. 94-105.

45. 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.

46. Копытков В.В. Перспективы развития питомнического хозяйства Беларуси / В.В. Копытков // Проблемы лесоведения и лесоводства: Сб. науч. тр. ИЛ НАНБ, – Гомель, 2001. – Вып. 53. – С. 250-253.

47. Родин, С.А. Перспективы искусственного лесовыращивания: текст лекций/ С.А. Родин, А.Р. Родин, Е.А. Калашникова. – М.: МГУЛ, 1995. – 44 с.

48. Авсиевич, Н.А. Влияние ультразвука на посевные качества семян / Н.А. Авсиевич, Л.А. Атрощенко, Н.М. Тихонравова, 1987. – С. 45-46.

49. Козубов, Г.М. Влияние ультразвука на семена древесных и кустарниковых пород / Г.М. Козубов, Л.Г. Ганюшкина // Ботанический журнал. – 1964. – т. 49. – №7. – С. 57-65.

50. Рубан, Е.Л. Обработка семян древесных и кустарниковых пород ультразвуком / Е.Л. Рубан, И.А. Комаров – Бюлл. ГБС. – Вып. 17. – 1954. – С. 54-56.

51. Проказин, А.Е. Использование ультразвука и парааминобензойной кислоты при предпосевной подготовке лесных семян /А.Е. Проказин, Л.А. Атрощенко, Н.А. Авсиевич [и др.] // Лесное хозяйство. – 1990.– №3. – С. 46-49.

52. Рапопорт, И.А. Действие генетически активных веществ на фенотип и чистота генетического состояния / И.А. Рапопорт // Химический мутагенез в повышении продуктивности сельскохозяйственных растений. – М., 1984. – С. 3-56.

53. Рыхлецкая, О.С. Оценка стимулирующего действия НДММ и ПАБК по молекулярным и клеточным параметрам эмбрионального развития / О.С. Рыхлецкая // Химический мутагенез в создании сортов с новыми свойствами. – М., 1986. – С. 253-255.

54. Серова, Р.Я. Стимулирующее действие парааминобензойной кислоты при обработке клубней картофеля /Р.Я. Серова, Н.И. Серегина, В.Л. Брокш // Химический мутагенез в повышении продуктивности сельскохозяйственных растений. – М., 1984. – С. 171-174.

55. Станко, С.А. Световая и гормональная активация растений и мутагенез: Автореф. дис... д-ра биол. наук / С.А. Станко – М.: Наука, 1997. – 106 с.
56. Родин, А.Р. Лесные культуры / А.Р. Родин, Е.А. Калашникова, С.А. Родин // Учебник для ВУЗов. – М.: ГОУ ВПО МГУ, 2011. – 346 с.
57. Ананьев, М.Е. Опыт выращивания посадочного материала в экстремальных условиях / М.Е. Ананьев // Восстановление нарушенных ландшафтов. – Барнаул: Изд.-во Алт. ун-та, 2004. – С. 7-9.
58. Родин, А.Р. Лесные культуры и защитное лесоразведение / А.Р. Родин // Учебное пособие. Изд.-е 2-е. – М.: МГУЛ, 2000. – 118 с.
59. Якимов, Н.И. Расчет нормы высева семян хвойных пород с учетом их фактической массы / Н.И. Якимов, А.А. Колесник, Л.Л. Застенская // Лесное хозяйство. Труды БГТУ. – Мн., 1998. – Вып. 6. – С. 179-181.
60. Гвоздев, В.К. Особенности роста сеянцев сосны обыкновенной, выращенных из семян клоновых семенных плантаций различных лесорастительных районов Беларуси / В.К. Гвоздев, Н.И. Якимов, Л.М. Сероглазова, Л.Ф. Поплавская // Лесное хозяйство. Труды БГТУ. – Мн., 2000. – Вып. 8. – С. 164-169.
61. Якимов, Н.И. Показатели роста и выход сеянцев сосны при разных нормах высева семян / Н.И. Якимов, Л.Ф. Поплавская // Лесное хозяйство. Труды БГТУ. – Мн., 1996. – С. 83-86.
62. Орленко, Е.Г. Методы ранней диагностики при оценке наследственных свойств плюсовых деревьев / Е.Г. Орленко. – М., 1971. – 44 с.
63. Копытков, В.В. Рациональное расходование семян при посеве / В.В. Копытков // Проспект ВДНХ СССР. – М.: ВНИИЦ лесресурс, 1990. – 3 с.
64. Копытков, В.В. Особенности выращивания крупномерного посадочного материала хвойных пород / В.В. Копытков, Н.К. Крук // Труды БГТУ. – Мн.: Лесное хозяйство. – Вып. XVII, 2009. – С. 171-174.
65. Родин А.Р. Эффективность предпосевной обработки семян эмистиком на рост сеянцев ели европейской / А.Р. Родин, Н.Я. Попова // VI Международ. конф. «Регуляторы роста и развития растений в биотехнологии». – М.: МСХ, 2001. – 270 с.

66. Бобринев, В.П. Ускоренное выращивание древесных пород / В.П. Бобринев. – Новосибирск: Наука, 1987. – 190 с.
67. Липатов, Ю.С. Взаимопроникающие полимерные сетки / Ю.С. Липатов, Л.М. Сергеева. – Киев, 1979. – 160 с.
68. Белый, В.А. Адгезия полимеров к металлам / В.А. Белый, Н.И. Егоренко, Ю.М. Плескачевский. – Минск: Наука и техника, 1971. – 288 с.
69. Основы материаловедения / Под ред. И.И. Сидорина. – М., 1976. – 436 с.
70. Мэнсон, Дж. Полимерные смеси и композиты / Дж. Мэнсон, Л. Сперлинг. – М., 1979. – 440 с.
71. Копытков, В.В. Влияние медленнодействующего азотного удобрения на прирост сосновых насаждений и загрязнение среды: автореф. дис.... канд. с.-х. наук / В.В. Копытков. – Харьков, 1986. – 20 с.
72. Копытков, В.В. Руководство по исследованию и применению композиционных материалов при лесовыращивании / В.В. Копытков. – М.: Госкомлес СССР, 1991. – 233 с.
73. Мелони, Т. Современное производство древесностружечных и древесноволокнистых плит / Т. Мелони. – М.: Химия, 1982. – 213 с.
74. Роговин, З.А. Химические превращения и модификация целлюлозы / З.А. Роговин, Л. С. Гальбрайт. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Химия, 1979. – 208 с.
75. Поллер, Э. Химия на пути в третье тысячелетие / Э. Поллер. – М.: Химия, 1982. – 401 с.
76. Свиткин, М.З. Технология изготовления изделий из измельченной древесины / М.З. Свиткин. – М., 1976. – 162 с.
77. Купчинов, Б.И. Получение, свойства, эффективность применения погонажных изделий из древесных пресс-композиций / Б.И. Купчинов, В.Г. Барсуков, В.М. Шаповалов. – Мн.: Наука и техника, Бел НИИНТИ, 1989. – 39 с.
78. Родин, С.А. Лесные культуры и защитное лесоразведение. – 4.1. Лесосеменное дело, лесные питомники, искусственное лесовосстановление: учеб. пособ. / С.А. Родин, А.Р. Родин. – М.: МГУЛ, 1999. – 112 с.

79. Шевцова, Л.В. Методические рекомендации по применению регуляторов роста в лесных питомниках / Л.В. Шевцова, В.В. Копытков. – М., 1989. – 8 с.

80. Разработать новые технологии выращивания посадочного материала, обеспечивающие повышение приживаемости и устойчивости лесных культур [Текст]: отчет о НИР (заключит.) / Институт леса НАН Беларуси: рук. В.В. Копытков. – Гомель, 2000. – 237 с. – № ГР 19993821.

81. Внедрить агротехнологию выращивания посадочного материала с использованием эффективных композиционных материалов и исследовать их действие на рост и приживаемость лесных культур [Текст]: отчет о НИР (заключит.) / Институт леса НАН Беларуси: рук. В.В. Копытков. – Гомель, 2001. – 21 с. – № ГР 20015187.

82. Разработать и внедрить ресурсосберегающую агротехнологию посева семян хвойных пород для выращивания стандартного посадочного материала: [Текст]: отчет о НИР (заключит.) / Институт леса НАН Беларуси: рук. В.В. Копытков. – Гомель, 2000. – 31 с. – № ГР 200336880.

83. Разработать и внедрить систему мер по повышению плодородия и оптимизации почвенно-экологических условий при выращивании стандартного посадочного материала [Текст]: отчет о НИР (заключит.) / Институт леса НАН Беларуси: рук. В.В. Копытков. – Гомель, 2010. – 53 с. – № ГР20065460.

84. Разработать и внедрить интенсивные технологии выращивания посадочного материала древесных пород для условий закрытого грунта [Текст]: отчет о НИР (промежуточ.) / Институт леса НАН Беларуси: рук. В.В. Копытков. – Гомель, 2011. – 73 с. – № ГР 20114823.

85. Копытков, В.В. Новые композиционные полимерные составы для лесовыращивания в природно-климатических условиях Беларуси и Казахстана / В.В. Копытков, В.С. Каверин, А.В. Боровков, В.Вл. Копытков, Ю.А. Таирбергенов (Под общей редакцией к.с.-х.н., доцента В.В. Копыткова). – Мн.: РУП «Издат. дом «Белорусская наука», 2014. – 509 с.

86. Кармазин, А.У. Авиация в лесном хозяйстве / А.У. Кармазин. – М.: Агропромиздат, 1986. – 169 с.

87. Указания по технологии авиационно-химических работ в сельском и лесном хозяйстве СССР. – М.: Воздушный транспорт, 1982. – 120 с.

88. Сысоев, Е.П. Руководство по проведению аэросева семян сосны и ели в таежной зоне европейской части РСФСР / Е.П. Сысоев. – М.: Лесная промышленность, 1969. – 40 с.

89. Справочник лесничего. – М.: Лесная промышленность, изд. 2-е исправ. и дополн., 1964. – 673 с.

90. Праходский, А.Н. Создание лесных культур на бывших сельскохозяйственных землях / А.Н. Праходский, И.В. Соколовский, В.В. Цай [и др.] // Леса Европейского региона – устойчивое управление и развитие: матер. докл. Междунар. научно-практич. конф. 4-6 декабря 2002 г. – Мн.: БГТУ, 2002. – ч. 1. – С. 151-153.

91. Якимов, Н.И. Исследование продуктивности культур сосны обыкновенной на землях, вышедших из сельскохозяйственного пользования / Н.И. Якимов, А.А. Домасевич // Леса Европейского региона – устойчивое управление и развитие: матер. докл. Междунар. научно-практич. конф. 4-6 декабря 2002 г. – Мн.: БГТУ, 2002. – ч. 1. – С. 154-156.

92. Ипатьев, В.А. Лес и Чернобыль / В.А. Ипатьев, И.М. Булавик, В.Ф. Багинский [и др.]. – Мн.: МНПП «СТЕНЕР», 1994. – 248 с.

93. Маркина, З.Н. Лесные насаждения в мелиоративном комплексе радиоактивно загрязненных земель Брянщины [Текст] / З.Н. Маркина, В.И. Шошин // Изв. Вузов. Лесной журнал. – 1976. – №1-2.

94. Поджаров, В.К. Биологические и технологические аспекты лесовосстановления на загрязненных радионуклидами землях / В.К. Поджаров, П.И. Волович // Лес. Человек. Чернобыль. Лесные экосистемы после аварии на Чернобыльской АЭС: состояние, прогноз, реакция населения, пути реабилитации. – Гомель: ИЛ НАН Беларуси, 1999. – С. 258-278.

95. Разработать технологию создания и выращивания лесных культур на сельскохозяйственных и лесных землях в районах загрязнения почвы радионуклидами более 40 Ки/км^2 на основе комплексной механизации работ [Текст]: отчет о НИР / БелНИИЛХ: рук. Поджаров В.К. – Гомель, 1991. – 77 с.

96. Волович, П.И. Лесовосстановление и лесоразведение на загрязненных радионуклидами землях / П.И. Волович // Материалы международной научно-практической конференции: «Современное состояние и перспективы ведения лесного хозяйства на загрязненных радионуклидами землях».- Гомель. – 2011.– С.112-115.

97. Якушев, Б.И. Использование результатов радиоэкологических исследований в практике лесного хозяйства / Б.И.Якушев, Б.С. Мартинович, Л.И. Рахтеенко // Основы организации и ведения лесного хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения: тез. докл. Всесоюз. научно - практич. конф., Гомель, 1990 г, Госкомлес СССР. – Гомель: БелНИИЛХ, 1990. – С. 4-5.

98. Зибцева, О.В. Посадочный материал для облесения радиоактивно загрязненных старопахотных земель / О.В. Зибцева // Материалы международной научно-практической конференции: «Современное состояние и перспективы ведения лесного хозяйства на загрязненных радионуклидами землях». – Гомель. – 2011. – С.121-122.

99. Волович, П.И. Разработка безопасных и рациональных методов облесения загрязненных радионуклидами земель / П.И. Волович, Г.В. Кнышевский, В.Д. Голушко, В.М. Шведов, А.М. Бороуля // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. ИЛ НАНБ. – Вып. 50. – Гомель: ИЛ НАН Беларуси, 1999. – С. 48-54.

100. Исайчиков, М.Ф. Рост древесных пород на выбывших из сельхозпользования территориях / М.Ф. Исайчиков, В.К. Поджаров, В.В. Панько // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. ИЛ НАНБ. – Вып. 50. – Гомель: ИЛ НАН Беларуси, 1999. – С. 54-60.

101. Пинчук, Л.С. Материаловедение и конструкционные материалы / Л.С. Пинчук, В.А. Струк, Н.К. Мышкин, А.И. Свириденко. – Минск, 1989. – 506 с.

102. Современные композиционные материалы / Под. ред. Л. Браутмана и Р. Крока. – М., 1970. – 440 с.

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

104. Shalaby, S.W. Adsorbent and biodegradable Polymers / S.W. Shalaby, K.J. Burg. – London: CRS PRESS, 2004 – 304 p.

105. Mashelkar, R. Concise Encyclopedia of Bioresource Technology / R. Mashelkar, V. Jegatheesan; Ed. A. Pandey. – New York: Haworth Press, 2004 – 735 p.

106. 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. – № 1. – С. 13.

107. Сшитая СО-содержащая полиакриловая кислота в качестве суперадсорбента: пат. 2074200 RU, МКИ7 С 08 F 22/06 / Е.Л. Жданкович, О.В. Арбузова, В.З. Анненкова и др.; заявитель Иркутский институт органической химии СО РАН. - № 93035870/04; заявл. 12.07.93; опубл. 27.02.97.

108. Improving the preservability of plants: pat. 971616 Finland, Class A 01 N 3/00, A 23 B 7/154 / K. Jokinen, M. Koivistoinen, R. Rosenqvist and other; assignee Cultor OY, Inc. – 19970001616; filed 16.04.1997; pub. 17.10.1998.

109. 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 / K. Beheer, B. Asten; assignee K. Beheer, B. Asten. – 19890000381; filed 16.02.1989; pub. 17.09.1990.

110. Синтетические набухающие глинистые минералы: пат. 2163224 RU, МКИ7 С 01 В 33/40 / Р. Мартинус, Й. Вогелс, Д. Геус; заявитель Шэлл Интернэшнл Рисерч Маатсхаппий Б. В. - № 97105024/12; заявл. 31. 08. 95; опубл. 27. 04. 99.

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

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

113. Виноградов, С.В. Техничко-экономические аспекты применения водорастворимых эфироцеллюлозных полимеров в различных отраслях сельского хо-

зяйства / 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.

114. 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.

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

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

117. 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.

118. Полиакриламид / Л.И. Абрамова [и др.]; под. ред. В.Ф. Куренкова. – М.: Химия, 1992. – 192 с.

119. Азизбекян, С.Г. Наноплант – новое отечественное микроудобрение / С.Г. Азизбекян, В.И. Домаш // Наше сельское хозяйство: журнал настоящего хозяина. – 2015. – № 7 (Агрономия). – С. 68-71.

120. Аронов, С.Г. Химия твердых горючих ископаемых / С.Г. Аронов, Л.Л. Нестеренко. – Харьков, 1960. – 371 с.

121. Наставление по применению удобрений в лесном хозяйстве Беларуси / П.С. Шиманский, В.В. Копытков [и др.]. – Мн., 1994. – 84 с.

122. Нестерович, Н.Д. Рост и плодоношение древесных растений в зависимости от минеральных удобрений / Н.Д. Нестерович, А.Ф. Иванов // Пути повышения продуктивности лесов. – Минск, 1966. – С. 66-78.

123. Hoffmann, F. Zur Frage der Rentabilität der Forstdüngung / F. Hoffmann Arch. Forstwes., 1969. – Bd. 18. – N 7. – P. 757-769.

124. Победов, В.С. Влияние азотного удобрения на хвою сосны / В.С. Победов, В.Е. Волчков // Лесохозяйственная наука и практика. – Минск, 1973. – Вып. 23. – С. 28-32.

125. Рябуха, Е.В. Влияние минеральных удобрений на рост сосны в свежем бору / Е.В. Рябуха // Лесное хозяйство. – 1975. – № 10. – С. 48-50.

126. Gustavsen, H.G. Miten puut reagoivat lannoitukseen varttuneissa metsiköissä / H.G. Gustavsen // Metsä ja puu. – 1976. – N 4. – P. 15-18.

127. Мойко, М.Ф. Внесение минеральных удобрений - эффективное средство повышения продуктивности лесных насаждений / М.Ф. Мойко // Применение минеральных удобрений в лесном хозяйстве: матер. второго коорд. совещания. – Тарту, 1977. – С. 23-28.

128. Победов, В.С. Рекомендации по повышению продуктивности дикорастущей голубики / В.С. Победов, В.В. Гримашевич. – Гомель, 1984. – 18 с.

129. Saramäki, J. Toistuvan tyyp-lilannoituksen vaikutus nuoren metsikön rakenteeseen ja kehitykseen / J. Saramäki, E. Valtanen // Folia forest., 1981. – N 479. – P. 16.

130. Шпалте, Э.П. Применение минеральных удобрений в лесах Латвийской ССР / Э.П. Шпалте // Комплексное ведение хозяйства в сосновых лесах: Тезисы докл. научно-производственного совещания. – Гомель, 1982. – С. 198-199.

131. Кутафьева, Н.П. Влияние удобрений на урожай грибов в сосняках среднего Приангарья / Н.П. Кутафьева // Микология и фитопатология. – 1975. – Т. 9. – Вып. 4. – С. 288-293.

132. Валк, У.А. Исследовательские работы по лесоудобрению и внедрению их результатов в Эстонской ССР / У.А. Валк // Применение минеральных удобрений в лесном хозяйстве. – Тарту, 1977. – С. 3-7.

133. Сээмен, Х.Х. О влиянии минеральных удобрений на урожай грибов в сосняке-черничнике / Х.Х. Сээмен // Лесоводственные исследования / Эстонский НИИЛХОП, 1977. – Вып. 13. – С. 54-70.

134. Спиридонов, В.Н. Влияние заповедного режима и минеральных удобрений на прирост деревьев в рекреационных насаждениях / В.Н. Спиридонов // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 1976. – № 1. – С. 152-153.

135. Мелехов, И.С. Состояние лесного хозяйства и повышение продуктивности и сохранности лесов / И.С. Мелехов // Повышение продуктивности и сохранности лесов. – М., 1964. – С. 10-48.

136. Победов, В.С. Современное состояние и перспективы применения удобрений в лесном хозяйстве / В.С. Победов // Повышение эффективности использования минеральных удобрений в лесном хозяйстве: Тезисы докл. Всесоюзного научно-технич. совещания. – Гомель, 1984. – С. 7-8.

137. Азниева, Ю.Н. Влияние удобрений на семеношение сосны обыкновенной / Ю.Н. Азниева // Лесоведение и лесное хозяйство. – Минск, 1970. – Вып. 3. – С. 80-85.

138. Якас, П.Ю. Влияние минеральных удобрений на текущий прирост и плодоношение преспевающих сосняков в условиях Литовской ССР / П.Ю. Якас // Применение минеральных удобрений в лесном хозяйстве: материалы научно-координ. совещ. 25-27 марта 1974 г., г. Гомель. – Минск, 1975. – С. 42-45.

139. Данусявичус, Ю.А. Стимулирование семеношения сосны / Ю.А. Данусявичус, Ю.Л. Гиринас // Проспект ВДНХ СССР. – Каунас: Райде, 1977. – 5 с.

140. Валк, У.А. Стимулирование плодоношения сосняков и ельников при помощи удобрений / У.А. Валк, Я.Ю. Пик, Х.Х. Сээмен // Селекция, генетика и семеноводство древесных пород как основа создания высокопродуктивных лесов. – М., 1980. – С. 382-385.

141. Булавик, И.М. Стимулирование цветения сосны минеральными удобрениями на лесосеменных плантациях / И.М. Булавик // Повышение эффективности использования минеральных удобрений в лесном хозяйстве: тез. докладов Всесоюзного научно-технич. совещания. – Гомель, 1984. – С. 98-99.

142. Ярошевская, В.Н. Влияние минеральных удобрений на устойчивость к корневой губке сосновых культур в лесах Ровенской области / В.Н. Ярошевская // Научные труды Ленингр. лесотехнической академии. – 1970. – № 120. – С. 79-84.

143. Гримальский, В.И. Устойчивость сосновых насаждений против хвоегрызущих вредителей / В.И. Гримальский. – 2-е изд. испр. и доп. – М.: Лесная промышленность. – 1971. – 136 с.

144. Armson, K.A. Review of forest fertilization in Canada / K.A. Armson // Canadian Forest Industrier. –1967. – N 10. – P. 48.

145. Bongtson, G.W. Forest fertilization research shows increasing promise / G.W. Bongtson // Forest Farmer. – 1972 . –V. 32. N 1. – P. 10-11.

146. Franz, F. Zweiter Bericht über die Ergebnisse der Düngungsversuche Erlofs-Osterwald / F. Franz, H. Baule // Forstsamen. - Forstpflanzen, 1972. – Jg.12. – N 2. – S. 37-44.

147. Gussone, H.A. Bericht uber den Düngungsversuch Beitzenhagen / H.A. Gussone // 3 – Allg. Forst-Jagd. - Ztg.,1972. – Jg. 143. – H. 3/4. – P. 63-67.

148. Holmen, H. Skogsgödsling i Sverige 1971 /H. Holmen // Kgl. Skogs-Lantbruksakad. Tidskr., 1972. – 111. – N 1/2 – S. 43-50.

149. Победов, В.С. Сравнительная эффективность разового и дробного внесения азотного удобрения в сосновое насаждение / В.С. Победов, В.Е. Волчков //Применение минеральных удобрений в лесном хозяйстве. – Тарту: Эст.НИИЛХОП, 1977. – С. 40-42.

150. Штукин, С.С. Ускоренное выращивание сосны, ели и лиственницы на лесных плантациях / С.С. Штукин. – Мн.: ИООО «Право и экономика», 2004. – 242 с.

151. Морозов, В.А. Рост сосны в зависимости от первоначальной чистоты культур и внесения удобрений / В.А. Морозов, П.С. Шиманский, В.В. Усеня // Лесное хозяйство, 1985. – №3. – С.41-43.

152. Усеня, В.В. Экономическая эффективность плантационного выращивания ели // Лесовосстановление и лесопользование в Беларуси: сб. науч. трудов ИЛ НАН Беларуси. – Гомель, 1992. – Вып.36. – С. 35-40.

153. Штукин, С.С. О стратегии возобновления хвойных лесов в различных лесорастительных условиях / С.С. Штукин // Лесное и охотничье хозяйство, 2013. – № 1. – С. 25-31.

154. Шутов, И.В. Плантационное лесоводство / И.В. Шутов, И.А. Маркова, А.Я. Омеляненко и др. / под общей редакцией И.В. Шутова. – СПб.: Изд-во Политехнич. ун-та, 2007. – 366 с.

155. Русаленко, А.И. Применение удобрений в лесном хозяйстве / А.И. Русаленко // Труды БГТУ. – Мн.: Лесное хозяйство, 2001. – серия 1. – вып. IX. – С. 38-41.

156. Пироговская, Г.В. Медленнодействующие удобрения / Белорусск. ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии. – Мн., 2000. – 287 с.

157. Пироговская, Г.В. Агроэкологическая роль медленнодействующих удобрений с добавками регуляторов роста растений на почвах Беларуси: автореф. дис... доктора с.-х. наук / Г.В. Пироговская. – Мн., 2001. – 45 с.

158. 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.

159. Паавилайнен, Э. Применение минеральных удобрений в лесу: Пер. с финского / Э. Паавилайнен. – М.: Лесная промышленность, 1983. – 96 с.

160. Borset, O. Aktuelle norwegische Waldbaufragen / O. Borset // Allg. Forstzeitschrift, 1972. 27. – N 35. – S. 692-693.

161. Baule, H. Skogsgorlsind i nutid och nara framtid / H. Baule // Sver. skogsvardsforb tidskr, 1973. – N 5. – S. 405-421.

162. Baule, H. Nawozenie w praktyce lesnictwa swiatowego / H. Baule // 1. Kraje europejskie // Las polski, 1973. 47. – N 13. – S. 27-31.

163. Hansson, Arne. Skogsgodsling i Svering 1981 / Arne Hansson // Kgl. skogs- och lantbruksakad. tulskr. – 1983. – 122. – N 3. – P. 167-172.

164. Walddüngung in Skandinavien am Beispiel der Schwedischen Staatsforstverwaltung. // Allgem. Forstz., 1968. – Bd. 33. – N 15. – S. 420-427.

165. Мелехов, И.С. Повышение продуктивности лесов / И.С. Мелехов // Лесное хозяйство и промышленное потребление древесины в СССР. – М.: Лесная промышленность, 1966. – С. 30-36.

