

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ
НОВЫХ ВИДОВ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ
ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА
ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО
МАТЕРИАЛА**

Материалы научно-практического семинара

Гомель, 12 марта 2024 г.



МГТУ им. И.Д. Шапчука

ISBN 978-985-477-905-8



9 789854 779058

Национальная академия наук Беларуси
Государственное научное учреждение
«Институт леса Национальной академии наук Беларуси»

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

Общественное объединение «Белорусское общество лесоводов»

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ ВИДОВ
ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ
ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА
ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА

Материалы научно-практического семинара

Гомель, 12 марта 2024 г.

Мозырь
МГПУ им. И. П. Шамякина
2024

УДК 630*232.411.3
ББК 34.751
И57

Редакционная коллегия:

В. В. Копытков (отв. ред.), О. В. Кондратенко, В. В. Савченко

Рецензенты:

доктор биологических наук, профессор,
член-корреспондент НАН Беларуси, заведующий лабораторией роста
и развития растений Института экспериментальной ботаники
им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси

В. Н. Прохоров;

доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси,
заслуженный деятель науки Республики Беларусь

Ю. М. Плескачевский;

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий лабораторией
кормления и физиологии питания крупного рогатого скота
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству»

В. Ф. Радчиков

И57 **Иновационные** технологии получения новых видов органических
удобрений с использованием отходов лесохозяйственного производства
для выращивания посадочного материала : материалы науч.-практ.
семинара, Гомель, 12 марта 2024 г. / ГНУ «Институт леса НАН
Беларуси» ; редкол.: В. В. Копытков (отв. ред.), О. В. Кондратенко,
В. В. Савченко. – Мозырь : МГПУ им. И. П. Шамякина, 2024. – 95 с.
ISBN 978-985-477-905-8.

В сборнике представлены материалы, посвященные современным тенденциям,
которые определяют проблемы и перспективы использования отходов лесного
и сельского хозяйства, их утилизации и переработки при помощи биологических
объектов и микробиологических препаратов для получения органических удобрений.

Издание предназначено для специалистов лесопитомнического хозяйства и агропро-
мышленного комплекса, научных организаций, учреждений образования. Будет
полезно также студентам, магистрантам и аспирантам при подготовке научных
работ.

*Научно-практический семинар подготовлен при финансовой поддержке БРФФИ
в рамках международного проекта № Б23МН-001.*

УДК 630*232.411.3
ББК 34.751

ISBN 978-985-477-905-8

© ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», 2024
© УО МГПУ им. И. П. Шамякина, 2024

ПРОГРАММА

научно-практического семинара

«Инновационные технологии получения новых видов органических удобрений с использованием отходов лесохозяйственного производства для выращивания посадочного материала»

12 марта 2024 г.

г. Гомель

9³⁰–10⁰⁰ – Регистрация участников семинара:

Институт леса НАН Беларуси, г. Гомель, ул. Пролетарская, 71

– Знакомство с выставкой картин УО «Гомельский государственный педагогический колледж им. Л. С. Выготского» в музыкальном сопровождении.

– Выставка научных публикаций и патентов на изобретение по технологии получения и применения органических удобрений.

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

(актовый зал Института леса НАН Беларуси)

10⁰⁰ – Вступительное слово директора Института леса НАН Беларуси, к. с.-х. н., доцента **Ковалевича Александра Ивановича**

Доклады на пленарном заседании

10¹⁰–10⁴⁰ – **Копытков В. В.**, д. с.-х. н., профессор, заведующий сектором биорегуляции выращивания лесопосадочного материала Института леса НАН Беларуси: «Теоретические и практические аспекты инновационных технологий на основе отходов лесного хозяйства для получения новых видов органических удобрений без использования торфа».

10⁴⁰–11¹⁰ – **Носников В. В.**, к. с.-х. н., доцент кафедры лесных культур и почвоведения, **Юрения А. В.**, к. с.-х. н., доцент кафедры лесных культур и почвоведения УО «Белорусский государственный технологический университет»: «Современное состояние и перспективы использования технологии с закрытой корневой системой при лесовосстановлении в Беларуси».

11¹⁰–11³⁰ – **Авдашкова Л. П.**, к. ф.-м. н., доцент, заведующий кафедрой информационно-вычислительных систем УО «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации»: «Математическое планирование эксперимента при получении органоминеральных субстратов».

11⁴⁰–13³⁰ – Переезд в лесной питомник Корневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси и знакомство с технологией получения новых видов органических удобрений.

13³⁰–15⁰⁰ – Секционное заседание (лесной питомник Корневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси).

– **Разумов А. С.**, главный лесничий Кореневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси: «Информация о научно-производственной деятельности Кореневской ЭЛБ».

– **Мартыненко В. Н.**, начальник питомника Кореневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси: «Научно-производственный опыт использования отходов лесного хозяйства и грибного производства для получения органоминеральных удобрений».

– **Копытков В. В.**, заведующий сектором Института леса НАН Беларуси: «Перспективы и проблемы использования отходов лесного и сельского хозяйства для получения и применения органических удобрений».

– **Носников В. В.**, доцент кафедры лесных культур и почвоведения, доцент, к. с.-х. н.; **Юрениа А. В.**, доцент кафедры лесных культур и почвоведения, доцент к. с.-х. н.; **Севрук Т. Д.**, магистр УО «Белорусский государственный технологический университет»; **Юрениа Е. Г.**, старший преподаватель УО «Белорусский государственный технологический университет»: «Торф является невозобновляемым источником сырья для получения субстратов при выращивании лесопосадочного материала».

– **Савченко В. В.**, м. н. с. Института леса НАН Беларуси, **Ходосок Ю. А.**, преподаватель кафедры биологии и химии УО «Мозырский педагогический университет им. И. П. Шамякина»: «Изучение влияния органических удобрений и стимуляторов роста на изменение почвенного плодородия лесных питомников и рост сеянцев дуба черешчатого».

– **Максимова С. Л.**, зав. сектором вермитехнологий ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», **Копытков В. В.**, зав. сектором Института леса НАН Беларуси: «Утилизация и переработка органических отходов при помощи биообъектов».

14⁰⁰ – Выступление участников научно-практического семинара.

14²⁰–14⁴⁰ – Подведение итогов научно-практического семинара. Обсуждение и принятие резолюции научно-практического семинара.

14⁴⁵–15⁰⁰ – Кофе-брейк.

15¹⁰ – Отъезд участников семинара.

Оргкомитет научно-практического семинара

Председатель оргкомитета – **Ковалевич А. И.**, директор Института леса НАН Беларуси, председатель общественного объединения «Белорусское общество лесоводов».

Заместитель председателя оргкомитета – **Копытков В. В.**, заведующий сектором биорегуляции выращивания лесопосадочного материала Института леса НАН Беларуси, профессор МГПУ им. И. П. Шамякина.

Секретарь оргкомитета – **Кондратенко О. В.**, научный сотрудник Института леса НАН Беларуси.

Члены оргкомитета – **Савченко В. В.**, младший научный сотрудник Института леса НАН Беларуси; **Мартыненко В. Н.**, начальник питомника Кореневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси.

УЧАСТНИКИ

научно-практического семинара

«Инновационная технология получения новых видов органических удобрений с использованием отходов лесохозяйственного производства для выращивания посадочного материала»

№ п/п	Ф. И. О.	Должность, организация
1.	Ковалевич А. И.	Директор Института леса НАН Беларуси. Председатель Республиканского совета ОО «Белорусское общество лесоводов», к. с.-х. н., доцент
2.	Копытков В. В.	Заведующий сектором биорегуляции выращивания лесопосадочного материала Института леса НАН Беларуси, д. с.-х. н., профессор, профессор кафедры биологии и химии МГПУ им. И. П. Шамякина
3.	Юрениа А. В.	Доцент кафедры лесных культур и почвоведения, к. с.-х. н., УО «Белорусский государственный технологический университет»
4.	Авдашкова Л. П.	Заведующий кафедрой информационно-вычислительных систем, кандидат физико-математических наук, УО «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации»
5.	Кондратенко О. В.	Научный сотрудник, Институт леса НАН Беларуси
6.	Савченко В. В.	Младший научный сотрудник, Институт леса НАН Беларуси
7.	Сидор А. И.	Заведующий лабораторией, Институт леса НАН Беларуси
8.	Разумова О. А.	Ведущий научный сотрудник, Институт леса НАН Беларуси
9.	Острикова М. Я.	Ведущий научный сотрудник, Институт леса НАН Беларуси
10.	Ивановская С. И.	Ведущий научный сотрудник, Институт леса НАН Беларуси
11.	Волкова Н. В.	Младший научный сотрудник, Институт леса НАН Беларуси
12.	Родионов С. Ф.	Научный сотрудник, Институт леса НАН Беларуси
13.	Разумов А. С.	Главный лесничий, Корневская ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси
14.	Мартыненко В. В.	Начальник питомника, Корневская ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси
15.	Говенько А. В.	Главный инженер, Корневская ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси
16.	Казимилова И. Р.	Директор государственного педагогического колледжа им. Л. С. Выготского

17.	Филипенко В. В.	Зам. директора по воспитательной работе, государственный педагогический колледж им. Л. С. Выготского
18.	Пограновская Е. И.	Зам. директора, государственный педагогический колледж им. Л. С. Выготского
19.	Третьякова Д. С.	Учащаяся, государственный педагогический колледж им. Л. С. Выготского
20.	Дробышевская Е. Д.	Учащаяся, государственный педагогический колледж им. Л. С. Выготского
21.	Пихутина Е. С.	Преподаватель, государственный педагогический колледж им. Л. С. Выготского
22.	Козько Р. В.	Директор ИООО «Валбрента кемикалс»
23.	Стельмах В. С.	Инженер-технолог, ООО «Валбрента кемикалс»
24.	Механикова М. Ю.	Инженер по л/в, Буда-Кошелевский опытный лесхоз
25.	Докучаев С. В.	Начальник питомника, Буда-Кошелевский опытный лесхоз
26.	Корань Н. А.	Инженер по л/в, Василевичский лесхоз
27.	Рассафонов В. Е.	Лесничий, Светиловичское лесничество Ветковского спецлесхоза
28.	Палитова Е. С.	Инженер, Гомельский опытный лесхоз
29.	Семечко О. С.	Инженер по л/в, Гомельский опытный лесхоз
30.	Пишкун Н. А.	Начальник питомника, Гомельский опытный лесхоз
31.	Копылович М. А.	Инженер по л/в, Ельский лесхоз
32.	Левкович Е. И.	Инженер по л/в, Житковичский лесхоз
33.	Сачек Р. Дж.	Инженер по л/в, Жлобинский лесхоз
34.	Иваненко В. В.	Начальник питомника, Жлобинский лесхоз
35.	Полещук Е. А.	Инженер по л/в, Калинковичский лесхоз
36.	Железко Н. В.	Начальник питомника, Калинковичский лесхоз
37.	Харкевич Л. В.	Инженер по л/в, Лельчицкий лесхоз
38.	Анисовец М. А.	Инженер по л/в, Лоевский лесхоз
39.	Меличенко А. В.	Инженер по л/в, Милошевичский лесхоз
40.	Берусь Н. Ф.	Начальник питомника, Милошевичский лесхоз
41.	Рубан Н. В.	Инженер по л/в, Мозырский опытный лесхоз
42.	Годлевская Н. А.	Инженер по л/в, Мозырский опытный лесхоз
43.	Коваленко О. В.	Инженер по л/в, Наровлянский спецлесхоз
44.	Юхник Т. Н.	Инженер по л/в, Октябрьский лесхоз
45.	Шелушкова О. В.	Инженер по л/в, Рогачевский лесхоз
46.	Мещенок С. Н.	Инженер по л/в, Речицкий лесхоз
47.	Беляева Е. С.	Начальник питомника, Речицкий опытный лесхоз
48.	Алымов В. И.	Начальник питомника, Светлогорский лесхоз
49.	Бурак А. С.	Инженер по л/в, Хойникский лесхоз
50.	Чех С. М.	Начальник питомника, Хойникский лесхоз

51.	Тепляков А. П.	Инженер по л/в, Чечерский спецлесхоз
52.	Поляков С. Л.	Заместитель начальника отдела лесного хозяйства и лесовосстановления, Могилевское ГПЛХО
53.	Ходос В. Н.	Главный лесничий, Бельничский лесхоз
54.	Никонович Л. В.	Начальник питомника, Бельничский лесхоз
55.	Станько В. В.	И. о. главного лесничего, Бобруйский лесхоз
56.	Бабицкая М. В.	Инженер по лесовосстановлению и мелиорации, Бобруйский лесхоз
57.	Кудрова Г. М.	Главный лесничий, Быховский лесхоз
58.	Романова А. Р.	Начальник питомника, Быховский лесхоз
59.	Пастушонок Д. И.	Главный лесничий, Глусский лесхоз
60.	Руссу А. А.	Начальник питомника, Глусский лесхоз
61.	Зуенок А. А.	Главный лесничий, Горецкий лесхоз
62.	Рубаник А. В.	Инженер по лесовосстановлению и мелиорации, Горецкий лесхоз
63.	Пастушенко М. С.	Главный лесничий, Климовичский лесхоз
64.	Дяков И. Н.	Начальник питомника, Климовичский лесхоз
65.	Маковецкий П. И.	Главный лесничий, Кличевский лесхоз
66.	Багун А. А.	Начальник питомника, Кличевский лесхоз
67.	Миренкова Е. В.	Инженер по л/в, Костюковичский лесхоз
68.	Колтунов А. П.	Начальник питомника, Костюковичский лесхоз
69.	Балабченко Е. А.	Главный лесничий, Краснопольский лесхоз
70.	Глушаков В. В.	Инженер по л/в, Краснопольский лесхоз
71.	Гарусова Ю. Н.	Инженер по л/в, Могилёвский лесхоз
72.	Мацур О. И.	Начальник Комплекса по выращиванию ПМ ЗКС, Могилёвский лесхоз
73.	Мельникова М. С.	Мастер участка, Могилёвский лесхоз
74.	Бандюк В. В.	Главный лесничий, Осиповичский опытный лесхоз
75.	Беразинский В. В.	Начальник питомника, Осиповичский опытный лесхоз
76.	Бобылев В. В.	Главный лесничий, Чаусский лесхоз
77.	Галымова Н. Н.	Начальник питомника, Чаусский лесхоз
78.	Дудников А. А.	Главный лесничий, Чериковский лесхоз
79.	Хлыченкова И. О.	Лесовод, Кореневская ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси»
80.	Кривецкая Л. В.	Старший лесовод, Кореневская ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси
81.	Шавернова Т. А.	Лесовод, Кореневская ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси
82.	Лятина А. В.	Лесовод, Кореневская ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси
83.	Друк Т. Н.	Лесовод, Кореневская ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси
84.	Матвеев И. П.	Инженер-конструктор, ОАО «Сипр»
85.	Андреев С. Н.	Инженер-конструктор, ОАО «Сипр»

ИНФОРМАЦИЯ О ПРОВОДИМЫХ МЕРОПРИЯТИЯХ В ПЕРИОД РЕГИСТРАЦИИ УЧАСТНИКОВ СЕМИНАРА

В рамках научно-практического семинара «Инновационная технология получения новых видов органических удобрений с использованием отходов лесохозяйственного производства для выращивания посадочного материала» в холле Института леса НАН Беларуси организована выставка 20 (двадцати) картин УО «Гомельский государственный педагогический колледж им. Л. С. Выготского». Заместитель директора по учебно-воспитательной работе Е. И. Пограновская и преподаватель Е. С. Пихутина данного учебного заведения подробно рассказали об этих картинах и их авторах и провели экскурсию по выставке.

В период регистрации участникам представлена выставка научных работ, патентов на изобретения и учебно-методические рекомендации по вопросам технологии получения и применения органических удобрений для выращивания лесного посадочного материала хвойных и лиственных пород (всего 51 научная работа, в том числе 5 патентов, 2 технических условия, 6 статей в высокорейтинговых изданиях, 7 монографий и справочников и 18 материалов международных научно-практических конференций).

Выставка творческих работ экологической направленности учащихся УО «Гомельский государственный педагогический колледж им. Л. С. Выготского» представляла собой примеры образцов изобразительного и декоративно-прикладного творчества. Учащимися были разработаны и созданы авторские произведения, раскрывающие красоту и многообразие природы разных регионов Гомельщины. Приобщение будущих педагогов к созерцанию красоты вокруг себя и создание собственных произведений искусства способствует воспитанию экологической культуры и формированию ключевых компетенций в области устойчивого развития. Презентация выставки была направлена на ознакомление участников семинара с творческим потенциалом учебного заведения. Художественное творчество и музыкальное сопровождение в исполнении Доминики Третьяковой, учащейся второго курса специальности «Начальное образование» УО «Гомельский государственный педагогический колледж им. Л. С. Выготского» позволили познать присутствующих с красотой природы Гомельской области. Классические произведения и мировые хиты, исполненные на флейте, позволили придать выставке творческих работ учащихся особенный смысл и звучание. Создание эмоционального отклика у участников семинара является неотъемлемой частью эстетического воздействия на культурную сферу человека.

Директор колледжа И. Р. Казимилова и заместитель директора по воспитательной работе В. В. Филипенко информировали по теме «Воспитание экологической культуры личности будущего педагога в процессе профессиональной подготовки специалиста для системы образования». Данная информация расположена в разделе «Секционные доклады».

Директор Гомельской фирмы ИООО «Валбрента кемикалс» Р. В. Козько и инженер-технолог В. С. Стельмах представили участникам семинара два микробиологических препарата «Экобактер» и «Экобактер-Терра».

Всем участникам мероприятия были розданы материалы по тематике семинара:

– Инструкция по применению микробиологического препарата «Экобактер»;

– Инструкция по применению микробиологического препарата «Экобактер-Терра»;

– Материалы докладов на пленарном заседании (В. В. Копыткова, А. В. Юрени, Л. П. Авдашковой);

– Проект резолюции научно-практического семинара.

Заведующий сектором биорегуляции выращивания лесопосадочного материала В. В. Копытков выражает благодарность и глубокую признательность научному сотруднику О. В. Кондратенко и младшему научному сотруднику сектора В. В. Савченко за активное участие в подготовке и проведении научно-практического семинара, плодотворное сотрудничество и большой вклад в проведении комплексных полевых и лабораторных исследований по отработке технологии получения новых видов органических удобрений с использованием отходов лесного хозяйства без применения торфа. Коллектив сектора в количестве трех человек подготовил научно-практический семинар в короткий срок на высшем профессиональном уровне. Это позволило передать инновационную технологию получения органических удобрений специалистам лесхозов Гомельского и Могилевского ГПЛХО для выращивания стандартного посадочного материала. Благодарю за приложенные усилия, ответственность, добросовестность и трудолюбие.

**Вступительное слово
директора Института леса НАН Беларуси,
Председателя Республиканского совета
ОО «Белорусское общество лесоводов»
Александра Ивановича Ковалевича**



Уважаемые участники семинара!

Мы пригласили на научно-практический семинар «Инновационные технологии получения новых видов органических удобрений с использованием отходов лесохозяйственного производства для выращивания посадочного материала» в Институт леса НАН Беларуси специалистов лесного хозяйства двух ГПЛХО: Могилевского и Гомельского. Всего в зале присутствует 85 человек. Это заместитель начальника отдела лесного хозяйства и лесовосстановления, главные лесничие лесхозов, инженеры по лесовосстановлению и мелиорации и начальники питомников, мастера леса и лесоводы.

Данный семинар планируется провести в два этапа. Первый этап – пленарное заседание в актовом зале Института леса НАН Беларуси НАН Беларуси. Здесь мы заслушаем три доклада.

Затем переедем в наш постоянный лесной питомник Корневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси, где проведем вторую часть нашего семинара. Там заслушаем секционные выступления главного лесничего Корневской ЭЛБ, начальника питомника и других участников.

Данный семинар проводится по личной инициативе заведующего сектором Владимира Васильевича Копыткова.

Структура Института леса НАН Беларуси включает 1 научно-исследовательский отдел генетики, селекции и биотехнологии, 5 научно-исследовательских лабораторий и 2 сектора. Научными исследованиями занято около 70 сотрудников. В институте действует аспирантура и совет по защите кандидатских диссертаций.

Основными направлениями научной деятельности института являются исследования генетических, физиологических и биохимических механизмов формирования продуктивности и устойчивости лесов; совершенствование научных основ воспроизводства, рационального использования и охраны лесных ресурсов; разработка технологий устойчивого управления лесами и лесопользования; разработка технологий воспроизводства лесов на генетико-селекционной основе, повышение их продуктивности, экологической устойчивости и сохранение биоразнообразия; разработка технологий, методов и средств охраны лесов от пожаров и защиты от вредных организмов; разработка методов и технологий реабилитации антропогенно нарушенных лесных земель; разработка методов и технологий охраны, рационального использования и воспроизводства недревесной продукции леса; применение биотехнологии для промышленности, сельского и лесного хозяйства, медицины и охраны окружающей среды.