166. Мелехов, И.С. Научные основы повышения продуктивности лесов / И.С. Мелехов // сб. науч. тр. – М.: МЛТИ, 1968. – Вып. 23. – С. 3-18.
167. Мелехов, И.С. Проблемы современного лесоводства / И.С. Мелехов. – М.: Лесная промышленность, 1969. – 46 с.
168. Мелехов, И.С. Повышение продуктивности лесов в связи с их многоцелевым назначением / И.С. Мелехов // Лесное хозяйство и лесная промышленность СССР. – М., 1972. – С. 134-142.
169. Шумаков, В.С. Достижения и проблемы применения минеральных удобрений в лесном хозяйстве СССР / В.С. Шумаков // Агрохимия. – 1972. – № 7 – С. 145-153.
170. Шумаков, В.С. Применение минеральных удобрений в лесах СССР / В.С. Шумаков // Лесное хозяйство. – 1975. – № 10. – С. 37-40.
171. Победов, В.С. Экономическая эффективность использования минеральных удобрений в лесном хозяйстве / В.С. Победов. – М.: ЦБНТИлесхоз, 1975. – 43 с.
172. Пастернак, П.С. Актуальные вопросы удобрения лесных почв / П.С. Пастернак, И.И. Смольянинов // Агрохимия. – 1974. – С. 76-88.
173. Юркевич, И.Д. Сосновые леса Белоруссии: Типы, ассоциации, продуктивность / И.Д. Юркевич, Н.Ф. Ловчий. – Мн.: Наука и техника, 1984. – 176 с.
174. Валк, У.А. Влияние удобрения на прирост древесины в сосняке на переходном болоте, оцененное различными методами исследования / У.А. Валк, П.Г. Тялли, Я.Ю. Пик, Х.Х. Сээмен // Лесоводственные исследования. Эстонский НИИЛХОП, 1977. – Вып. 13. – С. 20-45.
175. Валк, У.А. Применение минеральных удобрений в лесах Эстонской ССР / У.А. Валк, Л. Райд. – Таллин: Валгус, 1981. – 38 с.
176. Победов, В.С. Исследование и обоснование применения минеральных удобрений в интенсивном лесном хозяйстве: автореф. дис... докт. с.-х. наук / В.С. Победов; – М., 1981. – 38 с.
177. Байзаков, С.Б. Лесные культуры в Казахстане / С.Б. Байзаков, А.Н. Медведев, С.И. Исаков, Б.М. Муканов // Лесные культуры в Казахстане: – Учеб. для вузов в двух книгах. – Алматы КазНАУ: Агроуниверситет, 2007. – кн.1. – 320 с.

178. Коржицкий, В.Д. Влияние удобрений на развитие и рост сосны / В.Д. Коржицкий, В.К. Куликова // Сосновые леса Карелии и повышение их продуктивности. – Петрозаводск, 1974. – С. 211-230.

179. Победов, В.С. Отечественный опыт удобрения лесов (обзорная информация) / В.С. Победов, И.М. Булавик, Е.А. Лебедев. – М.: ЦБНТИлесхоз, 1984. – 26 с.

180. Победов, В.С. Применение минеральных удобрений для повышения природоохранных функций леса (обзорная информация) / В.С. Победов, И.М. Булавик, Е.А. Лебедев. – М.: ЦБНТИлесхоз, 1981. – 38 с.

181. Кошельков, С.П. Применение удобрений для улучшения роста сосны / С.П. Кошельков // Лесоведение. – 1969. – № 4. – С. 64-72.

182. Коржицкий, В.Д. Влияние азотных удобрений (мочевины) на рост и развитие сосновых насаждений в условиях Южной Карелии: автореф. дис.... канд. с.-х. наук / В.Д. Коржицкий. – Л., 1977. – 18 с.

183. Победов, В.С. Влияние сроков внесения азотного удобрения и полноты насаждения на прирост в сосновых молодняках / В.С. Победов, П.С. Шиманский // Лесохозяйственная информация. Реферативный выпуск ЦБНТИлесхоз. – 1978. – № 16. – С. 6-8.

184. Рекомендации по применению минеральных удобрений в приспевающих и спелых хвойных лесах Белоруссии, 2-е доп. изд. – Гомель: БелНИИЛХ, 1981. – 25 с.

185. Рекомендации по уточнению сроков применения азотных удобрений в хвойных лесах южной тайги и зоны хвойно-широколиственных лесов центральных районов РСФСР. – М.: ВНИИЛМ. – 18 с.

186. Якас, П.Ю. Влияние времени внесения и разных форм азотных удобрений на изменение текущего прироста приспевающих сосняков / П.Ю. Якас // Комплексное ведение хозяйства в сосновых лесах: Тезисы докладов научно-производственного совещания. – Гомель, 1982. – С. 200-201.

187. Viro, P.J. Estimation of the effect of forest fertilization / P.J. Viro // Metsäntutki kaslaitoksot. julk., 1965. – v 59. – N 3. – P. 5-42.

188. Рекомендации по применению минеральных удобрений в хвойных лесах европейского севера. – Архангельск, 1979. – 28 с.
189. Применение минеральных удобрений в лесах северо-западных районов таежной зоны (методические рекомендации). – Л.: ЛенНИИЛХ, 1976. – 41 с.
190. Laakkonen, O. Tyypilannoituksen Kannattavuus verttuneissa kangasmetsissa / O. Laakkonen, K. Keipi, E. Lipas // *Folia Forest*, 1983. – P. 577.
191. Keipi, K. Calculations concerning the profitability of forest fertilization / K. Keipi, O. Kekkonen // *Folia Forest*, 1970. – v. 84. – P. 23.
192. Melntosh, H. Effect of different forms and rates of nitrogen fertilizer on the growth of lodgepole pine / H. Melntosh // *Forestry*, 1982. – v. 55. – N 1. – P. 61-68.
193. Weetman, G. F. Ten-year growth results of nitrogen source and interprovincial experiments on jack pine / G.F. Weetman, R. M. Fournier // *Can. J. Forest Res.*, 1984. – v. 14. – N 3. – P. 424-430.
194. Валк, У.А. Влияние удобрения на прирост древесины в сосняках на минеральной почве / У.А. Валк, Я.Ю. Пинк, Х.Х. Сээмен // *Лесоводственные исследования*. – Таллин, 1985. – № 20. – С. 77-85.
195. Степаненко, И.И. Влияние удобрения сосняков брусничных на динамику радиального прироста сосны [Текст] / И.И. Степаненко // *Лесохозяйственная информация*, 2003. №10. – С. 6-16.
196. Степаненко, И. И. Влияние минеральных удобрений на физико-механические свойства древесины сосны [Текст] / И. И. Степаненко // *Лесохозяйственная информация*, 2008. №5 – С. 3-10.
197. Степаненко, И. И. Целевые хозяйства как способ совершенствования лесопользования и повышения продуктивности лесов [Текст] / И.И. Степаненко // *Устойчивое управление лесами и рациональное лесопользование: тр. Международной научно-практической конференции*. 18-21 мая 2010 г. – Минск: БГТУ, 2010. – С. 81-85.
198. Коновалов, В.Н. Особенности физиологических процессов лесной растительности в связи с применением минеральных удобрений / В.Н. Коновалов // *Экологические исследования в лесах Европейского Севера – Архан-*

гельск: АИЛиЛХ, 1991. – С. 103-110.

199. Коновалов, В.Н. Особенности CO_2 -газообмена сосны обыкновенной при разных режимах азотного питания / В.Н. Коновалов // Экологическая физиология хвойных: материалы Междунар. симпоз. ИЮФРО. – Абакан-Красноярск, 1991. – С. 54-55.

200. Сляднев, А.П. Влияние аммиачной и калийной селитры на рост сосны / А.П. Сляднев // Лесной журнал: известия высших учебных заведений. – 1970. – № 3. – С. 17-22.

201. Кореньков, Д.А. Мировой и отечественный опыт применения новых видов и форм минеральных удобрений и задачи по их дальнейшему изучению в нашей стране / Д.А. Кореньков, Г.Г. Черепанова, Ю.М. Канципель, А.А. Собачкин, Н.И. Борисова // Агрохимия. – 1984. – № 1. – С. 93-105.

202. Петербургский, А.В. Исторические аспекты развития учения об азотном питании растений / А.В. Петербургский // Минеральный и биологический азот в земледелии СССР. – М., 1985. – С. 66-74.

203. Артюшин, А.М. Применение удобрений и охрана окружающей среды / А.М. Артюшин // Химия в сельском хозяйстве. – 1975. – № 8. – С. 61-64.

204. Митченков, В.Т. О сравнительной токсичности нитратов и нитритов воды и пищи / В.Т. Митченков // Минеральные удобрения и качество пищевых продуктов. – Таллин: МЭ ЭССР, 1980. – С. 100-101.

205. Державин, Л.М. Применение минеральных удобрений и окружающая среда / Л.М. Державин, Е.В. Седова, А.Ф. Хлыстова // Агрохимия. – 1982. – №1 – С. 121-133.

206. Vomel, A. Der Versuch einer Nährstoffbilanz am Beispiel verschiedener Lysineter böden / A. Vomel, L. // Mitt Wassersickerung und Nährstoffhaushalt. J. Acer. - Pflanzenbau., 1966. – Bd. 123. – N 2. – P. 155-188.

207. Кореньков, Д.А. Использование азота луговыми злаковыми травами и его баланс на некоторых почвенных разностях Нечерноземной зоны СССР / Д.А. Кореньков, Е.В. Руделев, Д.А. Филимонов // Агрохимия. – 1980. – № 2. – С. 3-8.

208. Теренков, Н.И. Палево-подзолистые почвы Белоруссии / Н.И. Теренков. – Мн.: Наука и техника, 1980. – 215 с.

209. Сергеев, В.К. Влияние разных форм азотных удобрений и древостоя ели на потери азота с гравитационными водами / В.К. Сергеев // Лесохозяйственная информация (реферативный выпуск). – 1978. – № 16. – С. 8-9.

210. Kreutzer, K. Der Einflubder Dungung auf die forstliche Production und die dadurch entstehenden Umwelt-probleme / K. Kreutzer //Allgemeine Forst Zeitschrift, 1981. – N 32. – P. 816-821.

211. Hewgill, D. Lysimeter study with pig slurry / D. Hewgill, S.L. Grice // Agriculture and Water Quality: Technical Bulletin. - London, 1976. – v. 32. – P. 444 - 460.

212. Hood, A.E. The leaching of nitrates from intensively managed grassland at Yealott's Hill // Agriculture and Water Quality: Technical Bulletin /A.E. Hood. – London, 1976. – v. 32. – P. 201-221.

213. Lung, I. Uber die Häbratoffauswas-chung nach Zufahr von Harnstoff und Ammonsulfat zu einem Rohnumusboden im Nodellversach / I. Lung, I. Dressel // Forstwiss Obl. – 1970. – Bd. 89. – N 3. – P. 171-180.

214. Ognog, Cunnar. Leaching of organic matter from a forest soil after fertilization with urea / Cunnar Ognog // Medd. Norske skogforsksv, 1972. – v. 30. – N 5. – P. 425-440.

215. Сотникова, Н.С. Сезонная динамика состава лизиметрических и ручьевых вод в подзолистых почвах под хвойными лесами / Н.С. Сотникова // Почвоведение. – 1970. – № 10. – С. 31-43.

216. Репневская, М.А. О лизиметрических растворах почв в сосняках Кольского полуострова / М.А. Репневская // Применение лизиметрических методов в почвоведении и ландшафтоведении. – Л., 1972. – С. 94-103.

217. Knight, P. J. A field lysimeter to study water movement and nutrient content in a pumice soil under Pinus radiata forest. II. Deep seepage and nutrient leaching in the first 12 years of tree growth / P.J. Knight, G. M. Will // J. Forest Sci. – 1977. – v. 7. – N 3. – P. 274-296.

218. Шумаков, В.С. Пути уменьшения непродуктивных потерь азота из азотсодержащих туков в еловых лесах / В.С. Шумаков, А.Б. Воронкова // Пути и

методы лесорастительной оценки почв и повышения их продуктивности: тез. докл. Всесоюз. совещ. – М., 1980. – С. 200-201.

219. Победов, В.С. Влияние ингибиторов нитрификации на газообразные потери азота из удобрений в лесных условиях / В.С. Победов, Е.А. Лебедев // Применение минеральных удобрений в лесном хозяйстве – Тарту, 1977. – С. 69-73.

220. Филимонов, Д.А. Газообразные потери аммиака при поверхностном внесении мочевины / Д.А. Филимонов, Р.А. Стрельников // Агрохимия. – 1974. – № 8. – С. 20-25.

221. Рябуха, Е.В. Газообразные потери аммиака при удобрении сосновых культур / Е.В. Рябуха // Агрохимия. – 1980. – № 5. – С. 17-22.

222. Слободян, Я.Н. Интенсивность выделения NH_3 и NO_2 из почвы при внесении азотных удобрений в буковые леса Предкарпатья / Я.Н. Слободян // Лесоводство и агролесомелиорация. – Киев, 1979. – Вып. 53. – С. 47-53.

223. Rubio, J. L. Perdidas por volatilizacion de amoniaco en la aplicacion de fertilizantes nitrogenados a suelos de Valencia / J. L. Rubio, M. Lopez-Cuesta // Rev. agroquim y technolalim, 1985. 23. – N 5. – P. 337-350.

224. Rao, D.L. Ammonia volatilization from applied nitrogen in alkali soils / D. L. Rao, L. Batra // Plant and Soil, 1983. – v. 70. – N 2. – P. 219-228.

225. Победов, В.С. Газообразные потери аммиака из разных форм азотных удобрений на песчаных почвах в сосновом лесу / В.С. Победов, Е.А. Лебедев, В.В. Копытков – М.: Почвоведение. – 1986. - № 1. – С. 98-103.

226. Сапожников, Н.А. Газообразные потери азота удобрения и некоторые пути их сокращения / Н.А. Сапожников, А.И. Осипов // Сообщение II. Медленнодействующие удобрения: труды ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии. – 1984. – №54. – С. 13-20.

227. Тялли, П.Г. Улетучивание аммиака при поверхностном внесении карбамида в условиях леса / П.Г. Тялли // Агрохимия. – 1982. – № 6. – С. 23-27.

228. Макаров, Б.Н. Газообразные потери азота почвы и удобрений / Б.Н. Макаров // Агрохимия. – 1976. – № 12. – С. 120-130.

229. Малоносова, И. А. Об агрохимической эффективности покрытия удобрений пленками / И.А. Малоносова, Г.В. Фролова // *Агрохимия*. – 1977. – № 3. – С. 149-155.

230. Борисов, В.М. Современное состояние производства медленнодействующих удобрений / В.М. Борисов, Н.Н. Ромашова // *Агрохимия*. – 1984. – № 7. – С. 114-127.

231. Смоляницкая, Л.Б. О применении стартовых таблетированных удобрений в лесных культурах / Л.Б. Смоляницкая // *Выращивание и формирование высокопродуктивных насаждений в южной подзоне тайги / ЛенНИИЛХ*. – Л., 1984. – С. 44-46.

232. Копытков, В.В. Медленнодействующие удобрения и композиционные полимерные составы в лесном хозяйстве: учебно-методическое пособие / В.В. Копытков, В. Вл. Копытков; Академия управления при Президенте Республики Беларусь. – Минск, 2007. – 93 с.

233. Dahiya, S.S. Slow release nitrogenous fertilizers / S.S. Dahiya, S.K. Rastogi // *Arg. and Agro- Ind. J.*, 1979. 12. – N 3. – P. 19-23.

234. Salonijs, P. Potential for controlled release fertilizers in forestry / P. Salonijs, N. Adams // *Forestry*, 1972. 48. – № 1. – P. 96-97.

235. Пироговская, Г.В. Особенности производства и применения медленнодействующих удобрений (МДУ) в современных системах земледелия. Аналитический обзор / Г.В. Пироговская // *Белорус. науч.-исслед. ин-т почвовед. и агрохимии*. – Мн., 2000. – 48 с.

236. Малюга, Ю.Е. Эффективность удобрения защитных лесных насаждений на склоновых землях левобережной лесостепи УССР: автореф. дис.... канд. с.-х. наук / Ю.Е. Малюга. – Харьков, 1985. – 21 с.

237. Капсулированные удобрения типа фертилайзер род для деревьев и кустарников // *Новое в науке и технике лесного хозяйства: Научно-технический реферативный сборник*. – 1983. – № 14. – С. 8.

238. Жук, Е. Влияние локального внесения минеральных удобрений на рост и содержание хлорофилла в хвое однолетних и двухлетних саженцев сосны обыкновенной

новенной / Е. Жук // Пути повышения продуктивности лесов Украины и Молдавии. – Киев, 1983. – С.20-23.

239. Леонова, Т.М. Производство и эффективность использования медленнодействующих удобрений за рубежом / Т.М. Леонова // Химическая промышленность за рубежом. – М., 1982. – № 4. – С. 24-43.

240. Кореньков, Д.А. Опыт применения новых видов и форм минеральных удобрений и задачи по их дальнейшему изучению / Д.А. Кореньков // Бюллетень Всесоюзного ордена Трудового Красного Знамени НИИ удобрений и агропочвоведения им. Д.Н. Прянишникова. Новые формы удобрений и их эффективность. – М., 1984. – № 68. – С. 3-6.

241. Леонова, Т.М. Химическая промышленность за рубежом / Т.М. Леонова, Р.А. Тихонова. – М.: НИИТЭХим. – 1983. – Вып. 7. – С. 19-33.

242. Унанянц, Т.П. Современное состояние и перспективы применения минеральных удобрений в США / Т.П. Унанянц // Обзорная информация. – М., 1975. – 86 с. (ВНИИТЭИсельхоз ВАСХНИЛ).

243. Jimenes Gomez, S. Estudio de los diagramas de solubilidad como base para la preparacion de fertilizantes de accion controlada con NH_4NO_3 / S. Jimenes Gomez, M.C. Cartagena Causape, J. M. Mateo Lopez // An edafot. y agrobiol. – 1984. 43. – № 11-12. – P. 162-163.

244. Прасад, Р. Медленнодействующие азотные удобрения / Р. Прасад и др. // Сельское хозяйство за рубежом. – 1972. – № 9. – С. 1-6.

245. Рабинович, Г.Д. Технология производства мочевины и удобрений на ее основе / Г.Д. Рабинович. – М.: ВИНТИ, 1971. – Ч. 2. – С. 7-30.

246. Killan, Walter. Heilmittel für den Wald/ Walter Killan // Allg. Forstztg. – 1986. 97. – № 12. – P. 377-378.

247. Hady, O.A. Minimizing nutrients losses from sandy soils through some fertilizers-polyacrylamide combinations / O.A. Hady, A.A. Lotfy, R.M. Hady, A.B. Abdel, Moustafa //Egypt. J. Soil Sci. – 1986. 26. Spec. Issue. – P. 129-143.

248. Fuchs, Josef. Der Einsatz von organischen Spezialdüngemitteln bei schwierigen Aufforstungen / Josef Fuchs // Oslerr. Forstztg. – 1987. – № 3 – P. 11-14.

249. Милешина, А.В. Изменение физико-химических свойств дерново-подзолистой песчаной почвы при внесении земляной массы / А.В. Милешина, З.Н. Маркина. В.И. Шошин // Актуальные проблемы лесного комплекса. Под ред. Е.А. Памфилова. Сб. науч. тр. по итогам междунар. науч.-техн. конф. - Выпуск 13. – Брянск: БГИТА, 2006. – С. 207- 209.

250. Копытков, В.В. Медленнодействующие удобрения за рубежом / В.В. Копытков, В.С. Победов // Лесное хозяйство за рубежом. – М., 1988. – С. 12-29.

251. Mai, Hildemara. Wirkung eines Nitrifizidzusatzes zu Harnstoff auf Mikroorganismen und Nitrifikation im Fichtenrohhumus / Hildemara Mai, Fiedler Hans Joachim // ZBL. Mikrobiol. – 1986. 141. – № 7. – P. 523-533.

252. Рулев, А.С. Применение полимерных материалов при выращивании полезащитных лесных полос в сухостепной зоне Нижнего Поволжья: Автореф. дис.... канд. с.х-наук: 08.03.04 / А.С. Рулев; ВНИИ Агролесомелиорации. – Волгоград, 1990. – 24 с.

253. Рекомендации по созданию пустынных кустарниковых пастбищ на подвижных песках Средней Азии. – Ташкент: СредазНИИЛХ, 1987. – 14 с.

254. Рекомендации по выращиванию сеянцев саксаула черного в орошаемых лесных питомниках. – Ташкент: СредазНИИЛХ, 1987. – 12 с.

255. Рекомендации по выращиванию посадочного материала ценных пород в питомниках Узбекской ССР на базе комплексной механизации. – Ташкент: СредазНИИЛХ, 1983. – 59 с.

256. Копытков, В.В. Перспективные формы минеральных удобрений и оптимизация почвенного плодородия при выращивании посадочного материала / В.В. Копытков, Н.П. Охлопкова, О.В. Кондратенко, А.А. Кулик, О.Б. Дормешкин, В.Вл. Копытков // Известия Гомельского гос. университета им. Ф. Скорины, № 3 (54), ч. 1, 2009. – С. 85-91.

257. Николаева, М.Г. Биология семян / М.Г. Николаева, И.В. Лазунова, Л.П. Поздова. – Санкт-Петербург: Российская академия наук. Ботанический сад им. В.Л. Комарова. – 1999. – 232 с.

258. Копытков, В.В. Рекомендации по повышению грунтовой всхожести семян с помощью ультрафиолетового излучения / В.В. Копытков, Л.С. Корецкая, В.В. Соколов, Л.В. Рудаковская. – Гомель: ИЛ НАНБ, – 1997. – 4 с

259. Копытков, В.В. Методические указания по способам и срокам посева семян в питомнике / В.В. Копытков. Внесены в реестр нормативных документов 30.05. 2007 г. за № 000075. – 13 с.

260. Рахтеенко, Л.И. Минеральные удобрения в повышении продуктивности сосновых культур фитоценозов / Л.И. Рахтеенко, В.В. Савельев. – Мн.: Наука и техника. – 1985. – 136 с.

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

262. ГОСТ 8420-74 Методы определения условной вязкости, С.6

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

264. ОСТ 56-56-83. Технические условия: Компосты из коры. – Введ. 08.12.1983. – М.: Гос. ком. СССР по лесн. хоз-ву: Архангельский институт леса и лесохимии, 1983. – 12 с.

265. Аринушкина, Е.В. Руководство по химическому анализу почв / Е.В. Аринушкина. – М.: МГУ, 1962. – С. 345-346.

266. Коробченко, Ю.Т. Определение легкогидролизуемого азота в почвах / Ю.Т. Коробченко // Агрохимия. – 1975. – № II.– С. 106-108.

267. Рекомендации по выращиванию микоризных сеянцев хвойных пород на субстрате из органоминеральной смеси и целевых добавок / сост. В.В. Копытков, Н.П. Охлопкова. – Внесены в реестр технических нормативных правовых актов 14.10.2010 г. за № 000184. – 16 с.

268. Копытков, В.В. ТУ ВУ 400070994.008–2010 «Состав «Агрополикор» для повышения почвенного плодородия питомников» / В.В. Копытков, Н.П. Охлопкова. – Внесены в реестр госуд. регистрации 14.12.2010 г. за № 030745. – 13 с.

269. Копытков, В.В. Методологические и практические аспекты применения композиционных препаратов при лесовыращивании / В.В. Копытков,

Н.П. Охлопкова, О.В. Кондратенко // Труды БГТУ. Лесн. хоз-во. – № 1 (174) – Мн., 2015. – С. 141-144.

270. Никитин, Б.А. Методика определения содержания гумуса в почве / Б.А. Никитин // Агрохимия. – 1972. – № 3. – С. 123-125.

271. Мещеряков, А.М. Разложение почв серной и хлорной кислотами для определения азота и фосфора / А.М. Мещеряков // Почвоведение. – 1963. – №5. – С. 96-101.

272. Басловская, С.С. Практикум по физиологии растений / С.С. Басловская, О.М. Трубецкова.– М.: МГУ, 1964. – 328 с.

273. Гинзбург, К.Е. Ускоренный метод сжигания почв и растений / К.Е. Гинзбург и др. // Почвоведение. – 1963. – № 5. – С. 89-96.

274. Копытков, В.В. Методологические особенности исследований выращивания посадочного материала / В.В. Копытков, А.В. Боровков, Ю.А. Таирбергенов, Н.М. Курносенко // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2014. – Вып. 74. – С. 226-236.

275. Копытков, В.В. Композиционные полимерные материалы при лесовыращивании / В.В. Копытков. – Мн.: РУП «Издательский дом «Белорусская наука», - 2008. – 304 с.

276. Копытков, В.В. Биоэкологические основы выращивания стандартного посадочного материала в питомниках Беларуси / В.В. Копытков // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. ИЛНАН Беларуси. – Гомель, 2000. – Вып. 51. – С. 94-105.

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

278. Веселкин, Д.В. Строение и микоризация корней сеянцев ели и пихты при изменении почвенного субстрата / Д.В. Веселкин // Лесоведение. – 2002. – №3. – С. 12-17.

279. Веселкин, Д.В. Микоризообразование у сосны обыкновенной и ели сибирской в лесных питомниках [Электронный ресурс] / Д.В. Веселкин. – 2007. – Режим доступа: <http://mycorrhiza.narod.ru>.

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

281. А.с. 1075631 СССР, Кл. С 05 С 9/02. Состав для капсулирования гранул минеральных удобрений [Текст] / А.И. Свириденко, Э.Г. Ильина, Л.С. Корецкая, Т.Е. Куфайкина, Т.А. Котова, В.С. Победов, В.В. Копытков; заявители ИММС АН БССР и БелНИИЛХ; заявл. 24.08.1982; опубл. 03.04.1985, Бюл. № 40. – С. 8.

282. Победов, В.С. Перспективы использования медленнодействующих удобрений в лесном хозяйстве / В.С. Победов, В.В. Копытков // Лесоводственные исследования XXII. Осушение и удобрение лесов. – Таллин: Валгус, 1987. – С. 128-133.

283. А.с. 916515 СССР, Кл. С 05 С 9/02. Способ получения медленнодействующего удобрения [Текст] / С.В. Плышевский, В.В. Копытков, В.С. Победов, С.И. Кулешова, В.В. Печковский; заявители БТИ им. С.М. Кирова и БелНИИЛХ; заявл. 29.12.1986; опубл. 30.10.1989, Бюл. № 40. – С. 8.

284. Мирошников, В.С. Справочник таксатора / В.С. Мирошников, О.А. Трулль, В.С. Ермаков и др. // Под общ. ред. В.С. Мирошникова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Мн.: Ураджай, 1980. – 360 с.

285. Булавик, И.М. Действие азотных удобрений на режим питания и прирост древесины в сосняках БССР: Автореф. дис... к.с.-х.н. / И.М. Булавик. – Мн. – 1977. – 24 с.

286. Макаров, Б.Н. Суточный ход выделения аммиака и двуокси азота из почвы / Б.Н. Макаров, Т.А. Патрикеева. – Агрохимия – 1973, № 2 – С. 141-143.

287. Макаров, Б.Н. Методы определения состава почвенного воздуха, интенсивности дыхания почвы и газообразных потерь азота почвы и удобрений // Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – С. 331-334.

288. Макаров, Б.Н. Физико-химические методы исследования почвы / Б.Н. Макаров, В.Б. Мацкевич. – М.: Наука, 1966. – С. 173.

289. ТКП 047-2009 (02080). Наставление по лесовосстановлению и лесоразведению в Республике Беларусь. – Мн., 2009. – 105 с.
290. Правила ведения лесного хозяйства в зонах радиоактивного загрязнения / Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь. – Гомель: Институт радиологии. – 2009. – 52 с.
291. Копытков, В.В. Выращивание сеянцев хвойных пород в лесных питомниках на основе использования компостов / В.В. Копытков, Н.П. Охлопкова, О.В. Кондратенко // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства: мат. IV Междунар. науч. экологич. конф. 24-25 марта 2015 г. – Краснодар: Кубанский госагроуниверситет, 2015. – Ч. II. – С. 32-39.
292. Родин, А.Р. Высокоэффективные биопрепараты для лесных питомников / А.Р. Родин, Н.Я. Попова, Е.В. Кандыба. – Лесное хозяйство. № 1, 1997. – С. 28-30.
293. Копытков, В.В. Методические указания по проведению предпосевной обработки семян. – Мн.: ИПП Минэкономки РБ, 1997. – 48 с.
294. Копытков, В.В. Зарубежный опыт выращивания посадочного материала / В.В. Копытков // Обзорная информация. - М.: ВНИИЦлесресурс. – 1990. – 15 с.
295. Копытков, В.В. Новые агроприемы выращивания посадочного материала / В.В. Копытков, С.Д. Бергер // Лесохозяйственная информация. Вестник сельскохозяйственной науки. – М, 1990. – № 9. – С. 15-16.
296. Копытков, В.В. Влияние различных способов предпосевной обработки семян на рост сеянцев и выход посадочного материала / В.В. Копытков // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. Института леса НАН Беларуси. – Вып. 55. – Гомель: ИЛ НАН Беларуси, 2002 г. – С. 61-70.
297. А. с. 1727601, МПК А01 С 1/00. Состав для предпосевной обработки семян хвойных пород [Текст] / В.В. Копытков; заявитель Белорусский научно-исследовательский институт лесного хозяйства; заявл. 16.02.1990; опубл. 23.04.1992, Бюл. № 15. – С. 11.

298. Пат. № 12655 Республика Беларусь, МПК (2006) А01С 1/06. Состав для предпосевной обработки семян хвойных пород [Текст] / В.В. Копытков; заявитель ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»; заявл. 27.11.2007; опубл. 30.06.2009, Афіцыйны бюл. – № 6 (71). – С. 38.

299. Пат. № 15084 Республика Беларусь, МПК (2009) А 01С 1/06. Способ получения дражированных семян [Текст] / В.В. Копытков; заявитель ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»; заявл. 06.04.2009; опубл. 30.12.2010, Афіцыйны бюл. – № 6 (83). – С. 53.

300. Маттис, Г.Я. Научные основы интенсификации выращивания посадочного материала для защитного лесоразведения: Автореф. дис. ...докт. с.-х. наук / Г.Я. Маттис. – Л., 1979. – 49 с.

301. Копытков, В.В. Действие медленнодействующих удобрений на прирост древесины и структуру баланса использования туков в сосновых насаждениях БССР / В.В. Копытков, В.С. Победов, И.М. Булавик // Ведение лесного хозяйства в Белорусской ССР: сб. науч. тр. – М., 1988. – С. 26-35.

302. Победов, В.С. Потери азота с инфильтрационными водами из обычных и медленнодействующих форм азотных удобрений в сосновых культурах / В.С. Победов, В.В. Копытков, Е.А. Лебедев // Агрохимия. – 1988. – № 4. – С. 11-15.

303. Победов, В.С. Газообразные потери аммиака из разных форм азотных удобрений на песчаных почвах в сосновом лесу / В.С. Победов, Е.А. Лебедев, В.В. Копытков // Почвоведение. – 1986. – №1. – С.98-103.

304. Победов, В.С. Удобрение леса и охрана природы / В.С. Победов, Е.А. Лебедев, И.М. Булавик. – ЦНТИлесхоз, экспесс-информ., 1980, № 5. – 44 с.

305. Копытков, В.В. Газообразные потери азота в форме аммиака при осеннем сроке внесения удобрений в сосновых насаждениях / В. В. Копытков // Агрохимия. – 1990. – № 10. – С. 17-20.

306. Победов, В.С. Потери азота из почвы с инфильтрационными водами в удобренном сосновом насаждении / В.С. Победов, В.В. Копытков, Е.А. Лебедев, А.И. Свириденко, Л.С. Корецкая, Э.Г. Ильина // Почвоведение. – 1989. – № 6. – С. – 105-109.

307. Копытков, В.В. Физико-химические свойства медленнодействующих азотных удобрений / В.В. Копытков // Повышение эффективности использования минеральных удобрений в лесном хозяйстве: тезисы докл. всесоюз. науч.-техн. совещания. – Гомель: БелНИИЛХ, 1984. – С.140-141.

308. Победов, В.С. Влияние полимерного покрытия аммиачной селитры на потери азота при ее внесении в лесу / В.С. Победов, В.В. Копытков, Л.С. Корецкая, Э.Г. Ильина // Агрохимия. – 1989. – №10. – С. 13-15.

309. Копытков, В.В. Газообразные потери аммиака при внесении разных форм мочевины на дерново-подзолистой почве в лесу / В.В. Копытков, С.И. Кулешова // Агрохимия. – 1989. – № 12. – С. – 8-11.

310. Пат. 13688 Республика Беларусь, МПК (2009) С 05 G 5/00. Состав для покрытия гранул азотных удобрений [Текст] / В.В. Копытков; заявитель ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»; заявл. 21.10.2008; опубл. 30.10.2010, Афіцыйны бюл. № 5 (76). – С. 87.

311. Копытков, В.В. Полимерные составы для обработки корневых систем сеянцев сосны: Автореф. дис. ... канд. техн. наук / В.В. Копытков. – Минск, 2007. – 21 с.

312. Нерпин, С.В. Кубовые остатки от перегонки спиртов как эффективные депрессоры физического испарения из почвы / С.В. Нерпин, С.М. Пакшина // Доклады ВАСХНИЛ. – 1965. – № 10. – С. 4-7.

313. Ахназаров, С.Л. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии: учеб. пособие для хим.-технол. спец. вузов / С.Л. Ахназаров, В.В. Кафаров. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1985. – 327 с.

314. Родин, С.А. Обоснование способов увеличения периода посадки саженцев ели в Центральной части зоны хвойно-широколиственных лесов: Автореф. дис. ...канд. с.-х. наук / С.А. Родин. – М., 1989. – 20 с.

315. Суворов, В.И. Уборка, транспортировка и хранение посадочного материала хвойных пород с открытой корневой системой (Рекомендации для опытно-производственной проверки) / В.И. Суворов, Г.Б. Климов, С.А. Родин. – М.: ВНИИЛМ. – 1988. – 12 с.

316. Сироткин, Ю.Д. Лесные культуры / Ю.Д. Сироткин, А.Н. Праходский. – Мн.: Высшая школа, 1988. – 96 с.

317. Бартнев, И.М. Экологизация технологий и лесной техники / И.М. Бартнев, В.Н.Винокуров // Лесное хозяйство. – 1992. – № 4,5.

318. Цой, С.И. Некоторые принципы ведения лесного хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения / С.И. Цой, В.Л. Дольский // Основы организации и ведения лесного хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения: тез. докл. – Гомель, 1990. – 6 с.

319. Копытков, В.В. Особенности облесения территорий при радиоактивном загрязнении / В.В. Копытков // Вопросы экологии и моделирования лесных экосистем. – М.: МГУЛ, 1993. – Вып. 248. – С. 74-77.

320. Копытков, В.В. Санитарно-экологические особенности аэросева в зоне с повышенным уровнем радиации / В.В. Копытков // Вопросы экологии и моделирования лесных экосистем. – М.: МГУЛ, 1993. – Вып. 248. – С. 77-80.

321. Разработать и исследовать эффективные технологии создания лесных культур на загрязненных радионуклидами землях с использованием полимерных материалов [Текст]: отчет о НИР / Институт леса НАН Беларуси: рук. В.В. Копытков. – Гомель, 2011. – 73 с. – № ГР 20091498.

322. Методические рекомендации по оценке эффективности использования в лесном хозяйстве результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и опытно-технологических работ // Научно-техническая информация в лесном хозяйстве. – Минск, 2005. – № 6. – 50 с.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ СОИСКАТЕЛЯ

Монографии

1. **Копытков, В.В.** Руководство по исследованию и применению композиционных материалов при лесовыращивании / В.В. Копытков. – М.: Госкомлес СССР, 1991. – 233 с.

2. **Копытков, В.В.** Композиционные полимерные материалы при лесовыращивании / В.В. Копытков. – Мн.: РУП «Издат. дом «Белорусская наука», 2008. – 304 с.

3. **Копытков, В.В.** Новые композиционные полимерные составы для лесовыращивания в природно-климатических условиях Беларуси и Казахстана / В.В. Копытков, В.С. Каверин, А.В. Боровков, В.Вл. Копытков, Ю.А. Таирбергенов (Под общей редакцией к.с-х.н., доцента В.В. Копыткова). – Мн.: РУП «Издат. дом «Белорусская наука», 2014. – 509 с.

Статьи в реферируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ

4. Победов, В.С. Газообразные потери аммиака из разных форм азотных удобрений на песчаных почвах в сосновом лесу / В.С. Победов, Е.А. Лебедев, **В.В. Копытков** – М.: Почвоведение. – 1986. – № 1. – С. 98-103.

5. Победов, В.С. Потери азота с инфильтрационными водами из обычных и медленнодействующих форм азотных удобрений в сосновых культурах / В.С. Победов, **В.В. Копытков**, Е.А. Лебедев – М.: Агрохимия. – 1988. – № 4. – С. 11-15.

6. Победов, В.С. Потери азота из почвы с инфильтрационными водами в удобренном сосновом насаждении / В.С. Победов, **В.В. Копытков**, Е.А. Лебедев, А.И. Свириденко, Л.С. Корецкая, Э.Г. Ильина – М.: Почвоведение, 1989. – № 6. – С. 105-109.

7. Победов, В.С. Изменение азотного режима лесных почв под влиянием разных форм аммиачной селитры / В.С. Победов, **В.В. Копытков**, И.М. Булавик, Э.Г. Ильина, Т.Е. Куфайкина, Т.А. Котова, С.И. Кулешова – М.: Агрохимия, 1989. №1. – С. 15-20.

8. Победов, В.С. Влияние полимерного покрытия аммиачной селитры на потери азота при ее внесении в лесу / В.С. Победов, **В.В. Копытков**, Л.С. Корецкая, Э.Г.Ильина – М.: Агрохимия, 1989. – №10. – С. 13-15.

9. **Копытков, В.В.** Газообразные потери аммиака при внесении разных форм мочевины на дерново-подзолистой почве в лесу / В.В. Копытков, С.И. Кулешова – М.: Агрохимия, 1989. – № 12. – С. 8-11.

10. **Копытков, В.В.** Влияние минеральных удобрений и рубок ухода на азотный режим лесных почв / В.В. Копытков – М.: Агрохимия, 1990. – №7. – С. 8-14.

11. **Копытков, В.В.** Газообразные потери азота в форме аммиака при осеннем сроке внесения удобрений в сосновых насаждениях / В.В. Копытков – М.: Агрохимия, 1990. – № 10. – С. 17-20.

12. Шиманский, П.С. Использование азота удобрений сосной / П.С. Шиманский, **В.В. Копытков**, А.Г. Рыбальченко, В.А. Скригаловская – М.: Агрохимия, 1992. – №2. – С. 23-28.

13. **Копытков, В.В.** Динамика минерального азота в почве под сосновыми насаждениями при осеннем сроке внесения удобрений / В.В. Копытков, Э.Г. Ильина – М.: Агрохимия, 1992. – № 8. – С. 11-14.

14. Шиманский, П.С. Диагностика питания приспевающих сосняков по химическому анализу лесной подстилки / П.С. Шиманский, А.Г. Рыбальченко, **В.В. Копытков** // Известия высших учеб. заведений. Лесной журнал, 1993. – № 1. – С. 23-27.

15. Родин, А.Р. Влияние композиционных полимерных составов на рост и развитие сеянцев хвойных пород / А.Р. Родин, **В.В. Копытков** // Вестник Брянского государственного университета. № 4 Точные и естественные науки. – Брянск: РИО БГУ, 2014. – С. 168-172.

16. **Копытков, В.В.** Создание лесных культур с использованием композиционных полимерных препаратов / В.В. Копытков, А.Р. Родин // Вестник Брянского государственного университета. № 1 (2015): Педагогика и психология. История. Право. Литературоведение. Языкознание. Экономика. Точные и естественные науки. – Брянск: РИО БГУ, 2015. – С. 355-359.

17. **Копытков, В.В.** Влияние различных компостов на биометрические показатели сеянцев / В.В. Копытков // Вестник Брянского государственного университета. № 1 (2015): Педагогика и психология. История. Право. Литературоведение. Языкознание. Экономика. Точные и естественные науки. – Брянск: РИО БГУ, 2015. – С. 351-355.

18. Барышников, Г.Я. Выращивание сеянцев хвойных пород с высокой степенью микоризности корней / Г.Я. Барышников, **В.В. Копытков** // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. № 5 (127). Лесное хозяйство. – Барнаул, 2015. – С. 76-80.

19. **Копытков, В.В.** Технология получения дражированных семян с использованием полимерных составов / В.В. Копытков, Е.А. Калашникова. – М.: Лесной Вестник, 2015, № 6, т. 19. – С. 20-27.

Авторские свидетельства на изобретения и Патенты

20. Состав для капсулирования гранул минеральных азотных удобрений. Авторское свидетельство СССР № 1693864. МПК С 05 G 3/00 /**В.В. Копытков**; заявитель. БелНИИЛХ; заявл. 14.12.1989; опубл. 22.07.1991. // Бюл. № 9. Открытия. Изобретения. – 1991. – № 9. – С. 25.

21. Состав для защиты корневой системы растений от иссушения. Авторское свидетельство № 1629011. МПК А01 N3/00 /**В.В. Копытков**, В.А. Морозов; заявитель БелНИИЛХ; заявл. 13.02.1989; опубл. 23.02.1991 // Бюл. № 7. Открытия. Изобретения. – 1991. – № 7. – С. 25.

22. Состав для защиты корневой системы растений от иссушения. Авторское свидетельство № 1713495. МПК А01 G7/06 /**В.В. Копытков**; заявит. БелНИИЛХ; заявл. 20.02.1990; опубл. 23.02.1992 // Бюл. № 7. Открытия. Изобретения. – 1992. - № 7. – С. 11.

23. Состав для покрытия минеральных удобрений. Авторское свидетельство № 1784616 Респ. Беларусь МПК (1990) С 05 С 1/02. 9/00 /**В.В. Копытков**; заявитель Белорусский научно-исследовательский институт лесного хозяйства; заявл. 20.02.1990; опубл. 30.12.1992 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 1992.

24. Бурав для взятия кернов древесины. Авторское свидетельство № 1708617 Респ. Беларусь МПК (1989) В 27 G 15/00 / **В.В. Копытков**, М.И. Михайлов; заявители Гомельский городской центр научно-технического творчества молодежи и Белорусский научно-исследовательский институт лесного хозяйства;

заявл. 12.07.1989; опубл. 30.01.1992 // Афіцыйны бюл. № 4 / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 1992.

25. Состав для предпосевной обработки семян хвойных пород. Авторское свидетельство № 1727601 МПК А01 С 1/00 / **В.В. Копытков**; заявитель Белорусский научно-исследовательский институт лесного хозяйства; заявл. 16.02.1990; опубл. 23.04.1992 // Бюл. № 15. Открытия. Изобретения. – 1992. – № 15. – С. 11.

26. Состав для предпосевной обработки семян: пат. № 9242 МПК А01С1/06 / **В.В. Копытков**, А.И. Ковалевич; заявитель ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»; заявл. 26.01.2005; опубл. 30.08.2006 // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2006. – № 5. – С. 6.

27. Состав для обработки корней саженцев лесных культур: пат. 9918 Респ. Беларусь, МПК 7 А 01 G 7/06 / **В.В. Копытков**, Л.С. Корецкая, В.Вл. Копытков; заявители ГНУ «Институт леса НАН Беларуси» и ГНУ «ИММС НАН Беларуси»; заявл. 15.02.2005; опубл. 30.10.2006 // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2006. – № 5(52). – С. 4.

28. Состав для предпосевной обработки семян сосны обыкновенной: пат. № 9923 МПК А01С1/06 / **В.В. Копытков**, А.И. Ковалевич, В.Вл. Копытков; заявители ГНУ «Институт леса НАН Беларуси» и ГНУ «ИММС НАН Беларуси»; заявл. 15.02.2005; опубл. 30.10.2006 // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2006. – № 5. – С. 19.

29. Состав для защиты корневой системы растений от иссушения: пат. 9928 Респ. Беларусь, МПК А 01 G 7/06 / **В.В. Копытков**, Л.С. Корецкая, В.Вл. Копытков; заявители ГНУ «Институт леса НАН Беларуси» и ГНУ «ИММС НАН Беларуси»; заявл. 21.01.2005; опубл. 30.08.2006 // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2006. – № 4(51). – С. 5-6.

30. Состав для предпосевной обработки семян хвойных пород: пат. № 12655 Респ. Беларусь МПК (2006) А01С 1/06 / **В.В. Копытков**; заявитель ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»; заявл. 27.11.2007; опубл. 30.06.2009 // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 6 (71). – С. 38.

31. Состав для защиты корневых систем растений хвойных пород: пат. № 12774 Респ. Беларусь МПК (2006) A01G 7/06 / **В.В. Копытков**, В. Вл. Копытков; заявители ГНУ «Институт леса НАН Беларуси» и ГНУ «ИММС НАН Беларуси»; заявл. 27.11.2007; опубл. 28.02.2010 // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 1 (72). – С. 50.

32. Состав для предпосевной обработки семян хвойных пород: пат. № 13015 Респ. Беларусь МПК (2009) A01C 1/06 / **В.В. Копытков**, А.И. Ковалевич, В.Вл. Копытков; заявители ГНУ «Институт леса НАН Беларуси» и ГНУ «ИММС НАН Беларуси»; заявл. 07.08.2008; опубл. 30.04.2010 // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 2 (73). – С. 37.

33. Состав для защиты корневых систем сеянцев хвойных пород: пат. № 13016 Респ. Беларусь МПК (2009) A01G 7/06 / **В.В. Копытков**; заявитель ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»; заявл. 07.08.2008; опубл. 30.04.2010 // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 2 (73). – С. 41-42.

34. Полимерная композиция для защиты корневой системы сеянцев хвойных пород: пат. № 13231 Респ. Беларусь МПК (2009) A01G 7/06 / **В.В. Копытков**, В. Вл. Копытков; заявл. 20.10.2008; опубл. 30.06.2010 // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 3 (74). – С. 42.

35. Состав для покрытия гранул азотных удобрений: пат. № 13688 Респ. Беларусь МПК (2009) C 05 G 5/00 / **В.В. Копытков**; заявитель ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»; заявл. 21.10.2008; опубл. 30.10.2010 // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 5 (76). – С. 87.

36. Способ получения дражированных семян: пат. № 15084 Респ. Беларусь МПК (2009) A 01C 1/06 / **В.В. Копытков**; заявитель ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»; заявл. 06.04.2009; опубл. 30.12.2010 // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 6 (83). – С. 53.

37. Полимерная композиция для предпосевной обработки семян: пат. № 14436 Респ. Беларусь МПК (2009) A 01C 1/06 / **В.В. Копытков**; заявитель ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»; заявл. 20.04.2009; опубл. 28.02.2011 // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 3(80). – С. 43.

38. Композиция для получения компоста на основе лиственной коры: пат. 15482 Респ. Беларусь МПК (2006.01) С 05F 3/00; С 05F 11/02; С 05F 17/00/ **В.В. Копытков**, Н.П. Охлопкова; заявитель ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»; заявл. 18.05.2010; опубл. 14.11.2011 // Афіцыйны бюл. /Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 1 (84). – С. 97-98.

39. Композиция для получения корового компоста: пат. 15483 Респ. Беларусь МПК (2006.01) С 05F 3/00; С 05F 11/02; С 05F 17/00 / **В.В. Копытков**, Н.П. Охлопкова; заявитель ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»; заявл. 03.06.2010; опубл. 14.11.2011 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 1 (84). – С. 98.

40. Состав для получения компоста на основе древесной коры: пат. № 15887 Респ. Беларусь МПК (2009) С 05F 3/00; С 05F 11/02; С 05F 17/00 / **В.В. Копытков**, Н.П. Охлопкова; заявитель ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»; заявл. 21.12.2009; опубл. 30.08.2011 //Афіцыйны бюл. /Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 3 (86). – С. 111-112.

Рекомендации, наставление и технические условия

41. Наставление по применению удобрений в лесном хозяйстве Беларуси / сост. П.С. Шиманский, **В.В. Копытков** и др. – Мн., 1994. – 84 с.

42. Рекомендации по повышению грунтовой всхожести семян с помощью ультрафиолетового излучения / сост. **В.В. Копытков**, Л.С. Корецкая, В.В. Соколов, Л.В. Рудаковская: одобрены НТС МЛХ Беларуси (прот. № 2 от 03.03.1997 г., утвержд. и введ. в действие с 01.05.1997 г., пр. № 59 по МЛХ РБ от 08.04.1997 г.). – 1997. – 4 с.

43. Рекомендации по технологии обработки корневых систем посадочного материала от иссушения / сост. **В.В. Копытков** и др.: одобрены НТС МЛХ Беларуси (прот. № 2 от 03.03.1997 г., утвержд. и введ. в действие с 01.05.1997 г., пр. № 59 по МЛХ РБ от 08.04.1997 г.). – Мн., 1997. – 7 с.

44. Рекомендации по выращиванию микоризных сеянцев хвойных пород на субстрате из органоминеральной смеси и целевых добавок / сост. **В.В. Копытков**,

Н.П. Охлопкова. – Внесены в реестр технических нормативных правовых актов 14.10.2010 г. за № 000184. – 16 с.

45. **Копытков, В.В.** ТУ РБ 00969712.02-2000 «Состав «Корпансил» для защиты корневой системы растений» / В.В. Копытков, М.М. Близнец – Внесены в реестр госуд. регистрации 23.03.2010 г. за № 010484/02. – 11 с.

46. **Копытков, В.В.** ТУ ВУ 400070994.008–2010 «Состав «Агрополикор» для повышения почвенного плодородия питомников» / В.В. Копытков, Н.П. Охлопкова. – Внесены в реестр госуд. регистрации 14.12.2010 г. за № 030745. – 13 с.

47. Рекомендации по агротехнологии выращивания посадочного материала древесных пород в условиях закрытого грунта / сост. **В.В. Копытков**, В.П. Шуканов. – Внесены в реестр технических нормативных правовых актов 05.11.2015 г. за № 000292. – 14 с.

Научно-методические пособия

48. Методические указания по определению посевных качеств семян и нормы их высева в питомнике / сост. **В.В. Копытков**; ИПП Минэкономики РБ. – Мн., 1997. – 35 с.

49. **Копытков, В.В.** Методические указания по проведению предпосевной обработки семян / В.В. Копытков. – Мн.: ИПП Минэкономики РБ, 1997. – 48 с.

50. **Копытков, В.В.** Методические указания по агротехнике выращивания посадочного материала / В.В. Копытков, Н.В. Домненков, Т.В. Лакиза. – Мн.: ИПП Минэкономики РБ, 1997. – 32 с.

51. **Копытков, В.В.** Современные технологии и агротехнические приемы по выращиванию, хранению и транспортировке посадочного материала с использованием композиционных полимерных составов: учебно-методическое пособие / В. В. Копытков; Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь. – Мн., 2007. – 147 с.

52. **Копытков, В.В.** Новые технологии создания лесных культур на низкобалльных сельскохозяйственных землях: учебно-методическое пособие / В.В. Копытков; Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь. – Мн., 2007. – 99 с.

53. **Копытков, В.В.** Медленнодействующие удобрения и композиционные полимерные составы в лесном хозяйстве: учебно-методическое пособие /

В.В. Копытков, В.Вл. Копытков. – Мн.: Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь, 2007. – 93 с.

54. **Копытков, В.В.** Методические указания по способам и срокам посева семян в питомнике / В.В. Копытков // Внесены в реестр нормативных документов 30.05.2007 г. за № 000075.

55. **Копытков, В.В.** Технология получения дражированных семян на основе композиционных полимерных материалов / В.В. Копытков, А.А. Кулик, В.Вл. Копытков, В.Б. Сак. – Гомель, 2008. – 165 с.

Информационные издания

56. **Копытков, В.В.** Повышение продуктивности лесов с использованием медленнодействующих удобрений / В.В. Копытков, В.С. Победов // Проспект ВДНХ СССР. – М., 1988. – 6 с.

57. **Копытков, В.В.** Медленнодействующие удобрения за рубежом / В.В. Копытков, В.С. Победов // Экспресс-информация. Лесное хозяйство за рубежом. – М.: ЦБНТИ Госкомлеса СССР, 1988. – Вып.20. – С. 12-30.

58. **Копытков, В.В.** Потери элементов питания в лесных экосистемах / В.В. Копытков // Экспресс-информация. Лесное хозяйство за рубежом. – М.: ВНИИЦ лесресурс Госкомлеса СССР, 1989. – Вып. 9. – С. 2-13.

59. **Копытков, В.В.** Рациональное расходование семян при посеве / В.В. Копытков // Проспект ВДНХ СССР. – М.: ВНИИЦлесресурс, 1990. – 3 с.

60. **Копытков, В.В.** Зарубежный опыт выращивания посадочного материала / В.В. Копытков // Обзорная информация. – М.: ВНИИЦлесресурс. – 1990. – 15 с.

Публикации в других изданиях

61. **Копытков, В.В.** Действие медленнодействующих удобрений на прирост древесины и структуру баланса использования туков в сосновых насаждениях БССР / В.В. Копытков, В.С. Победов, И.М. Булавик // Ведение лесного хозяйства в Белорусской ССР: сб. науч. тр. – М., 1988. – С. 26-35.

62. **Копытков, В.В.** Влияние регуляторов роста на качество семян сосны и ели / В.В. Копытков, Н.В. Пентелькина, С.К. Пентелькин // Весці Акадэміі навук Беларусі. Сер. біялаг. навук. – Вып. 5-6. – Мн., 1991. – С. 29-34.

63. **Копытков, В.В.** Особенности облесения территорий при радиоактивном загрязнении / В.В. Копытков // Вопросы экологии и моделирования лесных экосистем // Научн. тр. – Вып. 248. – М.: МГУЛ, 1993. – С. 74-77.

64. **Копытков, В.В.** Биоэкологические основы выращивания стандартного посадочного материала в питомниках Беларуси / В.В. Копытков // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. Института леса НАН Беларуси. – Гомель, 2000. – Вып.51. – С. 94-105.

65. **Копытков, В.В.** Влияние различных способов предпосевной обработки семян на рост сеянцев и выход посадочного материала / В.В. Копытков // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. Института леса НАН Беларуси. – Вып. 55. – Гомель: ИЛ НАН Беларуси, 2002. – С. 61-70.