В настоящее время в институте выполняется 1 задание в рамках подпрограммы «Лесохомия-2» ГПНИ «Химические процессы, реагенты и технологии, биорегуляторы и биооргхимия»; 5 заданий по подпрограмме «Биоразнообразие, биоресурсы, экология» ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда»; 6 мероприятий в рамках ГП «Научно-инновационная деятельность Национальной академии наук Беларуси» на 2021–2025 годы (Институт леса является головной организацией-исполнителем подпрограммы «Инфраструктура и технологии для обеспечения адаптации лесных экосистем к неблагоприятным факторам»); научное учреждение выполняет задания в рамках 4 госпрограмм, 1 ГНТП, 3 ОНТП, 4 проектов в рамках конкурсов БРФФИ.

Научно-исследовательским отделом генетики, селекции и биотехнологии в ходе реализации мероприятия ГП «Инфраструктура и технологии для обеспечения адаптации лесных экосистем к неблагоприятным условиям» создать «Биотехнологический центр в Институте леса НАН Беларуси для получения микроклональных культур видов и хозяйственно ценных форм лесных растений и разработки технологий их промышленного клонирования». Получены 72 первичные культуры деревьев берёзы повислой, из которых в дальнейшем инициированы 14 стабилизированных *in vitro* клонов, которые включены в коллекцию асептических культур Института леса. Выполнена оптимизация методики микрочеренкования, адаптации и дорастивания микрорастений в условиях масштабирования производства, на основании которой подготовлена оптимизированная методика микрочеренкования, адаптации и дорастивания микрорастений. Произведена опытная партия микроклональных саженцев осины в количестве 25,5 тыс шт., с использованием которых заложен опытно-производственный объект в лесном фонде Кореневской ЭЛБ Института леса. Стабилизированные *in vitro* культуры будут использованы для отработки технологии промышленного производства клонированного посадочного материала. Микроклональные

саженцы осины используются в лесохозяйственной практике при создании плантационных лесных культур быстрорастущих древесных пород.

При выполнении исследований по мероприятию разработана и внедрена унифицированная молекулярно-генетическая технология идентификации фитопатогенных микроорганизмов лесных древесных растений Беларуси, проведен молекулярно-фитопатологический анализ свыше 9,6 тыс образцов 7 видов лесных древесных пород (сосны обыкновенной, ели европейской, дуба черешчатого, березы повислой, ольхи черной, ясеня обыкновенного, осины). Создана «Референсная коллекция ДНК фитопатогенов лесных древесных растений» (145 депозитов), «Банк данных мультилокусных генотипов фитопатогенов лесных древесных растений» (45 шт.), «Набор диагностических маркеров фитопатогенов лесных древесных растений» (52 ДНК-маркера). Полученная научная продукция использована при проведении свыше 140 молекулярно-фитопатологических экспертиз для 47 лесхозов Беларуси и других юридических лиц, ведущих лесное хозяйство. Кроме этого, результаты исследований будут использованы для разработки унифицированной молекулярно-генетической технологии идентификации фитопатогенных микроорганизмов лесных древесных растений.

В рамках этой подпрограммы оптимизированы способы получения чистых культур микоризообразующих грибов с корневых систем посадочного материала хвойных пород (сосна, ель) и плодовых тел. Подобраны питательные среды, обеспечивающие высокую ростовую активность мицелия и жизнеспособность в ходе длительного сохранения. Проведено размножение и отбор наиболее перспективных штаммов (10 шт.) на основании комплексного морфологического и генетического анализа. Полученные результаты будут использованы при геномной селекции высокоактивных штаммов грибов-микоризообразователей хвойных растений и наработки инокулята на искусственных субстратах.

Лабораторией проблем восстановления, защиты и охраны лесов в рамках ГНТП «Зеленые технологии ресурсосбережения и экобезопасности» подпрограммы «Повышение продуктивности и экологической устойчивости лесов Беларуси» выполнен анализ динамики создания в 2016–2022 гг. в лесхозах Гомельского и Могилевского ГПЛХО лесных культур с использованием посадочного материала с закрытой корневой системой в разрезе типов условий местопроизрастания и схем смешения древесных пород. Установлены биотические, абиотические и антропогенные факторы, влияющие на приживаемость и рост лесных культур, созданных с использованием посадочного материала с закрытой корневой системой: нарушение агротехники при создании лесных культур и уходах за ними, повреждения энтомовредителями и дикими копытными животными, неблагоприятные погодные условия (выжимание, вымокание, усыхание лесных растений). Разработаны «Рекомендации по созданию лесных культур с использованием посадочного материала с закрытой корневой системой», реализация которых

в государственных лесохозяйственных учреждениях при проведении лесовосстановления и лесоразведения с учетом перспективных направлений механизации лесокультурных работ позволит обеспечить повышение приживаемости и интенсивности роста лесных культур в лесорастительных и экологических условиях Беларуси.

При выполнении ГП «Инфраструктура и технологии для обеспечения адаптации лесных экосистем к неблагоприятным условиям» по заданию «Создать новый отечественный биологический препарат для профилактики и снижения численности вершинного, шестизубчатого короедов, короэда-типографа в хвойных насаждениях на основе нового высоковирулентного штамма энтомопатогенного гриба *Beauveria bassiana* и разработать методы его применения» отобран штамм, проявивший высокую продуктивность, жизнеспособность спор и наибольшую биологическую активность по отношению к стволовым вредителям, разработан лабораторный регламент на производство биологического препарата «ИПСБОВЕР» на основе данного штамма. Нарботаны опытные образцы препарата. В лабораторных условиях установлена 100 % смертность короэда-типографа, шестизубчатого и вершинного короедов на 10-е сутки опыта при опыливанием и опрыскиванием рабочим раствором. Получено заключение по токсиколого-гигиенической оценке препарата. Разработаны методы применения биопрепарата для профилактики и снижения численности энтомовредителей в формирующихся очагах в хвойных насаждениях, разработаны технические условия на производство биологического препарата, которые зарегистрированы в БелГИСС.

Применение биологического препарата в практике лесозащиты в лесном фонде государственных лесохозяйственных учреждений Минлесхоза и других юридических лиц, ведущих лесное хозяйство, обеспечит снижение численности вершинного, шестизубчатого короедов, короэда типографа в хвойных насаждениях на 60–75 %, уменьшение негативного воздействия данных ксилофагов на хвойные насаждения, повышение эффективности санитарно-оздоровительных мероприятий в формирующихся очагах вершинного, шестизубчатого короедов, короэда типографа в хвойных насаждениях.

В Институте леса НАН Беларуси прорабатываются и другие направления научных исследований. С этими направлениями научных исследований вы ознакомитесь в процессе нашего семинара.

Для доклада на пленарном заседании слово предоставляется доктору сельскохозяйственных наук РФ и РБ, профессору Владимиру Васильевичу Копыткову.

ДОКЛАДЫ НА ПЛЕНАРНОМ ЗАСЕДАНИИ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ ВИДОВ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОРФА



*Копытков Владимир Васильевич,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
Изобретатель СССР, заведующий сектором
биорегуляции выращивания лесопосадочного
материала Института леса НАН Беларуси,
профессор кафедры биологии и химии
УО «Мозырский педагогический университет
им. И. П. Шамякина»*

Уважаемый председатель научно-практического семинара, специалисты лесного хозяйства, коллеги и присутствующие!

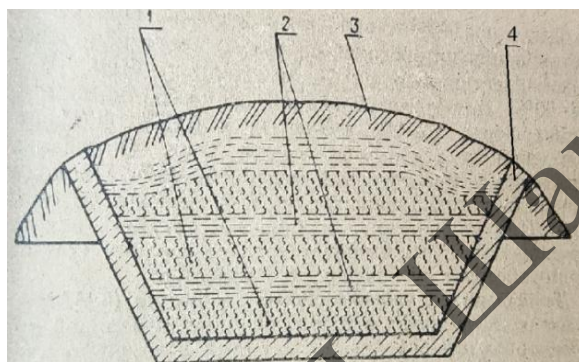
В настоящее время ежегодная потребность МЛХ РБ в органоминеральных удобрениях для выращивания лесного посадочного материала составляет 35–40 тыс тонн. Фактически мы имеем 12–15 тыс тонн органических удобрений. Чтобы компенсировать недостаток в органических удобрениях, имеется реальная возможность их получать самим в наших постоянных лесных питомниках. В Беларуси имеется большое количество отходов деревообработки в виде древесных опилок и хвойной коры, которые целесообразно использовать для получения органоминерального субстрата при выращивании лесного посадочного материала. Ежегодное количество отходов в виде хвойных опилок составляет 800 тыс м³, а древесной коры в 12 раз больше. По данным СООО «Бонше», в Брестском районе ежегодно образуются отходы грибного производства в количестве 16,8 тыс тонн, а при выращивании вешенки обыкновенной и шиитаке в производственных условиях Корневской экспериментальной лесной базы ИЛ НАН Беларуси ежегодно образуется более 60 тонн.

Разработана технология получения субстратов без торфа для выращивания сеянцев хвойных пород с закрытой корневой системой. Исследования выполнены в рамках международного проекта БРФФИ и Академии наук Монголии по договору № Б23МН-001, а также по хоздоговорной теме с Мозырским опытным лесхозом «Разработка технологии получения компостов на основе использования сырья растительного и животного происхождения с предложениями по их использованию при выращивании сеянцев лесных пород».

Опытно-производственные объекты на Корневской ЭЛБ в последние годы по получению субстратов буртовым способом с использованием отходов лесного хозяйства создавались в соответствии с Приказом директора Института леса НАН Беларуси.

В настоящее время во всем мире существуют два способа получения органических удобрений: траншейный и буртовой. Траншейный способ получения органических удобрений подробно описан в «Наставлении по выращиванию посадочного материала деревьев и кустарников в лесных питомниках Белоруссии», 1986 г., а в последнем «Наставлении по выращиванию посадочного материала древесных и кустарниковых видов в лесных питомниках Республики Беларусь», 2015 г. технологиям получения органических удобрений не уделено внимание.

Траншейный способ получения органических удобрений требует значительных финансовых и материальных затрат, так как необходимо подготовить траншею, уложить железобетонные плиты и т. д. (рисунок 1).



1 – торф, коровье или древесные отходы; 2 – навоз;
3 – земляной слой; 4 – железобетонные плиты

Рисунок 1 – Технология получения органических удобрений траншейным способом

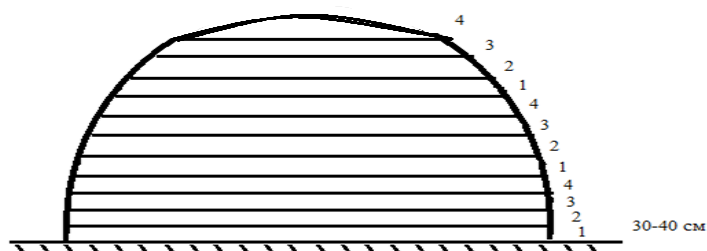
Вторым способом получения органических удобрений является буртовой. Это наиболее перспективный способ, и поэтому он широко используется в таких странах, как Польша, все Прибалтийские страны, Америка, Англия, Китай и др.

Нами заложены опытно-производственные объекты с использованием отходов лесохозяйственного производства без торфа в двух постоянных лесных питомниках: Корневской ЭЛБ и Осиповичском опытном лесхозе Могилевского ГПЛХО. Технология закладки опытно-производственного объекта представлена на рисунке 2.

На базе Корневской ЭЛБ для получения органических удобрений использовали послойное внесение ингредиентов толщиной 30–40 см: ржаная солома, древесные опилки, куриный помет, почва и микробиологический препарат «Экобактер» (МБП) в соотношении 1:1:0,5:0,5 + 10%-ный водный раствор МБП.

По аналогичной технологии заложен опытно-производственный объект в постоянном лесном питомнике Осиповичского опытного лесхоза. Использовались следующие ингредиенты: древесные опилки, хвойная кора, подстилочный навоз, зеленая масса трав в соотношении: 1:1:0,5:0,5 + МБП.

Способ послойной укладки компостируемых материалов представлен на рисунке 2. Высота каждого слоя составляла 30–40 см.



1 – ржаная солома; 2 – древесные опилки; 3 – куриный помет; 4 – почва
Рисунок 2 – Технология получения органических удобрений буртовым способом в соотношении: 1:1:0,5:0,5 + МБП «Экобактер»

Нами проведены исследования по влиянию различных ингредиентов и целевой добавки на динамику степени готовности органических удобрений в условиях Корневской ЭЛБ ИЛ НАНБ и Осиповичского опытного лесхоза (таблица 1).

Таблица 1 – Динамика степени готовности органоминеральных субстратов в зависимости от используемых ингредиентов и целевых добавок в условиях Корневской ЭЛБ ИЛ НАНБ и Осиповичского опытного лесхоза

№ варианта	Состав и соотношение ингредиентов	Показатель соотношения С:N, месяц		
		1	2	3
Корневская ЭЛБ				
1	Древесные опилки сосны обыкновенной + почва + отходы животного происхождения + ржаная солома (1:0,5:0,5:0,3), ЦД-1	58,1	52,2	29,4
2	Древесные опилки сосны обыкновенной + почва + отходы животного происхождения + ржаная солома (1:0,5:0,5:0,3), ЦД-2	56,4	50,3	19,6
3	Ржаная солома + древесные опилки + отходы животного происхождения + почва (1:1:0,5:0,5), ЦД-1	57,6	51,8	27,2
4	Ржаная солома + древесные опилки + отходы животного происхождения + почва (1:1:0,5:0,5), ЦД-2	58,2	49,6	17,9
Осиповичский опытный лесхоз				
5	Древесные опилки + хвойная кора + подстилочный навоз + зеленая масса трав (1:1:0,5:0,5), ЦД-1	65,3	45,4	24,7
6	Древесные опилки сосны обыкновенной + кора сосны обыкновенной + зеленая масса трав + подстилочный навоз (1:1:0,5:0,5), ЦД-2	61,4	40,5	20,1

Примечание – ЦД-1 – микробиологический препарат с концентрацией 7,5 %; ЦД-2 – микробиологический препарат с концентрацией 10,0 %.

Анализ данной таблицы показывает, что использование 10 %-ного водного раствора микробиологического препарата «Экобактер» способствует получению готового субстрата в течение 3-х месяцев. Это обстоятельство позволяет говорить об эффективности использования микробиологического препарата.

Проведенные исследования по влиянию новых видов органических удобрений на рост и развитие сеянцев лесных пород показал, что биометрические показатели (высота надземной части и выход стандартных сеянцев) сеянцев сосны обыкновенной и дуба черешчатого превосходят контрольный вариант опыта на 12–25 %. Высота надземной части сеянцев увеличивается на 18–25 %, а выход стандартных сеянцев на 12–20 %.

Использование новых видов органических удобрений оказывает влияние не только на биометрические показатели сеянцев, но и на морфологические. Многими учеными Беларуси и России уставлено, что наибольший текущий прирост в высоту имели лесные культуры с наиболее сложной каралловидной формой микоризы. Наши исследования в Буда-Кошелевском и Осиповичском опытных лесхозах, а также в Щучинском лесхозе и Ветковском спецлесхозе подтвердили данное предположение.

В таблице 2 даны показатели встречаемости различных форм микоризы на корневых системах сеянцев сосны обыкновенной

Таблица 2 – Показатели встречаемости различных форм микориз на корневых системах сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой

Варианты опыта	Формы микориз на корнях сеянцев, %		
	булавовидная	вильчатая	коралловидная
1. Контроль (ОМС-1)	68,2 ± 2,60	6,5 ± 0,24	25,3 ± 0,18
2. Предпосевная подготовка семян МБП «Экобактер-Терра»	59,4 ± 2,24	10,4 ± 0,18	30,2 ± 0,21
3. Использование ОМС-2	54,3 ± 2,31	12,3 ± 0,20	33,4 ± 0,23
4. Внесение ОМС-1 + предпосевная подготовка семян МБП «Экобактер-Терра»	40,6 ± 1,02	19,9 ± 0,32	40,4 ± 0,16
5. Внесение ОМС-2 + предпосевная подготовка семян МБП «Экобактер-Терра»	37,6 ± 0,20	20,3 ± 0,41	42,1 ± 0,14

Примечание – Контроль (ОМС-1) – органоминеральный субстрат РЛССЦ; (ОМС-2) – субстрат, полученный с использованием отходов лесного хозяйства.

Анализ данной таблицы показывает, что наиболее эффективным агротехническим приемом является использование нового органического удобрения на основе отходов лесохозяйственного производства с использованием микробиологического препарата «Экобактер» и предпосевной обработки

семян микробиологическим препаратом «Экобактер-терра». В результате исследований установлено, что предлагаемая агротехника позволяет на 25–45 % увеличить количество сложных форм микоризы (вильчатой и коралло-видной).

В Беларуси имеется самое крупное предприятие по выпуску различных органоминеральных субстратов с использованием торфа – Докшицкое торфопредприятие (рисунок 3).



Рисунок 3 – Докшицкое торфопредприятие по выпуску органоминеральных удобрений

На данном торфопредприятии изготавливают 297 видов различных субстратов для лесного и сельского хозяйства. Стоимость 1 тонны готового субстрата составляет 1000–3500 бел. руб.

Разработанный Институтом леса НАН Беларуси органоминеральный субстрат стоит в пределах 50–350 бел. руб.

На основании проведенных исследований и анализе литературных данных нами установлены оптимальные параметры буртового компостника: ширина 3,5–6,0 м, длина 4,0–80,0 и высота 1,0–2,5 м.

Для облегчения работы по установлению количества органического удобрения начальнику питомника дана таблица 1 с учетом биометрических параметром размера компостника.

Таблица 1 – Оптимальные параметры компостника для установления количества полученного готового органического удобрения

Показатели	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 органического удобрения, т	20	30	75	100	200	300	400	600

В настоящее время для получения новых видов органических удобрений имеется большой выбор ингредиентов и целевых добавок (таблица 2).

Таблица 2 – Выбор ингредиентов и целевых добавок для получения новых органических удобрений

Используемые ингредиенты для получения компостов	Целевые добавки, сокращающие время готовности компостов	Готовый продукт
<ul style="list-style-type: none"> – Опилки сосны обыкновенной и ели европейской; – Кора сосны обыкновенной и ели европейской; – Отходы грибного производства; – Навоз; – Отходы жизнедеятельности птиц; – Ржаная солома; – Растительные отходы; – Зеленая масса трав, сорняки; – Известь; – Минеральные удобрения; – Яблочные отжимы. 	<ul style="list-style-type: none"> – Микробиологический препарат «Экобактер»; – Отходы жизнедеятельности птиц; – Азотные удобрения. 	<p>Органическое удобрение с заданными агрохимическими показателями.</p> <p>Определяется однородностью всей массы и степенью их готовности ($N/C \leq 25$).</p>

Использование математических методов планирования эксперимента позволяет не только в значительном объёме сократить число экспериментов для многокомпонентных систем, но и иметь возможность прогнозировать получение оптимальных агрохимических показателей органических удобрений для любой концентрации ингредиентов и целевых добавок.

В Мозырском опытном лесхозе нами были отобраны опытные образцы отходов коры сосны обыкновенной. В зависимости от длины коры сосны обыкновенной мы распределили образцы на 4 группы. В 1-ую группу входили отходы коры длиной от 1,0 до 3,0 см, во 2-ую – от 3,1 до 5,0 см, в 3-ью – от 5,1 до 10,0 см и в 4-ую – от 10,1–20,0 см (рисунок 3).



Рисунок 3 – Опытные образцы коры сосны обыкновенной различных фракций

В таблице 3 показано соотношение массы отходов коры в зависимости от биометрических показателей.

Таблица 3 – Соотношение массы по биометрическим показателям коры сосны обыкновенной в отходах деревообрабатывающего цеха, кг

Опытные партии древесной коры	Биометрические показатели длины коровых отходов, см			
	1,0–3,0	3,1–5,0	5,1–10,0	10,1–20,0
1	19	6	9	11
2	22	5	12	6
3	19	4	9	13
Средняя масса древесной коры, %	44	12	22	22

Анализ таблицы 3 показывает, что в производственных условиях деревообрабатывающего цеха наибольшая масса древесной коры (44 %) относится к длине от 1,0 до 3,0 см, а наименьшая (12 %) – к длине от 3,1 до 5,0 см.

На основании проведенных исследований и анализа литературных данных установлены требования и нормы к древесной коре сосны обыкновенной (таблица 4).

Таблица 4 – Требования и нормы к древесной коре сосны обыкновенной

Наименование показателя	Норма
Влажность (%) по массе, в пределах	65–80
Примесь древесины, % по массе, не более	15
Содержание частиц размерами более 10 мм, но не свыше 40 мм, % по массе, не более	40
В том числе содержания частиц размером 40 мм, % по массе, не более	15
Загрязнение минеральными маслами, мазутом, пропиточными веществами, наличие металлических примесей	Не допускается

В Беларуси имеется большое количество отходов грибного производства ООО «Бонше» и отходов грибного производства Корневской ЭЛБ. Уставлено, что наибольшее содержание органического вещества находится в отходах грибного производства при выращивании шампиньонов (10,9 %) (таблица 5). При выращивании вешенки обыкновенной в Корневской ЭЛБ содержание органические вещества составило 9,7 %, но содержание кадмия в 3–5 раз выше допустимой концентрации (таблица 6).

Таблица 5 – Содержание элементов питания в отходах грибного производства ООО «Бонше»

Наименование показателя	Фактическое значение
Массовая доля общего азота, N%	0,40
Содержание влаги, %	27,8
Содержание сухого остатка, %	72,2
Содержание золы, %	89,9
Содержание органического вещества, %	10,9
Содержание, С%	5,10
Соотношение C/N, %	12,75

Таблица 6 – Содержание элементов питания в отходах грибного производства «Корневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси»

Наименование показателя	Фактическое значение
Массовая доля общего азота, N%	0,35
Содержание влаги, %	27,7
Содержание сухого остатка, %	72,3
Содержание золы, %	89,3
Содержание органического вещества, %	9,7
Содержание, С%	5,35
Соотношение C/N, %	15,28
Кадмий, мг/кг	0,340

Нами изучены физико-химические свойства всех исходных ингредиентов для получения новых видов органических удобрений (таблица 7).

Таблица 7 – Физико-химические свойства исходных ингредиентов

Исходные ингредиенты	Влажность, %	РН _{НСI}	Содержание основных элементов			
			азота		фосфора, %	Калия, %
			общего, %	аммиачного, мг/100 г		
Кора сосны обыкновенной	52,8	3,5	0,44	–	0,05	–
Древесные опилки сосны обыкновенной	23,9	5,3	0,12	–	0,01	–
Ржаная солома	21	3,0	0,63	–	0,03	–
Отходы жизнедеятельности птиц	32	8,0	4,42	563,4	3,76	–
Подстилочный навоз	75	7,1	0,45	24,7	0,25	0,55
Торф верховой	53	3,5	1,1	0,7	0,15	0,14

Продолжение таблицы 7

Отходы грибного производства Корневской ЭЛБ	29	6,4	0,35	0,10	0,64	0,42
Отходы грибного производства ООО «Бонше»	34	7,3	0,65	0,14	1,06	0,80

Анализ данной таблицы показывает, что во всех исходных ингредиентах содержание общего азота находится в пределах 0,12–0,65 %. Наименьшее его содержание имеют древесные опилки сосны обыкновенной (0,12 %), а наибольшие (4,42) – отходы жизнедеятельности птиц.

Для определения оптимальной концентрации микробиологического препарата «Экобактер» нами в течение трех месяцев испытывались различные концентрации (5,0 %; 7,5 %; 10,0 %; 12,5 % и 15,0 %) для получения готовности органоминерального субстрата. Установлено, что наиболее оптимальной концентрацией для получения готового субстрата (18,1–21,1) является 10 %-ный водный раствор микробиологического препарата «Экобактер» (рисунок 4).

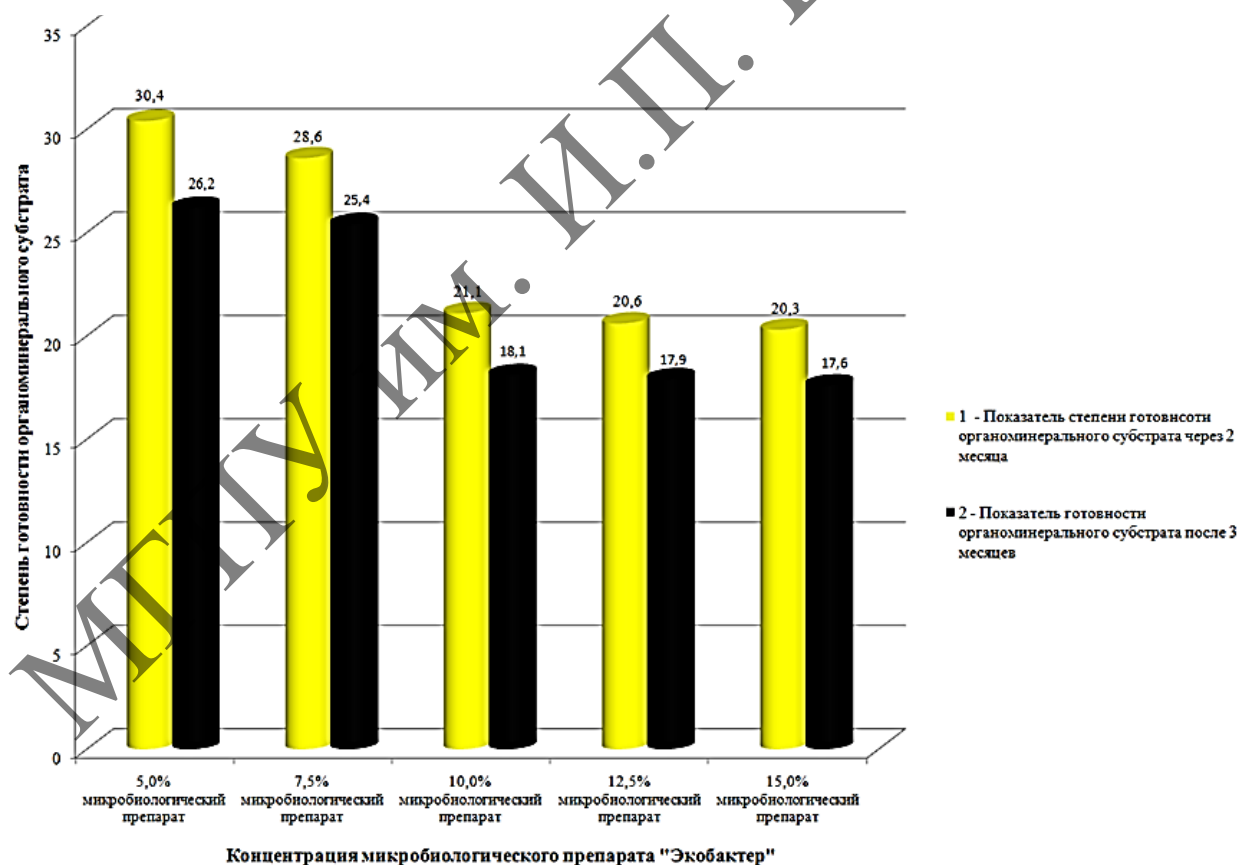


Рисунок 4 – Зависимость степени готовности органических удобрений от концентрации микробиологического препарата «Экобактер»

Первые наши исследования были проведены в 2014 г. на личном участке. На этом земельном участке заложено 5 вариантов опыта с исполь-

зованием отходов лесного хозяйства и микробиологического препарата «Экобактер». Осуществлены замеры температуры воздуха утром, днем и вечером. Кроме того, на представленном рисунке 5 изучена динамика изменения температуры на глубине компоста 10 см, 20 см, 30 см, 40 см и 50 см. Установлены закономерности изменения температуры внутри компостной кучи от температуры воздуха и времени его измерения.

Исследования на личном земельном участке позволили установить появление дождевых червей и факторы, которые оказывают влияние на их исчезновение или на интенсивное их размножение.

На рисунке 5 представлен опытный объект получения новых органических удобрений без использования торфа. Дальнейшие исследования температурных режимов в компостах осуществляли в лесном питомнике Мозырского опытного лесхоза при участии специалистов данного учреждения и с помощью студентов технолого-биологического факультета Мозырского государственного педагогического университета им. И. П. Шамякина (рисунки 5, 6).



Рисунок 5 – Отработка технологии получения органических удобрений без торфа на своем земельном участке. Урожай тыквы составил 178 кг с одного компостника



Рисунок 6 – Исследования по технологии получения органических удобрений в питомнике Мозырского опытного лесхоза

В соответствии с приказом директора Института леса НАН Беларуси в лесном питомнике Корневской ЭЛБ в 2023 году созданы опытно-производственные объекты по получению новых видов органических удобрений с использованием отходов лесного и сельского хозяйства без применения торфа. На рисунке 7 представлена данная технология. Особенностью её явилось использование 10 %-го водного раствора «Экобактер». Подробности данной технологии изложены в докладе на секции в лесном питомнике Корневской ЭЛБ. Для получения 10 %-го водного раствора микробиологического препарата «Экобактер» использовали пожарную машину ГАЗ-333 с объемом цистерны 1600 л, а для создания опытного объекта с использованием отходов лесного и сельского хозяйства в необходимом соотношении всех ингредиентов применяли Амкодор-702.



Рисунок 7 – Технология получения органических удобрений в условиях лесного питомника Корневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси

Отработка технологии получения новых видов органических удобрений в производственных условиях показана на рисунке 8. Важным моментом получения новых органических удобрений является температура внутри компостника в период с момента его закладки и до степени готовности их использования (рисунки 7, 8).

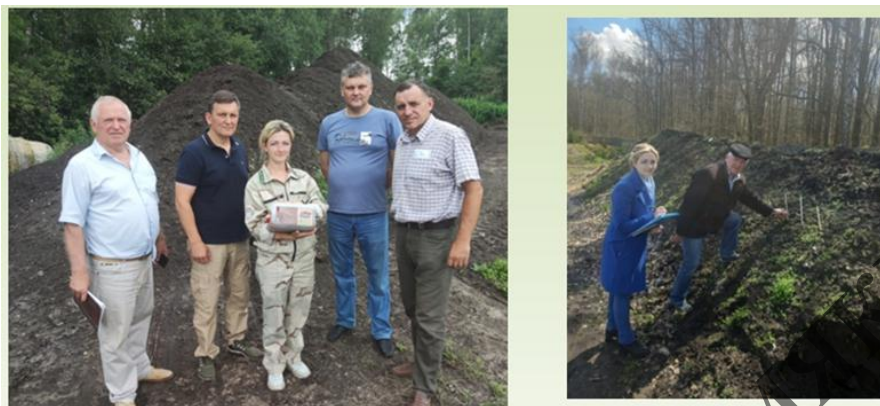


Рисунок 8 – Отработка технологии получения компостов в условиях Корневской ЭЛБ с использованием микробиологического препарата «Экобактер»

В технических условиях торфяно-перлитного субстрата Республиканского лесного селекционно-семеноводческого центра введены шесть микроэлементов: бор, медь, железо, марганец, молибден, цинк. Все микроэлементы являются импортными, поэтому они значительно повышают цены на конечный продукт. Главным недостатком предлагаемого МЛХ РБ торфяно-перлитный субстрат приготовлен с использованием 100%-го верхового, который является не возобновляемым природным ресурсом. В то же время в Беларуси имеется более 2 млн м³ отходов лесохозяйственного производства в виде древесных опилок и коры. Использование отходов позволит полностью обеспечить лесопитомническое хозяйство не только Беларуси, но и Монголии и Казахстана.

При разработке технологии получения новых видов органических удобрений необходимо учитывать следующие критерии:

- в течение первых 2-х месяцев поддерживать влажность компостируемой массы на уровне 60–65 %, что обеспечивает появление дождевых червей. В субстрате с обитающими червями зафиксировано в 5 раз больше азота, в 7 раз больше фосфора и в 11 раз больше калия.

- в течение первых 2-х месяцев после закладки компостника буртовым способом минеральные удобрения в чистом виде не вносить. Внесение минеральных удобрений способствует исчезновению дождевых червей, что оказывает отрицательно влияние на скорость микробиологических процессов разложения органических ингредиентов.

- использовать микробиологический препарат «Экобактер» необходимо только с непросроченным сроком хранения. Большое значение при этом имеет температура окружающей среды и внутри буртов компостника. Температура воздуха должна быть не ниже +10 °С, а температура внутри бурта не выше +50 °С.

На основании проведенных многолетних исследований нами установлены оптимальные физико-химические показатели новых органических удобрений без использования торфа (таблица 8).

Таблица 8 – Оптимальные физико-химические показатели полученного органоминерального удобрения

Наименование показателя	
Размер всех фракций, мм	0–6
Влажность (%), не более	45–50
Кислотность	4,0–6,0
Степень разложения (%), не более	25
Массовая доля общего азота (г/м ³)	160–190
Массовая доля P ₂ O ₅ , (г/м ³)	130–240
Массовая доля K ₂ O, (г/м ³)	250–350
Внешний вид: рассыпчатая однородная масса темно-серого цвета без запаха	

За период научных исследований по получению органических удобрений нами опубликована 51 работа; в том числе получено 5 патентов на изобретения, 2 технических условия, 6 высокорейтинговых статей, 7 монографий и справочных материалов, 13 научных статей, 18 материалов международных научно-практических конференций.

Патенты

1. Композиция для получения компоста на основе лиственной коры	Патент № 15482 Респ. Беларусь МПК (2006.01) С 3/00; С 11/02; С 17/00; заявл. 18.05.2010; опубл. 14.11.2011 // Афіцыйн. бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 1 (84). – С. 97–98. (Заяв. № а 20100784 от 18.05.2010 г.)	Копытков В. В., Охлопкова Н. П.
2. Композиция для получения корового компоста	Патент № 15483 Респ. Беларусь МПК (2006.01) С 05F 3/00; С 05F 11/02; С 05F 17/00; заявл. 03.06.2010; опубл. 14.11.2011 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлек. уласнасці. – 2012. – № 1 (84). – С. 98 (Заявка № а 20100863 от 03.06.2010 г)	Копытков В. В., Охлопкова Н. П.
3. Состав для получения компоста на основе древесной коры	Патент № 15887 Респ. Беларусь МПК (2006.01) С 05F 3/00; С 05F 11/02; С 05F 17/00; заявл. 21.12.2009; опубл. 30.08.2011 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлект. уласнасці. – 2012. – № 3 (86). – С. 111–112. (Заявка № а 20091828 от 21.12.2009)	Копытков В. В., Охлопкова Н. П.
4. Состав для получения компоста на основе древесной коры	Патент № 23822 Респ. Беларусь МПК (2006.01) С 05F 3-00; С 05F 7-00; С 05F 11-00 / заявит. Институт леса НАН Беларуси; заявка № а 20200355; заявл. 14.12.2020; опубл. 30.10.2022 // Нац. Центр інтэлектуал. Уласнасці. – 2022. – 4 с.	Копытков В. В., Кулик А. А., Майсюк В. Г., Переход Г. В., Савченко В. В.

5. Способ посева желудей в контейнеры при выращивании сеянцев дуба черешчатого с закрытой корневой системой	Патент № 23843 Респ. Беларусь МПК (2006.01) A01G23/00 / заяв. Институт леса НАН Беларуси; заявка № а 20200293; заявл. 23.10.2020; опубл. 30.08.2022 // Нац. Центр інтэл. уласн. – 2022. – 4 с.	Копытков В. В., Ламан Н. А., Суцеский М. В., Хвойницкий С. И., Савченко В. В.
---	--	---

Технические условия

1. Технические условия Состав «Агрополикор» для повышения почвенного плодородия питомников»	ТУ ВУ 400070994.008–2010. – Внесены в реестр госуд. регистрации 14.12.2010 г. за № 030745.	Копытков В. В., Охлопкова Н. П.
2. Субстрат органоминеральный «Фертириз» для выращивания сеянцев хвойных пород	ТУ ВУ 400070994.009–2022. Внесены в реестр госуд. регистрации № 006488 от 10.11.2022. Срок действия до 11.11.2027	Копытков В. В., Кулик А. А., Савченко В. В.

Основные высокорейтинговые статьи

1. Разработка органоминеральных компостов для выращивания лесного посадочного материала	Доклады Национальной академии наук Беларуси. – 2021. – Т. 65, № 3. – С. 380–384.	Копытков В. В.
2. Перспективные способы получения компостов на основе древесной коры	Наука о лесе XXI: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию Ин-та леса НАНБ, г. Гомель, 17–19 нояб. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2010. – С. 45–47.	Копытков В. В., Охлопкова Н. П.
3. Повышение эффективности лесопитомнического хозяйства с использованием органоминеральных компостов	Современные эколого-биологические исследования юго-востока Беларуси: сб. науч. тр. / под общ. ред. проф. В. В. Валетова. – Мозырь: МГПУ им. И. П. Шамякина, 2019. – С. 103–108.	Копытков В. В., Кулик А. А.
4. Технология получения органоминеральных компостов на основе отходов лесного и сельскохозяйственного производства	Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2020. – Вып. 80. – С. 45–48.	Копытков В. В.
5. New innovative technologies for obtaining compost using forestry and agriculture waste	//E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2021. – V. 254. – P. 05011.	Kopytkov V. V., Pozyvaylo O. P., Kotovitch I. V., Savchenko V. V.
6. Технология получения новых органических удобрений и их применение для выращивания стандартных сеянцев в Беларуси и Казахстане	Материалы XII Междунар. науч.-практ. конф. «Наука и образование в современном мире: вызовы XXI века». – Астана, 2023. – Т. 1. – С. 39–42.	Кулик А. А. Таирбергенов Ю. А. Савченко В. В. Копытков В. В. – науч. рук.

Монографии и справочные материалы

1. Получение и применение органоминеральных компостов и создание лесных культур с использованием композиционного полимерного состава	Справочник / сост. В. В. Копытков. – Мозырь : МГПУ им. И. П. Шамякина, 2021. – 56 с.	Копытков В. В.
2. Характеристика класса малоцетинковые (Oligochaeta), их определение и возможности использования в народном хозяйстве	Справочник / сост. В. В. Копытков [и др.]. – Мозырь : МГПУ им. И.П. Шамякина, 2023. – 48 с.	Копытков В. В. Максимова С. Л. Позывайло О. П.
3. Разработка и применение органоминеральных удобрений и регуляторов роста растений в народном хозяйстве	Моногр. / В. В. Копытков [и др.] ; под общ. ред. Ю. М. Плескачевского. – Мозырь : МГПУ им. И. П. Шамякина, 2022. – 238 с.	Копытков В. В., Навныцко В. Н., Кулик А. А., Копытков В. В., Кондратенко О. В., Сатишур В. А., Савченко В. В.
4. Научно-технологические аспекты разработки и исследования композиционных материалов для лесовыращивания	Моногр. / В. В. Копытков. – Мозырь : МГПУ им. И. П. Шамякина, 2022. – 190 с.	Копытков В. В.
5. Композиционные полимерные материалы при лесовыращивании	Минск : Издательский дом «Белорусская наука», 2008. – 304 с.	Копытков В. В.
6. Выращивание семян дуба черешчатого с использованием композиционных материалов	Выращивание семян дуба черешчатого с использованием композиционных материалов : монография / В. В. Копытков. – Мозырь : МГПУ им. И. П. Шамякина, 2022. – 178 с.	Копытков В. В.
7. Новые композиционные полимерные составы для лесовыращивания в природно-климатических условиях Беларуси и Казахстана	РУП «Издательский дом «Белорусская наука», 2014. – 509 с.	Копытков В. В., Боровков А. В., Каверин В. С., Копытков В. В., Таирбергенюв Ю. А.

На основании проведенных научных исследований по технологии получения и применения новых видов органических удобрений с использованием отходов лесного хозяйства без применения торфа можно сделать следующие выводы:

1. Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь полностью может обеспечить лесопитомническое хозяйство в органических удобрениях в объеме 45–50 тыс т для выращивания семян и саженцев в условиях открытого и закрытого грунта

2. Для получения качественных органических удобрений необходимо строго соблюдать соотношения всех ингредиентов и целевых добавок.

3. Для реализации органических удобрений за рубеж (Монголия и Казахстан) можно дополнительно заготовить более 10 тыс т в год.

Направление дальнейших научных исследований

– Следует изучить технологии получения органических удобрений с использованием коры, древесных опилок как ели европейской, так и лиственных пород. Необходимо установить соотношение этих ингредиентов и целевых добавок, а также изучить степень их готовности.

– Остается неизученным вопрос повышенного содержания кадмия в ржаной соломе и в грибах вешенки обыкновенной.



СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ ПРИ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИИ В БЕЛАРУСИ



Носников Вадим Валерьевич,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
доцент кафедры лесных культур и почвоведения
УО «Белорусский государственный
технологический университет», г. Минск



Юреня Андрей Владимирович,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
доцент кафедры лесных культур
и почвоведения УО «Белорусский государственный
технологический университет», г. Минск

Качественное проведение мероприятий по восстановлению лесов является залогом успешного процесса лесовыращивания и формирования высокопродуктивных насаждений. Традиционно лесовосстановление подразделяется на методы, связанные с созданием лесных культур или с использованием естественного возобновления лесов [1].

При создании лесных культур ключевым моментом является использование посадочного материала, где особое место занимает посадочный материал с закрытой корневой системой (ЗКС) как наиболее технологичный среди применяемых в лесном хозяйстве.

Оценка европейского опыта показывает различные подходы к выбору преобладающего метода лесовосстановления, равно и как к использованию семян и саженцев с ЗКС.

Методом посева и посадки в Швеции восстановлен 91 % насаждений, на естественное возобновление приходится 9 %, доля его уменьшилась за последнее десятилетие почти в два раза (18 % в 2013 году), а за последние 20 лет в четыре раза (36 % в 2003 году) [2]. В 2022 году в стране было выращено почти 422 млн шт. лесного посадочного материала, среди которого 89 % приходится на посадочный материал с закрытой корневой системой. По ели европейской доля посадочного материала с закрытой корневой системой превышает 70 %, однако с 2019 года в Швеции широко начали исполь-

зваться саженцы с улучшенной корневой системой, полученные после посадки семян с ЗКС.

Аналогичная картина наблюдается и в Финляндии, лесовосстановление которой базируется на концепции улучшения продуктивности и качества лесов за счет лесной селекции и искусственного восстановления. Около 81 % лесов восстанавливаются посевом и посадкой, за счет естественного возобновления лесов происходит возобновление на 19 %. Объемы посева и естественного возобновления постепенно уменьшаются. Так, за последние 20 лет количество естественного восстановления лесов снизилось в три раза [3].

В Финляндии к середине 70-х годов доля посадочного материала с ЗКС сосны обыкновенной составляла 32 %, а ели европейской только 5 %. Однако уже в начале 90-х годов этот процент составил 80 и 66 % соответственно. Начиная с 2007 года для сосны обыкновенной и с 2009 для ели европейской выращивался посадочный материал только с закрытой корневой системой.

В 2022 году в Финляндии было выращено более 174 млн семян, и все они относились к посадочному материалу с закрытой корневой системой.

Основным методом лесовосстановления в Польше является искусственный. Однако роль естественного возобновления постепенно возрастает. В 90-е годы прошлого века оно занимало только 4 % от общего объема лесовосстановления; в 2022 году на долю естественного возобновления пришлось уже почти 20 % [4].

В Польше широко применяется посадочный материал с закрытой корневой системой. Функционируют 17 специализированных центров по выращиванию семян с ЗКС, а также более 15 производств более мелкого масштаба, расположенных в лесных питомниках.

В России преобладает естественное возобновление лесов. В 2023 году доля создания лесных культур в общем объеме лесовосстановления составила 17,8 %. Доля создания лесных культур посадкой превышает 90 %.

При этом увеличивается количество выращенного посадочного материала с закрытой корневой системой (ЗКС). Например, в 2011 году посадочного материала с ЗКС было выращено 11 млн шт., в 2012 – 27 млн, в 2013 – 38 млн, в 2014 – 41,7 млн, в 2015 – 43 млн, в 2016 – 43,3 млн, в 2017 – 52 млн, в 2018 году – 60 млн шт., в 2019 году 63,7 млн шт., в 2020 году – 60,3 млн шт. Доля участия посадочного материала с ЗКС составляет около 9 % от общего объема выращенного посадочного материала.

В Республике Беларусь в настоящее время преобладает искусственное лесовосстановление. Максимальные объемы создания лесных культур наблюдались в 2019 году и были обусловлены неблагоприятной лесопатологической ситуацией (рисунок 1).

В последующем площади искусственного восстановления лесов начали снижаться и составили в 2023 году 28,3 тыс. га или 50 % от общего объема лесовосстановления.

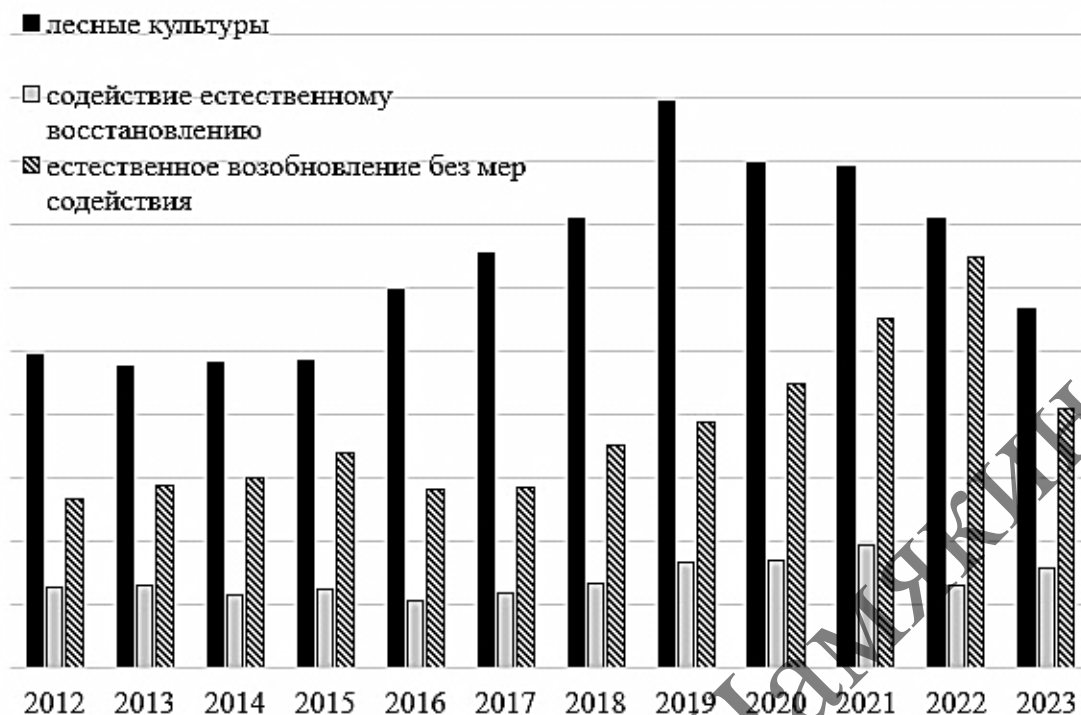


Рисунок 1 – Динамика методов лесовосстановления в Беларуси

Несмотря на природные катаклизмы и вспышки массового размножения вредителей, в Беларуси уже более 10 лет поддерживается соотношение между естественно и искусственно восстанавливаемыми лесами практически один к одному, которое считается оптимальным для нашей республики.

Технология получения посадочного материала с закрытой корневой системой в Беларуси начала развиваться с 1977 года, когда на базе Глубокского опытного лесхоза была установлена линия по производству сеянцев с ЗКС по технологии Пейперпот.

Дальнейшее развитие технологии связано с Республиканским лесным селекционно-семеноводческим центром (РЛССЦ), который был открыт в 2002 г. В результате к 2010 году объемы выращивания посадочного материала с ЗКС составили 748,4 тыс шт. (рисунок 2). В дальнейшем наблюдался постепенный рост объемов выращивания. Однако наибольшее влияние оказало принятие в 2015 году «Отраслевой программы по выращиванию посадочного материала с закрытой корневой системой в организациях Министерства лесного хозяйства до 2020 года», в результате реализации которой было предусмотрено на базе лесхозов строительство и модернизация теплиц для целей выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой на площади 4,14 га, а также ввод в эксплуатацию четырех комплексов по выращиванию такого посадочного материала и реконструкция Республиканского лесного селекционно-семеноводческого центра с увеличением объемов выращиваемого посадочного материала.

В результате реализации программы в 2018 г. были открыты центры в Ивацевичском лесхозе и Глубокском опытном лесхозе.

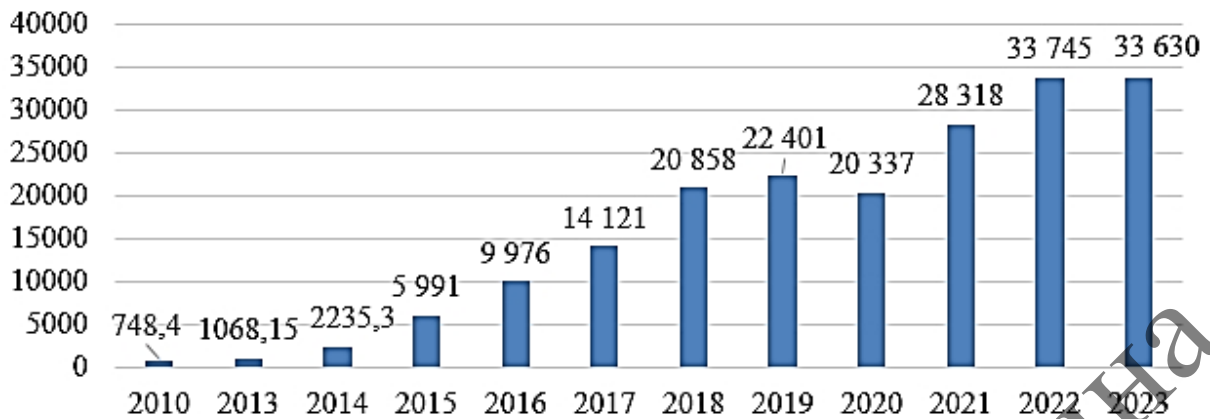


Рисунок 2 – Динамика объемов выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой в Беларуси

В 2019 году была проведена модернизация РЛССЦ с целью увеличения производственных мощностей, а в 2020 году – модернизация лесного питомника Могилевского лесхоза. Одновременно ряд лесхозов построил современные теплицы и начал выращивать посадочный материал с ЗКС. В результате объемы выращивания по сравнению с 2010 годом увеличились почти в 45 раз и составили в 2023 году 33,6 млн шт.

В настоящее время качество выращиваемого посадочного материала с закрытой корневой системой можно оценить как хорошее (рисунок 3).



Рисунок 3 – Сосна обыкновенная однолетнего возраста первой и третьей ротации

Существующий уровень технологии позволяет получать сеянцы однолетнего возраста сосны обыкновенной высотой более 20 см для первой ротации и 10 см для третьей. Сеянцы ели европейской первой ротации достигают 25 см и более.

Однако несмотря на это, существует ряд проблемных вопросов как экологического, так и технологического характера, решение которых в ближайшее время нужно будет осуществить

Одним из ключевых компонентов технологии является использование специального субстрата, который в простейшем варианте представляет собой смесь верхового торфа, раскислителя и минерального удобрения.

Верховой торф является традиционным и наиболее оптимальным основным компонентом, обладающим рядом таких преимуществ, как свобода от семян сорных растений и фитопатогенов, способность поддерживать необходимый режим аэрации, низкая степень слеживаемости и т. д. Однако он содержит крайне малое количество элементов питания, отличается высокой кислотностью и имеет низкую степень разложения. Верховой торф содержит 0,56–2 % азота, 0,03–0,26 % фосфора, 0,01–0,1 % калия, отличается хорошей влагоёмкостью (600–1200 % по массе или 56–84 % по объёму); имеет кислую реакцию среды – рН 2,6–4,2 [5].

От степени разложения торфа зависят водно-физические, агрохимические и другие свойства торфа. При степени разложения менее 5 % торф называют «совершенно неразложившийся»; при 5–10 % – «почти неразложившийся»; от 10 до 30 % – «слабо разложившийся»; от 30 до 50 % – «средне разложившийся»; от 50 до 70 % – «сильно разложившийся»; свыше 70 % – «очень сильно разложившийся». Для верхового торфа характерна степень разложения 10–25 %. Однако при длительном хранении в виде субстрата происходит разложение органического вещества с одновременным повышением степени разложения. У такого субстрата ухудшаются водно-физические свойства, и на следующий год после приготовления он использоваться не может.

В Беларуси субстрат для лесохозяйственной отрасли изготавливают по ТУ ВУ 100061961.002-2015, согласно которому для выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой он готовится преимущественно на основе верхового торфа со степенью разложения не более 25 %. Он должен иметь кислотность от 2,8 до 6,0 рН в зависимости от породы, для чего в верховой торф вносят доломитовую муку или мел. С целью создания оптимального режима аэрации корневых систем в субстрат добавляют 10–20 % перлита или вермикулита.

Для обеспечения минерального питания растений на начальном этапе выращивания вносят полное минеральное удобрение, в том числе с длительным периодом высвобождения элементов питания (пролонгированные удобрения). В субстрат добавляют удобрение PG-mix в количестве 0,8–1,5 кг/м³ торфа, или пролонгированное удобрение Osmocote в количестве 1–3 кг/м³ торфа, или их аналоги.

Поскольку торф признан на европейском рынке невозобновляемым ресурсом, предпринимались неоднократные попытки заменить верховой торф в субстрате на кору, кокосовое волокно, опилки, компост с целью мини-

мизации его использования. Одним из направлений является применение минеральной ваты.

Она обеспечивает стабильный режим аэрации и постоянство в обеспечении растений влагой, хорошо удерживает элементы питания, полностью лишена патогенов и семян сорных растений. Кроме того, в ячейке обеспечивается однородная плотность субстрата и ее стабильное значение во всех ячейках кассеты, что очень сложно достигнуть, используя торфяной субстрат. В последнем случае степень уплотнения субстрата в кассете должна периодически контролироваться, поскольку переуплотнение субстрата ведет к проблемам с прорастанием семян и снижению ростовых процессов. Недоуплотнение субстрата приводит к его проседанию, образованию воздушных мешков и деформации корневой системы растений. Все эти преимущества минеральной ваты могут потенциально привести к повышению качества посадочного материала.

Например, нами были получены сеянцы сосны обыкновенной с использованием минеральной ваты, применяемой при выращивании микрозелени в контролируемых условиях, превосходящие по размерам сеянцы, выращенные по традиционной технологии (рисунок 4).



Рисунок 4 – Сеянцы сосны обыкновенной, выращенные в минеральной вате (а) и с использованием торфяного субстрата (б)

Несмотря на полученные положительные результаты, использование минеральной ваты в настоящий момент ограничивает ряд проблемных вопросов.

В первую очередь, финансовый, поскольку в Беларуси торфяные субстраты стоят относительно недорого ввиду наличия источников сырья и производителей субстратов.

Во вторых, технологический. Существующие линии наполнения кассет, которые используются в лесном хозяйстве Беларуси, ориентированы на использование торфяных субстратов и не могут быть использованы для заполнения минеральной ватой. Переход на данный вид субстрата потребует глобального технического переоснащения отрасли.

В третьих, возможность обеспечения оптимального значения кислотности на протяжении всего периода выращивания. Минеральная вата, как инертный материал, будет иметь такую кислотность, какую обеспечат вносимые вода и растворы минеральных удобрений.

Одним из ключевых моментов является режим водного питания растений. Переизбыток влаги так же вреден для растений, как и ее недостаток. При переизбытке влаги нарушается режим аэрации корневых систем растений, что приводит к нарушению минерального питания, возникает оптимальная среда для развития гнилей корневых систем, а также мохового и лишайникового покрова. Однако особенности торфяного субстрата и размеры кассет требуют проведения частых поливов, которые в жаркую погоду могут проводиться каждый день. При этом расход воды может достигать 6–8 л/м².

В комплексах по выращиванию посадочного материала с закрытой корневой системой, а также в большинстве лесных питомников Беларуси для поливов используют подземные воды.

Одним из существенных недостатков использования для полива подземных вод является их нейтральная реакция и относительно высокая степень минерализации.

В Беларуси в лесных питомниках вода характеризуется нейтральной или близкой к ней реакцией среды, достаточно высоким содержанием растворенных солей и по кислотности не подходит для выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой.

Анализ кислотности и электрической проводимости воды, выполненный нами на основании обследования источников водоснабжения ряда питомников в 2018–2020 гг., показал, что эти данные соответствуют общим тенденциям, характерным для подземных вод Беларуси [6]. Результаты замеров кислотности и электрической проводимости приведены в таблице 1.

В результате использования воды с такими показателями за вегетативный сезон значительно снижается кислотность субстрата.

Например, при использовании на РЛССЦ субстрата с показателем 4,5–5,0 рН, который считается оптимальным для хвойных пород, происходит постепенное увеличение его кислотности. К середине июля она уже достигла 6,4 рН, а к началу августа – 6,8 рН. При такой кислотности субстрата у сеянцев сосны обыкновенной и ели европейской происходит угнетение ростовых процессов и наблюдается ярко выраженный хлороз.

Таблица 1 – Кислотность и ЕС образцов воды питомников ряда учреждений

Учреждение (год отбора)	pH	ЕС, $\mu\text{S}/\text{cm}$
Ивацевичский лесхоз (2018)	6,84	218,7
Ивацевичский лесхоз (2019)	6,73	303,2
Поставский лесхоз (2019)	7,08	562,5
Россонский лесхоз (2018)	7,06	432,6
Бегомльский лесхоз (2018)	6,81	280,8
Лепельский лесхоз (2019)	6,8	402,7
Гомельский опытный лесхоз (2018)	7,2	–
Городокский лесхоз (2019)	8,1	194,5
Глубокский опытный лесхоз (2018)	8,15	574,0
Глубокский опытный лесхоз (2019)	7,34	705,0
Логойский лесхоз (2019)	7,52	1152,0
Воложинский опытный лесхоз (2019)	7,95	373,2
Смолевичский лесхоз (2019)	6,77	195,9
Ивьевский лесхоз (2019)	7,07	356,0
Островецкий лесхоз (2019)	7,06	438,0
Копыльский опытный лесхоз (2020)	7,26	564,0
Национальный парк «Браславские озера» (2020)	6,95	650,0

Поэтому при использовании торфяного субстрата важным является вопрос водоподготовки. Наиболее простым способом регулирования кислотности воды является использование кислот. Нами были проведены эксперименты по раскислению воды с применением серной и азотной кислот.

Несмотря на то, что кислота эффективно снижает значение pH воды, используемой для полива, ее применение имеет ряд негативных моментов. Во-первых, происходит существенный рост значения электрической проводимости воды, которая при достижении кислотности в 5,0 pH приближается к пороговому значению 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, что может вызвать засоление субстрата при интенсивных поливах. Во-вторых, применение кислоты должно проводиться на постоянной основе, а это требует значительных объемов кислоты. В-третьих, применение кислот, даже повышенной концентрации, для раскисления уже нейтрализованного субстрата имеет кратковременный эффект, не превышающий 1,5–2 недели [6].

Самым простым способом является использование торфяного субстрата с пониженным значением кислотности, что сейчас широко используется в практике выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой. В последней редакции ТУ ВУ 100061961.002–2015 уже заложено пониженное значение кислотности для применяемых субстратов на основе верхового торфа. Для хвойных пород оно равно 2,8–3,5 pH. В результате взаимодействия кислого торфа и нейтральной воды общая кислотность субстрата не выходит за пределы оптимального диапазона, однако нужно

понимать, что при использовании субстратов ниже оптимального значения кислотности происходит ограничение поступления элементов питания в растение на начальном этапе выращивания, что несколько ограничивает рост посадочного материала.

Минеральная вата в случае использования ее как субстрата не обладает способностью регулировать кислотность растворов, находящихся в ней. Поэтому для этого типа субстрата на первое место выходит подготовка воды для полива с обеспечением оптимального уровня кислотности и минерального питания. Проще всего это реализовать при использовании поверхностного полива с насыщением кома субстрата водой подтоплением, как это реализовано в гидропонных системах сельскохозяйственных растений. Такой подход уже находит свое применение в скандинавских странах при выращивании лесного посадочного материала в полностью контролируемых условиях с целью дальнейшего выращивания саженцев с ЗКС и саженцев с улучшенной корневой системой.

Таким образом, технология выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой в настоящий момент находится в стадии интенсивного развития, что обусловили успехи в получении качественных сеянцев. В то же время необходимо понимать, что всегда существуют технологические приемы, совершенствование которых не только приведет к повышению качества посадочного материала, но и позволит снизить затраты на его получение или решить определенные экологические проблемы. Вопрос замены торфяных субстратов, применяемых при выращивании посадочного материала с закрытой корневой системой, на аналогичные по свойствам или превосходящие их, но более дешевые или полученные из возобновляемых источников сырья, несомненно актуальный. Однако вопрос их использования в Беларуси в силу особенностей обеспечения торфяным сырьем и наличием производителей субстратов, к сожалению, не является актуальным и является работой на перспективу, которую несомненно необходимо выполнять.



МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ СУБСТРАТОВ



*Авдашкова Людмила Павловна,
кандидат физико-математических наук,
заведующий кафедрой информационно-
вычислительных систем
УО «Белорусский торгово-экономический
университет потребительской кооперации»*

Выращивание качественного посадочного материала является важнейшей задачей лесохозяйственного производства. В последнее десятилетие большое внимание уделялось вопросам исследования получения органо-минеральных субстратов для получения семян лиственных и хвойных пород.

Значительный вклад в решение задач разработки и исследования новых видов органо-минеральных субстратов внес сектор биорегуляции выращивания лесопосадочного материала Института леса НАН Беларуси. В результате проведенной работы получены новые органо-минеральные субстраты с оптимальными физико-химическими свойствами. Они могут совершенствоваться для изменения физико-химических свойств в зависимости от используемых ингредиентов и целевых добавок.

Органо-минеральные субстраты являются многокомпонентными системами. В их содержание входят как отходы лесного и сельского хозяйства (древесные опилки сосны обыкновенной, почва, куриный помет, ржаная солома, подстилочный навоз, зеленая масса трав), так и микробиологический препарат с различной концентрацией.

Изменением комбинаций и пропорций (относительных содержаний) отдельных ингредиентов можно придать смеси желаемые свойства. В целях оптимизации ингредиентов в разрабатываемых субстратах используются экспериментально-статистические методы, в частности, метод математического планирования эксперимента, который состоит в выборе числа и условий постановки опытов, необходимых для решения задачи с требуемой точностью, методов математической обработки результатов и принятия решений. Планирование эксперимента позволяет строить стратегию исследования, основанную на последовательности четких, логически осмысленных операций, что значительно сокращает число опытов, следовательно, затраты и сроки проведения эксперимента, а значит, сроки решения задачи.

Готовность органоминеральных субстратов в зависимости от используемых ингредиентов и целевых добавок определяется различными характеристиками: показателем соотношения C:N, размером всех фракций (мм), влажностью (%), кислотностью, степенью разложения (%), массовой долей общего азота (%), массовой долей P₂O₅ (%), массовой долей K₂O (%). Они количественно характеризуют результат эксперимента. В теории планирования эксперимента такие величины называют функциями отклика y_1, y_2, \dots, y_k , которые зависят от влияющих факторов x_1, x_2, \dots, x_q – концентрации ингредиентов органоминеральных субстратов: $y_j = y_j(x_1, \dots, x_q)$, где $j = 1, 2, \dots, k$ – количество откликов. Концентрации ингредиентов в органоминеральных субстратах должны обеспечивать получение оптимальных физико-химических свойств. В связи с этим важно определить концентрации всех ингредиентов в субстрате, которые проявляют одновременные показатели указанных свойств субстрата.

Таким образом, математическая модель определения соотношения ингредиентов в субстрате представляет собой систему уравнений, связывающих функции отклика с влияющими факторами.

Планирование эксперимента в задачах со смесями предполагает изучение диаграмм «состав-свойство». Для этого необходимо полное описание системы, при котором приходится учитывать условие нормированности суммы независимых переменных x_i ($i = 1, 2, \dots, q$), определяющих концентрацию соответствующего ингредиента в композиционном составе:

$$x_1 + x_2 + \dots + x_q = 1, x_i \geq 0 (i = 1, 2, \dots, q),$$

где q – количество ингредиентов в составе.

При построении диаграмм «состав-свойство» оперируют с факторным пространством в виде симплексов, в которых пропорции каждого компонента откладываются вдоль соответствующих граней (ребер) симплекса.

Геометрическое место точек, удовлетворяющее условию нормированности суммы переменных, представляет собой $(q-1)$ – мерный правильный симплекс (треугольник для $q = 3$, тетраэдр для $q = 4$ и т. д.)

Каждой точке такого симплекса соответствует смесь определенного состава, и, наоборот, любой комбинации относительных содержаний q компонентов соответствует определенная точка на симплексе.

В составе из трех компонент для определения уровня первого компонента, соответствующего какой-нибудь точке M смеси, в симплексной (треугольной) системе координат необходимо провести через точку M прямую, параллельную стороне x_3 (ca), и взять отрезок $x_1 = am$ (рисунок 1). Для определения второй координаты точки M через эту точку проводится прямая, параллельная стороне x_1 , и берется отсекаемый на стороне bc отрезок x_2 . Аналогично, пропорция третьего компонента определяется путем проведения через точку M прямой, параллельной стороне x_2 (рисунок 1)

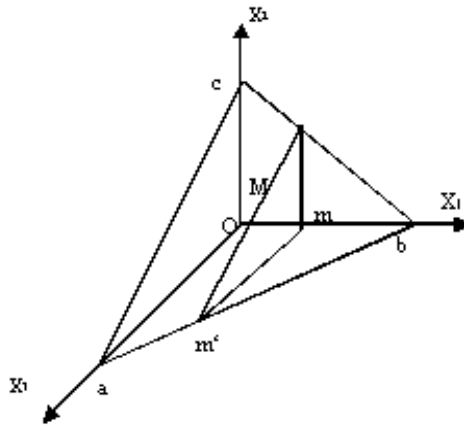


Рисунок 1 – Определение уровня первого компонента в точке M трехкомпонентной смеси

Увеличение числа компонент смеси на одну приводит к рассмотрению четырехкомпонентной смеси. В этом случае для определения координаты x_1 какой-нибудь точки трехмерного симплекса – правильного тетраэдра – необходимо провести через нее плоскость, параллельную двумерной грани тетраэдра с ребром пропорций третьего компонента x_3 , и взять отсекаемый этой плоскостью на оси x_1 отрезок $x_1(M)$ (рисунок 2).

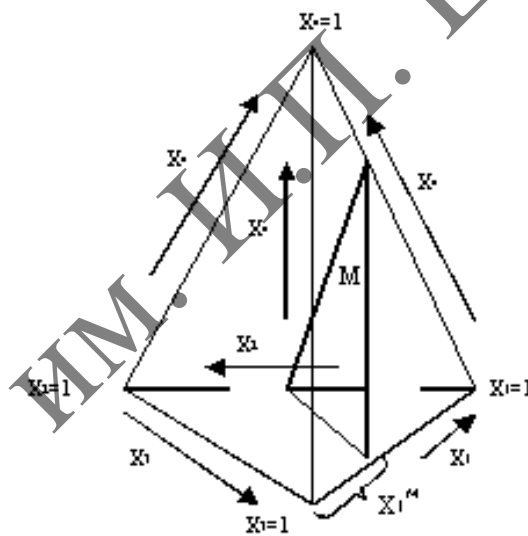


Рисунок 2 – Определение уровня первого компонента в точке M смеси из четырех компонент

Таким образом, геометрическое место точек, удовлетворяющих условию нормированности суммы независимых переменных, представляет собой $(q-1)$ -мерный правильный симплекс. Каждой точке такого симплекса соответствует композиция вполне определенного состава, и, наоборот, любому набору уровней компонентов x_i , удовлетворяющих условию нормированности суммы независимых переменных, соответствует определенная точка симплекса.

Поверхности отклика в многокомпонентных системах имеют сложный характер. При планировании эксперимента для решения задач на диаграммах «состав-свойство» предполагается, что измеряемое свойство является непре-

рывной функцией аргументов и может быть с достаточной точностью определено регрессионной моделью – полиномом. Для описания таких поверхностей необходимы полиномы высоких степеней. Полином степени n от q переменных имеет вид:

$$\hat{y} = b_0 + \sum_{i=1}^q b_{ij}x_i + \sum_{1 \leq i < j \leq q}^m b_{ij}x_i x_j + \sum_{1 \leq i < j \leq q}^m b_{ij}x_i x_j x_k + \dots$$

Переменные смеси удовлетворяют условию нормированности суммы, значит не являются независимыми, поэтому оценка коэффициентов в полиномиальной модели невозможна (матрица коэффициентов $B = (X^T X)^{-1} X^T Y$, где X – матрица планирования компонент субстрата, Y – вектор-столбец результатов экспериментов – матрица откликов, не существует, так как матрица $X^T X$ вырождена, поэтому обратная к ней не существует).

В настоящее время для оптимизации составов наибольшее применение получили симплекс-решетчатые планы, предложенные Шеффе, который ввел каноническую форму полинома степени n для решения задачи построения математической модели «состав-свойство», включающей все компоненты системы:

$$\hat{y} = \sum_{1 \leq i \leq q} \beta_i x_i + \sum_{m=2}^n \left(\sum_{1 \leq i < j \leq q} \beta_{ij} x_i x_j (x_i + x_j)^{m-2} \right) + \sum_{m=3}^n \left(\sum_{1 \leq i_1 < i_2 < \dots < i_m \leq q} \beta_s x_{i_1}^{s_1} \dots x_{i_m}^{s_m} \right),$$

$$\text{где } s = i_1^{s_1} \dots i_m^{s_m}, s_1 + s_2 + \dots + s_m = n.$$

Полиномы такого вида – приведенные полиномы – получаются из обычных полиномов соответствующей степени для q переменных введением соотношения $x_1 + x_2 + \dots + x_q = 1$, $x_i \geq 0$ ($i = 1, 2, \dots, q$), и содержат C_{q+n-1}^n коэффициентов.

Для оценки коэффициентов приведенного полинома были предложены планы, обеспечивающие равномерный разброс экспериментальных точек по $(q-1)$ -мерному симплексу. Точками таких планов являются узлы $\{q, n\}$ – симплексных решеток. В $\{q, n\}$ – решетке для каждого компонента используется $n + 1$ равнорасположенных уровней в интервале от 0 до 1 ($x_i = 0, 1/n, 2/n, \dots, 1$) и берутся все возможные их комбинации. Число таких комбинаций равно числу оцениваемых коэффициентов в приведенном полиноме степени n , поэтому набор точек, образует насыщенный (число экспериментальных точек в плане равно числу коэффициентов искомого полинома) симплекс-решетчатый план $\{q, n\}$:

$$(x_{1u}, x_{2u}, \dots, x_{qu}), \quad u = 1, \dots, N = C_{q+n-1}^n,$$

$$\text{где } x_{iu} = 0, \frac{1}{n}, \frac{2}{n}, \dots, 1, \quad \sum_{1 \leq i \leq q} x_{iu} = 1,$$

Множество координат точек симплексной решетки образует матрицу планирования. Оценки коэффициентов аппроксимирующего приведенного полинома степени n , учитывая свойство насыщенности плана, получаются

методом подстановки: для получения расчетных формул в полином последовательно подставляются координаты всех точек плана $\{q,n\}$ -решетки, реализуются опыты (таблица 1), определяются отклики системы y и подставляются вместо выходов системы.

Под y могут подразумеваться как результаты единичного определения, так и средние значения нескольких определений. Удобно ввести специальные обозначения для этих откликов.

Таблица 1 – Число опытов для полиномов разных степеней

Число компонентов, q	Степень полиномов, n			
	2	3 (неполная)	3	4
3	6	7	10	15
4	10	14	20	35
5	15	25	35	70
6	21	41	56	126
8	36	92	128	330
10	55	175	220	715

Отклик для смесей, содержащих только один ненулевой компонент (вершины симплекса, т. е. точки с координатами $(0, \dots, 0; 1; 0, \dots, 0)$), обозначается через y_i , отклик для 1:1 бинарной смеси компонентов i и j – через y_{ij} ($i < j$), отклик для 1:1:1 тройной смеси компонентов i, j, k – через y_{ijk} ($i < j < k$), отклик для 2:1 и 1:2 бинарных смесей компонентов i и j соответственно – через y_{iij} и y_{ijj} ($i < j$) т. д. В общем случае индексы y откликов вводятся с тем расчетом, чтобы их общее число было равно n ; число различных индексов указывало бы количество компонентов, применяемых в соответствующей данной точке смеси; число одинаковых индексов показывало бы относительное содержание компонентов.

Модель первого порядка для q – компонентного состава:

$$\hat{y} = \sum_{1 \leq i \leq q} \beta_i x_i,$$

где $\beta_i = y_i$.

Модель второго порядка для q -компонентного состава:

$$\hat{y} = \sum_{1 \leq i \leq q} \beta_i x_i + \sum_{m=2}^n \beta_{ij} x_i x_j,$$

где $\beta_i = y_i$, $\beta_{ij} = 4y_{ij} - 2y_i - 2y_j$.

Аналогично определяются модели более высоких порядков.

Полный переход к модели более высокого порядка путем достройки симплексной решетки осуществляют в том случае, если модель окажется неадекватной при верификации. Иногда можно не делать полный переход к полиному более высокой степени. Для этого можно добавить к имеющемуся

неадекватному полиному некоторые члены из полинома более высокой степени (переход от полинома второй степени к полиному неполной третьей степени), добавить к плану второго порядка тройных точек с равными пропорциями компонентов, увеличить информацию о центральной области симплекса без резкого увеличения степени полинома. В таком случае можно добавлять, например, к планам второго или третьего порядка средние точки из плана четвертого порядка. Аналогичным образом можно усиливать информацию о любой части симплекса.

После определения оценок коэффициентов уравнения регрессии проводится статистический анализ полученных результатов: проверяется адекватность уравнения, строятся доверительные интервалы значений отклика, предсказываемые по уравнению регрессии. «Симплекс-решетчатые» планы Шефе не имеют степеней свободы [1], поэтому для проверки адекватности проводят опыты в дополнительных «контрольных точках». Полученные аппроксимирующие модели различных порядков могут быть использованы для предсказания откликов в любой точке симплекса. Точность предсказания отклика какой-либо фиксированной моделью различна в разных точках симплекса и кроме координат точки зависит также от экспериментальной ситуации (дисперсии опыта, количества параллельных наблюдений в узлах симплексной решетки). Зная дисперсию предсказанного значения отклика и число параллельных опытов r , легко найти ошибку предсказанных значений отклика в любой точке диаграммы «состав-свойство». Так как оптимальные значения концентраций ингредиентов органоминеральных субстратов для одних свойств максимальны, а для других минимальны, то на основании применения коэффициентов значимости можно определить концентрации, которые будут способствовать оптимальному проявлению сразу нескольких ингредиентов.

Метод математического планирования эксперимента в исследованиях оптимального набора ингредиентов в субстратах в лабораторных условиях, а также в полевых условиях лесного питомника позволяет минимизировать количество проводимых опытов, получить математические модели, устанавливающие оптимальные концентрации целевых добавок композиционного состава для получения максимального лесоводственного и экологического эффекта.

В заключение хочу выразить благодарность заведующему сектором биорегуляции выращивания лесопосадочного материала В. В. Копыткову за плодотворное научное сотрудничество в области математического моделирования при получении новых органоминеральных субстратов для выращивания стандартного лесного посадочного материала на основе отходов лесного и сельского хозяйства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гартман, Т. Н. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов / Т. Н. Гартман, Д. В. Клушин. – М. : Академкнига, 2006. – 416 с.

СЕКЦИОННЫЕ ДОКЛАДЫ

ИНФОРМАЦИЯ О НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОРЕНЕВСКОЙ ЭЛБ ИЛ НАН БЕЛАРУСИ

Разумов Артем Сергеевич,

*главный лесничий ГЛХУ «Кореневская экспериментальная лесная база
Института леса НАН Беларуси»*

Территория массива Кореневской экспериментальной лесной базы (в дальнейшем ЭЛБ) до национализации делилась на дачи: Кореневскую, Кореневско-фольварочную, Зябровскую, Щекотовскую – и представляла собой участки бывших частновладельческих лесов. В проекте организации лесного хозяйства 1922 года, сохранившегося до сего времени, довольно подробно описано ведение лесного хозяйства в Кореневской даче с шестидесятих годов прошлого столетия. По Щекотовской даче материалы не сохранились.

Леса ЭЛБ до 1936 года входили в состав Гомельского леспромхоза. При организации в 1936 году Гомельского опытного лесхоза вошли в его состав на базе Ленинского лесничества.

В 1945 году образован Ленинский опытный лесхоз при БелНИИЛХе. В результате структурных преобразований, которые проводились в то время, Ленинский опытный лесхоз ликвидировали, и на его территории стало функционировать Ленинское лесничество Гомельского лесхоза.

В 1959 году по инициативе директора БелНИИЛХа Ф. Н. Харитоновича восстановлена Ленинская экспериментальная база с центром в пос. Кореневка. В 1967 году Госкомлесом СССР Ленинская экспериментальная база преобразована в Ленинский опытный лесхоз БелНИИЛХа, которая Постановлением Президиума Академии наук Беларуси 16 апреля 1993 года № 41 была переименована в Кореневскую экспериментальную лесную базу Института леса НАН Беларуси. Таким образом, Кореневская лесная экспериментальная база Института леса является правопреемником всех перечисленных опытных хозяйств.

Здание конторы Кореневской ЭЛБ является памятником архитектуры XIX века «Охотничий домик», в настоящее время имеет статус историко-культурной ценности Беларуси в комплексе с прилегающей территорией, как «Усадьба с парком XIX века».

Богатые по породному составу и разнообразные по строению и возрасту леса ЭЛБ, произрастающие на различных почвах, являются прекрасной базой для проведения научно-исследовательских работ. Особенности формирования состава лесной растительности в подзоне расположения опытного хозяйства института дают возможность вести научные исследования с учетом изменений структурных элементов и компонентов фитоценозов, характерных для юга республики.

В настоящее время ЭЛБ института имеет лесной фонд, производственную базу, административные здания, сооружения и оборудования. Это дает возможность выполнять основную задачу: предоставлять свою территорию для проведения опытных работ по всему циклу лесовыращивания и демонстрировать долговременные их результаты.

Местонахождение и площадь ЭЛБ Государственное лесохозяйственное учреждение «Кореневская экспериментальная лесная база Института леса Национальной академии наук Беларуси» (далее по тексту ЭЛБ) расположена в юго-восточной части Беларуси на территории Гомельского (92,5%), Добрушского (6,7%) районов и на землях г. Гомеля (0,8%).

Протяженность экспериментальной базы с севера на юг составляет 18 км, с востока на запад 30 км. Лесистость района расположения ЭЛБ, несмотря на то, что леса здесь располагаются на юго-востоке областного центра, довольно высокая и составляет 50,6%. Леса ЭЛБ расположены сплошным массивом, за исключением мелких участков расположенных, в основном, на территории Добрушского района.

Природно-климатические и лесорастительные условия

Согласно лесорастительному районированию Беларуси, леса экспериментальной базы относятся к подзоне широколиственно-сосновых лесов Полесско-Приднепровского комплекса лесных массивов.

Территория ЭЛБ находится в умеренной зоне, так называемой Атлантико-континентальной климатической области (по Б. П. Алисову). Климатические условия этой зоны создаются, в основном, под влиянием морского, континентального воздуха умеренных широт. Климат района теплый, неустойчиво влажный.

Кореневская ЭЛБ имеет в хозяйстве два лесных питомника.

В основном питомнике площадью 9,6 га, размещены посевные и школьные площади для выращивания посадочного материала с целью лесовосстановления и лесоразведения. А также ведется выращивание крупномерного материала местных видов древесных пород, используемых в целях озеленения.

Второй лесной питомник площадью 3 га представляет собой комплекс теплиц и площадей для выращивания крупномерного посадочного материала декоративных пород, используемых в целях озеленения и для агроустройства. В теплицах проводятся опытные работы сотрудниками Института леса, а также выращивание декоративных древесных пород, плодово-ягодных пород и цветущих растений с закрытой корневой системой. Видовой состав выращиваемых и реализуемых растений более 60 и постоянно расширяется.

На базе постоянных лесных питомниках в 2023 г. наработано органических удобрений более 800 т. Выращивание посадочного материала и цветочных растений осуществляется только с использованием собственных органических удобрений.

Имеющиеся питомники в состоянии обеспечить с избытком потребности ЭЛБ в посадочном материале для лесовосстановительных работ, а также другие организации и лесхозы.

Корневская ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси производит и реализует научные разработки ученых Института леса:

- полимерный композиционный состав «Корпансил»;
- биопрепарат «Бревисин»;
- сеянцы березы карельской.

Композиционный состав «КОРПАНСИЛ» предназначен для защиты корневой системы от иссушения. Применение при посадке саженцев композиционного полимерного состава «Корпансил» позволяет на 15–20 % увеличить приживаемость лесных культур, продлить срок их посадки на 20–25 дней и предотвратить иссушение корневой системы растений при транспортировке и хранении. Кроме того, препарат содержит микро- и макроэлементы, которые являются стимуляторами роста растений.