66. **Копытков, В.В.** Пути повышения эффективности питомников Беларуси / В.В. Копытков // Селекция, генетические ресурсы и сохранение генофонда лесных древесных растений (Вавиловские чтения): сб. науч. тр. Института леса НАН Беларуси. – Вып. 59. – Гомель: ИЛ НАН Беларуси, 2003. – С. 277-280.

67. **Копытков, В.В.** Научные и практические аспекты использования композиционных полимерных составов при лесовыращивании / В.В. Копытков // Проблемы лесоведения и лесоводства на радиоактивно загрязненных землях: сб. науч. тр. Института леса НАН Беларуси. – Вып. 60. – Гомель: ИЛ НАН Беларуси, 2004. – С. 94-108.

68. **Копытков, В.В.** Разработка и исследования импортозамещающих композиционных полимерных материалов для лесовыращивания / В.В. Копытков // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2009. – Вып. 69. – С. 194-206.

69. **Копытков, В.В.** Развитие лесопитомнического хозяйства в Беларуси и перспективы его интенсификации / В.В. Копытков, Н.К. Крук // Современное состояние, проблемы и перспективы лесовосстановления и лесоразведения на гене-

тико-селекционной основе: материалы междунар. науч. конф. (Гомель, 8-10 сентября 2009 г.) / Институт леса НАН Беларуси. – Гомель, 2009. – С. 157-163.

70. **Копытков, В.В.** Методологические особенности исследований выращивания посадочного материала / В.В. Копытков, А.В. Боровков, Ю.А. Таирбергенов, Н.М. Курносенко // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2014. – Вып. 74. – С. 226-236.

71. **Копытков, В.В.** Методологические и практические аспекты применения композиционных препаратов при лесовыращивании / В.В. Копытков, Н.П. Охлопкова, О.В. Кондратенко // Труды БГТУ. Лесн. хоз-во. – № 1 (174) – Минск, 2015. – С. 141-144.

Материалы Международных и всесоюзных конференций

72. **Копытков, В.В.** Физико-химические свойства медленнодействующих азотных удобрений / В.В. Копытков // Повышение эффективности использования минеральных удобрений в лесном хозяйстве: тез. докл. Всес. научн. - тех. совещ. – Гомель, 1984. – С. 140-141.

73. **Копытков, В.В.** Вопросы теории и практики питомнического хозяйства / В.В. Копытков // Лес-экология и ресурсы: матер. междунар. науч.-техн. конф. – Мн., 1998. – С. 141-144.

74. **Копытков, В.В.** Некоторые научные аспекты взаимодействия медленнодействующих удобрений с элементами лесных биогеоценозов / В.В. Копытков, И.М. Булавик // Достижения науки и техники в области ресурсосбережения и экологии: тез. докл. – Гомель, 1989. – С.146.

75. **Копытков, В.В.** Почвенно-экологические факторы минерального питания посадочного материала и их оптимизация / В.В. Копытков // Почва-удобрение-плодородие: материалы II Международной научно-производственной конференции. – Мн., 1999. – С. 189-190.

76. **Копытков, В.В.** Перспективы развития лесопитомнического хозяйства / В.В. Копытков, В.С.Каверин, А.В. Боровков, Ю.А. Таирбергенов // Развитие «зеленой экономики» и сохранение биологического разнообразия: матер. I межд.

науч.-практ. конф., Щучинск, 8-10 окт. 2013 г., КазНИИЛХ. – Щучинск, 2013. – С. 154-160.

77. **Копытков, В.В.** Новые методологические подходы решения проблем опустынивания в Центральной Азии на основе использования композиционных составов / В.В. Копытков, Е.А. Калашникова, С. Энх-Амгалан, С. Жамъянсурэн, Ч. Дорджсурэн // Экосистемы Центральной Азии в современных условиях социально-экономического развития: материалы Международной конференции (8-11 сентября 2015 г.). – Улан-Батор, 2015. – С.377-380.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Химический состав
смешанных образцов почвы лесных питомников в разрезе ГПЛХО

| № п/п | № поля, (участка поля) | pH в KCl | Гумус по Тю- рину, % | P ₂ O ₅ , мг/100г почвы | K ₂ O, мг/100г почвы |
|--|---------------------------|-------------|-------------------------|---|---------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 Брестское ГПЛХО | | | | | |
| ГЛХУ «Ганцевичский лесхоз» | | | | | |
| 1 | 1 | 4,38 | 1,10 | 12,54 | 3,79 |
| 2 | 2 | 4,82 | 1,38 | 10,48 | 6,03 |
| 3 | 3 | 5,20 | 1,29 | 6,29 | 5,21 |
| 4 | 4 | 4,34 | 1,17 | 6,79 | 2,11 |
| 5 | 5 | 4,30 | 0,55 | 1,57 | 6,40 |
| 6 | 6 | 4,50 | 1,36 | 11,58 | 6,28 |
| 7 | 7 | 4,49 | 0,98 | 8,68 | 8,13 |
| 8 | 8 | 5,03 | 1,41 | 10,09 | 9,38 |
| 9 | 9 | 4,38 | 1,21 | 8,26 | 9,18 |
| 10 | 10 | 4,37 | 1,50 | 8,68 | 8,69 |
| 11 | 11 | 4,39 | 1,46 | 4,22 | 7,27 |
| 12 | 12 | 4,3 | 1,64 | 7,17 | 9,31 |
| 13 | 13 | 4,29 | 1,54 | 6,49 | 8,36 |
| 14 | 14 | 5,36 | 1,42 | 9,96 | 6,64 |
| 15 | 15 | 4,3 | 1,37 | 4,38 | 6,01 |
| 16 | 16 | 4,17 | 0,65 | 0,67 | 10,21 |
| 17 | 17 | 4,6 | 1,39 | 10,57 | 15,42 |
| 18 | 18 | 4,53 | 1,26 | 6,04 | 9,99 |
| 19 | 19 | 4,42 | 1,21 | 7,86 | 4,56 |
| 20 | 20 | 4,76 | 1,20 | 6,84 | 6,93 |
| ГЛХУ «Ивацевичский лесхоз» | | | | | |
| 21 | 1 | 4,62 | 1,57 | 7,33 | 2,97 |
| 22 | 2 | 4,88 | 1,25 | 4,32 | 2,56 |
| 23 | 3 | 4,30 | 2,37 | 10,43 | 6,70 |
| 24 | 4 | 4,29 | 1,28 | 29,50 | 2,46 |
| 25 | 5 | 4,20 | 1,38 | 4,73 | 5,86 |
| 26 | 6 | 4,23 | 2,30 | 30,78 | 6,84 |
| 27 | 7 | 4,15 | 2,08 | 36,59 | 6,01 |
| 28 | 8 | 4,15 | 2,51 | 26,74 | 9,06 |
| 29 | 9 | 4,10 | 2,44 | 29,35 | 8,10 |
| 30 | 10 | 4,39 | 1,35 | 32,46 | 2,51 |
| ГОЛХУ «Кобринский опытный лесхоз» | | | | | |
| 31 | 1 | 5,95 | 3,09 | 7,32 | 10,46 |
| 32 | 2 | 7,20 | 1,71 | 6,52 | 5,43 |
| 33 | 3 | 5,45 | 3,07 | 7,58 | 11,39 |
| 34 | 4 | 5,49 | 5,14 | 15,87 | 19,19 |
| 35 | 5 | 5,56 | 2,22 | 6,46 | 12,15 |
| 36 | 6 | 5,11 | 2,60 | 4,27 | 4,92 |
| 37 | 7 | 4,44 | 2,21 | 6,52 | 6,02 |
| 38 | 8 | 4,61 | 3,47 | 23,36 | 9,02 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--|----|------|------|-------|-------|
| 39 | 9 | 5,90 | 1,90 | 25,17 | 10,26 |
| 40 | 10 | 5,38 | 3,72 | 11,17 | 7,37 |
| 41 | 11 | 4,43 | 1,53 | 16,94 | 5,94 |
| 42 | 12 | 4,85 | 4,82 | 13,81 | 5,50 |
| 43 | 13 | 4,20 | 1,17 | 4,56 | 3,45 |
| 44 | 14 | 4,12 | 1,67 | 4,56 | 5,67 |
| 45 | 15 | 4,78 | 1,72 | 6,00 | 8,33 |
| 46 | 16 | 5,21 | 3,06 | 9,77 | 6,92 |
| 47 | 17 | 4,75 | 0,78 | 11,33 | 4,25 |
| 48 | 18 | 6,17 | 2,81 | 23,38 | 11,19 |
| 49 | 19 | 5,91 | 6,75 | 25,81 | 4,18 |
| 50 | 20 | 5,16 | 7,25 | 22,00 | 14,95 |
| 2 Витебское ГПЛХО | | | | | |
| ГОЛХУ «Глубокский опытный лесхоз» | | | | | |
| 51 | 1 | 5,95 | 1,96 | 15,71 | 9,72 |
| 52 | 2 | 6,40 | 2,89 | 16,12 | 13,59 |
| 53 | 3 | 6,36 | 2,84 | 13,20 | 8,98 |
| 54 | 4 | 7,15 | 3,21 | 9,36 | 8,15 |
| 55 | 5 | 6,65 | 2,19 | 7,81 | 10,24 |
| 56 | 6 | 7,09 | 1,77 | 7,71 | 8,09 |
| 57 | 7 | 6,56 | 1,66 | 13,20 | 16,52 |
| 58 | 8 | 7,31 | 1,37 | 22,96 | 12,59 |
| 59 | 9 | 7,14 | 3,56 | 22,08 | 18,23 |
| 60 | 10 | 6,30 | 2,76 | 13,51 | 27,73 |
| 61 | 11 | 5,57 | 1,50 | 7,56 | 15,20 |
| 62 | 12 | 7,35 | - | 5,04 | 11,86 |
| 63 | 13 | 5,84 | 1,56 | 2,70 | 7,29 |
| 64 | 14 | 6,41 | 2,70 | 5,62 | 12,64 |
| 65 | 15 | 5,64 | 2,07 | 5,82 | 11,99 |
| 66 | 16 | 7,23 | 3,71 | 17,67 | 18,71 |
| 67 | 17 | 7,58 | 2,57 | 21,50 | 13,68 |
| 68 | 18 | 7,41 | 2,06 | 10,18 | 14,38 |
| 69 | 19 | 5,24 | 2,60 | 2,71 | 9,14 |
| 70 | 20 | 7,40 | 1,46 | 16,35 | 7,75 |
| 3 Гомельское ГПЛХО | | | | | |
| ГЛХУ «Жлобинский лесхоз» | | | | | |
| 71 | 1 | 4,72 | 1,47 | 13,01 | 21,96 |
| 72 | 2 | 4,72 | 1,88 | 15,66 | 18,79 |
| 73 | 3 | 4,70 | 0,96 | 17,17 | 11,49 |
| 74 | 4 | 5,17 | 1,55 | 24,02 | 10,33 |
| 75 | 5 | 4,75 | 1,12 | 15,19 | 12,40 |
| 76 | 6 | 4,60 | 1,97 | 18,27 | 13,85 |
| 77 | 7 | 6,12 | 1,60 | 14,26 | 17,44 |
| 78 | 8 | 5,85 | 2,20 | 12,61 | 21,47 |
| 79 | 9 | 6,01 | 1,86 | 18,45 | 36,16 |
| 80 | 10 | 5,29 | 2,17 | 17,52 | 36,53 |
| 81 | 11 | 5,71 | 1,52 | 19,83 | 18,01 |
| 82 | 12 | 6,12 | 1,82 | 10,30 | 13,31 |
| 83 | 13 | 5,72 | 1,58 | 18,71 | 46,59 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-------------------------------------|----|------|------|-------|-------|
| 84 | 14 | 6,75 | 2,17 | 24,61 | 48,48 |
| 85 | 15 | 6,73 | 2,44 | 10,09 | 15,17 |
| 86 | 16 | 4,82 | 7,40 | 34,87 | 65,07 |
| 87 | 17 | 4,36 | 3,23 | 15,97 | 21,29 |
| 88 | 18 | 4,50 | 1,60 | 7,26 | 10,13 |
| 89 | 19 | 4,50 | 2,01 | 13,35 | 12,07 |
| 90 | 20 | 5,37 | 1,84 | 21,16 | 15,07 |
| ГЛХУ «Калинковичский лесхоз» | | | | | |
| 91 | 1 | 4,96 | 1,86 | 8,65 | 7,92 |
| 92 | 2 | 5,54 | 2,02 | 18,86 | 10,35 |
| 93 | 3 | 5,40 | 2,74 | 25,32 | 6,78 |
| 94 | 4 | 5,85 | 1,94 | 30,40 | 5,55 |
| 95 | 5 | 4,81 | 1,57 | 25,25 | 7,24 |
| 96 | 6 | 4,86 | 1,27 | 21,05 | 3,50 |
| 97 | 7 | 5,43 | 1,27 | 18,58 | 3,17 |
| 98 | 8 | 6,08 | 1,64 | 13,10 | 6,78 |
| 99 | 9 | 5,20 | 1,40 | 8,75 | 5,73 |
| 100 | 10 | 6,80 | 1,37 | 9,39 | 7,57 |
| 101 | 11 | 4,71 | 2,55 | 11,90 | 6,89 |
| 102 | 12 | 4,98 | 3,70 | 36,33 | 30,79 |
| 103 | 13 | 6,05 | 3,60 | 5,89 | 7,05 |
| 104 | 14 | 5,69 | 3,24 | 15,71 | 14,95 |
| 105 | 15 | 5,67 | 3,55 | 12,07 | 8,58 |
| 106 | 16 | 5,71 | 3,54 | 16,22 | 18,25 |
| 107 | 17 | 5,69 | 3,07 | 10,91 | 7,65 |
| 108 | 18 | 6,30 | 2,89 | 12,74 | 10,69 |
| 109 | 19 | 6,18 | 2,14 | 13,87 | 7,53 |
| 110 | 20 | 6,05 | 1,03 | 5,43 | 6,97 |
| ГЛХУ «Милошевичский лесхоз» | | | | | |
| 111 | 1 | 4,10 | 2,27 | 8,14 | 4,81 |
| 112 | 2 | 4,10 | 1,94 | 7,58 | 5,03 |
| 113 | 3 | 3,90 | 2,39 | 7,16 | 2,86 |
| 114 | 4 | 4,20 | 1,64 | 5,90 | 2,84 |
| 115 | 5 | 4,02 | 2,47 | 10,11 | 4,44 |
| 116 | 6 | 3,95 | 2,00 | 12,82 | 7,15 |
| 117 | 7 | 4,01 | 1,30 | 6,24 | 3,41 |
| 118 | 8 | 3,76 | 3,25 | 6,96 | 4,51 |
| 119 | 9 | 3,91 | 3,96 | 11,01 | 12,39 |
| 120 | 10 | 3,77 | 4,11 | 6,60 | 3,84 |
| ГЛХУ «Светлогорский лесхоз» | | | | | |
| 121 | 1 | 6,77 | 2,96 | 13,59 | 5,43 |
| 122 | 2 | 6,81 | 2,37 | 15,35 | 5,20 |
| 123 | 3 | 7,03 | 2,41 | 5,75 | 6,53 |
| 124 | 4 | 6,09 | 2,90 | 11,37 | 9,47 |
| 125 | 5 | 6,17 | 2,43 | 8,83 | 7,70 |
| 126 | 6 | 6,19 | 3,07 | 6,02 | 3,75 |
| 127 | 7 | 6,60 | 3,55 | 15,45 | 8,33 |
| 128 | 8 | 5,15 | 3,05 | 15,60 | 10,70 |
| 129 | 9 | 6,75 | 2,05 | 7,08 | 7,48 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|----|------|------|-------|-------|
| 130 | 10 | 6,65 | 2,77 | 10,40 | 8,55 |
| 131 | 11 | 6,68 | 1,90 | 13,47 | 5,05 |
| 132 | 12 | 4,86 | 1,05 | 8,11 | 5,78 |
| 133 | 13 | 5,41 | 2,67 | 19,55 | 6,53 |
| 134 | 14 | 4,72 | 1,08 | 3,72 | 12,59 |
| 135 | 15 | 5,32 | 8,39 | 11,33 | 4,49 |
| 136 | 16 | 6,31 | 2,04 | 23,98 | 10,60 |
| 137 | 17 | 4,85 | 1,06 | 13,14 | 4,16 |
| 138 | 18 | 5,33 | 2,45 | 11,07 | 8,61 |
| 139 | 19 | 4,16 | 1,77 | 4,72 | 6,15 |
| 140 | 20 | 5,32 | 2,14 | 10,35 | 7,33 |
| ГОЛХУ «Мозырский опытный лесхоз» | | | | | |
| 141 | 1 | 4,69 | 1,44 | 14,21 | 2,34 |
| 142 | 2 | 4,02 | 2,43 | 8,06 | 5,20 |
| 143 | 3 | 4,03 | 2,27 | 5,69 | 2,91 |
| 144 | 4 | 4,97 | 2,25 | 13,30 | 4,82 |
| 145 | 5 | 4,23 | 4,03 | 9,86 | 5,29 |
| 146 | 6 | 4,10 | 2,70 | 6,81 | 9,87 |
| 147 | 7 | 4,01 | 3,31 | 8,16 | 15,98 |
| 148 | 8 | 4,26 | 3,49 | 9,41 | 11,35 |
| 149 | 9 | 4,27 | 2,01 | 8,49 | 6,13 |
| 150 | 10 | 4,10 | 3,36 | 7,50 | 6,59 |
| 4 Гродненское ГПЛХО | | | | | |
| ГОЛХУ «Сморгонский опытный лесхоз» | | | | | |
| 151 | 1 | 5,36 | 4,31 | 3,71 | 10,53 |
| 152 | 2 | 5,71 | 4,27 | 3,25 | 8,88 |
| 153 | 3 | 5,47 | 4,52 | 3,20 | 14,01 |
| 154 | 4 | 5,03 | 4,95 | 3,40 | 10,49 |
| 155 | 5 | 3,60 | 5,78 | 2,39 | 16,12 |
| 156 | 6 | 5,74 | 4,60 | 1,61 | 19,15 |
| 157 | 7 | 4,69 | 4,62 | 2,62 | 9,35 |
| 158 | 8 | 4,68 | 5,30 | 3,71 | 11,85 |
| 159 | 9 | 6,99 | 4,40 | 2,64 | 4,20 |
| 160 | 10 | 6,50 | 6,01 | 1,62 | 19,16 |
| 161 | 11 | 4,78 | 4,60 | 2,02 | 10,04 |
| 162 | 12 | 4,74 | 3,99 | 3,07 | 6,80 |
| 163 | 13 | 5,58 | 5,70 | 3,34 | 8,25 |
| 164 | 14 | 5,44 | 6,67 | 4,92 | 12,99 |
| 165 | 15 | 4,60 | 4,68 | 2,56 | 9,60 |
| 166 | 16 | 4,57 | 4,84 | 2,27 | 14,06 |
| 167 | 17 | 4,39 | 6,73 | 2,03 | 30,06 |
| 168 | 18 | 5,43 | 4,82 | 5,29 | 7,76 |
| 169 | 19 | 5,08 | 5,41 | 1,66 | 11,67 |
| 170 | 20 | 6,02 | 4,67 | 2,87 | 5,85 |
| ГЛХУ «Лидский лесхоз» | | | | | |
| 171 | 1 | 6,42 | 1,83 | 21,23 | 4,41 |
| 172 | 2 | 4,90 | 2,33 | 23,29 | 4,79 |
| 173 | 3 | 4,10 | 2,50 | 24,18 | 2,24 |
| 174 | 4 | 4,06 | 2,33 | 25,49 | 6,11 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-----------------------------------|----|------|------|-------|-------|
| 175 | 5 | 4,10 | 2,98 | 24,72 | 6,20 |
| 176 | 6 | 4,10 | 2,84 | 23,91 | 5,08 |
| 177 | 7 | 4,22 | 3,36 | 11,67 | 7,17 |
| 178 | 8 | 4,25 | 3,26 | 13,03 | 5,91 |
| 179 | 9 | 4,10 | 2,93 | 9,81 | 3,16 |
| 180 | 10 | 4,21 | 3,20 | 7,14 | 3,90 |
| ГЛХУ «Волковысский лесхоз» | | | | | |
| 181 | 1 | 5,61 | 1,89 | 13,20 | 11,87 |
| 182 | 2 | 4,92 | 1,46 | 11,63 | 12,85 |
| 183 | 3 | 6,05 | 1,62 | 12,12 | 7,36 |
| 184 | 4 | 4,90 | 2,94 | 15,14 | 21,79 |
| 185 | 5 | 4,82 | 1,10 | 14,66 | 6,27 |
| 186 | 6 | 4,34 | 1,48 | 18,42 | 15,77 |
| 187 | 7 | 4,35 | 1,73 | 17,95 | 24,73 |
| 188 | 8 | 4,25 | 1,06 | 17,50 | 5,55 |
| 189 | 9 | 6,22 | 1,32 | 15,33 | 7,07 |
| 190 | 10 | 6,06 | 1,04 | 16,47 | 6,48 |
| 191 | 11 | 5,28 | 1,13 | 16,86 | 6,72 |
| 192 | 12 | 4,57 | 1,01 | 18,12 | 6,42 |
| 193 | 13 | 5,55 | 2,77 | 49,54 | 15,73 |
| 194 | 14 | 5,20 | 2,07 | 42,95 | 13,20 |
| 195 | 15 | 5,31 | 1,45 | 44,91 | 10,28 |
| 196 | 16 | 6,06 | 1,25 | 34,93 | 12,06 |
| 197 | 17 | 4,24 | 0,86 | 13,35 | 10,56 |
| 198 | 18 | 4,33 | 1,29 | 15,33 | 13,12 |
| 199 | 19 | 4,25 | 1,36 | 17,03 | 9,63 |
| 200 | 20 | 4,28 | 1,33 | 19,66 | 12,56 |
| 5 Минское ГПЛХО | | | | | |
| ГЛХУ «Минский лесхоз» | | | | | |
| 201 | 1 | 4,82 | 2,13 | 15,61 | 10,10 |
| 202 | 2 | 4,46 | 2,04 | 13,05 | 11,66 |
| 203 | 3 | 5,20 | 4,13 | 35,06 | 19,32 |
| 204 | 4 | 4,56 | 2,00 | 9,90 | 16,30 |
| 205 | 5 | 4,65 | 1,51 | 13,33 | 8,14 |
| 206 | 6 | 5,05 | 1,83 | 16,48 | 9,80 |
| 207 | 7 | 4,49 | 2,15 | 12,37 | 9,64 |
| 208 | 8 | 6,67 | 3,85 | 12,91 | 6,82 |
| 209 | 9 | 4,73 | 1,65 | 11,11 | 7,09 |
| 210 | 10 | 4,51 | 1,79 | 12,94 | 8,77 |
| 211 | 11 | 4,42 | 1,57 | 11,35 | 6,33 |
| 212 | 12 | 4,41 | 2,38 | 16,94 | 24,34 |
| 213 | 13 | 5,19 | 2,25 | 11,57 | 9,71 |
| 214 | 14 | 4,73 | 1,61 | 16,31 | 10,09 |
| 215 | 15 | 4,32 | 2,01 | 21,74 | 9,71 |
| 216 | 16 | 5,12 | 1,26 | 9,13 | 9,34 |
| 217 | 17 | 4,21 | 3,43 | 13,34 | 7,27 |
| 218 | 18 | 4,91 | 1,87 | 9,99 | 9,96 |
| 219 | 19 | 5,48 | 1,53 | 9,85 | 9,54 |
| 220 | 20 | 4,96 | 1,28 | 10,94 | 12,50 |

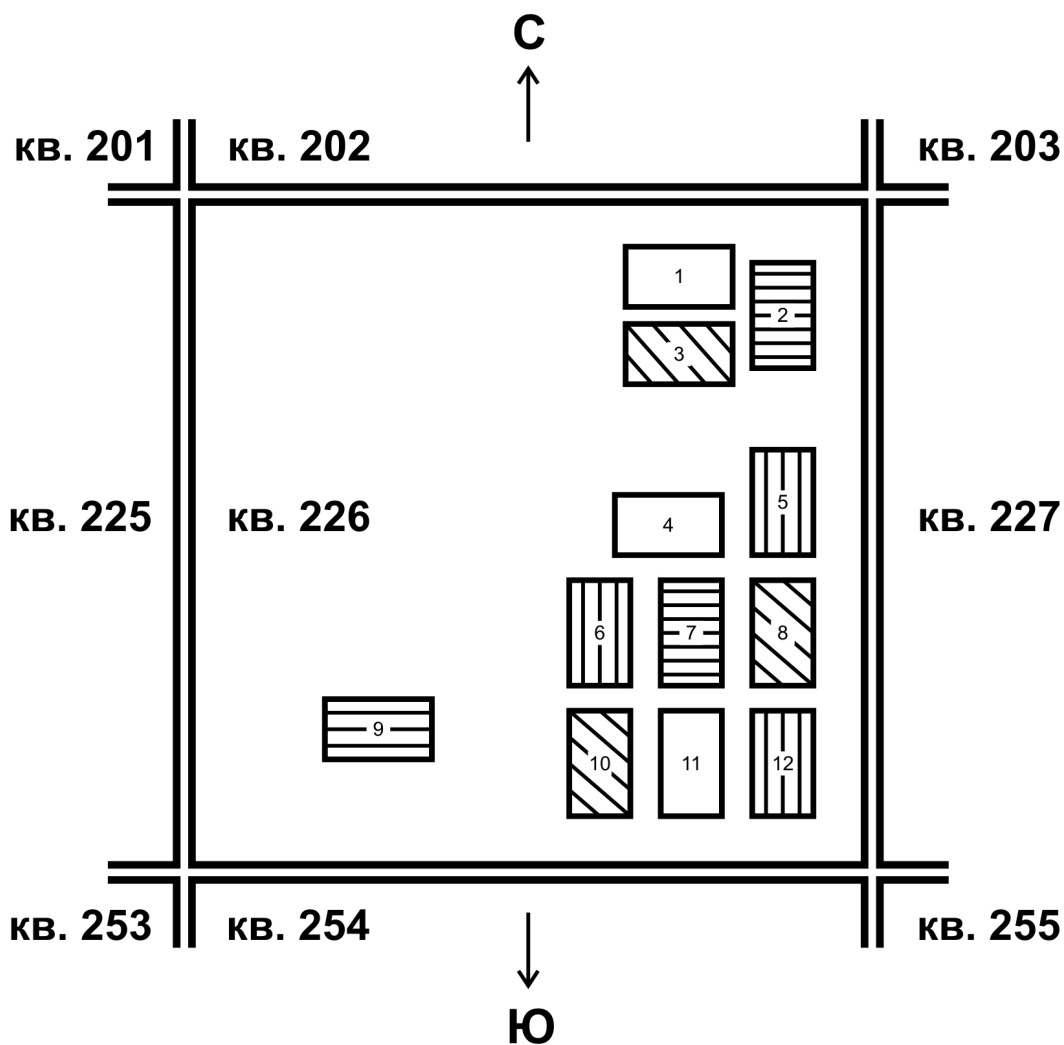
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--|----|------|------|-------|-------|
| 6 Могилевское ГПЛХО | | | | | |
| ГЛХУ «Городецкий лесхоз» | | | | | |
| 221 | 1 | 4,12 | 1,03 | 17,97 | 6,11 |
| 222 | 2 | 4,81 | 1,58 | 17,22 | 7,39 |
| 223 | 3 | 4,33 | 1,26 | 11,03 | 8,64 |
| 224 | 4 | 5,39 | 1,15 | 10,47 | 6,30 |
| 225 | 5 | 5,56 | 0,95 | 59,84 | 11,07 |
| 226 | 6 | 4,63 | 1,85 | 4,25 | 3,17 |
| 227 | 7 | 4,25 | 2,06 | 2,07 | 5,76 |
| 228 | 8 | 4,06 | 2,65 | 2,90 | 4,76 |
| 229 | 9 | 4,08 | 1,64 | 1,93 | 3,23 |
| 230 | 10 | 6,85 | 1,71 | 53,24 | 6,49 |
| ГЛХУ «Бельничский лесхоз» | | | | | |
| 231 | 1 | 4,25 | 2,71 | 6,92 | 9,74 |
| 232 | 2 | 3,95 | 1,70 | 7,20 | 2,91 |
| 233 | 3 | 4,40 | 1,19 | 12,12 | 9,40 |
| 234 | 4 | 5,20 | 1,18 | 5,64 | 8,78 |
| 235 | 5 | 4,13 | 1,06 | 2,96 | 4,33 |
| 236 | 6 | 4,17 | 2,26 | 16,12 | 10,45 |
| 237 | 7 | 4,17 | 1,99 | 11,24 | 11,13 |
| 238 | 8 | 4,2 | 0,92 | 6,45 | 2,93 |
| 239 | 9 | 4,61 | 0,97 | 4,65 | 2,82 |
| 240 | 10 | 4,19 | 0,72 | 4,21 | 1,90 |
| ГЛХУ «Бобруйский лесхоз» | | | | | |
| 241 | 1 | 5,45 | 1,68 | 18,30 | 6,75 |
| 242 | 2 | 4,18 | 2,26 | 9,60 | 3,70 |
| 243 | 3 | 5,14 | 1,92 | 7,99 | 4,06 |
| 244 | 4 | 5,36 | 1,68 | 18,54 | 12,74 |
| 245 | 5 | 4,59 | 1,40 | 12,58 | 5,60 |
| 246 | 6 | 4,99 | 1,56 | 15,38 | 8,57 |
| 247 | 7 | 4,78 | 2,76 | 48,26 | 18,09 |
| 248 | 8 | 7,19 | 0,95 | 17,12 | 5,65 |
| 249 | 9 | 6,13 | 1,16 | 6,60 | 3,99 |
| 250 | 10 | 5,36 | 1,75 | 25,42 | 7,48 |
| ГОЛХУ «Осиповичский опытный лесхоз» | | | | | |
| 251 | 1 | 4,45 | 0,76 | 1,50 | 1,70 |
| 252 | 2 | 4,38 | 0,61 | 1,63 | 0,46 |
| 253 | 3 | 4,81 | 0,36 | 1,62 | 0,70 |
| 254 | 4 | 4,38 | 1,27 | 1,56 | 0,77 |
| 255 | 5 | 6,11 | 0,77 | 2,00 | 0,40 |
| 256 | 6 | 4,45 | 1,04 | 1,64 | 0,83 |
| 257 | 7 | 5,44 | 1,23 | 2,73 | 0,47 |
| 258 | 8 | 5,83 | 0,98 | 2,74 | 0,35 |
| 259 | 10 | 4,71 | 1,78 | 1,33 | 0,44 |
| 260 | 11 | 4,29 | 1,11 | 1,30 | 0,38 |
| 261 | 12 | 4,20 | 1,22 | 1,17 | 0,50 |
| 262 | 13 | 4,19 | 1,48 | 1,37 | 0,80 |
| 263 | 14 | 4,44 | 1,08 | 1,98 | 0,23 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----------------------------------|----|------|------|-------|-------|
| 264 | 15 | 4,51 | 0,99 | 2,27 | 0,28 |
| 265 | 16 | 4,27 | 0,97 | 1,87 | 0,38 |
| 266 | 17 | 4,55 | 1,64 | 2,63 | 0,60 |
| 267 | 18 | 4,19 | 1,23 | 2,59 | 0,21 |
| 268 | 19 | 4,36 | 1,34 | 2,40 | 0,82 |
| 269 | 20 | 5,78 | 2,01 | 2,47 | 0,56 |
| 270 | 21 | 5,78 | 1,05 | 2,35 | 0,59 |
| 271 | 22 | 6,22 | 1,30 | 1,93 | 0,52 |
| 272 | 23 | 5,35 | 0,97 | 2,64 | 0,43 |
| 273 | 24 | 4,88 | 1,47 | 2,27 | 0,40 |
| 274 | 25 | 4,82 | 1,01 | 1,73 | 0,58 |
| 275 | 39 | 4,36 | 1,15 | 3,34 | 0,49 |
| 276 | 40 | 4,98 | 1,20 | 2,04 | 0,57 |
| 277 | 9 | 4,92 | 1,34 | 1,73 | 0,53 |
| 278 | 26 | 6,52 | 1,20 | 1,69 | 1,05 |
| 279 | 27 | 6,55 | 0,95 | 2,14 | 0,47 |
| 280 | 28 | 5,96 | 1,47 | 2,24 | 0,43 |
| ГЛХУ «Могилевский лесхоз» | | | | | |
| 281 | 1 | 5,14 | 3,06 | 31,40 | 12,60 |
| 282 | 2 | 5,23 | 2,29 | 12,87 | 2,55 |
| 283 | 3 | 4,53 | 1,56 | 9,69 | 2,52 |
| 284 | 4 | 4,24 | 1,28 | 16,66 | 3,87 |
| 285 | 5 | 6,14 | 1,72 | 40,2 | 9,7 |
| 286 | 6 | 4,44 | 1,38 | 4,58 | 2,89 |
| 287 | 7 | 4,59 | 0,89 | 4,66 | 3,39 |
| 288 | 8 | 5,02 | 1,28 | 34,31 | 15,84 |
| 289 | 9 | 6,30 | 1,54 | 35,32 | 17,09 |
| 290 | 10 | 5,06 | 1,66 | 24,81 | 8,85 |
| 291 | 11 | 6,21 | 1,81 | 41,83 | 7,5 |
| 292 | 12 | 4,24 | 1,22 | 7,35 | 4,12 |
| 293 | 13 | 4,46 | 1,36 | 5,32 | 9,65 |
| 294 | 14 | 4,43 | 2,01 | 6,61 | 2,62 |
| 295 | 15 | 4,64 | 4,45 | 10,97 | 2,99 |
| 296 | 16 | 4,25 | 1,22 | 7,24 | 2,74 |
| 297 | 17 | 4,12 | 1,11 | 7,99 | 1,79 |
| 298 | 18 | 4,05 | 1,59 | 6,47 | 2,78 |
| 299 | 19 | 6,89 | 1,40 | 11,56 | 4,24 |
| 300 | 20 | 4,83 | 1,10 | 9,32 | 6,86 |
| Корневская ЭЛБ ИЛ НАН Б | | | | | |
| 301 | 1 | 4,32 | 0,81 | 29,56 | 3,07 |
| 302 | 2 | 4,44 | 0,80 | 27,01 | 4,94 |
| 303 | 3 | 4,24 | 1,84 | 7,18 | 3,30 |
| 304 | 4 | 4,35 | 1,44 | 23,79 | 2,45 |
| 305 | 5 | 4,32 | 1,74 | 23,72 | 5,71 |
| 306 | 6 | 4,49 | 1,50 | 10,46 | 3,43 |
| 307 | 7 | 5,35 | 1,46 | 31,35 | 14,77 |
| 308 | 8 | 6,47 | 1,20 | 60,38 | 18,26 |
| 309 | 9 | 5,43 | 1,44 | 19,81 | 5,26 |

| | | | | | |
|--------------------------------|----|------|------|-------|-------|
| | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 310 | 10 | 6,86 | 1,06 | 42,82 | 6,78 |
| Жорновская ЭЛБ ИЛ НАН Б | | | | | |
| 311 | 1 | 4,20 | 1,06 | 15,89 | 7,67 |
| 312 | 3 | 4,25 | 1,18 | 15,77 | 7,34 |
| 313 | 4 | 4,42 | 0,91 | 14,88 | 7,67 |
| 314 | 5 | 4,25 | 0,88 | 13,61 | 6,70 |
| 315 | 6 | 4,24 | 0,88 | 14,27 | 7,59 |
| 316 | 7 | 4,34 | 1,37 | 14,95 | 10,54 |
| 317 | 8 | 4,40 | 1,42 | 13,89 | 9,32 |
| 318 | 9 | 4,21 | 1,37 | 20,06 | 6,82 |
| 319 | 10 | 4,36 | 1,31 | 33,31 | 11,38 |
| 320 | 11 | 4,39 | 1,55 | 26,57 | 10,48 |

Гранулометрический состав почв лесных питомников

| № п/п | № раз-резав ППУ | Глубина взятия образцов в см | Гигро-скопическая влага в % | Содержание фракций в % ; размер частиц в мм | | | | | Наименование горизонтов почв по содержанию «физической глины» |
|--|-----------------|--------------------------------------|-----------------------------|---|-------------------|--------|--------------|------------------|---|
| | | | | Крупно-зем >10-1 | Мелкозем | | | | |
| | | | | | Песок | | Пыль крупная | Физическая глина | |
| | | | | | крупный и средний | мелкий | | | |
| 1-0,25 | 0,25-0,05 | 0,05-0,01 | <0,01 | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1. Осиповичский опытный лесхоз | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | A ₁ A _{2п} 10-20 | 0,81 | 1,93 | 57,36 | 32,80 | 3,39 | 6,45 | пес. связ. |
| 2 | | B ₁ 40-50 | 0,20 | 1,56 | 52,10 | 41,09 | 2,80 | 4,01 | пес. рых. |
| 3 | | B ₂ 80-90 | 0,20 | 0,58 | 59,62 | 36,37 | 0,36 | 3,65 | пес. рых. |
| 4 | | B _{3г} 130-140 | 0,20 | 2,77 | 62,32 | 31,67 | 1,52 | 4,49 | пес. рых. |
| 5 | | B _{4г} 170-180 | 0,20 | 0,09 | 53,31 | 40,92 | 1,76 | 4,01 | пес. рых. |
| 2. Жлобинский лесхоз | | | | | | | | | |
| 6 | 2 | A ₁ A _{2п} 10-20 | 0,81 | 1,54 | 53,63 | 30,65 | 7,82 | 7,90 | пес. связ. |
| 7 | | B ₁ 40-50 | 0,60 | 7,51 | 45,47 | 38,84 | 8,21 | 7,48 | пес. связ. |
| 8 | | B _{2г} 65-75 | 0,40 | 3,37 | 32,83 | 43,40 | 11,32 | 12,45 | суп.рых. |
| 9 | | D 100-110 | 1,01 | 4,23 | 20,91 | 42,25 | 13,37 | 23,47 | сугл.лег |
| 3. Светлогорский лесхоз | | | | | | | | | |
| 10 | 3 | A ₁ A _{2п} 10-20 | 1,01 | 0,52 | 43,43 | 35,04 | 11,07 | 10,46 | суп.рых. |
| 11 | | B ₁ 50-60 | 0,81 | 0,46 | 32,05 | 38,31 | 21,37 | 8,27 | пес. связ. |
| 12 | | B _{2г} 70-80 | 0,81 | 0,38 | 31,45 | 40,73 | 18,01 | 9,81 | пес. связ. |
| 13 | | D 110-120 | 1,21 | 4,35 | 29,35 | 41,80 | 10,23 | 18,62 | суп.связ. |
| 4. Кобринский опытный лесхоз | | | | | | | | | |
| 14 | 4 | A ₁ A _{2п} 10-20 | 0,81 | 1,13 | 53,73 | 34,38 | 4,71 | 7,18 | пес. связ. |
| 15 | | B ₁ 45-55 | 0,60 | 0,99 | 48,79 | 39,72 | 5,83 | 5,96 | пес. связ. |
| 16 | | B ₂ 90-100 | 0,20 | 0,37 | 45,49 | 46,37 | 3,33 | 4,81 | пес. рых. |
| 17 | | B _{3г} 160-170 | 0,20 | 0,47 | 49,70 | 45,61 | 0,20 | 4,69 | пес. рых. |
| 5. Бобруйский опытный лесхоз | | | | | | | | | |
| 18 | 5 | A ₁ A _{2п} 10-20 | 0,20 | 0,35 | 54,51 | 39,28 | 1,68 | 4,53 | пес. рых. |
| 19 | | B ₁ 40-50 | 0,40 | 0,72 | 55,72 | 38,02 | 1,64 | 4,62 | пес. рых. |
| 20 | | B ₂ 80-90 | 0,40 | 0,46 | 46,49 | 46,84 | 2,05 | 4,62 | пес. рых. |
| 21 | | B ₃ 140-150 | 0,40 | 0,81 | 53,51 | 40,99 | 1,48 | 4,02 | пес. рых. |
| 6. Корневская экспериментальная лесная база ИЛ НАН Беларуси | | | | | | | | | |
| 22 | 6 | A ₁ A _{2п} 10-20 | 1,42 | 0,79 | 47,76 | 29,53 | 10,50 | 12,21 | суп.рых. |
| 23 | | B ₁ 40-50 | 0,60 | 0,44 | 59,45 | 30,85 | 4,15 | 5,55 | пес. связ. |
| 24 | | B ₂ 90-100 | 0,60 | 0,78 | 61,77 | 31,55 | 0,93 | 5,75 | пес. связ. |
| 25 | | B _{3г} 150-160 | 0,40 | 0,35 | 53,91 | 40,75 | 1,32 | 4,02 | пес. рых. |
| 7. Милошевичский лесхоз | | | | | | | | | |
| 27 | 7 | A ₁ A _{2п} 10-20 | 0,81 | 1,06 | 48,48 | 35,79 | 6,78 | 8,95 | пес. связ. |
| 28 | | B ₁ 50-60 | 0,20 | 0,75 | 53,11 | 37,87 | 4,01 | 5,01 | пес. связ. |
| 29 | | B _{2г} 80-900 | 0,20 | 0,43 | 61,62 | 33,17 | 0,68 | 4,53 | пес. рых. |
| 30 | | B _{3г} 110-120 | 0,40 | 1,62 | 64,36 | 26,28 | 3,66 | 5,70 | пес. связ. |
| 31 | | D _г 150-160 | 1,21 | 3,29 | 27,02 | 41,73 | 10,61 | 20,64 | сугл.лег |

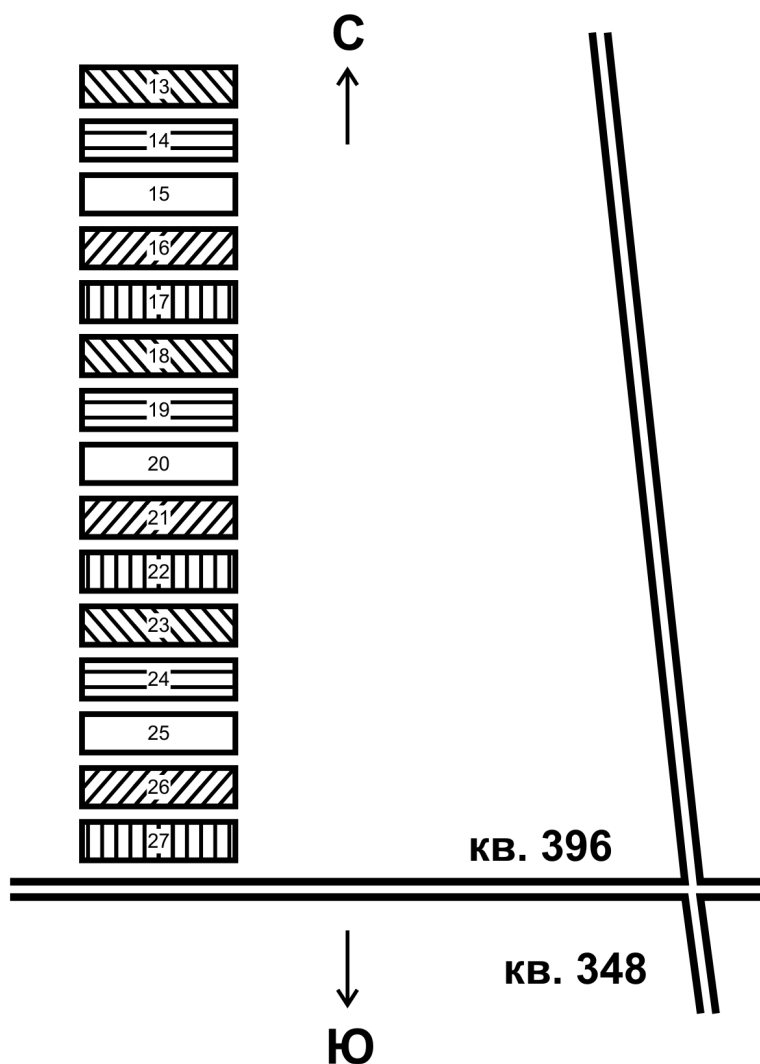


Условные обозначения:

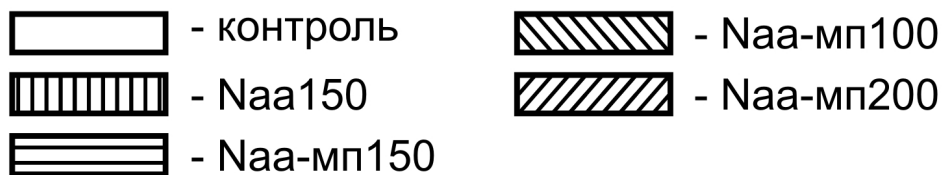


Масштаб: 1:2000

Схема расположения пробных площадей при внесении удобрений
в 70-летний сосняк мшистый Ветковского спецлесхоза

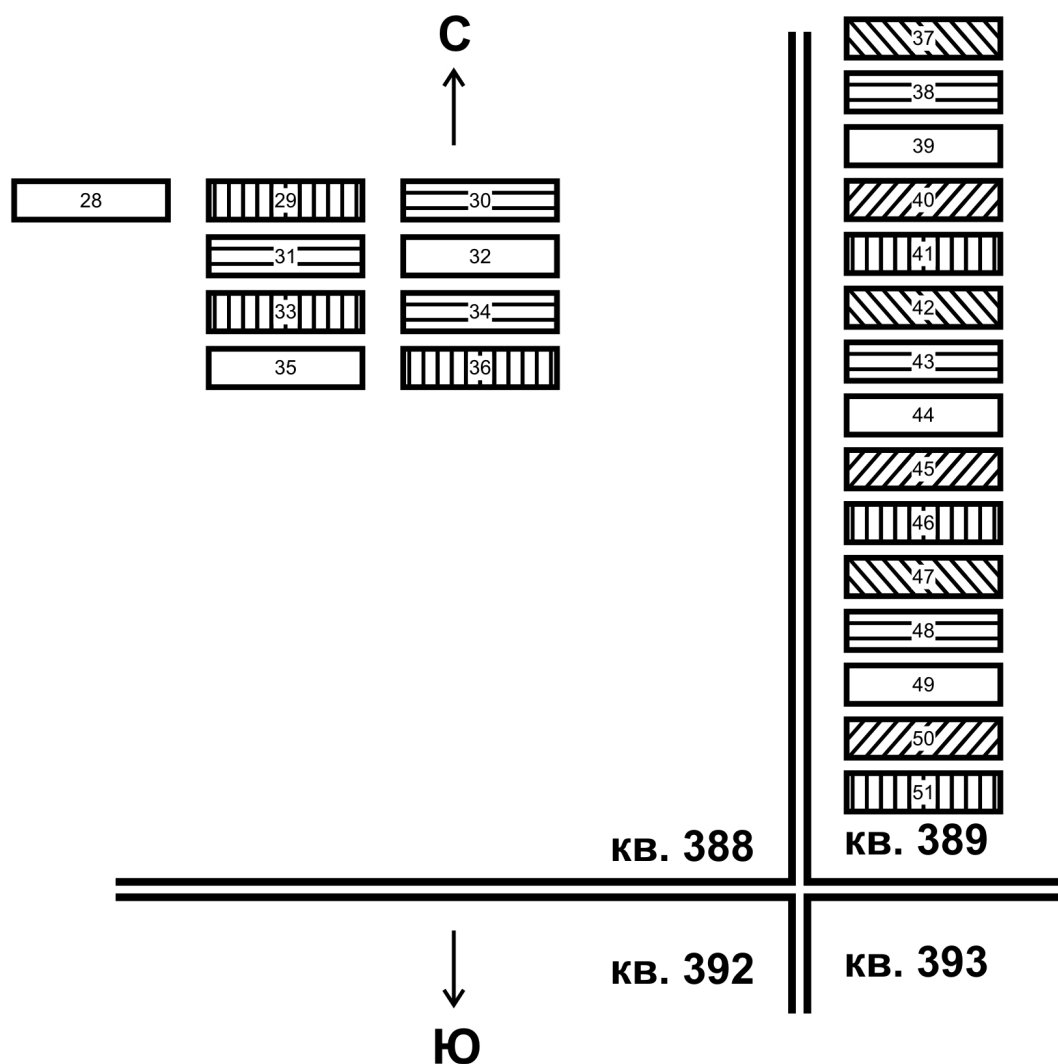


Условные обозначения:

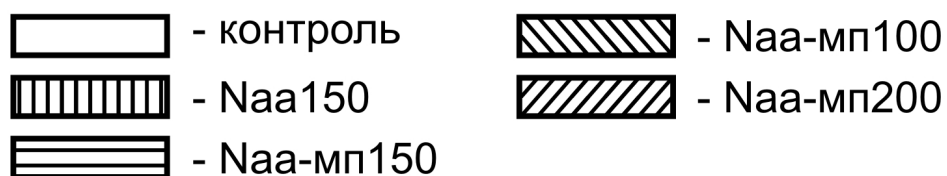


Масштаб: 1:2000

Схема расположения пробных площадей при внесении удобрений в 25-летние сосновые культуры Корневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси



Условные обозначения:



Масштаб: 1:2000

Схема расположения пробных площадей при внесении удобрений в 17-летние сосновые культуры Корневской ЭЛБ НАН Беларуси

Морфологическое описание почвенных разрезов опытных объектов

| <i>70-летний сосняк шиштый (Ветковское лес-во, кв. 226)</i> | |
|--|--|
| <u>A₀</u> 0-3 | Лесная подстилка темно-коричневого цвета, состоящая из хвои, веток, коры, сучьев, трав и других растительных остатков. |
| <u>A₁</u> 3-10 | Переговой горизонт темно-серого цвета, песок связной, густо пронизан корнями древесной и травянистой растительностью. Переход в следующий горизонт четкий. |
| <u>A₂B₁</u> 10-45 | Подзолисто-иллювиальный горизонт буровато-желтого цвета с пятнами перегова, песок рыхлый, встречаются корни сосны. |
| <u>A₂B₂</u> 45-160 | Подзолисто-иллювиальный горизонт буровато-желтого цвета книзу осветленный с тонкими прерывистыми коричневыми ортзандами, песок рыхлый. Переход в следующий горизонт неясный. |
| <u>C</u> 160-220 | Подстилающая порода бледно-желтого цвета, песок рыхлый. Почва дерново-подзолистая слабоподзоленная, развивающаяся на связном мелкозернистом песке, подстилаемом рыхлым мелкозернистым песком. |
| <i>25-летний сосняк шиштый (Корневская ЭЛБ, кв. 396)</i> | |
| <u>A₀</u> 0-1 | Лесная подстилка темно-бурого цвета из опавшей хвои, коры и других растительных остатков. |
| <u>A₁</u> 1-25 | Переговой горизонт темно-серого цвета, песок связной, густо пронизан корнями сосны в нижней части горизонта, переход в следующий горизонт четкий. |
| <u>A₂B₁</u> 25-50 | Подзолисто-иллювиальный горизонт темно-желтого цвета с затеками гумуса, песок связной, встречаются корни сосны, переход в следующий горизонт постепенный. |
| <u>A₂B₂</u> 50-100 | Подзолисто-иллювиальный горизонт желтого цвета с тонкими прерывистыми коричневыми ортзандами, внизу более осветленный, песок рыхлый, встречаются корни сосны, переход в следующий горизонт неясный. |
| <u>A₂B₃</u> 100-138 | Подзолисто-иллювиальный горизонт светло-желтого цвета с коричневатыми пятнами, песок рыхлый, переход в следующий горизонт четкий. |
| <u>B₄</u> 138-200 | Иллювиальный горизонт светло-коричневого цвета с белесоватыми пятнами, уплотнен, песок связной, по сравнению с другими горизонтами более увлажнен. Почва дерново-подзолистая слабоподзоленная, развивающаяся на песке связном мелкозернистом, подстилаемом рыхлым мелкозернистым песком. |
| <i>17-летний сосняк шиштый (Корневская ЭЛБ, кв. 388-389)</i> | |
| <u>A₀</u> 0-1 | Лесная подстилка темно-бурого цвета из хвои, веток, коры. |
| <u>A₁</u> 1-29 | Переговой горизонт серого цвета, песок связной, в нижней части горизонт сильно пронизан корнями сосны, переход в следующий горизонт четкий. |
| <u>A₂B₁</u> 29-58 | Подзолисто-иллювиальный горизонт грязно-желтого цвета с затеками гумуса, песок связной, встречаются корни сосны, переход в следующий горизонт постепенный. |
| <u>A₂B₂</u> 57-77 | Подзолисто-иллювиальный горизонт желтого цвета с тонкими прерывистыми ортзандами, песок рыхлый, встречаются корни, переход в следующий горизонт неясный. |
| <u>B₃</u> 77-190 | Иллювиальный горизонт светло-желтого цвета, песок рыхлый, несколько уплотнен, в нижней части оглеен, переход в следующий горизонт резкий. |
| <u>B₄</u> 190-200 | Иллювиальный горизонт ржавого цвета, сильно уплотнен, супесь легкая с признаками оглеения, переход в следующий горизонт четкий. Почва дерново-подзолистая слабоподзоленная, развивающаяся на песке связном мелкозернистом, подстилаемом рыхлым мелкозернистым песком. |