Биопрепарат «БРЕВИСИН» предназначен для обработки семян и вегетирующих частей растений от фитопатогенных грибов, защиты сеянцев хвойных пород от полегания и корневых гнилей.



НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА И ГРИБНОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ



*Мартыненко Виктория Николаевна,
начальник питомника ГЛХУ «Корневская
экспериментальная лесная база»
Института леса НАН Беларуси*

На территории Корневской экспериментальной лесной базы имеется базисный лесной питомник общей площадью 15,2 га, из которых 8,9 га – комплекс опытных объектов. Также питомник включает комплекс теплиц в количестве 7 шт., одна из которых отапливаемая. Производственная мощность лесного питомника позволяет полностью обеспечить потребности базы в посадочном материале для лесовосстановления и благоустройства. Лесоводами питомника производятся следующие виды продукции:

- стандартные сеянцы для лесовосстановления с открытой и закрытой корневой системой в объёме соответственно 300 и 150 тыс шт./г.;
- стандартные декоративные саженцы для озеленения в количестве 10 тыс шт./г.;
- цветочная рассада для благоустройства в количестве 45–50 тыс ед./г.;
- ягоды клюквы крупноплодной и голубики высокорослой в объёме соответственно 2,0 и 1,2 т/г.;
- деревья новогодние ежегодным объёмом реализации 300–500 шт.;
- композиционный полимерный состав «Корпансил» для обработки корневой системы растений в количестве более 35 т/г.;
- селекционный и микроклональный посадочный материал для закладки лесосеменных, опытных и опытно-производственных плантаций более 25 тыс ед./г.

Лесоводами питомника ежегодно проводится благоустройство территории, клумб и цветников общей площадью около 1 га, а в 2021 г. был заложен дендрарий (английский сад) площадью около 0,5 га с количеством видов древесных и кустарниковых растений более 75 шт., требующих ежегодной стрижки и ухода.

Производство цветочной рассады начато в 2004 году. Высеву семян производится в начале января в пропаренный субстрат собственного приготовления. До появления в ходов поддерживается температура воздуха 22–24 °С днём и 16–18 °С ночью, после появления всходов дневная температура

снижается до 17–18 °С, ночная – до 15 °С. Устанавливается досветка рассады до продолжительности светового дня 14–16 часов. После появления 1–2-й пары настоящих листьев рассаду пикируют, а ещё через 1–2 недели начинают регулярные подкормки. Лесоводами также выполняется 1–2 приёма прищипки или пинцировки.

Ассортимент выращиваемых сортов: сальвия красная, цинерария приморская, бархатцы отклонённые и прямостоячие, астра карликовая, агератум мексиканский, лобелия эринус, петуния ампельная и кустовая, сурфиния, бегония вечноцветущая, пеларгония, колеус визард, хлорофитум хохлатый, львиный зев и другие.



Для выращивания цветочных растений на Корневской ЭЛБ в период с 2002 по 2004 гг. по инициативе зав. сектора В. В. Копыткова проведено 8 научно-практических семинаров для специалистов нашей ЭЛБ в аграрно-техническом колледже № 34 г. Гомеля. После этих занятий и получении некоторых видов семян цветочных растений для выращивания рассады мы постепенно увеличиваем их площадь в отапливаемой теплицы. Сегодня мы видим, что на всей площади теплицы выращивают цветочные растения.

Для их выращивания используется собственный органоминеральный субстрат. Органоминеральный субстрат также применяют для выращивания сеянцев сосны обыкновенной, ели европейской и дуба черешчатого в условиях открытого и закрытого грунта. Ранее используемый торфяно-перлитный субстрат имел много недостатков, поэтому было принято решение об использовании собственных субстратов.

В 2023 г. на нашей ЭЛБ получено более 800 тонн органических удобрений.

В 2021 году в рамках выполнения одной из задач Государственной программы «Белорусский лес» на 2021–2025 годы по непрерывному увеличению площади лесных культур, создаваемых с использованием посадочного материала с закрытой корневой системой, начато создание комплекса по производству посадочного материала с закрытой корневой системой

для лесовосстановления. В 2024 года комплекс планируется ввести в эксплуатацию, что позволит оказывать услуги другим лесхозам региона. Будет установлено итальянское оборудование фирмы MosaGreen стоимостью около 300 тыс бел. руб.

Весной линия планируется использоваться для производства сеянцев с закрытой корневой системой, летом – для набивки мультиплат при производстве зелёного черенкования.

С 2022 года питомник наращивает объёмы экспорта декоративных саженцев, сеянцев и цветочной рассады на территорию Российской Федерации (Смоленская и Белгородская области, Подмоскowie и Санкт-Петербург).

В подразделении трудится 8 лесоводов: В. А. Вегеро, Т. А. Шкваркова, А. В. Лятина, Т. Н. Друк., Н. П. Хомченко, Ю. А. Павленко, Д. Н. Кожемяко, Е. Г. Хароун. Старший мастер лесопитомника Л. В. Кривецкая в 2023 году преодолела 50-летний рубеж трудового стажа в учреждении и является одним из самых опытных специалистов, к которому обращаются за консультацией в области питомнического хозяйства из всех уголков Республики.



ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ЛЕСНОГО И СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ



*Копытков Владимир Васильевич,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
заведующий сектором биорегуляции выращивания
лесопосадочного материала Института леса
НАН Беларуси, профессор кафедры биологии и химии
УО «Мозырский педагогический университет
им. И. П. Шамякина»*

Проведенные исследования сектора биорегуляции выращивания лесопосадочного материала дают основание для широкого применения органических удобрений, оптимизации почвенно-экологических условий за счет внесения компостов и медленнодействующих удобрений. Перспективным направлением применения органических удобрений является внедрение их при выращивании лесного посадочного материала.

В настоящее время имеется реальная возможность обеспечить в полном объеме лесопитомническое хозяйство Беларуси органическими удобрениями в объеме 45–50 тыс тонн в год. Для дополнительного поступления валюты в бюджет МЛХ РБ может реализовать за рубеж только для Казахстана, Монголии и Китая не менее 10–15 тыс тонн органических удобрений в год.

На базе Кореневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси только в 2023 г. заготовлено более 800 тонн органических удобрений, в Осиповичском опытном лесхозе – более 500 тонн, в Щучинском лесхозе – более 400 тонн, в Мозырском и Буда-Кошелевском опытных лесхозах – по 350 тонн, а в Кобринском опытном лесхозе – более 400 тонн.

Препарат микробиологический «Экобактер» предназначен для утилизации органических отходов, устранения неприятных запахов, а также для ускоренной переработки в высококачественный компост бытовых, лесохозяйственных и сельскохозяйственных отходов.

В настоящее время ежегодная потребность Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь (далее – МЛХ РБ) в органоминеральных удобрениях для выращивания лесного посадочного материала составляет 35–40 тыс тонн. Фактически лесхозы заготавливают 12–15 тыс тонн органических удобрений. Чтобы компенсировать недостаток в органических удобрениях, имеется реальная возможность их получать в наших постоянных лесных питомниках.

Ежегодное количество отходов в виде хвойных опилок и древесной коры превышает 2 млн м³. По данным СООО «Бонше», в Брестском районе в производственных условиях Кореневской экспериментальной лесной базы ИЛ НАН Беларуси ежегодно образуются отходы грибного производства в объеме более 18 тыс тонн.

Микробиологический препарат «Экобактер» производится в г. Гомеле на основе бактерий *Lactobacillus* spp., *Enterococcus durans*, *Rhodopseudomonas palustris*, представляет собой культуральную жидкость, содержащую бактериальные клетки и продукты метаболизма вышеуказанных бактерий (таблица 1).

Таблица 1 – Технология применения микробиологического препарата «Экобактер»

Наименование марки	Доза применения	Культура, время, особенности применения
«Экобактер», водный раствор	1000 мл/10 л	<i>Приготовление компоста</i> – каждый слой – 30 см компостируемой массы – пролить раствором из расчета 5 л на 1 м кв. Крупные компоненты измельчить. Для защиты от доступа воздуха укрыть пленкой.
	350 мл/2 м куб.	<i>Септик</i> – неразбавленный препарат вылить в систему из расчета 350 мл на каждые 2 м куб.

Препарат микробиологический «Экобактер-Терра» предназначен для применения в сельскохозяйственном производстве, лесопитомнических и личных подсобных хозяйствах на зерновых, технических, кормовых, овощных, плодово-ягодных и цветочно-декоративных культурах открытого и защищенного грунта. Препарат рекомендуется для предпосевной обработки семян и внекорневой обработки посадочного материала, полива растений в период вегетации; полива и опрыскивания почвы, послеуборочного опрыскивания пожнивных остатков, сидератов и органических удобрений с последующей заделкой в почву, а также для ускорения созревания компостов из растительных и бытовых отходов.

Микробиологический препарат «Экобактер-Терра» – водный раствор, содержащий симбиотический комплекс специально отобранных природных живых микроорганизмов: молочнокислые и фотосинтезирующие бактерии, бактерии, фиксирующие азот, сахаромицеты и культуральную жидкость. «Экобактер-Терра» ТУ ВУ 810001157.007-2019» (таблица 2).

Таблица 2 – Технология применения микробиологического препарата «Экобактер-Терра»

Мероприятие	Сроки проведения	Расход препарата, л/га
Обработка семян	за 2–3 дня до высева	100 мл неразбавленного препарата «Экобактер-Терра» влить в 10 л нехлорированной воды (t около 20 °С) и перемешать. 1 л рабочего раствора на 1 кг семян.
Обработка растений в процессе вегетации	в фазу формирования	3 л неразбавленного препарата влить в 300 л нехлорированной воды (t около 20 °С) и перемешать. 300 л раствора равномерно внести опрыскивателем на 1 га посадок.

Нами проведены комплексные исследования по выращиванию сеянцев дуба черешчатого с открытой и закрытой корневой системой. Установлены наиболее эффективные агротехнологии выращивания сеянцев дуба черешчатого. Определены оптимальные условия хранения желудей в холодильных камерах. Большие проблемы для получения стандартных сеянцев дуба черешчатого сводятся к недостаточному количеству посевного материала. На лесосеменной плантации дуба черешчатого в Слободском лесничестве Мозырского опытного лесхоза на площади 27 га в течение 35 лет нет достаточного количества желудей. По данным Гомельского государственного производственного лесохозяйственного объединения, с 2015 г. по 2022 г. ежегодное количество желудей в среднем составило 0,9 т. Если учесть, что доброкачественность желудей с 2016 г. по 2022 г. составляла в среднем 74 %, то становится ясным почему в Мозырском опытном лесхозе не выращивают сеянцы дуба черешчатого в последние 10 лет. В беседе с лесничим Слободского лесничества «внутри плантации дуба черешчатого желудей практически нет. Желуди собираем только на крайних деревьях дуба черешчатого». Нет посевного материала. Причин много. Но их надо решать.

В своем выступлении 26 января 2024 г. президент Республики Беларусь А. Г. Лукашенко подчеркнул: «Надо финансировать в науке то, что нам сейчас надо. Естественно, без изучения и продвижения фундаментальной науки невозможно. Но давайте двигать фундаментализм, который будет способствовать прикладной тематике, – заявил глава государства. – Надо больше от жизни (идти. – Прим. БЕЛТА)» (URL: <https://www.belta.by/president/view/lukashenko-obratil-vnimanie-chto-v-nauke-nado-idti-ot-zhizni-611880-2024/>).

На заседании секции № 2 Ученого совета Института леса НАН Беларуси в декабре 2023 г. мы рассмотрели научные отчеты за год. Особенно впечатляют лабораторные исследования отдела генетики, селекции и биотехнологии по двум темам (№ 10 «Идентификация» и № 36 «Геномная селекция»). Объем ежегодного финансирования каждой темы составляет не менее 150 тыс бел. руб., а темы прорабатываются по пять лет. Практических рекомендаций не подготовлено.

Использование отходов лесного хозяйства сегодня является первостепенной задачей их утилизации для обеспечения лесопитомнического хозяйства отечественными и недорогими органическими удобрениями.

Сектор биорегуляции выращивания лесопосадочного материала вопросами технологии получения органических удобрений с использованием отходов лесного и сельского хозяйства занимается более 10 лет по хоздоговорным темам. За этот период были заключены хозяйственные договоры на сумму 75 тыс бел. руб. Это явно недостаточно для проведения комплексных исследований и разработки нормативной документации.

Основным недостатком работы в Институте леса является отсутствие агрохимической лаборатории по определению элементов питания как в почвенных, так и в растительных образцах. Это не позволяет оперативно решать многие вопросы и контролировать работу по выращиванию посадочного

материала при выполнении НИР по государственным программам и хозяйственным темам.

В Институте леса отсутствуют изданные каталоги опытных и опытно-производственных объектов, также они отсутствуют на всех трех экспериментальных лесных опытных базах. Это не дает возможности рекламировать научные достижения Института леса.

Последняя информация в виде рекламного проспекта ГЛХУ «Корневская экспериментальная лесная база ИЛ НАН Беларуси» издана 15 лет назад. В последнем проспекте Корневской ЭЛБ указано, что имеется 170 опытных и опытно-производственных объектов и средний запас древесины составил 389 м³/га, а соотношения насаждений по возрастным группам составляет: спелых и перестойных (15,9 %), приспевающих (19,8 %), средневозрастных (5,5 %) и молодняков (9,3 %) соответственно.

Как обстоят дела по этим показателям в настоящее время? За этот период существенно изменился не только коллектив базы, но и, может быть, научные направления исследований.

В мае 2023 г. на базе Глусского лесхоза Могилевского ГПЛХО МЛХ был проведен семинар по вопросу выращивания сеянцев березы в условиях закрытого грунта. На данном семинаре отсутствовали ученые Института леса. Хотя вопросами выращивания сеянцев березы в Институте леса занимаются более 25 лет. Деньги для выполнения тем использованы, а результат отсутствует. Специалисты постоянного лесного питомника Глусского лесхоза подробно описали технологию выращивания сеянцев березы, начиная от сбора семян, их сушки, хранения и посева, а также агротехники выращивания сеянцев с учетом затенения, полива, контроля влажности грунта, внекорневой подкормки и борьбы с сорной растительностью. Представлен алгоритм мероприятий по заготовке и выращиванию посадочного материала березы повислой. В протоколе семинара-совещания принято решение к 2025 году перейти на 100%-ное выращивание посадочного материала березы повислой в лесхозах Беларуси.

Агротехнологии Института леса по выращиванию сеянцев березы МЛХ РБ не использовало.

27 ноября 2021 года, в субботу, по нашей инициативе ученые из Института ботаники и фотоинтродукции Республики Казахстан – Генеральный директор Института ботаники и фотоинтродукции, д. б. н. Гульнара Токбергеновна Ситпаева и ведущий сотрудник, заведующий лабораторией дендрологии, к. б. н. Николай Николаевич Зверев – специально приехали в г. Гомель для обсуждения научных исследований по использованию композиционных полимерных составов для получения органоминеральных удобрений и технологии выращивания стандартного посадочного материала.

Дальнейшее обсуждение перспектив сотрудничества сектора биорегуляции выращивания лесопосадочного материала с Институтом ботаники и фотоинтродукции проходило в узком кругу (В. В. Копытков, Г. Т. Ситпаева и Н. Н. Зверев). Особое внимание было уделено научным исследованиям корневых систем сеянцев хвойных и лиственных пород на наличие раз-

личных форм микориз и степени микоризности посадочного материала в целом. Нами подготовлен проект договора: «Разработать инновационные технологии выращивания стандартных семян с использованием композиционных материалов». Нами были намечены задачи исследований: изучить инновационные технологии получения органических удобрений без использования торфа; разработать перспективные способы предпосевной обработки желудей; исследовать технологию получения органических удобрений с использованием отходов лесного хозяйства и сельскохозяйственного производства; определить степень готовности органических удобрений для использования при выращивании семян; изучить физико-химические свойства органических удобрений.

В конце обсуждения мы обменялись опубликованными научными материалами.

Аналогичная ситуация сложилась при заключении хозяйственного договора с ОДО «Агросемпродукт» по теме «Исследования по технологии получения и применения торфо-сапропелевого субстрата (удобрения) для выращивания лесного посадочного материала». В августе 2020 года в Институт леса НАНБ прибыли директор данного предприятия В. Г. Майсюки В. И. Кузьмич из г. Минска и директор СООО «Адоб-агро» Г. В. Переход из г. Пружаны. Основной целью приезда в г. Гомель являлось согласование плана проводимых научных исследований на сумму 40 тыс. бел.рублей (Договор № 1 от 25 августа 2020 г, № госрегистрации 20201656) по получению нового органоминерального удобрения, проведение полевых и лабораторных испытаний, разработка технических условий, рекомендаций и подача патента. В процессе обсуждения директор Института леса НАНБ А. И. Ковалевич говорил о перспективах использования разрабатываемых новых органоминеральных удобрений на лесосеменных плантациях и участках. Плодоношение у лесных растений может проявляться через 3–5 лет. За 2,5 года в рамках выполнения данного договора с «Агросемпродукт» сектором биорегуляции выращивания лесопосадочного материала разработаны и зарегистрированы в Белорусском государственном институте стандартизации и сертификации технические условия «Субстрат органоминеральный «Фертириз» для выращивания семян лесных пород», № 066488 от 10.11.2022 г. Подготовлены и утверждены 25.11.2022 г. «Рекомендации по технологии получения и применения органоминеральных удобрений для выращивания лесного посадочного материала». На состав для получения торфо-сапропелевого субстрата получен патент на изобретение «Состав для получения компоста на основе древесной коры», № 23822 от 30.10.2022 г. Разработанные сектором Технические условия за последние 12 лет являются единственными в Институте леса НАН Беларуси.

Композиционный полимерный состав «Корпансил» разработан в 2000 году с наличием всей научно-технической документации (рекомендации, технические условия, технологический регламент на получение препарата и т. д.). Только в 2003 году налажен промышленный выпуск «Корпансила» в Коре-

невской экспериментальной лесной базе Института леса НАН Беларуси. И сегодня практически все лесхозы заказывают данный полимерный состав для предпосадочной обработки корневых систем растений от иссушения и повышения приживаемости лесных культур. За период с 2004 по 2023 г. на производственных площадях Корневской экспериментальной лесной базы наработано 449,4 тысяч литров концентрированного композиционного полимерного состава «Корпансил», который реализован государственным лесохозяйственным учреждениям Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь для целей лесовосстановления и лесоразведения. От реализации препарата Институт леса ничего не получает.

Выступая на Международных научно-практических конференциях в Казахстане, Монголии, России и Украине, представители многих стран проявляют интерес к композиционному полимерному составу «Корпансил».

Уже сегодня, в соответствии с международными контрактами между Институтом леса НАН Беларуси и Комитетом лесного хозяйства Казахстана, созданы лаборатории в резервате «Семей орманы» и Казалинском лесном питомнике Кызылординской области по наработке препарата «Тамыркуш». Это аналог нашего препарата «Корпансил». Имеются предложения по созданию аналогичных лабораторий в Чили, Китае, Израиле, Монголии и других странах.

В последние годы большая работа проведена нами совместно с УО «Гомельский государственный профессиональный аграрно-технический лицей № 34 (Т. А. Ярец)» и УО «Жлобинский государственный профессионально-технический колледж» (Л. Н. Концевая) по обучению начальника питомника Корневской ЭЛБ ИЛ НАНБ Л. В. Кривецкой и специалистов этого питомника по выращиванию различных декоративных, цветочных и лекарственных растений. Проведено восемь рабочих семинаров по технологиям выращивания цветочных и лекарственных растений, начиная от получения семян, их предпосевной подготовки, подготовки субстрата, внекорневых подкормок и др.

В этот же период значительное внимание было уделено и выращиванию в тепличном хозяйстве Корневской ЭЛБ и Мозырского опытного лесхоза различных сортов винограда. После многочисленных тренингов получены положительные результаты по черенкованию и агротехнике выращивания винограда и цветов. В настоящее время на территории питомника Корневской ЭЛБ ежегодно выращивают достаточно большой ассортимент цветочных растений и хорошо растет лоза винограда. В этом есть и наша заслуга.

ТОРФ КАК НЕВОЗОБНОВЛЯЕМЫЙ ИСТОЧНИК СЫРЬЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СУБСТРАТОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЛЕСОПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА

В. В. Носников¹, А. В. Юреня², Т. Д. Севрук³, Е. Г. Юреня⁴

¹Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры
лесных культур и почвоведения;

²Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры
лесных культур и почвоведения;

³Магистр УО «Белорусский государственный технологический университет»;

⁴Старший преподаватель, доцент кафедры лесных культур и почвоведения
УО «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск

Основной для приготовления субстрата могут являться различные материалы. Наиболее распространенным и обладающим наилучшими качествами является торф [1–3].