**Лесоводственно-таксационная характеристика сосновых насаждений
при внесении удобрений**

| № | Варианты опыта | Состав | Полнота | Средние | | Бонитет | Кол-во стволов, шт/га | Запас древесины, м ³ /га |
|---|----------------|--------|---------|---------|------|---------|-----------------------|-------------------------------------|
| | | | | d, см | h, м | | | |
| <i>70-летний сосняк шиштый (Ветковский спецлесхоз, кв. 226)</i> | | | | | | | | |
| 1 | Контроль | 10С | 0,94 | 27,6 | 20,1 | II | 536 | 307 |
| 4 | | | 0,90 | 30,4 | 20,7 | II | 430 | 305 |
| 2 | | | 0,83 | 31,0 | 21,2 | II | 380 | 286 |
| Среднее по варианту | | 10С | 0,89 | 29,7 | 20,7 | II | 449 | 299 |
| 5 | NaaI50 | 10С | 0,84 | 30,3 | 20,9 | II | 403 | 286 |
| 6 | | | 0,91 | 31,3 | 20,4 | II | 406 | 301 |
| 12 | | | 0,79 | 28,3 | 20,3 | II | 433 | 264 |
| Среднее по варианту | | 10С | 0,85 | 30,0 | 20,5 | II | 414 | 284 |
| 2 | Naa-nI50 | 10С | 0,85 | 30,6 | 20,7 | II | 400 | 288 |
| 7 | | | 0,96 | 28,2 | 20,8 | II | 533 | 325 |
| 9 | | | 0,85 | 32,5 | 20,4 | II | 333 | 287 |
| Среднее по варианту | | 10С | 0,89 | 30,4 | 20,6 | II | 422 | 300 |
| 3 | Naa-n100 | 10С | 1,01 | 31,5 | 20,4 | II | 446 | 296 |
| 8 | | | 0,86 | 29,1 | 20,7 | II | 450 | 293 |
| 10 | | | 0,81 | 32,1 | 20,8 | II | 346 | 279 |
| Среднее по варианту | | 10С | 0,89 | 30,9 | 20,6 | II | 414 | 289 |
| Среднее по насаждению | | 10С | 0,88 | 30,2 | 20,6 | II | 425 | 293 |
| <i>25-летний сосняк шиштый (Корневская ЭЛБ, кв. 396)</i> | | | | | | | | |
| 15 | Контроль | 10С | 1,0 | 8,4 | 10,8 | I | 4700 | 141 |
| 20 | | | 0,9 | 8,8 | 10,9 | I | 4020 | 152 |
| 25 | | | 1,1 | 9,8 | 11,2 | I | 3980 | 186 |
| Среднее по варианту | | 10С | 1,0 | 9,0 | 11,0 | I | 4233 | 160 |
| 17 | Naa150 | 10С | 0,7 | 7,5 | 10,9 | I | 4180 | 125 |
| 22 | | | 1,0 | 8,9 | 11,3 | I | 4320 | 164 |
| 27 | | | 0,9 | 8,5 | 10,8 | I | 4480 | 170 |
| Среднее по варианту | | 10С | 0,9 | 8,3 | 11,0 | I | 4326 | 153 |
| 16 | Naa-n200 | 10С | 1,0 | 8,5 | 10,7 | I | 4460 | 128 |
| 21 | | | 1,0 | 9,2 | 10,9 | I | 4360 | 165 |
| 26 | | | 1,0 | 9,6 | 11,3 | I | 3760 | 176 |
| Среднее по варианту | | 10С | 1,0 | 9,0 | 11,0 | I | 4193 | 156 |
| 14 | Naa-n150 | 10С | 1,0 | 8,7 | 11,4 | I | 4660 | 176 |
| 19 | | | 0,8 | 7,7 | 10,8 | I | 4760 | 142 |
| 24 | | | 0,9 | 9,3 | 11,0 | I | 3580 | 136 |
| Среднее по варианту | | 10С | 0,9 | 8,6 | 11,1 | I | 4333 | 152 |
| 13 | Naa-n100 | 10С | 1,0 | 9,0 | 10,7 | I | 4180 | 158 |
| 18 | | | 0,9 | 7,9 | 11,1 | I | 5020 | 150 |
| 23 | | | 1,0 | 9,4 | 11,3 | I | 3860 | 146 |
| Среднее по варианту | | 10С | 1,0 | 8,7 | 11,0 | I | 4353 | 152 |
| Среднее по насаждению | | 10С | 1,0 | 8,7 | 11,0 | I | 4287 | 154 |

| <i>17-летний сосняк шишый (Корневская ЭЛБ, кв. 388)</i> | | | | | | | | |
|---|----------|-----|-----|-----|-----|---|------|-----|
| 28 | Контроль | 10С | 1,5 | 8,1 | 8,0 | I | 6080 | 142 |
| 32 | | | 1,1 | 6,6 | 7,9 | I | 6600 | 118 |
| 35 | | | 1,2 | 6,8 | 7,8 | I | 7100 | 127 |
| Среднее по варианту | | 10С | 1,3 | 7,2 | 7,9 | I | 6593 | 129 |
| 29 | Наа150 | | 1,3 | 7,6 | 7,9 | I | 6300 | 147 |
| 33 | | | 1,1 | 6,1 | 8,0 | I | 6740 | 121 |
| 36 | | | 1,2 | 6,9 | 7,6 | I | 7140 | 128 |
| Среднее по варианту | | 10С | 1,2 | 7,1 | 7,8 | I | 6727 | 132 |
| 30 | Наа-n150 | | 1,5 | 8,2 | 8,0 | I | 6200 | 145 |
| 31 | | | 1,2 | 7,1 | 8,1 | I | 6660 | 119 |
| 34 | | | 1,2 | 7,1 | 7,9 | I | 6560 | 118 |
| Среднее по варианту | | 10С | 1,3 | 7,5 | 7,9 | I | 6473 | 127 |
| Среднее по насаждению | | 10С | 1,3 | 7,3 | 7,9 | I | 6598 | 130 |
| <i>17-летний сосняк шишый (Корневская ЭЛБ, кв. 389)</i> | | | | | | | | |
| 39 | Контроль | 10С | 0,8 | 8,5 | 7,9 | I | 2980 | 88 |
| 44 | | | 0,8 | 8,8 | 7,7 | I | 2840 | 84 |
| 49 | | | 0,7 | 7,9 | 7,7 | I | 3180 | 74 |
| Среднее по варианту | | 10С | 0,8 | 8,4 | 7,8 | I | 3000 | 82 |
| 41 | Наа150 | 10С | 0,7 | 8,8 | 7,7 | I | 2640 | 78 |
| 46 | | | 0,9 | 8,8 | 8,2 | I | 3140 | 93 |
| 51 | | | 0,8 | 8,1 | 8,0 | I | 3300 | 77 |
| Среднее по варианту | | 10С | 0,8 | 8,6 | 8,0 | I | 3027 | 83 |
| 40 | Наа-n200 | 10С | 0,7 | 8,3 | 7,8 | I | 2880 | 67 |
| 45 | | | 0,9 | 7,8 | 7,9 | I | 3980 | 93 |
| 50 | | | 0,8 | 8,5 | 7,7 | I | 2980 | 88 |
| Среднее по варианту | | 10С | 0,8 | 8,2 | 7,8 | I | 3280 | 83 |
| 38 | Наа-n150 | 10С | 0,7 | 8,8 | 8,1 | I | 2660 | 79 |
| 43 | | | 0,8 | 8,6 | 8,0 | I | 2920 | 87 |
| 48 | | | 0,9 | 8,0 | 7,9 | I | 4020 | 94 |
| Среднее по варианту | | 10С | 0,8 | 8,5 | 8,0 | I | 3200 | 86 |
| 37 | Наа-n100 | 10С | 0,7 | 8,6 | 8,0 | I | 2480 | 73 |
| 42 | | | 1,0 | 8,1 | 7,8 | I | 4040 | 95 |
| 47 | | | 0,7 | 8,5 | 7,8 | I | 2820 | 84 |
| Среднее по варианту | | 10С | 0,8 | 8,4 | 7,9 | I | 3113 | 84 |
| Среднее по насаждению | | 10С | 0,8 | 8,4 | 7,9 | I | 3124 | 83 |

Динамика содержания аммиачного азота в почве сосновых насаждений при внесении разных форм удобрений,
(мг на 1 кг абс. сухой почвы)

| Глубина взятия образцов, см | Варианты опыта | Сроки взятия образцов | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-------------------|-----------------------|---------|------|---------|---------|------|---------|---------|------|
| | | 1983 г. | | | 1984 г. | | | 1985 г. | | |
| | | 4/VI | 12/VIII | 14/X | 15/VI | 15/VIII | 16/X | 14/VI | 10/VIII | 11/X |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| <i>70-летний сосняк мшистый</i> | | | | | | | | | | |
| 0-10 | 1 | 9,2 | 7,3 | 7,9 | 8,1 | 7,7 | 6,8 | 7,6 | 6,3 | 4,9 |
| | 2 | 52,7 | 36,2 | 21,2 | 20,1 | 19,4 | 7,5 | 7,5 | 7,6 | 5,0 |
| | 3 | 36,4 | 25,7 | 20,9 | 19,7 | 20,0 | 13,7 | 8,0 | 6,9 | 5,3 |
| | 4 | 35,6 | 13,9 | 13,5 | 18,9 | 19,6 | 8,0 | 6,5 | 6,7 | 4,9 |
| 10-20 | 1 | 8,7 | 6,8 | 5,3 | 7,2 | 5,6 | 4,5 | 5,9 | 4,2 | 4,3 |
| | 2 | 28,9 | 15,7 | 18,3 | 11,3 | 10,1 | 6,2 | 5,7 | 5,9 | 4,4 |
| | 3 | 21,6 | 12,4 | 11,3 | 9,6 | 11,7 | 10,6 | 6,9 | 6,6 | 5,7 |
| | 4 | 12,3 | 13,1 | 8,7 | 6,3 | 6,8 | 7,0 | 5,7 | 5,5 | 6,1 |
| 30-50 | 1 | 5,9 | 5,1 | 4,9 | 6,2 | 5,0 | 2,8 | 2,4 | 3,0 | 3,2 |
| | 2 | 10,1 | 8,7 | 6,4 | 10,0 | 8,3 | 3,9 | 5,0 | 2,4 | 3,6 |
| | 3 | 9,3 | 7,9 | 9,4 | 9,8 | 8,4 | 3,6 | 7,6 | 3,9 | 3,8 |
| | 4 | 8,1 | 6,1 | 5,3 | 8,6 | 7,9 | 5,6 | 4,5 | 3,8 | 3,6 |

| I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | II |
|-----------------------------------|-------------------|-----------------------|--------|------|---------|--------|-------|---------|--------|------|
| 60-80 | 1 | 2,9 | 1,2 | 2,4 | 1,7 | 2,6 | 1,1 | 1,3 | 0,9 | 1,0 |
| | 2 | 3,1 | 2,6 | 4,3 | 3,1 | 3,8 | 1,9 | 2,0 | 1,3 | 1,2 |
| | 3 | 3,0 | 1,4 | 2,6 | 1,8 | 2,8 | 1,3 | 1,5 | 0,9 | 1,0 |
| | 4 | 2,7 | 1,2 | 2,3 | 1,7 | 2,6 | 1,1 | 1,4 | 0,9 | 1,0 |
| 80-100 | 1 | 1,5 | 1,5 | 1,1 | 0,9 | 2,9 | 0,7 | 0,7 | 0,4 | 0,6 |
| | 2 | 1,7 | 2,1 | 2,0 | 1,4 | 3,1 | 1,3 | 1,2 | 0,7 | 0,9 |
| | 3 | 1,5 | 1,6 | 0,9 | 1,2 | 2,9 | 0,7 | 0,8 | 0,5 | 0,7 |
| | 4 | 1,4 | 1,7 | 1,5 | 0,9 | 2,9 | 0,8 | 0,7 | 0,4 | 0,6 |
| <i>25-летний сосняк миштый</i> | | | | | | | | | | |
| Глубина взятия образцов, см | Варианты опыта | Сроки взятия образцов | | | | | | | | |
| | | 1983 г. | | | 1984 г. | | | 1985 г. | | |
| | | 11/VI | 3/VIII | 7/X | 13/V | 14/VII | 19/IX | 10/V | 15/VII | 4/IX |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 0-10 | 1 | 8,2 | 10,3 | 6,1 | 10,6 | 8,2 | 5,9 | 11,2 | 6,0 | 7,3 |
| | 2 | 47,4 | 14,1 | 10,6 | 14,1 | 13,1 | 6,2 | 11,7 | 8,9 | 7,8 |
| | 3 | 45,3 | 18,7 | 14,3 | 16,8 | 16,1 | 8,9 | 24,8 | 8,4 | 8,1 |
| | 4 | 39,0 | 31,2 | 11,4 | 15,2 | 15,7 | 7,6 | 22,0 | 7,9 | 8,0 |
| | 5 | 19,2 | 12,9 | 9,8 | 13,9 | 12,9 | 6,3 | 19,0 | 7,1 | 7,6 |
| 10-20 | 1 | 4,9 | 3,7 | 4,0 | 3,4 | 6,0 | 3,7 | 2,9 | 4,6 | 2,2 |
| | 2 | 12,9 | 6,8 | 5,0 | 3,7 | 5,6 | 3,6 | 3,1 | 1,9 | 2,0 |
| | 3 | 11,9 | 10,4 | 6,8 | 13,9 | 12,7 | 7,4 | 3,5 | 6,1 | 2,7 |
| | 4 | 10,7 | 10,1 | 7,1 | 13,7 | 9,3 | 7,0 | 3,2 | 5,0 | 2,5 |
| | 5 | 8,8 | 6,6 | 4,7 | 8,2 | 7,2 | 4,3 | 2,9 | 4,1 | 2,3 |

| | | | | | | | | | | |
|--|---|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 30-50 | 1 | 2,7 | 1,2 | 0,8 | 1,1 | 2,9 | - | 1,6 | - | 0,7 |
| | 2 | 7,8 | 3,9 | 2,6 | 14,2 | 3,8 | 1,2 | 2,9 | 1,8 | 1,0 |
| | 3 | 7,5 | 6,5 | 2,4 | 7,7 | 5,1 | 1,1 | 2,2 | 1,2 | 1,1 |
| | 4 | 4,6 | 3,4 | 1,8 | 7,4 | 5,4 | 0,5 | 1,9 | 0,9 | 0,7 |
| | 5 | 3,1 | 1,7 | 1,1 | 7,2 | 1,6 | 0,4 | 0,9 | 0,5 | 0,8 |
| 60-80 | 1 | 1,9 | 0,9 | - | 1,4 | 0,9 | - | 1,0 | - | 0,5 |
| | 2 | 2,4 | 2,1 | 1,3 | 2,8 | 2,2 | 0,8 | 1,6 | 0,6 | 0,6 |
| | 3 | 2,3 | 1,4 | 0,6 | 1,9 | 1,1 | 0,2 | 1,3 | 0,2 | 0,6 |
| | 4 | 2,2 | 1,2 | 0,4 | 1,5 | 1,0 | 0,1 | 1,1 | - | 0,5 |
| | 5 | 2,0 | 1,0 | 0,1 | 1,4 | 0,9 | - | 1,0 | - | 0,4 |
| 80-100 | 1 | 1,3 | 1,0 | - | 0,5 | 1,6 | - | 0,7 | - | 0,3 |
| | 2 | 1,4 | 1,7 | 0,6 | 0,9 | 2,0 | 0,7 | 0,9 | 0,2 | 0,3 |
| | 3 | 1,3 | 1,0 | 0,3 | 0,8 | 1,6 | - | 0,8 | - | 0,3 |
| | 4 | 1,2 | 1,0 | 0,1 | 0,6 | 1,7 | 0,1 | 0,8 | - | 0,3 |
| | 5 | 1,3 | 1,0 | - | 0,5 | 1,6 | - | 0,7 | - | 0,3 |
| Примечание: 1 - контроль; 2 – Naa150; 3 - Naa-n200; 4 - Naa-п150; 5 - Naa-п100 | | | | | | | | | | |

Динамика химического состава лизиметрических вод при весеннем сроке
внесения удобрений (Ветковский спецлесхоз)

| Дата взятия воды | Варианты опыта | рН | Количество ингредиентов, мг/л | | | | | |
|------------------------|-------------------|-----|-------------------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|----------------|
| | | | N-NO ₃ | N-NH ₄ | N-NO ₂ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | K ⁺ |
| 15. VIII.83 | 1 | 5,7 | 6,14 | 0,81 | нет | 53,17 | 7,43 | 1,20 |
| | 2 | 5,3 | 20,10 | 1,10 | 0,02 | 68,00 | 12,11 | 1,35 |
| | 3 | 5,5 | 13,23 | 0,93 | нет | 56,88 | 8,65 | 1,30 |
| | 4 | 5,6 | 8,12 | 0,85 | нет | 52,23 | 7,43 | 1,25 |
| 29.XI.83 | 1 | 5,9 | 18,85 | 1,21 | 0,05 | 29,47 | 11,15 | 0,73 |
| | 2 | 5,4 | 56,57 | 2,87 | 0,19 | 59,51 | 18,65 | 1,26 |
| | 3 | 5,7 | 37,55 | 1,22 | 0,11 | 30,48 | 12,60 | 0,77 |
| | 4 | 5,8 | 28,76 | 1,20 | 0,09 | 29,82 | 11,92 | 0,78 |
| 20.IV.84 | 1 | 6,3 | 27,02 | 1,21 | 0,03 | 33,47 | 10,45 | 1,04 |
| | 2 | 5,7 | 122,73 | 3,10 | 0,12 | 81,76 | 15,67 | 1,68 |
| | 3 | 5,9 | 77,31 | 1,88 | 0,04 | 35,32 | 10,45 | 1,33 |
| | 4 | 6,0 | 57,64 | 1,73 | 0,03 | 34,73 | 10,45 | 1,16 |
| 11.VI.84 | 1 | 6,6 | 8,54 | 0,37 | нет | 34,07 | 8,87 | 0,80 |
| | 2 | 5,8 | 32,23 | 2,10 | 0,23 | 78,36 | 16,77 | 1,75 |
| | 3 | 6,0 | 25,53 | 0,79 | 0,03 | 45,69 | 12,20 | 1,13 |
| | 4 | 6,1 | 14,16 | 0,51 | 0,01 | 39,68 | 9,97 | 0,90 |
| 3.VIII.84 | 1 | 6,6 | 27,03 | 0,45 | 0,02 | 28,66 | 7,29 | 1,25 |
| | 2 | 6,2 | 124,83 | 1,63 | 0,46 | 65,53 | 13,12 | 3,08 |
| | 3 | 6,3 | 91,68 | 1,01 | 0,23 | 41,28 | 8,87 | 1,70 |
| | 4 | 6,5 | 62,29 | 0,68 | 0,07 | 32,86 | 7,65 | 1,50 |
| 18.X.84 | 1 | 6,8 | 10,14 | 1,11 | нет | 14,03 | 5,69 | 1,40 |
| | 2 | 6,4 | 63,30 | 2,21 | 0,09 | 59,72 | 14,38 | 2,35 |
| | 3 | 6,5 | 19,61 | 1,76 | 0,05 | 42,48 | 9,43 | 1,85 |
| | 4 | 6,6 | 17,37 | 1,59 | 0,02 | 30,86 | 7,01 | 1,65 |
| 14.04.85. | 1 | 7,1 | 7,19 | 1,60 | 0,04 | 15,37 | 8,46 | 1,25 |
| | 2 | 6,7 | 20,60 | 2,07 | 0,42 | 38,06 | 10,75 | 1,70 |
| | 3 | 6,9 | 15,43 | 1,71 | 0,21 | 24,36 | 8,98 | 1,57 |
| | 4 | 7,0 | 10,12 | 1,63 | 0,09 | 18,22 | 8,75 | 1,30 |
| 15.06.85 | 1 | 7,2 | 6,34 | 1,48 | нет | 24,25 | 7,03 | 1,37 |
| | 2 | 7,0 | 24,05 | 1,95 | 0,29 | 49,90 | 13,40 | 2,15 |
| | 3 | 7,1 | 17,23 | 1,62 | 0,18 | 38,27 | 11,47 | 1,82 |
| | 4 | 7,2 | 9,85 | 1,50 | 0,05 | 30,04 | 9,63 | 1,40 |
| 10.VIII.85 | 1 | 7,2 | 8,72 | 1,50 | нет | 19,35 | 8,85 | 1,00 |
| | 2 | 7,1 | 13,47 | 1,99 | 0,13 | 28,14 | 12,20 | 1,68 |
| | 3 | 7,2 | 11,20 | 1,71 | 0,08 | 26,73 | 11,36 | 1,51 |
| | 4 | 7,2 | 9,47 | 1,55 | нет | 22,26 | 10,44 | 1,23 |
| 20.X.85 | 1 | 7,4 | 7,44 | 1,37 | 0,09 | 22,40 | 7,10 | 1,50 |
| | 2 | 7,4 | 9,01 | 1,64 | 0,11 | 29,38 | 7,90 | 1,90 |
| | 3 | 7,4 | 8,63 | 1,53 | 0,10 | 25,71 | 7,33 | 1,74 |
| | 4 | 7,4 | 7,50 | 1,40 | 0,09 | 23,10 | 7,12 | 1,58 |

Примечание: 1 - контроль; 2 - Naa150; 3 - Naa-п150; 4 - Naa-п100

Математическая обработка химического состава лизиметрических вод при
весеннем сроке внесения удобрений

| Факт. | Ингредиент | | | | | | |
|-----------------|------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|----------------|
| | pH | N-NO ₃ | N-NH ₄ | N-NO ₂ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | K ⁺ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 15.VIII.1983 г. | | | | | | | |
| 1-2 | 3,27 | 24,30 | 4,86 | 2,83 | 9,37 | 13,75 | 2,14 |
| 1-3 | 2,83 | 11,52 | 1,26 | 0 | 2,14 | 2,11 | 2,91 |
| 1-4 | 0,93 | 2,51 | 0,83 | 0 | 0,52 | 0 | 1,81 |
| 2-3 | 1,73 | 8,50 | 1,68 | 2,83 | 10,27 | 6,08 | 0,68 |
| 2-4 | 2,12 | 12,67 | 4,25 | 2,83 | 13,19 | 13,45 | 1,41 |
| 3-4 | 1,00 | 5,26 | 0,84 | 0 | 3,35 | 2,09 | 1,41 |
| 29.XI.1983 г. | | | | | | | |
| 1-2 | 1,38 | 10,96 | 4,07 | 4,75 | 2,28 | 1,42 | 2,81 |
| 1-3 | 0,87 | 4,17 | 0,11 | 1,36 | 0,27 | 0,47 | 0,24 |
| 1-4 | 0,40 | 2,45 | 0,03 | 0,71 | 0,16 | 0,26 | 0,27 |
| 2-3 | 1,00 | 3,89 | 4,26 | 2,06 | 2,16 | 1,26 | 2,51 |
| 2-4 | 1,54 | 6,17 | 4,32 | 2,34 | 2,27 | 1,41 | 2,60 |
| 3-4 | 1,46 | 1,65 | 0,28 | 0,46 | 0,20 | 0,33 | 0,02 |
| 20.IV.1984 г. | | | | | | | |
| 1-2 | 2,91 | 8,20 | 10,33 | 3,46 | 7,60 | 2,12 | 5,64 |
| 1-3 | 2,14 | 7,89 | 1,67 | 0,60 | 0,85 | 0 | 1,92 |
| 1-4 | 1,81 | 9,40 | 1,50 | 0,17 | 0,58 | 0 | 0,98 |
| 2-3 | 0,60 | 3,43 | 2,81 | 3,28 | 7,55 | 2,56 | 2,68 |
| 2-4 | 1,39 | 5,40 | 3,60 | 3,50 | 7,65 | 2,48 | 4,87 |
| 3-4 | 0,70 | 2,78 | 0,30 | 0,75 | 0,41 | 0 | 1,13 |
| 11.VI.1984 г. | | | | | | | |
| 1-2 | 8,88 | 12,28 | 21,65 | 4,35 | 55,76 | 9,03 | 7,55 |
| 1-3 | 4,60 | 15,24 | 7,87 | 2,45 | 12,98 | 7,99 | 2,60 |
| 1-4 | 4,70 | 5,12 | 2,85 | 1,57 | 7,67 | 4,01 | 1,22 |
| 2-3 | 2,26 | 3,18 | 16,41 | 3,69 | 34,52 | 4,79 | 4,27 |
| 2-4 | 4,38 | 8,62 | 20,25 | 4,19 | 48,77 | 7,56 | 7,60 |
| 3-4 | 1,03 | 8,21 | 5,40 | 1,71 | 6,72 | 4,77 | 2,03 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-----------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 3.VIII.1984 г. | | | | | | | |
| 1-2 | 3,53 | 11,85 | 14,18 | 7,43 | 28,39 | 5,25 | 9,61 |
| 1-3 | 2,45 | 12,68 | 8,19 | 13,41 | 10,75 | 1,58 | 1,85 |
| 1-4 | 1,19 | 10,43 | 3,28 | 2,11 | 4,19 | 0,41 | 1,23 |
| 2-3 | 1,63 | 3,69 | 8,06 | 3,85 | 16,62 | 3,44 | 6,86 |
| 2-4 | 1,75 | 7,68 | 12,44 | 6,24 | 24,66 | 4,74 | 10,65 |
| 3-4 | 0,68 | 5,98 | 5,55 | 6,31 | 7,00 | 1,17 | 0,94 |
| 18.X.1984 г. | | | | | | | |
| 1-2 | 5,89 | 28,96 | 16,44 | 29,44 | 62,61 | 11,41 | 6,33 |
| 1-3 | 5,17 | 7,62 | 11,39 | 8,66 | 28,22 | 5,98 | 3,58 |
| 1-4 | 2,00 | 7,27 | 8,70 | 5,20 | 19,45 | 3,92 | 2,61 |
| 2-3 | 1,56 | 23,77 | 8,11 | 5,42 | 17,09 | 5,34 | 3,40 |
| 2-4 | 2,24 | 27,34 | 11,23 | 17,15 | 33,32 | 9,65 | 5,72 |
| 3-4 | 1,21 | 2,24 | 3,89 | 5,42 | 10,46 | 3,85 | 2,19 |
| 14.IV.1985 г. | | | | | | | |
| 1-2 | 2,14 | 20,87 | 7,30 | 12,67 | 27,84 | 3,06 | 6,36 |
| 1-3 | 1,22 | 10,53 | 1,80 | 4,71 | 8,21 | 1,00 | 4,65 |
| 1-4 | 0,52 | 5,20 | 0,49 | 3,54 | 2,38 | 0,48 | 0,63 |
| 2-3 | 1,12 | 5,40 | 4,56 | 4,66 | 13,07 | 1,00 | 3,47 |
| 2-4 | 1,47 | 13,31 | 5,56 | 10,80 | 17,19 | 2,20 | 7,41 |
| 3-4 | 0,55 | 5,86 | 1,04 | 3,29 | 4,49 | 1,00 | 5,24 |
| 15.VI.1985 г. | | | | | | | |
| 1-2 | 1,85 | 37,64 | 3,15 | 7,45 | 33,58 | 10,93 | 7,47 |
| 1-3 | 0,82 | 16,87 | 1,02 | 14,70 | 16,97 | 4,48 | 5,24 |
| 1-4 | 0 | 6,86 | 0,18 | 5,48 | 4,61 | 2,51 | 0,29 |
| 2-3 | 0,87 | 24,77 | 2,09 | 2,69 | 18,57 | 1,95 | 3,48 |
| 2-4 | 2,00 | 9,81 | 3,32 | 6,00 | 17,50 | 3,63 | 6,71 |
| 3-4 | 0,87 | 10,20 | 0,98 | 8,51 | 6,99 | 1,40 | 4,44 |
| 10.VIII.1985 г. | | | | | | | |
| 1-2 | 0,87 | 8,37 | 8,80 | 6,13 | 8,79 | 4,09 | 8,54 |
| 1-3 | 0 | 2,52 | 3,99 | 11,31 | 6,65 | 3,98 | 5,50 |
| 1-4 | 0 | 1,73 | 1,02 | 0 | 3,47 | 2,66 | 3,61 |
| 2-3 | 0,74 | 2,21 | 4,83 | 6,13 | 0,99 | 1,12 | 1,78 |
| 2-4 | 0,74 | 7,66 | 8,03 | 2,24 | 4,80 | 2,43 | 6,66 |
| 3-4 | 0 | 1,80 | 3,10 | 2,24 | 3,40 | 1,83 | 3,39 |

Продолжение приложения 10

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|------|------|------|------|------|------|
| 20.X.1985 г. | | | | | | | |
| 1-2 | 0 | 0,02 | 2,17 | 0,96 | 5,28 | 1,20 | 6,93 |
| 1-3 | 0 | 0,20 | 1,24 | 0,61 | 2,31 | 0,38 | 2,54 |
| 1-4 | 0 | 0,85 | 0,21 | 0 | 0,49 | 0,03 | 1,12 |
| 2-3 | 0 | 0,57 | 1,88 | 0,61 | 3,87 | 0,90 | 1,62 |
| 2-4 | 0 | 2,19 | 2,71 | 1,22 | 6,64 | 1,19 | 4,17 |
| 3-4 | 0 | 2,25 | 1,37 | 1,00 | 2,38 | 0,35 | 1,49 |
| Примечание: 1 – контроль; 2 – Наа150; 3 – Наакм150; 4 – Наакм100. Стандартное значение критерия Стьюдента: $t_{0,05}= 2,45$; $t_{0,01}= 3,71$ | | | | | | | |

Математическая обработка химического состава лизимитрических вод при
осеннем сроке внесения удобрений

| Корневская ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси (удобрения внесены 10.10.1983 г.) 10.IV.1984 г. | | | | | | | |
|---|------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1-2 | 3,83 | 17,13 | 26,07 | 7,25 | 6,22 | 28,52 | 13,38 |
| 1-3 | 1,84 | 19,28 | 9,09 | 15,34 | 11,01 | 11,76 | 4,37 |
| 1-4 | 0,43 | 18,32 | 7,92 | 6,20 | 7,34 | 5,63 | 3,22 |
| 2-3 | 3,10 | 14,16 | 2,54 | 2,73 | 1,04 | 16,45 | 11,48 |
| 2-4 | 2,88 | 15,64 | 13,97 | 4,39 | 1,91 | 27,41 | 12,90 |
| 3-4 | 1,04 | 8,30 | 5,33 | 3,79 | 1,57 | 8,30 | 2,68 |
| 14.VI.1984 г. | | | | | | | |
| 1-2 | 7,00 | 47,96 | 15,19 | - | 37,13 | 8,96 | 9,66 |
| 1-3 | 2,74 | 34,71 | 23,06 | - | 5,25 | 3,02 | 4,02 |
| 1-4 | 1,73 | 9,32 | 15,59 | - | 2,41 | 3,11 | 3,52 |
| 2-3 | 1,22 | 42,60 | 3,74 | - | 34,35 | 1,40 | 2,32 |
| 2-4 | 6,12 | 44,52 | 10,42 | - | 20,38 | 5,67 | 4,95 |
| 3-4 | 1,73 | 9,87 | 12,09 | - | 0,37 | 1,55 | 1,48 |
| 15.VIII.1984 г. | | | | | | | |
| 1-2 | 5,42 | 52,57 | 11,94 | 6,13 | 7,98 | 9,90 | 26,75 |
| 1-3 | 3,87 | 56,43 | 19,54 | 3,87 | 3,20 | 6,21 | 7,29 |
| 1-4 | 2,78 | 21,82 | 7,99 | 2,04 | 1,72 | 3,70 | 4,66 |
| 2-3 | 1,55 | 30,49 | 5,43 | 3,30 | 4,92 | 2,55 | 5,42 |
| 2-4 | 3,70 | 43,85 | 8,94 | 4,02 | 7,68 | 6,88 | 28,13 |
| 3-4 | 1,85 | 28,75 | 9,77 | 1,19 | 2,17 | 3,26 | 5,61 |
| 10.X.1984 г. | | | | | | | |
| 1-2 | 4,38 | 103,57 | 10,87 | 9,90 | 10,13 | 29,43 | 6,06 |
| 1-3 | 2,45 | 32,87 | 4,73 | 12,25 | 1,36 | 28,97 | 2,04 |
| 1-4 | 1,10 | 23,57 | 2,30 | 0 | 0,64 | 14,81 | 2,78 |
| 2-3 | 2,19 | 31,48 | 4,34 | 0,01 | 8,46 | 8,22 | 3,23 |
| 2-4 | 3,00 | 69,79 | 10,02 | 2,45 | 5,06 | 10,83 | 5,12 |

| | | | | | | | |
|-----|------|-------|------|------|------|------|------|
| 3-4 | 1,10 | 18,65 | 3,18 | 2,45 | 0,15 | 4,88 | 0,75 |
|-----|------|-------|------|------|------|------|------|

Продолжение приложения 11

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|----------------|------|-------|-------|------|-------|------|-------|
| 17.IV.1985 г. | | | | | | | |
| 1-2 | 2,83 | 18,53 | 13,62 | - | 14,92 | 5,41 | 10,96 |
| 1-3 | 1,55 | 12,79 | 5,11 | - | 0,49 | 2,75 | 5,77 |
| 1-4 | 1,00 | 7,28 | 0,22 | - | 0,58 | 0,26 | 2,10 |
| 2-3 | 1,41 | 5,89 | 6,25 | - | 8,76 | 2,04 | 3,94 |
| 2-4 | 2,60 | 9,53 | 8,41 | - | 12,75 | 3,40 | 5,20 |
| 3-4 | 1,00 | 4,20 | 3,47 | - | 0,13 | 1,61 | 2,08 |
| 19.VI.1985 г. | | | | | | | |
| 1-2 | 1,73 | 17,23 | 2,49 | - | 3,09 | 7,44 | 1,83 |
| 1-3 | 0 | 9,14 | 1,65 | - | 1,92 | 4,04 | 1,28 |
| 1-4 | 0 | 4,43 | 0,36 | - | 0,42 | 0,89 | 0,26 |
| 2-3 | 1,73 | 5,69 | 1,68 | - | 1,26 | 1,57 | 0,70 |
| 2-4 | 2,45 | 16,14 | 1,92 | - | 2,48 | 4,48 | 1,38 |
| 3-4 | 0 | 6,66 | 0,92 | - | 1,35 | 2,52 | 0,79 |
| 8.VIII.1985 г. | | | | | | | |
| 1-2 | 2,83 | 8,04 | 0,91 | 3,29 | 0,64 | 1,38 | 1,01 |
| 1-3 | 1,22 | 4,90 | 1,18 | 2,78 | 0,07 | 0,28 | 0,61 |
| 1-4 | 0 | 0,39 | 0,84 | 0 | 0,02 | 0,32 | 0,20 |
| 2-3 | 1,41 | 3,21 | 0,34 | 0 | 0,69 | 0,37 | 0,61 |
| 2-4 | 4,90 | 9,64 | 0,59 | 3,29 | 0,47 | 0,79 | 1,23 |
| 3-4 | 1,73 | 5,77 | 0,52 | 2,78 | 0,02 | 0,10 | 0,63 |
| 1-2 | 0 | 2,10 | 0,37 | - | 0,07 | 0,19 | 0,17 |
| 1-3 | 0 | 1,35 | 0,32 | - | 0,03 | 0,13 | 0,12 |
| 1-4 | 0 | 0,10 | 0,13 | - | 0 | 0,19 | 0 |
| 2-3 | 0 | 0,52 | 0,04 | - | 0,02 | 0,11 | 0,06 |
| 2-4 | 0 | 1,84 | 0,26 | - | 0,06 | 0,31 | 0,14 |
| 3-4 | 0 | 1,17 | 0,22 | - | 0,02 | 0,29 | 0,09 |

Примечание: 1 - контроль; 2 - Наа150; 3 - Наа-п150; 4 - Наа-п100.

Стандартные значения критерия Стьюдента $t_{0,05}=2,45$; $t_{0,01}=3,71$

Приложение 12

АКТ

Создание лесных культур лесхозами Гомельского ГПЛХО на почвах с различным уровнем радиоактивного загрязнения в период 1986-2001 гг., га (данные Гомельского ГПЛХО)

| Наименование лесхозов | Создано лесных культур на радиоактивно загрязненных землях, всего | в том числе | | | | Из общего объема создано лесных культур на землях, изъятых из сельхоз. оборота в 1988 г. и переданных в ГЛФ | в том числе | | | | Из графы № 7 созданы опытные объекты способом аэросева | в том числе | |
|-----------------------|---|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|---|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--|--------------------------------|------------------------------|
| | | от 1 до 5 ки/км ² | от 5 до 15 ки/км ² | от 15 до 40 ки/км ² | 40 и более ки/км ² | | от 1 до 5 ки/км ² | от 5 до 15 ки/км ² | от 15 до 40 ки/км ² | 40 и более ки/км ² | | от 15 до 40 ки/км ² | 40 и выше ки/км ² |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 1. Буда-Кошелевский | 1969 | 1284 | 532 | 153 | | 852 | 271 | 435 | 146 | | | | |
| 2. Ветковский | 4735 | 169 | 1172 | 2056 | 1338 | 4349 | 169 | 827 | 2017 | 1336 | 1220 | 220 | 1000 |
| 3. Гомельский | 1339 | 446 | 257 | 413 | 223 | 543 | 139 | 115 | 223 | 66 | | | |
| 4. Ельский | 2314 | 1067 | 1245 | 2 | | 244 | 172 | 72 | | | | | |
| 5. Житковичский | 1050 | 1024 | 26 | | | 69 | 68 | 1 | | | | | |
| 6. Жлобинский | 1105 | 1105 | | | | 202 | 202 | | | | | | |
| 7. Калинковичский | 2609 | 2536 | 73 | | | 59 | 59 | | | | | | |
| 8. Комаринский | 2095 | 1020 | 660 | 23 | 392 | | | | | | | | |
| 9. Лельчицкий | 3262 | 3262 | | | | | | | | | | | |
| 10. Мозырский | 2669 | 2669 | | | | 55 | 55 | | | | | | |
| 11. Наровлянский | 1980 | 408 | 753 | 493 | 326 | | | | | | | | |
| 12. Октябрьский | - | | | | | | | | | | | | |
| 13. Петриковский | - | | | | | | | | | | | | |
| 14. Речицкий | 3935 | 3935 | | | | 166 | 166 | | | | | | |
| 15. Рогачевский | 2130 | 1054 | 1076 | | | 20 | | 20 | | | | | |
| 16. Светлогорский | 509 | 507 | 2 | | | 7 | 7 | | | | | | |
| 17. Хойникский | 3258 | 1030 | 780 | 1126 | 322 | 362 | 122 | 24 | 216 | | | | |
| 18. Чечерский | 2761 | 862 | 1289 | 190 | 420 | 766 | 15 | 151 | | 600 | 600 | - | 600 |
| Всего | 37720 | 22378 | 7865 | 4456 | 3021 | 7694 | 1445 | 1645 | 2602 | 2002 | 1820 | 220 | 1600 |



А К Т

закладки опытного объекта по выращиванию сеянцев хвойных пород, наработке опытных партий дражированных и инкрустированных семян сосны обыкновенной, а также учет выхода стандартных сеянцев в постоянном лесном питомнике Мозырского опытного лесхоза

В соответствии с календарным планом работ на 2013 г. по заданию 5.2.06 «Научные основы организации селекционно-генетического мониторинга в системе лесного семеноводства и выращивания посадочного материала на основе применения дражированных семян, обеспечивающие создание устойчивых и высокопродуктивных лесов, сохранение ценного генофонда» ГПНИ «Химические технологии и природно-ресурсный потенциал» в постоянном лесном питомнике Мозырского опытного лесхоза произведена наработка инкрустированных семян сосны обыкновенной в количестве 32 (тридцать два) кг и дражированных семян в количестве 30 (тридцать) кг.

Опытный объект заложен в мае 2013 г. в постоянном лесном питомнике в условиях открытого грунта. Для посева использовали семена сосны обыкновенной 1-го класса качества. Закладка опытного объекта осуществлена по следующей схеме: контроль – обычные семена сосны обыкновенной из расчета 60 кг/га; контроль – обычные семена сосны обыкновенной – 45 кг/га; семена, намоченные в «Бревисине» – 60 кг/га; инкрустированные семена композиционным полимерным составом (КПС) – 60 кг/га; инкрустированные семена КПС – 45 кг/га; дражированные семена – 60 кг/га; дражированные семена – 45 кг/га.

Все варианты опыта заложены в 3-х кратной повторности. Всего заложена 21 пробная площадь. Глубина заделки семян в почву 1,0–1,5 см. Влажность субстрата при посеве составила 50–60%. Учет количества стандартных сеянцев (ноябрь 2013 г.) сосны обыкновенной при норме высева обычных семян 45 кг/га показал нормативный выход (2,2 млн. шт/га). При использовании дражированных и инкрустированных семян сосны обыкновенной при норме высева 45 кг/га выход стандартных сеянцев увеличился на 12–25% по сравнению с контролем.


Главный лесничий Мозырского
опытного лесхоза


С.А. Тарасов

Ведущий инженер по лесовосстановлению
и мелиорации


В.Г. Ропот

Руководитель задания 5.2.06


В.В. Копытков

Исполнитель задания 5.2.06


О.В. Кондратенко

УТВЕРЖДАЮ
 Проректор по научной работе БГТУ
 О. В. Дормешкин
 « 20 » 10 2014 г.
 М.П.



УТВЕРЖДАЮ
 Первый заместитель Министра лесного
 хозяйства Республики Беларусь
 А. А. Кулик
 « 20 » 10 2014 г.
 М.П.



АКТ № 4

внедрения технологии выращивания микоризного посадочного материала в лесных питомниках Министерства лесного хозяйства Беларуси с использованием технических условий ТУ ВУ 400070994.008 –2010 «Состав «Агрополикор» для повышения почвенного плодородия питомников», внесенные в реестр государственной регистрации 14.12.2010 г. за № 030745 по ГНПП «Управление лесами и рациональное лесопользование»

Настоящим актом подтверждается, что научная разработка «Технология выращивания микоризного посадочного материала с использованием новых полимерных структурообразователей и компостов на основе древесной коры» внедряется в 21 лесхозе с 2010 по 2014 годы. За этот период наработано более 25 тысяч тонн компостов для выращивания посадочного материала на основе использования органоминеральных веществ (опилок, древесной коры, листовой земли и других целевых добавок). результаты опытно-производственной проверки получения компостов на основе опилок, торфа, древесной коры и других целевых добавок показали, что степень готовности их к внесению в посевные отделения постоянных лесных питомников составляет в среднем 12-15 мес. При внесении компостов повышается содержание основных элементов питания в почве в течение 3-х лет и улучшаются ее физико-химические показатели, а также увеличивается выход стандартного микоризованного посадочного материала. Введение целевых добавок при заготовке компостов способствует получению более качественных органоминеральных удобрений и значительно сокращает срок его готовности.

Расчет экономической эффективности осуществляли в соответствии с «Инструкцией по оценке эффективности использования в народном хозяйстве республики результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ» и «Методическими рекомендациями по оценке эффективности использования в лесном хозяйстве результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и опытно-технологических работ».

Экономический эффект при выращивании посадочного материала хвойных пород в лесных питомниках при использовании органоминеральных компостов составляет 150 тысяч рублей с 1 тонны. Суммарный экономический эффект от внедрения научной разработки составил более 3,7 млрд. бел. рублей.

Экологический эффект заключается в рациональном использовании органических и минеральных удобрений и значительном снижении непродуктивных потерь азота как в газообразной форме, так и в результате вымывания за пределы корнеобитаемого слоя почвы. При получении компостов используются отходы лесной и деревообрабатывающей промышленности в виде коры, опилок и других веществ.

Директор ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»

Первый заместитель генерального директора
 Гомельского ГПЛХО, главный лесничий

Заведующий отделом информационного обеспечения
 и инновационной деятельности ИЛ НАН Беларуси

Заведующий сектором биорегуляции выращивания
 лесопосадочного материала ИЛ НАН Беларуси

 А.И. Ковалевич

 А.П. Василенко

 А.Л. Навойчик

 В.В. Копытков



АКТ ВНЕДРЕНИЯ в производство научной разработки

Настоящим актом подтверждается, что научная разработка «Рекомендации по выращиванию микоризных семян хвойных пород на субстрате из органоминеральной смеси и целевых добавок», внесен в реестр технических нормативных правовых актов № 000184 от 04.10.2010 г. и Технические условия ТУ ВУ 400070994.008 –2010 «Состав «АГРОПОЛИКОР» для повышения почвенного плодородия питомников»

выполненная в ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»

внедрена в лесхозах Минского ГПЛХО в соответствии с утвержденными планами Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь по освоению научно-технической продукции в производстве на 2014 и 2015 гг.

1. Основание для проведения внедренческих работ Планы освоения научно-технической продукции в производство на 2014 и 2015 гг. по МЛХ РБ, а также утвержденные планы внедрения в ГПЛХО.

2. Вид внедренной научно-технической продукции «Рекомендации по выращиванию микоризных семян хвойных пород на субстрате из органоминеральной смеси и целевых добавок» и «Состав «АГРОПОЛИКОР» для повышения почвенного плодородия питомников» (Технические условия ТУ ВУ 400070994.004 –2010)

3. Форма внедрения Получение компостов для выращивания посадочного материала на основе использования органо-минеральных веществ (опилок, древесной коры, земли и других добавок).

4. Масштаб внедрения В лесхозах Минского ГПЛХО в 2014 году наработано: Березинский лесхоз – 100 тонн, Вилейский опытный лесхоз – 100 тонн, Борисовский опытный лесхоз - 100 тонн, Стародорожский опытный – 100 тонн; в 2015 году наработано тонн: Борисовский опытный лесхоз – 100 тонн, Вилейский опытный лесхоз – 100 тонн, Слуцкий лесхоз – 100 тонн, Стародорожский опытный лесхоз -100 тонн.

5. Методика внедрения В лесхозах Гомельского ГПЛХО на постоянных лесных питомниках проведены работы по получению компостов на основе органических и минеральных веществ в соответствии с разработанными Техническими условиями ТУ ВУ 400070994.004 –2010 «Состав «АГРОПОЛИКОР» для повышения почвенного плодородия питомников».

6. Оценка результатов опытно-производственной проверки разработки Результаты опытно-производственной проверки получения компостов на основе опилок, торфа, древесной коры и других целевых добавок показали, что степень готовности их к внесению в посевные отделения постоянных лесных питомников составляет в среднем 12-15 мес. При внесении компостов в посевное отделение повышается содержание основных элементов питания в почве и соответственно увеличивается выход на 20-40 % стандартного посадочного материала.

7. Новизна результатов внедрения для организации-исполнителя Получение компостов на основе органических, минеральных веществ и целевых добавок способствует увеличению содержания подвижных форм азота, фосфора и калия в верхнем гумусоаккумулятивном горизонте почвы лесного питомника в течении 3-х лет. Введение целевых добавок при заготовке компостов способствует получению более качественных органо-минеральных удобрений и значительно сокращает срок его готовности.

8. Затраты на проведение работ по внедрению научной разработки в производство состоят, в основном, из затрат на использование органических и минеральных веществ на получение компостов

всего: _____,

в т.ч. по источникам финансирования:

- бюджетные средства.....млн. руб.

- инновационный фонд млн. руб.
- собственные средства организации млн. руб.

9. Научная разработка внедрена в лесхозах Минского ГПЛХО.

10. Объем внедрения В лесхозах Минского ГПЛХО в 2014 году наработано 400 тонн компостов, а в 2015 году 400 тонн компостов.

11. Эффект от внедрения научной разработки:

-объем выпуска новой продукции, млн. руб.

-объем продаж новой продукции, млн. руб.

-экономический эффект* (фактический, годовой, ожидаемый), 600 млн. руб.

Расчет экономической эффективности осуществляли в соответствии с «Инструкцией по оценке эффективности использования в народном хозяйстве республики результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ», утвержденный постановлением Совета Министров РБ от 18 мая 2002 г № 637, а также «Методическими рекомендациями по оценке эффективности использования в лесном хозяйстве результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и опытно-технологических работ» (2005 г.). Экономический эффект при выращивании посадочного материала хвойных пород в лесных питомниках при использовании оптимальных доз органоминеральных компостов составляет 150,0 тыс. руб. с 1 тонны. Суммарный экономический эффект от внедрения научной разработки составил 600,0 млн. руб. в 2014 году и 600 млн.руб в 2015 году.

-экологический эффект заключается в рациональном использовании органических и минеральных удобрений и значительном снижении непродуктивных потерь азота как в газообразной форме, так и в результате вымывания за пределы корнеобитаемого слоя почвы. При получении компостов используются отходы лесной и деревообрабатывающей промышленности в виде коры, опилок и других веществ.

- социальный эффект заключается в создании рабочих мест при заготовке компостов на основе органических и минеральных удобрений, а также в увеличении выхода стандартного посадочного материала с оптимальными биометрическими показателями.

12. Удельная экономическая эффективность отдельных этапов внедрения научной разработки 50 тысяч рублей с 1 тонны компоста.

13. Заключение приемочной комиссии по результатам внедрения и рекомендации производству «Рекомендации по выращиванию микоризных семян хвойных пород на субстрате из органоминеральной смеси и целевых добавок», внесенные в реестр технических нормативных правовых актов № 000184 от 04.10.2010 г. МЛХ РБ и Технические условия ТУ ВУ 400070994.004-2010 «Состав «АГРОПОЛИКОР» для повышения почвенного плодородия питомников» позволяют получать компосты на основе древесной коры, опилок, торфа и других целевых добавок для внесения в посевные отделения постоянных лесных питомников с целью получения качественного посадочного материала хвойных пород.

От приемочной комиссии:

Научный руководитель задания ИЛ НАНБ
 _____ В.В. Копытков

Начальник отдела лесного хозяйства
 и лесовосстановления Минского ГПЛХО
 _____ А.Б. Дмитриев

Ведущий инженер по лесовосстановлению
 Минского ГПЛХО
 _____ Е.М.Скуратович

От организации-исполнителя:

Главный лесничий Березинского лесхоза
 _____ А.В.Жигар

Главный лесничий Борисовского опытного
 лесхоза

_____ В.М. Амелянович

Главный лесничий Вилейского опытного
 лесхоза

_____ С.А. Филистович

Главный лесничий Логойского лесхоза
 _____ И.К.Фадеева

Главный лесничий Слуцкого лесхоза
 _____ Р.С.Ожигар

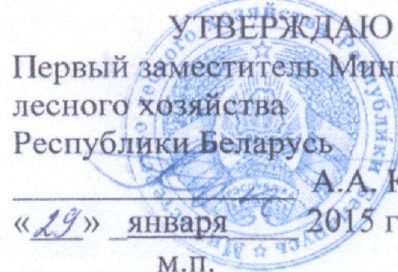
Главный лесничий Стародорожского опытного
 лесхоза

_____ П.В. Чиж

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе БГТУ
О.Б. Дормешкин
«26» января 2015 г.
М.П.



УТВЕРЖДАЮ
Первый заместитель Министра
лесного хозяйства
Республики Беларусь
А.А. Кулик
«29» января 2015 г.
М.П.



АКТ № 1

о внедрении «Методических указаний по способам и срокам посева семян в питомнике», разработанных по заданию ГНТП «Леса Беларуси»
2.01 «Разработать и внедрить ресурсосберегающую агротехнологию посева семян хвойных пород для выращивания стандартного посадочного материала»

Настоящим актом подтверждается, что технология посева семян хвойных пород осуществляется в соответствии с разработанными Институтом леса НАН Беларуси «Методическими указаниями по способам и срокам посева семян в питомнике» и внедряется с 2006 года в лесопитомнических хозяйствах МЛХ РБ. Оптимальным сроком при весеннем посеве семян является вторая декада апреля и первая декада мая, при осеннем – 1-3 декада ноября.

Внедрение в лесопитомническое хозяйство «Методических указаний по способам и срокам посева семян в питомнике» позволяет повысить грунтовую всхожесть семян на 8-17%, увеличить выход стандартных сеянцев хвойных пород с единицы площади питомника на 10-15% и снизить норму высева семян хвойных пород на 10-40%. Ежегодный экономический эффект от внедрения «Методических указаний по способам и срокам посева семян в питомнике» составляет 600 млн. рублей.

Первый заместитель генерального
директора Гомельского ГПЛХО,
главный лесничий

 А.П. Василенко

Заведующий отделом информационного
обеспечения и инновационной деятельно-
сти ИЛ НАН Беларуси

 А.Л. Навойчик

Заведующий сектором биорегуляции
выращивания лесопосадочного материала
ИЛ НАН Беларуси

 В.В. Копытков

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе БГТУ
О.Б. Дормешкин
2014 г.



УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра лесного
хозяйства Республики Беларусь
А.А. Кулик

«21» 10 2014 г.

М.П.



АКТ № 5

наработки композиционного полимерного состава «Корпансил»
на Корневской экспериментальной лесной базе ИЛ НАН Беларуси за 2004-2014 гг.
и его реализации лесхозам Министерства лесного хозяйства

Настоящим актом подтверждается, что в соответствии с планом внедрения и освоения научно-технической продукции в производство по Министерству лесного хозяйства РБ «Технологии выращивания, хранения и транспортировки посадочного материала с использованием композиционных полимерных составов» на Корневской ЭЛБ ИЛ НАНБ за период с 2004 по 2014 годы наработан и реализован композиционный полимерный состав «Корпансил» для лесхозов Министерства лесного хозяйства (таблица).

| Годы наработки «Корпансил» | Количество лесхозов, шт. | Количество полученного препарата, л | Площадь созданных лесных культур, га |
|-------------------------------|-----------------------------|--|---|
| 2004 | 60 | 12500 | 9816 |
| 2005 | 70 | 15000 | 11780 |
| 2006 | 75 | 16000 | 12565 |
| 2007 | 86 | 17665 | 13858 |
| 2008 | 92 | 23790 | 18690 |
| 2009 | 90 | 17680 | 13900 |
| 2010 | 90 | 18780 | 11238 |
| 2011 | 90 | 21660 | 12291 |
| 2012 | 94 | 25950 | 14725 |
| 2013 | 90 | 19500 | 11065 |
| 2014 | 92 | 22690 | 12875 |

За последние 11 лет для лесхозов Беларуси на Корневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси наработано более 211 тысяч литров концентрированного композиционного полимерного препарата «Корпансил» и лесные культуры созданы на площади более 142 тысяч гектаров. Общий экономический эффект от внедрения «Корпансила» за 2004-2014 гг. в лесхозах Беларуси составил 6,5 млрд. бел. рублей. Стоимость 1 л концентрированного композиционного полимерного состава «Корпансил» составляла 23 тыс. бел. рублей.