В соответствии с составом исходного растительного материала, условиями образования торфа и его физико-химическими свойствами торф относят к одному из 3 типов: верховому, переходному и низинному.

Торфы низинного типа отлагаются в условиях богатого минерального питания, в разнообразных условиях увлажнения, начиная от сильно обводненных безлесных топей и кончая периодически увлажняемыми заболоченными лесами. Все они характеризуются повышенной зольностью (6–18 %), нейтральной или щелочной реакцией среды и большим разнообразием других физико-химических свойств для отдельных групп и видов торфа.

Торфы переходного типа отлагаются в условиях несколько обедненного минерального питания, поэтому они характеризуются пониженной зольностью (4–6 %) и слабнокислой реакцией.

Торфы верхового типа отлагаются в условиях бедного минерального питания, весьма разнообразных по степени увлажнения: от сильно обводненных безлесных сфагновых топей до дренированных облесенных болот с мощной сосной и большим числом кустарничков. Разнообразие влажности отлагаемых торфов создает и значительные отклонения в степени разложения торфа. Верховой торф обладает хорошей влаговпитывающей и влагоудерживающей способностью, при этом сохраняет высокую степень аэрации, слабо уплотняется при поливах, не содержит возбудителей заболеваний растений. Однако верховой торф в очень малом количестве содержит элементы питания. Объемная масса сухого верхового торфа составляет обычно 0,04–0,08 г/см³. Верховой торф содержит 0,56–2 % азота, 0,03–0,26 % фосфора, 0,01–0,1 % калия, отличается хорошей влагоёмкостью (600–1200 % по массе или 56–84 % по объёму), имеет кислую реакцию среды – рН 2,6–4,2 [4].

Верховой торф (особенно сфагновый) обладает антисептическими свойствами, в нём отсутствуют возбудители опасных грибных болезней, поэтому сеянцы, выращенные в теплицах, значительно реже поражаются различными

заболеваниями [5]. Кроме того, при внесении в торф минеральных удобрений он переводит в недоступную форму для растений только их незначительную часть. Сочетание различных свойств верхового торфа обеспечивает растениям благоприятный водно-воздушный режим, позволяет вносить сравнительно большое количество удобрений без опасения повредить растения и затруднить потребление ими питательных веществ и воды. Однако каждый объект для заготовки верхового торфа имеет свои характеристики и требует обязательной предварительной проверки.

Степень разложения торфа характеризуется процентным содержанием гумифицированного органического вещества во всей массе торфа и зависит от биохимических процессов, обусловленных ботаническим составом, возрастом торфа, химизмом воды. В естественных условиях степень разложения торфа разнообразна. При степени разложения менее 5 % торф называют «совершенно неразложившийся», он представляет собой растительный горизонт (очес), при 5–10 % – «почти неразложившийся», 30–40 % – «слаборазложившийся», 50–60 % – «среднеразложившийся», 70–80 % – «сильно разложившийся», более 80 % – «очень сильно разложившийся». От степени разложения зависят удобрительные, водно-физические, агрохимические и другие свойства торфа [6]. Степень разложения оказывает решающее влияние на ряд важнейших физико-химических свойств залежи. Характер распределения степени разложения по глубине и ее средние величины зависят от ботанического состава и видов торфа, слагающих залежь. Довольно часто в залежи можно наблюдать чередование слоев с различной степенью разложения (например, в магелланикум-залежи). Одной из причин такого чередования является изменение климатических периодов в процессе формирования торфяной залежи.

При сжигании торфа остается его минеральная часть (зола). Отношение несгорающего остатка к абсолютно сухой навеске называется зольностью торфа. Зольность торфа бывает первичной, обусловленной химическими соединениями, входящими в состав растений-торфообразователей, и вторичной, занесенной в торф извне. В верховых торфах золы содержится 2–4 %. Вследствие более богатого минерального питания низинные торфа содержат золы 6–18 % [6].

Зольность – один из основных показателей, определяющий пригодность торфа для различных направлений использования в народном хозяйстве. Для низинного, переходного и верхового типов торфа средняя зольность равна соответственно 7,6; 4,7 и 2,4 % от сухого вещества. В пределах типов торфа зольность сильно изменяется [7].

Верховые болота – исключительно атмосферного питания. Наиболее распространены они в северной части Беларуси на территории Витебской и Минской областей и занимают 15,8 % площади всех болот. Мощность торфяного пласта верховых болот составляет в среднем 2–4 м, редко достигает до мощности 9–10 м [8].

Площадь разработки торфяного фонда Республики Беларусь, согласно Схеме распределения торфяников по направлениям использования на период до 2030 года (утверждена постановлением Совмина от 30 декабря 2015 г. № 1111), составляет 99,1 тыс га с запасами торфа в 302,1 млн т. При этом по состоянию на начало 2017 г. предприятиям Минэнерго были отведены земли торфяников, на которых сосредоточено 10 % запасов относительно объемов перспективной разработки до 2030 г.

Ежегодно в Беларуси добывается около 2 млн тонн торфа, из них производится около 1 млн тонн для топливных нужд. Около 200 тыс тонн производится нетопливной продукции, в том числе и субстратов.

Использование торфяных запасов помимо топлива представлено производством органических и органоминеральных удобрений, субстратов, удобрительных смесей и мелиорантов, биостимуляторов, ростовых веществ и кормовых добавок, сорбционных материалов для поглощения вредных и токсичных веществ, в том числе тяжелых металлов и радионуклидов, торфощелочных реагентов для буровых работ и производства строительных материалов, лекарственных средств, изделий бытовой химии, косметики, полиграфии и других продуктов [9; 10].

Лесное хозяйство является устойчивым потребителем торфа, который используется в основном в качестве сырья при выращивании посадочного материала с закрытой корневой системой (ЗКС) и в закрытом грунте.

В 2023 году в учреждениях Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь было выращено 33,6 млн шт. посадочного материала с ЗКС. Для его выращивания ежегодно необходимо более 4,5 тыс тонн торфяного субстрата. Значительное количество торфа идет также для заполнения теплиц и коробов при выращивании сосны обыкновенной, ели европейской и березы повислой в закрытом грунте (рисунок 1).



Рисунок 1 – Выращивание лесного посадочного материала в коробах (а) и в закрытом грунте (б)

В лесном хозяйстве торфяно-перлитный субстрат изготавливается согласно ТУ ВУ 100061961.002-2015 [11]. Для его приготовления используется верховой торф со степенью разложения не более 25 % и размером фракции 0–15 мм. В лиственный субстрат можно добавлять низинный торф

в количестве 40% со степенью разложения не менее 20%. Размер фракции в этом случае составляет 0–7 мм. Для обеспечения нужного уровня аэрации используется перлит в количестве 10–20 % от общего объема торфа. Химические показатели торфяно-перлитного субстрата представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Химические показатели торфяно-перлитного субстрата

Наименование показателя	Значение показателя	
	хвойные	лиственные
Массовая доля влаги не более, %	40–60	40–60
Кислотность субстрата, рН	2,8–3,5	5,0–6,0
Минеральные вещества, г/м ³		
Макроэлементы:		
N (азот)	120–220	
P ² O ⁵ (оксид фосфора)	140–210	
K ² O (оксид калия)	200–320	
Микроэлементы:		
B (бор)	0,3–0,5	
Cu (медь)	1,5–2,0	
Fe (железо)	0,9–1,1	
Mn (марганец)	1,6–1,9	
Mo (молибден)	2,0–2,5	
Zn (цинк)	0,4–0,7	

Одним из спорных моментов использования торфяных субстратов является дискуссия о возобновляемости данного ресурса.

Решением Еврокомиссии в 2013 году торф был признан невозобновляемым ресурсом, особенно с точки зрения применения в энергетике. Применение его для этой цели не только приводит к быстрому израсходованию месторождений, но и является источником выбросов углекислого газа в атмосферу. В случае использования его для приготовления субстрата, особенно для целей выращивания лесного посадочного материала, происходит «возврат» торфа в почву в процессе создания лесных культур, только уже на новом месте. Это уменьшает экологические последствия использования торфяных субстратов, но не решает проблему истощения верховых болот, восстановление которых протекает крайне медленно.

Согласно данным исследований первичной продуктивности болотных лесов [12], годовая продукция сфагновых верховых болот в зависимости от особенностей застойного увлажнения и типа произрастающей растительности составляет от 0,35 до 1,20 т/га в год, что демонстрирует довольно низкий темп возобновления верхового торфа. При этом сам процесс

восстановления верхового болота после его разработки протекает значительно медленнее накопления торфа на ненарушенном участке. А при параллельном регулировании водного режима территории, на которой производилась торфоразработка, оставшиеся запасы быстрее минерализуются и не позволяют сразу восстановить прежний растительный покров сфагновых мхов и, как результат, скорость восстановления этого ценного ресурса.

В Беларуси имеется большое количество отходов лесохозяйственного производства в виде древесных опилок и хвойной коры, которые целесообразно использовать для получения органических удобрений при выращивании лесного посадочного материала. Ежегодное количество отходов в виде опилок составляет 800 тыс м³, а древесной коры – в 12 раз больше. Ежегодно образуются отходы грибного производства в количестве 18 тыс тонн.

Таким образом, несмотря на то, что торф фактически является медленно возобновляемым ресурсом, интенсивное его использование, в том числе для целей приготовления субстратов, приведет к истощению торфяных залежей и потере этих уникальных природных объектов. Именно поэтому является важным процесс поиска альтернативы торфу при выращивании лесного посадочного материала, позволяющей уменьшить долю его участия в субстрате или полностью заменить его. Наиболее перспективным направлением является инновационное использование отходов лесохозяйственной деятельности в виде древесных опилок и хвойной коры

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Схема распределения торфяников по направлениям использования на период до 2030 года : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 30 дек. 2015 г. № 1111. – 34 с.

2. Жигунов, А. В. Теория и практика выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой для лесовосстановления : автореф. дис. д-ра с.-х. наук : 06.03.01 / А. В. Жигунов. – СПб. : СПбЛТА, 1998. – 47 с.

3. Материал лесной посадочный хвойных пород с закрытой корневой системой. Технические условия : ТУ ВУ 100061961.001-2015. – Введ. 2015. – Минск : МЛХ, 2015. – 6 с.

4. Practical guidelines for producing longleaf pine seedlings in containers / Barnett [et al.] // Gen. Tech. Rep. SRS-14. Asheville. NC : U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station, 1997. – 36 p.

5. Блинцов, И. К. Практикум по почвоведению / И. К. Блинцов, К. Л. Забелло. – Минск : Выш. шк., 1979. – 207 с.

6. Костюк, Н. С. Физика торфа / Н. С. Костюк. – Минск : Выш. шк., 1967. – 214 с.

7. Практическое руководство по организации добычи фрезерного торфа : учеб. пособие / В. И. Смирнов [и др.] ; под ред. В. И. Смирнова. – Тверь : ТГТУ, 2007. – 392 с.

8. Болота Белоруссии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0_%D0%91%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D1%80%D1%83%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8. – Дата доступа: 07.03.2024.

9. Первичный анализ торфяной промышленности Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bahna.land/ru/bolota/pervichnyj-analiz-torfyanoj-promyshlennosti-belarusi>. – Дата доступа: 07.03.2024.

10. Краковецкий, А. В. Экономико-географическая оценка торфяных месторождений, пригодных для комплексного освоения и производства различной продукции / А. В. Краковецкий // Природопользование. – 2016. – № 30. – С. 96–105.

11. ТУ ВУ 100061961.002-2015 «Субстраты торфяно-перлитные» : ГР 043833/03 : 11.01.2021 г. / Республиканский лесной селекционно-семеноводческий центр ; М-во лесного хоз-ва Респ. Беларусь. – Минск. – 12 с.

12. Валетов, В. В. Структура первичной продукции болотных лесов / В. В. Валетов, М. В. Кудин, Л. П. Смоляк. – Минск : Уралжай. – 1985. – 164 с.

МГТУ им. И.П. Шамурдина

УТИЛИЗАЦИЯ И ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ СЕЛЬСКОГО И ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА ПРИ ПОМОЩИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ



Максимова Светлана Леонидовна,
кандидат биологических наук, доцент,
заведующий сектором вермифтехнологий
Государственного научно-производственного
объединения «Научно-практический центр
НАН Беларуси по биоресурсам, г. Минск



Копытков Владимир Васильевич,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
заведующий сектором биорегуляции
выращивания лесопосадочного материала
Института леса НАН Беларуси, профессор
кафедры биологии и химии УО «Мозырский
педагогический университет
им. И. П. Шамякина»

На сегодняшний день существующие в мире технологии переработки органических отходов в большинстве случаев не являются безотходными и экологически чистыми и требуют больших затрат энергоресурсов. Альтернативой существующим методам является новое направление – переработка органических отходов с помощью дождевых червей.

В настоящее время биотехнология переработки органических отходов с помощью дождевых червей, или вермикомпостирование широко применяется во многих странах мира. Проблема утилизации органических отходов является одной из актуальных задач, стоящих перед работниками сельскохозяйственных и промышленных предприятий. Функционирование крупных животноводческих, птицеводческих комплексов и ферм ставит под угрозу экологическое благополучие окружающей природной среды. Вермикомпостирование, как безотходная технология, может быть использована для утилизации и рециклинга различных видов навоза на животноводческих фермах и комплексах или других органических отходов сельскохозяйственных производств и промышленности с помощью специализированной технологической линии дождевых навозных червей вида *Eisenia foetida foetida* (Sav.). В настоящее время во многих странах мира, особенно в США и Канаде, происходит настоящий бум, связанный с разработкой новых, более эффективных технологий вермикомпостирования.

Новая технология основана на способности червей поглощать в процессе своей жизнедеятельности растительные остатки и почву. В организме червей они измельчаются, биохимически трансформируются, обогащаются питательными элементами, ферментами и микроорганизмами. При прохождении органических отходов через кишечник червей исчезает неприятный запах, снижается их зараженность патогенами, уменьшается объем отходов, и в результате физико-химических, биохимических и микробиологических преобразований в кишечнике дождевых червей они превращаются в вермикомпост (биогумус) – органическое удобрение, представляющее собой определенную агрономическую ценность.

Биогумус – экологически чистое органическое удобрение получается из естественных материалов; свободен от химических добавок; повышает содержание гумуса в почве; полноценное удобрение комплексного, синхронного и пролонгированного действия; препятствует вымыванию питательных веществ; улучшает физико-химические свойства почвы; снижает действие вредных веществ: фитотоксических элементов, радионуклидов и тяжелых металлов; ослабляет экстремальные химические действия на почву; резко снижает норму внесения минеральных удобрений; свободен от многих патогенных организмов; безвреден для здоровья человека.

Биогумус – органическое коричнево-черное вещество. Без запаха. Не слеживается. Богатое на питательные вещества. Является высокоэффективным удобрением. Применяется при возделывании сельскохозяйственных культур для регенерации почвы и повышения их урожайности. Способствует улучшению роста и развития растений. Не содержит патогенной флоры. Активирует развитие корневой системы растений. Уменьшает стресс растений, особенно рассады, при высадке в грядки или поле, повышает ее приживаемость. Ускоряет прорастание семян и созревание плодов на 10–30 дней. Повышает урожайность сельскохозяйственных культур на 20–50 %. По своей эффективности превышает обычный навоз в 10–12 раз. Вносить биогумус в открытый грунт можно с ранней весны до поздней осени. Он является органическим удобрением пролонгированного действия. Его эффективность сохраняется в течение 4–5 лет.

В Беларуси биогумус и грунты на основе биогумуса являются объектами импортозамещения. Данный метод биоконверсии, загрязняющих окружающую среду органическими отходами промышленного и сельскохозяйственного производства, предусматривает получение двух видов продукции – биогумуса и биомассы навозных червей, которые имеют следующие области применения:

– биогумус можно использовать как дешевое экологически чистое удобрение, заменяющее дорогостоящие минеральные удобрения, которые в свою очередь являются вторичным источником загрязнения почвы различными ксенобиотиками;

– биогумус можно использовать как исходное вещество для производства жидкой подкормки для растений;

– биомасса навозных червей может быть использована в медицинских целях;

– биомасса навозных червей может быть использована в качестве сырья для производства комбикорма.

– при применении биогумуса обнаружено существенное подавление популяций патогенных микроорганизмов, нематод и насекомых-вредителей, которые поражают растения.

– при помощи биогумуса можно проводить рекультивацию загрязненных и нарушенных почв.

В результате выполнения научно-исследовательских работ получена новая технологическая линия дождевого навозного червя «Белорусский пахарь». Для получения новой технологической линии проведен кластерный анализ местных популяций навозных червей, технологической линии «Владимирский старатель» и ККГ (Красный калифорнийский гибрид) по основным репродуктивным характеристикам, определены межпопуляционные комбинации скрещивания дождевых навозных червей для выведения новых перспективных линий, использование которых позволило получить первое поколение гибридов, характеризующееся гетерозисом.

Полученная технологическая линия «Белорусский пахарь» имеет отличительные признаки: быстрый рост; нетребовательность в еде; число коконов, полученных от каждого экземпляра червя за 1 неделю; выход молоди во всех коконах – при температуре 18 °С; температурный экологический оптимум для активного размножения и роста популяции – 20–23 °С; через 7–10 дней каждый червь откладывает кокон.

Данная технологическая линия, обладающая высокими репродуктивными качествами и адаптированная к местным условиям, использована в сельском хозяйстве при вермикомпостировании навоза животных и помета птиц, а также предназначена для ускоренной и более качественной переработки органических отходов промышленных предприятий (осадки сточных вод очистных сооружений, отходы перерабатывающих предприятий пищевой промышленности) и получения биогумуса на территории Беларуси.

Эффективность и рентабельность вермикультивирования как биотехнологии во многом зависят, прежде всего, от условий их культивирования: температуры, влажности, качества и интенсивности кормления. Кроме того, большое значение имеют и продукционные характеристики самого навозного червя: плодовитость, скорость роста, сроки наступления половозрелости. По данным Российской корпорации «Грин-ПИК», рентабельность данного производства составляет 200 %.

Вермикомпостирование и вермикультивирование позволит в более сжатые сроки решить вопросы, связанные с утилизацией и переработкой органических отходов, что приведет к улучшению экологической обстановки в Республике и получению большого количества органического удобрения – биогумуса – для восстановления плодородия почв лесных питомников,

получению дополнительного количества кормового белка, необходимого в животноводстве и производству экологически чистых продуктов питания. Все это в конечном итоге позволит целенаправленно осуществить программу экологизации сельскохозяйственного производства.

Данное производство по производству биогумуса и грунтов будет способствовать утилизации различных органических отходов. При переработке 1 т органических отходов получается около 600 кг биогумуса и 100 кг биомассы червей (с субстратом). Стоимость 1 т биогумуса на мировом рынке (в зависимости от влажности) – от 400 до 1500 \$. Стоимость 1 кг дождевых навозных червей с субстратом – 30–50 \$.

Для круглогодичного производства биогумуса и биомассы дождевых червей в Беларуси используют как закрытые помещения (бывшие коровники, овощехранилища, бомбоубежища), так и открытые площадки. Продаются биогумус в Беларуси россыпью и в упаковках (пакеты и ведра). рН биогумуса должна быть в пределах 6,5–7,2. Патогенная микрофлора и содержание яиц гельминтов не допускается. Срок годности не ограничен. Чаще биогумус используют не в чистом виде, а в составе различных грунтов и почвосмесей. Доля биогумуса в них – от 10 до 30 %. Остальными компонентами могут быть торф, древесные опилки, измельченная кора и т. д.

В последние годы возрос интерес к дождевым червям как к источнику животного белка для сбалансирования кормовых рационов животных, птицы, рыб, пушных зверей, а также белковой добавки, обладающей лечебно-профилактическими свойствами. Количество массы червей для скармливания зависит от потребности животных в белке. Мясо животных при этом приобретает высокие потребительские качества. Такие исследования проводятся и в секторе вермифтехнологий.