Директор Корневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси

В.С. Чурило

Главный бухгалтер
Корневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси

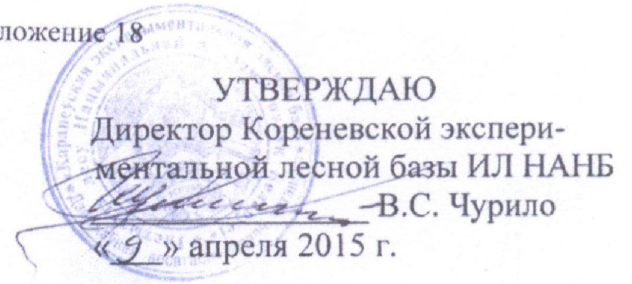
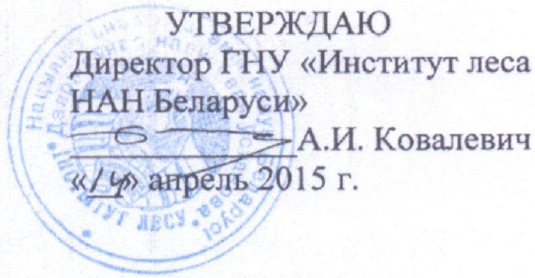
Н.А. Осипова

Начальник питомника Корневской
ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси, ответственный за наработку
и реализацию препарата «Корпансил»

Л.В. Кривецкая

Заведующий сектором биорегуляции
выращивания лесопосадочного материала
ИЛ НАН Беларуси

В.В. Копытков



АКТ № 4

наработки композиционного полимерного состава «Корпансил»
на Кореневской экспериментальной лесной базе ИЛ НАНБ в 2015 г.
и его реализации лесхозам Министерства лесного хозяйства РБ
и другим предприятиям

Настоящим актом подтверждается, что в соответствии с планом внедрения и освоения научно-технической продукции в производство на 2015 год по Министерству лесного хозяйства РБ, а также утвержденным планам внедрения в ГПЛХО «Технологии выращивания, хранения и транспортировки посадочного материала с использованием композиционных полимерных составов» и заказом МЛХ РБ на препарат «Корпансил» в 2015 году Кореневской экспериментальной лесной базой Института леса НАН Беларуси наработан и реализован композиционный полимерный состав «Корпансил» для лесхозов Министерства лесного хозяйства и других организаций.

Таблица – Реализация композиционного полимерного состава «Корпансил» для лесхозов МЛХ РБ в разрезе ГПЛХО и других организаций

| № п/п | Наименование предприятий | Количество реализованного препарата, л |
|-------------------------|--------------------------|--|
| Гомельское ГПЛХО | | |
| 1 | Будо –Кошелевский лесхоз | 20 |
| 2 | Василевичский лесхоз | 400 |
| 3 | Ветковский лесхоз | 150 |
| 4 | Гомельский лесхоз | 150 |
| 5 | Ельский лесхоз | 100 |
| 6 | Житковичский лесхоз | 30 |
| 7 | Жлобинский лесхоз | 250 |
| 8 | Калинковичский лесхоз | 100 |
| 9 | Комаринский лесхоз | 200 |
| 10 | Лельчицкий лесхоз | 100 |
| 11 | Лоевский лесхоз | 200 |
| 12 | Милошевичский лесхоз | 100 |
| 13 | Мозырский опытный лесхоз | 120 |
| 14 | Наровлянский спецлесхоз | 200 |
| 15 | Октябрьский лесхоз | 40 |

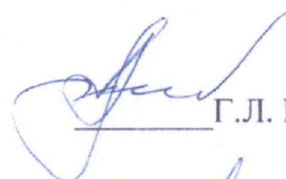
| | | |
|--------------------------|-----------------------------|--------------|
| 16 | Петриковский лесхоз | 170 |
| 17 | Речицкий опытный лесхоз | 400 |
| 18 | Рогачевский лесхоз | 140 |
| 19 | Светлогорский лесхоз | 150 |
| 20 | Чечерский спецлесхоз | 40 |
| Всего | | 3 060 |
| Брестское ГПЛХО | | |
| 21 | Барановичский лесхоз | 40 |
| 22 | Брестский лесхоз | 100 |
| 23 | Ганцевичский лесхоз | 40 |
| 24 | Дрогичинский лесхоз | 20 |
| 25 | Ивацевичский лесхоз | 50 |
| 26 | Кобринский опытный лесхоз | 20 |
| 27 | Лунинецкий лесхоз | 40 |
| 28 | Малоритский лесхоз | 20 |
| 29 | Пружанский лесхоз | 50 |
| 30 | Столинский лесхоз | 40 |
| Итого | | 420 |
| Минское ГПЛХО | | |
| 31 | Березинский лесхоз | 200 |
| 32 | Борисовский опытный лесхоз | 200 |
| 33 | Вилейский лесхоз | 200 |
| 34 | Воложинский опытный лесхоз | 80 |
| 35 | Клецкий лесхоз | 100 |
| 36 | Копыльский лесхоз | 100 |
| 37 | Крупский лесхоз | 200 |
| 38 | Логойский лесхоз | 400 |
| 39 | Любанский лесхоз | 300 |
| 40 | Минский лесхоз | 200 |
| 41 | Молодечненский лесхоз | 200 |
| 42 | Пуховичский лесхоз | 70 |
| 43 | Слуцкий лесхоз | 120 |
| 44 | Смолевичский лесхоз | 100 |
| 45 | Старобинский лесхоз | 100 |
| 46 | Стародорожский лесхоз | 150 |
| 47 | Столбцовский опытный лесхоз | 100 |
| 48 | Узденский лесхоз | 150 |
| 49 | Червенский лесхоз | 200 |
| Всего | | 3 170 |
| Гродненское ГПЛХО | | |
| 50 | Волковысский лесхоз | 400 |
| 51 | Гродненский лесхоз | 120 |
| 52 | Дятловский лесхоз | 300 |
| 53 | Ивьевский лесхоз | 300 |

| | | |
|--------------------------|-------------------------------|--------------|
| 54 | Лидский лесхоз | 300 |
| 55 | Новогрудский лесхоз | 240 |
| 56 | Островецкий лесхоз | 400 |
| 57 | Скидельский лесхоз | 150 |
| 58 | Слонимский лесхоз | 160 |
| 59 | Сморгонский опытный лесхоз | 250 |
| 60 | Щучинский лесхоз | 400 |
| Всего | | 3 020 |
| Витебское ГПЛХО | | |
| 61 | Бегомльский лесхоз | 200 |
| 62 | Бешенковичский лесхоз | 100 |
| 63 | Богушевский лесхоз | 300 |
| 64 | Витебский лесхоз | 150 |
| 65 | Верхнедвинский лесхоз | 200 |
| 66 | Городокский лесхоз | 100 |
| 67 | Глубокский опытный лесхоз | 100 |
| 68 | Дисненский лесхоз | 200 |
| 69 | Дретунский лесхоз | 160 |
| 70 | Лепельский лесхоз | 120 |
| 71 | Лиозненский лесхоз | 100 |
| 72 | Оршанский опытный лесхоз | 1000 |
| 73 | Полоцкий лесхоз | 150 |
| 74 | Поставский лесхоз | 100 |
| 75 | Россонский лесхоз | 100 |
| 76 | Суражский лесхоз | 140 |
| 77 | Толочинский лесхоз | 200 |
| 78 | Ушачский лесхоз | 300 |
| 79 | Шумилинский лесхоз | 100 |
| Всего | | 3 820 |
| Могилевское ГПЛХО | | |
| 80 | Белыничский лесхоз | 500 |
| 81 | Бобруйский лесхоз | 100 |
| 82 | Быховский лесхоз | 700 |
| 83 | Глусский лесхоз | 120 |
| 84 | Горецкий лесхоз | 500 |
| 85 | Климовичский лесхоз | 1000 |
| 86 | Кличевский лесхоз | 300 |
| 87 | Костюковичский опытный лесхоз | 200 |
| 88 | Краснопольский лесхоз | 200 |
| 89 | Могилевский лесхоз | 700 |
| 90 | Осиповичский опытный лесхоз | 400 |
| 91 | Чаусский лесхоз | 800 |
| 92 | Чериковский лесхоз | 700 |
| Всего | | 6 220 |

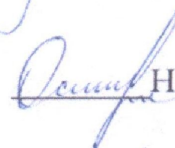
| Природоохранные учреждения | | |
|----------------------------|---|---------------|
| 1 | ГПУ Национальный парк «Браславские озера» | 100 |
| 2 | ГЛХУ «Красносельское» | 150 |
| Всего | | 250 |
| Всего реализовано | | 19 960 |

Всего в 2015 году Корневской ЭЛБ наработано 19960 л концентрированного композиционного полимерного состава «Корпансил», который был реализован в 92 лесхозах Министерства лесного хозяйства и 2 предприятиях Беларуси. Лесные культуры с использованием композиционного полимерного состава «Корпансил» созданы на площади 11 326 га. Расчетный экономический эффект от внедрения данного препарата составил 680 млн. рублей. Стоимость 1 л концентрированного композиционного полимерного состава «Корпансил» составляла 34 700 белорусских рублей (без учета НДС).

Главный лесничий
Корневской ЭЛБ ИЛ НАНБ


Г.Л. Бересневич

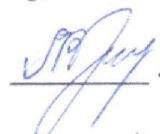
Главный бухгалтер
Корневской ЭЛБ ИЛ НАНБ


Н.А. Осипова

Начальник питомника
Корневской ЭЛБ ИЛ НАНБ


В.Н. Цалко

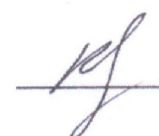
Ответственная за наработку
и реализацию препарата «Корпансил»


Л.В. Кривецкая

Инженер по опытным работам
Корневской ЭЛБ ИЛ НАНБ


И.А. Дадыченко


Заведующий сектором биорегуляции
выращивания лесопосадочного
материала ИЛ НАНБ


В.В. Копытков

Заведующий отделом информационного
обеспечения и инновационной
деятельности ИЛ НАНБ


А.Л. Навойчик


 УТВЕРЖДАЮ
 Директор ГНУ «Институт леса
 НАН Беларуси»
 А.И. Ковалевич
 « 31 » мая 2016 г.


 УТВЕРЖДАЮ
 Директор Корневской экспери-
 ментальной лесной базы ИЛ НАНБ
 В.С. Чурило
 « 30 » мая 2016 г.

АКТ

наработки композиционного полимерного состава «Корпансил»
 на Корневской экспериментальной лесной базе ИЛ НАНБ в 2016 г.
 и его реализации лесхозам Министерства лесного хозяйства РБ
 и другим предприятиям

Настоящим актом подтверждается, что в соответствии с планом внедрения и освое-
 ния научно-технической продукции в производство на 2016 год по Министерству лесного
 хозяйства РБ, а также утвержденным планам внедрения в ГПЛХО «Технологии выращи-
 вания, выращивания, хранения и транспортировки посадочного материала с использова-
 нием композиционных полимерных составов» и заказом МЛХ РБ на препарат «Корпан-
 сил» в 2016 году Корневской экспериментальной лесной базой Института леса НАН
 Беларуси наработан и реализован композиционный полимерный состав «Корпансил» для
 лесхозов Министерства лесного хозяйства и других организаций.

Сведения о реализации полимерного состава «Корпансил» ГЛХУ «Корневская экспери-
 ментальная лесная база ИЛ НАН Беларуси» на 2016 год

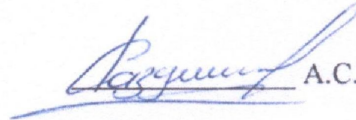
| Гомельское ГПЛХО | | |
|------------------|----------------------------------|--------------|
| 1 | ГЛХУ «Василевичский лесхоз» | 480 |
| 2 | ГЛХУ «Ветковский лесхоз» | 150 |
| 3 | ГЛХУ «Жлобинский лесхоз» | 400 |
| 4 | ГЛХУ «Калинковичский лесхоз» | 100 |
| 5 | ГЛХУ «Лельчицкий лесхоз» | 200 |
| 6 | ГЛХУ «Лоевский лесхоз» | 200 |
| 7 | ГЛХУ «Милошевичский лесхоз» | 100 |
| 8 | ГЛХУ «Мозырский опытный лесхоз» | 150 |
| 9 | ГЛХУ «Октябрьский лесхоз» | 60 |
| 10 | ГЛХУ «Петриковский лесхоз» | 215 |
| 11 | ГЛХУ «Речицкий опытный лесхоз» | 600 |
| 12 | ГЛХУ «Рогачевский лесхоз» | 140 |
| 13 | ГЛХУ «Светлогорский лесхоз» | 150 |
| Всего | | 2 945 |
| Брестское ГПЛХО | | |
| 1 | ГЛХУ «Барановичский лесхоз» | 40 |
| 2 | ГЛХУ «Ганцевичский лесхоз» | 20 |
| 3 | ГЛХУ «Дрогичинский лесхоз» | 20 |
| 4 | ГЛХУ «Ивацевичский лесхоз» | 40 |
| 5 | ГЛХУ «Кобринский опытный лесхоз» | 20 |

| | | |
|--------------------------|------------------------------------|--------------|
| 6 | ГЛХУ «Лунинецкий лесхоз» | 50 |
| 7 | ГЛХУ «Малоритский лесхоз» | 20 |
| 8 | ГЛХУ «Пинский лесхоз» | 40 |
| 9 | ГЛХУ «Полесский лесхоз» | 20 |
| 10 | ГЛХУ «Пружанский лесхоз» | 40 |
| 11 | ГЛХУ «Столинский лесхоз» | 40 |
| Итого | | 350 |
| Минское ГПЛХО | | |
| 1 | ГЛХУ «Березинский лесхоз» | 200 |
| 2 | ГЛХУ «Боровлянский лесхоз» | 40 |
| 3 | ГЛХУ «Борисовский опытный лесхоз» | 200 |
| 4 | ГЛХУ «Вилейский лесхоз» | 200 |
| 5 | ГЛХУ «Воложинский опытный лесхоз» | 100 |
| 6 | ГЛХУ «Клецкий лесхоз» | 100 |
| 7 | ГЛХУ «Копыльский лесхоз» | 100 |
| 8 | ГЛХУ «Крупский лесхоз» | 200 |
| 9 | ГЛХУ «Логойский лесхоз» | 200 |
| 10 | ГЛХУ «Любанский лесхоз» | 300 |
| 11 | ГЛХУ «Минский лесхоз» | 160 |
| 12 | ГЛХУ «Молодечненский лесхоз» | 200 |
| 13 | ГЛХУ «Пуховичский лесхоз» | 100 |
| 14 | ГЛХУ «Слуцкий лесхоз» | 160 |
| 15 | ГЛХУ «Смолевичский лесхоз» | 100 |
| 16 | ГЛХУ «Старобинский лесхоз» | 100 |
| 17 | ГЛХУ «Стародорожский лесхоз» | 140 |
| 18 | ГЛХУ «Столбцовский опытный лесхоз» | 100 |
| 19 | ГЛХУ «Узденский лесхоз» | 100 |
| 20 | ГЛХУ «Червенский лесхоз» | 200 |
| Всего | | 3 000 |
| Гродненское ГПЛХО | | |
| 1 | ГЛХУ «Волковысский лесхоз» | 350 |
| 2 | ГЛХУ «Гродненский лесхоз» | 120 |
| 3 | ГЛХУ «Дятловский лесхоз» | 180 |
| 4 | ГЛХУ «Ивьевский лесхоз» | 180 |
| 5 | ГЛХУ «Лидский лесхоз» | 200 |
| 6 | ГЛХУ «Новогрудский лесхоз» | 240 |
| 7 | ГЛХУ «Островецкий лесхоз» | 500 |
| 8 | ГЛХУ «Скидельский лесхоз» | 180 |
| 9 | ГЛХУ «Слонимский лесхоз» | 200 |
| 10 | ГЛХУ «Сморгонский опытный лесхоз» | 380 |
| 11 | ГЛХУ «Щучинский лесхоз» | 500 |
| Всего | | 3 030 |
| Витебское ГПЛХО | | |
| 1 | ГЛХУ «Бегомльский лесхоз» | 350 |
| 2 | ГЛХУ «Бешенковичский лесхоз» | 100 |
| 3 | ГЛХУ «Богушевский лесхоз» | 200 |
| 4 | ГЛХУ «Витебский лесхоз» | 150 |

| | | |
|-----------------------------------|---|---------------|
| 5 | ГЛХУ «Верхнедвинский лесхоз» | 200 |
| 6 | ГЛХУ «Городокский лесхоз» | 100 |
| 7 | ГЛХУ «Глубокский опытный лесхоз» | 100 |
| 8 | ГЛХУ «Дисненский лесхоз» | 90 |
| 9 | ГЛХУ «Дретунский лесхоз» | 140 |
| 10 | ГЛХУ «Лепельский лесхоз» | 200 |
| 11 | ГЛХУ «Лиозненский лесхоз» | 50 |
| 12 | ГЛХУ «Оршанский опытный лесхоз» | 1000 |
| 13 | ГЛХУ «Полоцкий лесхоз» | 150 |
| 14 | ГЛХУ «Поставский лесхоз» | 40 |
| 15 | ГЛХУ «Россонский лесхоз» | 150 |
| 16 | ГЛХУ «Суражский лесхоз» | 140 |
| 17 | ГЛХУ «Ушачский лесхоз» | 100 |
| 18 | ГЛХУ «Шумилинский лесхоз» | 80 |
| Всего | | 3 340 |
| Могилевское ГПХО | | |
| 1 | ГЛХУ «Бельничский лесхоз» | 500 |
| 2 | ГЛХУ «Бобруйский лесхоз» | 250 |
| 3 | ГЛХУ «Быховский лесхоз» | 500 |
| 4 | ГЛХУ «Глусский лесхоз» | 200 |
| 5 | ГЛХУ «Горецкий лесхоз» | 500 |
| 6 | ГЛХУ «Климовичский лесхоз» | 700 |
| 7 | ГЛХУ «Кличевский лесхоз» | 210 |
| 8 | ГЛХУ «Костюковичский опытный лесхоз» | 400 |
| 9 | ГЛХУ «Краснопольский лесхоз» | 300 |
| 10 | ГЛХУ «Могилевский лесхоз» | 700 |
| 11 | ГЛХУ «Осиповичский опытный лесхоз» | 300 |
| 12 | ГЛХУ «Чаусский лесхоз» | 400 |
| 13 | ГЛХУ «Чериковский лесхоз» | 550 |
| Всего | | 5 510 |
| Природоохранные учреждения | | |
| 1 | ГЛХУ «Двинская экспериментальная база» | 15 |
| 2 | ЭЛОХ «Лясковичи» | 300 |
| 3 | ГЛХУ «Национальный парк «Браславские озера» | 100 |
| 4 | ГПУ «Национальный парк «Беловежская пуца» | 430 |
| 5 | ГЛХУ «Красносельское» | 150 |
| 6 | Березинский биосферный заповедник | 50 |
| Всего | | 1 045 |
| Всего реализовано | | 19 220 |

Всего в 2016 году Корневской ЭЛБ наработано 19 220 л концентрированного композиционного полимерного состава «Корпансил», который был реализован в 86 лесхозах Министерства лесного хозяйства и шести предприятиях Беларуси. Лесные культуры с использованием композиционного полимерного состава «Корпансил» созданы на площади 10 821 га. Расчетный экономический эффект от внедрения данного препарата составил 648 млн. рублей. Стоимость 1 л концентрированного композиционного полимерного состава «Корпансил» составляла 40 000 белорусских рублей (без учета НДС).


Главный лесничий
Корневской ЭЛБ ИЛ НАНБ


А.С.Разумов

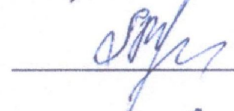
Главный бухгалтер
Корневской ЭЛБ ИЛ НАНБ


Н.А. Осипова

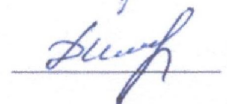
Начальник питомника
Корневской ЭЛБ ИЛ НАНБ


В.Н. Цалко


Ответственная за наработку
и реализацию препарата «Корпансил»


Л.В. Кривецкая


Инженер по опытным работам
Корневской ЭЛБ ИЛ НАНБ


И.А. Дадыченко

Заведующий сектором биорегуляции
выращивания лесопосадочного
материала ИЛ НАНБ


В.В. Копытков

Заведующий отделом информационного
обеспечения и инновационной
деятельности ИЛ НАНБ


А.Л. Навойчик

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

372

Приложение 20

УТВЕРЖДАЮ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«БРЯНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ
АКАДЕМИЯ»
(ФГБОУ ВПО «БГИТА»)**

241037, г. Брянск, пр. Станке Димитрова, 3
тел. (факс): (4832) 74-60-08

E-mail: mail@bgita.ru

27.01.2015 № 09-53

на № _____



Проректор по научной и
инновационной деятельности
ФГБОУ ВПО БГИТА,
д.т.н., профессор

В.В. Плотников

27 января 2015г.

АКТ № 7

об использовании и внедрении в учебный процесс лесохозяйственного факультета
научных разработок Института леса НАН Беларуси

Мы, нижеподписавшиеся, декан лесохозяйственного факультета, к.с.-х.н., доцент Нартов Д.И., заведующий кафедрой лесных культур и почвоведения, к.с.-х.н., доцент Шошин В.И., заведующий сектором биорегуляции выращивания лесопосадочного материала Института леса НАН Беларуси Копытков В.В. составили настоящий акт в том, что по результатам научных исследований «Разработать и внедрить ресурсосберегающую агротехнологию посева семян хвойных пород для выращивания стандартного посадочного материала», «Разработать и внедрить систему мер по повышению плодородия и оптимизации почвенно-экологических условий при выращивании стандартного посадочного материала в лесных питомниках», «Исследование и разработка агротехнологии выращивания лесного посадочного материала хвойных пород на основе применения дражированных семян», «Разработать и исследовать эффективные технологии создания лесных культур на загрязненных радионуклидами землях с использованием полимерных материалов» разработаны «Методические указания по способам и срокам посева семян в питомнике», «Рекомендации по выращиванию микоризных сеянцев хвойных пород на субстрате из органоминеральной смеси и целевых добавок». Технические условия ТУ ВУ 400070994.008 – 2010 «Состав «Агрополикор» для повышения почвенного плодородия питомников»; ТУ РБ 00969712.002-2000 «Состав «Корпансил» для защиты корневой системы растений».

Данные научные разработки используются в учебном процессе при подготовке студентов лесохозяйственного факультета Брянской государственной инженерно-технологической академии.

Декан лесохозяйственного факультета,
к.с.-х.н., доцент

Д.И. Нартов

Заведующий кафедрой лесных культур и почвоведения
к.с.-х.н., доцент

В.И. Шошин

Заведующий сектором биорегуляции выращивания
лесопосадочного материала Института леса НАН Беларуси,
к.с.-х.н., доцент

В.В. Копытков

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
Белорусского государственного
технологического университета, д. т. н.

О.Б. Дормешкин

30.12.2014

АКТ

внедрения в учебный процесс научно-технических
и методических документов

С целью повышения уровня подготовки студентов III и IV курсов лесохозяйственного факультета по дисциплине «Лесные культуры и защитное лесоразведение» при чтении лекций, проведении практических занятий и выполнении курсового проектирования внедрены следующие документы (руководитель разработки к. с.-х. н, доцент Копытков Владимир Васильевич):

– Современные технологии и агротехнические приемы по выращиванию, хранению и транспортировке посадочного материала с использованием композиционных полимерных составов (уч.-методич. пособие)/ Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь. – Мн., 2007.– 147 с.

– Методические указания по способам и срокам посева семян в питомнике. Внесены в реестр нормативных документов 30.05.2007 г. за № 000075.

– Медленнодействующие удобрения и композиционные полимерные составы в лесном хозяйстве (уч.-методич. пособие)/ Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь. – Мн., 2007.– 82 с.

– Новые технологии создания лесных культур на низкобальных сельскохозяйственных землях (уч.-методич. пособие)/ Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь. – Мн., 2007.– 99 с.

Декан лесохозяйственного факультета

О.В. Морозов

Зав. кафедрой лесных культур
и почвоведения

В.В. Носников

“Қазақстан Республикасы Қоршаған орта және су ресурстары министрлігінің “Семей орманы” мемлекеттік орман табиғи резерваты” республикалық мемлекеттік мекемесі



Примложение 22

Республиканское государственное учреждение “Государственный лесной природный резерват “Семей орманы” Министерства окружающей среды и водных ресурсов Республики Казахстан

071404, ШҚО, Семей қаласы
Красный Кordon кенті, Тұқтабаев көшесі, 19
тел. (87222) 777-146, факс 777-337

071404, ВКО, город Семей
пос. Красный Кordon, улица Туктабаева, 19
тел. (87222) 777-146, факс 777-337

2014 ж. 11.04 № 01-04/524

О внедрении научных разработок.

А К Т

о внедрении научных разработок Копыткова В. В. в Республике Казахстан в РГУ «ГЛПР «Семей орманы».

В период с 2012 года по апрель 2014 годы в ГЛПР «Семей орманы» проведено внедрение научных разработок Копыткова В. В по следующим направлениям:

1. По технологии получения и применения композиционного полимерного состава «Корпансил» с предпосадочной обработкой корневых систем сеянцев сосны обыкновенной композиционным полимерным составом «Корпансил» и созданием лесных культур на площади 65 га (шестьдесят пять).
2. По технологии получения дражированных семян сосны обыкновенной с последующим их посевом в постоянном лесном питомнике на площади 2 га (два).

Результаты внедрения:

1. При обработке корневых систем сеянцев сосны композиционным полимерным составом «Корпансил» приживаемость лесных культур по сравнению с контролем увеличилось на 11-23 %.
2. При посеве дражированных семян сосны обыкновенной норма их высева снижается до 20-30%., а выход стандартных сеянцев сосны достигает нормативных показателей.

Заместитель генерального директора
РГУ «ГЛПР «Семей орманы».



Д. Сагадиев

Консультант аналитик по исследованиям и мониторингу Прииртышского регионального представительства проекта «Сохранение лососов и увеличение лесистости территории республики»

М. Баймухаметов