В качестве такого эксперимента нами предпринята попытка выращивания вьетнамских черных свиней и цыплят бройлеров в фермерском хозяйстве «Агро-Верми» (Брестская область, Жабинковский район) с применением вермикультуры (ТУ ВУ 100217257.005-2010), муки из сухих дождевых навозных червей (ТУ ВУ 100217257.004-2010) и биогумуса (ТУ ВУ 100217257.003-2010). Разработаны ТУ на комбикорма на основе муки и фарша из дождевых навозных червей (ТУ ВУ 100217257.006-2010), которые рекомендуются для применения в АПК. Проведенные исследования по вскармливанию верми-муки цыплятам – бройлерам показали, что добавление ее в состав комбикормов более благоприятно влияет на продуктивность цыплят. При вскармливании цыплят-бройлеров контрольной группы средняя живая масса цыплят к концу срока выращивания достигла 1350 г при среднесуточном приросте 17,1–31,0 г. При добавлении к основному комбикорму верми-муки в количестве от 5–28 г на голову в сутки живая масса цыплят – бройлеров была на 30–170 г больше в сравнении с таковой контрольной группы. Применение нетрадиционной кормовой добавки позволило в хозяйстве произвести ранний отъем поросят (27–30 дней) при 8–9 кг живой массы и обеспечить до 2,5 опоросов свиноматки в год.

На основе биогумуса изготавливают и жидкие гуминовые удобрения. Такие удобрения содержат в себе все компоненты биогумуса в растворенном состоянии: гуминовые и фульвокислоты, витамины, природные фитогормоны, микро- и макроэлементы в виде биодоступных органических соединений и споры полезных почвенных микроорганизмов. Фунгицидные и бактерицидные свойства удобрения обусловлены присутствием природных фунгицидов и антибиотиков, выделяемых микрофлорой кишечника дождевого навозного червя в процессе вермикультивирования.

Применение такого органического удобрения совместимо с одновременным применением минеральных удобрений. Повышается коэффициент использования растениями минеральных удобрений. Жидкое гуминовое удобрение на основе биогумуса применяют также для внекорневой обработки растений. Опрыскивание растений препаратом, разбавленным водой, предотвращает различные заболевания растений. По данным различных испытаний НИИ и станций защиты растений препарат на 60–100 % угнетает сухую пятнистость, ризоктониоз, фитофтороз и ряд других болезней картофеля. На 100 % подавляет возбудителей снежной плесени, серой гнили, септориоз зерновых и зернобобовых, на 44–60 % – фузариоз колоса, корневой гнили.

Применение данного удобрения эффективно при выращивании томатов, огурцов, зеленых культур в защищенном грунте, а также в открытом грунте при возделывании зерновых, бобовых, картофеля, овощных культур, ягод и фруктов. Данный препарат представляет собой темно-коричневую жидкость с земляным запахом, имеет щелочную реакцию (рН 7,5–11,0). Производство данного удобрения начато в Беларуси на базе ООО «Фитерра».

Получение жидких гуминовых удобрений (ЖГУ) из биогумуса путем щелочной обработки в растворе позволяет получить более концентрированные, чем при водной обработке, препараты. Более того, щелочная обработка позволяет не только полностью извлекать из биогумуса все его компоненты, но и многократно усилить физиологическую активность гуминовых кислот, переводя их в водорастворимые соли гуминовых кислот (гуматы натрия, калия или аммония). Эта технология является безотходной, так как осадок биогумуса после экстракции содержит в себе органо-минеральную часть биогумуса и водонерастворимые гуматы кальция, железа, меди и других металлов. Этот осадок после подсушивания можно использовать как высокоценный компонент для почвосмесей.

Препараты этой серии могут быть использованы как для корневой, так и внекорневой обработки растений, а также для предпосевной обработки семян. Наиболее эффективно применение в условиях закрытого грунта. Препарат совместим со всеми гербицидами, фунгицидами и инсектицидами, что позволяет вносить его совместно с ними, без нарушения технологических процессов. Одноразовая обработка препаратом увеличивает урожай овощных культур на 40–50 %. При этом увеличивается содержание сухих веществ,

витаминов и сахаров, но снижается содержание нитратов в 2,5–4.0 раза. Применение данных препаратов позволит снизить дозы внесения минеральных удобрений и химических веществ до 50 %. Жидкие гуминовые препараты не токсичны, свободны от каких-то вредных примесей. Использование жидких гуминовых препаратов в растениеводстве позволяет получать экологически чистую продукцию, пригодную для производства продуктов детского и диетического питания.

Применение ЖГУ на основе биогумуса позволит совместить в единый процесс три различных агроприема с функциями подкормки, защиты и роста-регуляции растений, существенно снизить общие и удельные затраты на внесение, расход ГСМ, обеспечить увеличение эффективности применения макроудобрений, уменьшить амортизацию сельхозтехники, уменьшить количество ее проходов, и, соответственно, нагрузку на почву.

Разработка обладает импортозамещающим эффектом с перспективой экспорта.

ЖГУ для кормления сельскохозяйственных животных – комплекс биологически активных соединений, представленных преимущественно полифункциональными гуминовыми кислотами. Содержат комплекс биологически активных веществ, макро- и микроэлементов. Способствуют повышению перевариваемости питательных веществ рациона животных на 5 %. Способствуют снижению себестоимости прироста молодняка сельскохозяйственных животных на 5 %. Оказывают стимулирующее действие в довольно низких концентрациях (10^{-2} – 10^{-4} %). Способствует нормализации обмена веществ у животных, оказывает адаптогенное и антистрессовое действие.

Применение нового биологически активного препарата, полученного на основе местного доступного сырья, позволит сбалансировать рацион питания, обогатить его макро- и микроэлементами, а также оказать положительное влияние на процессы пищеварения и размножения.

Удобрение экологически безопасно, безвредно для человека, животных, насекомых, а также для почвенной микрофлоры и микрофауны.

В Республике Беларусь существует ряд коммерческих и государственных предприятий, которые успешно занимаются как вермикомпостированием, так и вермикультивированием («Гумус-Агро» (г. Червень), «ФИТЕРРА» (г. Минск), ООО «ЭЛЕГМАИНВЕСТ» (г. Барановичи), ФХ «Агро-Верми» (Жабинковский район) и ряд других). Однако данные предприятия не могут полностью обеспечить потребность страны в биогумусе и грунтах, а также биомассе дождевых навозных червей. В данный момент в республике начинает развиваться вермикультивирование и вермикомпостирование в широком масштабе, появляется много мелких вермихозяйств, что позволит вытеснить продукцию (биогумус, грунты, жидкие гуминовые удобрения) зарубежных фирм и произвести импортозамещение продукции. Началось развитие вермипроизводств во всех областях Беларуси (г. Иваново, г. Лида, г. Гомель, г. Мозырь, г. Речица, г. Борисов и др.). Технология вермикомпостирования в Беларуси подобна таковой в разных странах мира.

Таким образом, данный способ биоконверсии органических отходов не только дает возможность решения природоохранных проблем, связанных с загрязнением окружающей среды, но и открывает широкие возможности для использования биогазуса и биомассы навозных червей в лесном и сельском хозяйстве, медицине и животноводстве. Преимущество этих технологий перед другими заключается в том, что они позволяют в едином технологическом процессе при сравнительно малых затратах перерабатывать в больших количествах практически любые органические отходы с получением в качестве конечных продуктов высокоэффективного органического удобрения – биогазуса и полноценного биологического белка, используемого в животноводстве. Кроме того, при помощи биогазуса можно проводить рекультивацию загрязненных и нарушенных земель.

Вермитехнологии доступны всем большим и малым сельскохозяйственным предприятиям, фермерам, садоводам-любителям, городским коммунальным хозяйствам, а также всем заводам и фабрикам, предприятиям и организациям, которые своей производственной деятельностью загрязняют окружающую среду.

Все технологические решения, заложенные в основу создаваемых производств, являются инновационными разработками. Согласно Директиве ЕС, именно биогазус является органическим удобрением для использования в экологическом земледелии. Принятый в 2018 году в Беларуси закон об органическом земледелии указывает, что органические удобрения, включая биогазус, могут использоваться для выращивания сельскохозяйственной экологически чистой продукции. Производство ЖГУ и почвогрунтов на основе биогазуса и их использование в сельском и лесном хозяйстве поможет также перейти на органическое земледелие без использования минеральных удобрений и других агрохимикатов.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ И СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА НА ИЗМЕНЕНИЕ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКОВ И РОСТ СЕЯНЦЕВ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО



Савченко Виталий Викторович,
магистр сельскохозяйственных наук,
исследователь, младший научный
сотрудник сектора «Биорегуляции
выращивания лесопосадочного
материала» Института леса
НАН Беларуси



Ходосок Юлия Александровна,
преподаватель кафедры биологии и химии
УО «Мозырский педагогический университет
им. И. П. Шамякина

Совершенствование технологий производства посадочного материала при выращивании сеянцев с закрытой корневой системой рассматривается как перспективное направление лесовосстановления и лесоразведения. В Беларуси доминирующей древесной породой является сосна (50,4 %), а дубовые насаждения составляют 3,5 % от общей лесопокрытой площади. Дубравы представляют большую ценность. Они не только являются источником ценной древесины, но и выполняют важные экологические функции. В последнее время наблюдается процесс сокращения доли дубрав, вызванных как природно-климатическими, так и антропогенными факторами [1; 2].

Для объективной оценки качества используемых желудей определены их биометрические показатели. По полученным данным произведена статистическая обработка результатов измерений (таблица 1).

Таблица 1 – Биометрические показатели желудей дуба черешчатого Корневской экспериментальной лесной базе

Статистические показатели	Биометрические показатели желудей		
	длина, мм	диаметр, мм	масса, г
Среднее	30	17	5
Стандартная ошибка	0,55	0,25	0,26
Медиана	28	17	5,59
Мода	25	15	4,4
Стандартное отклонение	4,63	2,66	2,26
Дисперсия выборки	10,53	1,36	1,50
Асимметричность	0,51	0,35	1,11

Продолжение таблицы 1

Интервал	10	5	6,5
Минимум	25	15	3
Максимум	38	22	8
Коэффициент вариации, %	10,20	7,42	23,78

Анализ данных статистической обработки биометрических показателей желудей дуба черешчатого в таблице 1 показал следующее. Длина желудей находилась в пределах от 24 до 36 мм (среднее значение составляет 30,0 мм); коэффициент вариации – 10,20 %. Диаметр желудей находился в интервале от 13 до 21 мм (среднее значение составляет 17,0 мм); коэффициент вариации – 7,42 %. Масса желудя находилась в пределах от 3 до 7 г (среднее значение составляет 5 г.); коэффициент вариации – 23,78 %.

Изменчивость полученных данных на всех объектах доказывает, что совокупность данных является однородной, т.к. коэффициент вариации менее 30 %. Точность полученных данных высокая.

Изучение влияния разработанных органических удобрений на содержания элементов питания в почве проводили в постоянном лесном питомнике Осиповичского опытного лесхоза. Агрохимическая характеристика посевного отделения лесного питомника перед внесением органических удобрений имела следующие показатели: гумус – 1,9 %; pH_{kcl} – 5,4; легкогидролизуемый азот – 9,18 мг/100 г почвы; P_2O_5 – 20,10 мг/100 г почвы. Дозу внесения органических удобрений определяли исходя из обеспеченности почвы лесного питомника гумусом (таблица 2).

Таблица 2 – 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 органических удобрений на основе хвойных опилок, коры в соотношении 1:0,3:1. Содержание гумуса на варианте опыта с внесением компоста в дозе 70 кг/га превышает этот показатель по сравнению с контролем в 1,4 раза (таблица 3). Наибольшее содержание гумуса в почве по сравнению с контролем (1,9 %) в течение 3-х лет наблюдений отмечалось на участках после внесения органических удобрений. Содержание гумуса, легкогидролизуемого азота и подвижного фосфора на вариантах опыта даже на третий год после внесения органических удобрений превышали показатели почвы на контроле.

Таблица 3 – Содержание гумуса, легкогидролизуемого азота и подвижного фосфора в почве лесного питомника

Вариант компоста	Гумус, %			pH _{KCl}			N _{легкогидр.} , мг/100 г почвы			P ₂ O ₅ , мг/100 г почвы		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Контроль	1,90	1,84	1,67	6,3	4,9	4,7	14,92	50,86	6,04	32,89	39,06	24,71
Хвойные опилки + кора + куриный помет (1:0,5:1)	3,64	2,55	2,34	6,0	5,5	5,7	22,40	9,60	8,12	44,80	45,71	29,21

В варианте опыта после внесения органических удобрений происходит увеличение содержания гумуса.

Анализ полученных данных по содержанию легкогидролизуемого азота в почве на второй и третий годы исследований после внесения органических удобрений позволяет сделать вывод, что происходит увеличение его содержания. В контрольном варианте опыта в 2014 году содержание легкогидролизуемого азота составило 14,92 мг/100 г почвы. В варианте опыта с органическим удобрением в 2014 году содержание легкогидролизуемого азота больше в 1,5 раза по сравнению с контролем.

Наибольший показатель содержания легкогидролизуемого азота отмечен в варианте опыта № 2 в первый год после внесения органических удобрений. Это в 1,4 раза превышало данный показатель по сравнению с контролем. Содержание подвижного фосфора в почве с применением органических удобрений превышало этот показатель по сравнению с контролем в 1,4 раза в 2014 г.

Для изучения влияния внесения в почву лесных питомников органических удобрений на рост, развитие и микоризность корней сеянцев дуба черешчатого проведен анализ посадочного материала в течение 3-х лет на одном посевном отделении в Осиповичском опытном лесхозе.

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

Данные таблицы 4 показывают, что показатели вегетативного роста однолетних сеянцев дуба черешчатого различные. Большая часть растений имеют средние параметры роста – высоту побегов, толщину 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 дуба черешчатого имеют явно выраженную микоризную корневую систему (3 балла). Наилучшие параметры вегетативного роста (высота побегов, толщина корневой шейки) выявлены у однолетних сеянцев на третьем году выращивания.

Таблица 4 – Показатели вегетативного роста однолетних сеянцев дуба черешчатого

Показатели вегетативного роста сеянцев дуба черешчатого	Параметры сеянцев дуба черешчатого, отобранных в базисных питомниках								
	1-й год выращивания			2-й год выращивания			3-й год выращивания		
	max	min	среднее	max	min	среднее	max	min	среднее
Высота надземной части, см	12,8	12,0	12,4 ± 0,70	15,6	13,2	14,4 ± 0,36	17,4	15,3	16,4 ± 0,18
Диаметр стволика у корневой шейки, мм	3,3	3,1	3,2 ± 0,20	3,5	3,2	3,3 ± 0,07	3,6	3,4	3,5 ± 0,05
Длина корневой системы, см	18,4	12,4	15,4 ± 1,1	19,6	13,2	16,4 ± 0,59	19,8	15,6	17,7 ± 0,46
Степень микоризности, балл	2	1	1,5 ± 0,31	3	1	2,0 ± 0,13	3	2	2,5 ± 0,14

Данные анализа показателей вегетативного роста однолетних сеянцев дуба черешчатого обработаны методами математической статистики (таблице 5).

Таблица 5 – Математический анализ параметров вегетативного роста однолетних сеянцев дуба черешчатого

Показатели вегетативного роста сеянцев дуба черешчатого	Кол-во Повторностей	Среднее	Среднее квадр. отклон.	Ошибка средней	Точность, %	Коэфф. вариации, %
1-й год						
Высота надземной части, см	50	9,36	1,62	0,51	5,5	17,4
Диаметр 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
2-ой год						
Высота надземной части, см	37	9,04	2,00	0,33	3,6	22,1
Диаметр 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

Продолжение таблицы 1

Степень микоризности корней, балл	37	2,22	0,82	0,13	6,1	37,0
3-й год						
Высота надземной части, см	40	7,03	1,14	0,18	2,6	16,2
Диаметр 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
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 дуба черешчатого и высотой побега и длиной главного корня (таблица 6).

Степень микоризности корней однолетних сеянцев дуба черешчатого достоверно коррелирует с такими параметрами, как высота побега и длина главного корня. Анализ однолетних сеянцев дуба черешчатого выявил корреляционную связь между степенью микоризности корней и высотой побегов и длиной главного корня.

Таблица 6 – 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
1 год выращивания		
0,70*	–	0,76*
2 год выращивания		
0,37*	0,54*	0,33
3 год выращивания		
0,57*	0,43*	0,19

Примечание – «–» показатель не определялся; * – коэффициент корреляции достоверен.

В вариантах опыта после внесения органических удобрений 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.

Таблица 7 – Динамика развития корневых систем сеянцев дуба черешчатого

Вариант внесенного компоста	Число корней I порядка, шт.		Число корней II порядка, шт.		Число корней III порядка, шт.	
	$\frac{M_1}{M_2}$	$\frac{\Pi_1}{\Pi_2}$	$\frac{M_1}{M_2}$	$\frac{\Pi_1}{\Pi_2}$	$\frac{M_1}{M_2}$	$\frac{\Pi_1}{\Pi_2}$
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 (1:1:1)	$\frac{26,1 \pm 1,60}{37,8 \pm 2,25}$	$\frac{120,8}{214,8}$	$\frac{122,2 \pm 16,08}{106,2 \pm 23,85}$	$\frac{303,2}{97,1}$	$\frac{23,6 \pm 5,26}{36,6 \pm 8,39}$	$\frac{0,0}{69,8}$

Примечание – M_1 и M_2 – средние показатели одно- и двухлетних сеянцев; Π_1 и Π_2 – процент отношения к контролю средних показателей одно- и двухлетних сеянцев.

В вариантах опыта, где вносились органические удобрения, сеянцы дуба черешчатого 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 в варианте опыта после внесения органических удобрений в течение двух вегетационных периодов.

По данным Г. И. Редько [153], важным показателем развития корневых систем сеянцев хвойных пород является коэффициент ветвления корневых систем.

Изучение динамики формирования микоризы на корневых системах сеянцев дуба черешчатого выявило, что у однолетних контрольных растений на корнях 98 % микоризы представлена только булавовидной формой. В то время как в вариантах опыта с использованием органических удобрений отмечается развитие на корнях сеянцев дуба черешчатого булавовидной, вильчатой и коралловидной форм микоризных окончаний (таблица 8).

Таблица 8 – Динамика формирования микоризы на корнях сеянцев дуба черешчатого по вариантам опыта

Вариант внесенного компоста	Формы микориз на корнях сеянцев, %					
	булавовидная		вильчатая		коралловидная	
	однолетние	двухлетние	однолетние	двухлетние	однолетние	двухлетние
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 (1:1:1)	70,4 ± 3,91	27,0 ± 11,58	19,6 ± 0,31	24,0 ± 4,00	10,0 ± 0,21	49,0 ± 12,49

Анализ динамики развития корневых систем сеянцев дуба черешчатого и образования на них микоризы выявил, что как на контроле, так и по вариантам опыта с внесением органических удобрений на корневых системах растений отмечается развитие трех форм микоризных окончаний: булавовидной, вильчатой и коралловидной.

Однако в вариантах после внесения органических удобрений 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 дуба черешчатого 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 органических удобрений.

Показатель плотности микоризы на корнях сеянцев дуба черешчатого в вариантах после внесения органических удобрений превышал контроль в 1,5–1,7 раза. Установлены коэффициенты корреляции между основными показателями роста и развития сеянцев дуба черешчатого с содержанием гумуса в почве на вариантах опыта (таблицы 9, 10).

Таблица 9 – Коэффициенты корреляции между основными морфометрическими параметрами двухлетних сеянцев дуба черешчатого с содержанием гумуса в почве ($P > 0,05$)

Показатель	Основные морфометрические показатели сеянцев				
	высота растений, см	длина главного корня, см	надземная масса сеянцев, г	подземная масса сеянцев, г	общая масса сеянцев, г
Содержание гумуса, %	0,74	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, длина главного корня, а также с надземной и подземной массой сеянцев.

Таблица 10 – Коэффициенты корреляции между основными параметрами развития корневых систем двухлетних сеянцев дуба черешчатого с содержанием гумуса в почве

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

Положительная корреляция содержания гумуса в почве наблюдается у сеянцев дуба черешчатого с числом коралловидных форм микориз и плотности микоризы.

Анализ взаимосвязи параметров роста и развития сеянцев дуба черешчатого с показателем плотности расположения микориз на корневых системах при внесении органических удобрений в 2 раза превышала этот показатель по сравнению с контролем.

Установлена закономерность: чем выше показатель плотности микориз, тем больше биометрические параметры сеянцев дуба черешчатого.

Проведенные исследования по разработке и изучению эффективности внесения органических удобрений позволили определить биологическую

эффективность применения этого вида удобрений в лесных питомниках при выращивании сеянцев дуба черешчатого. Выявлена прямая зависимость между биологической эффективностью применения органических удобрений при выращивании сеянцев дуба черешчатого 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 дуба черешчатого увеличивается на 21 %.

Установлено, что биологическая эффективность использования органических удобрений 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 дуба черешчатого по высоте стволика в 1,4 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 дуба черешчатого при внесении органических удобрений в 2 раза превышала этот показатель по сравнению с контролем;

- в сохранении положительного действия от внесения органических удобрений в течение второго вегетационного периода на агрохимические свойства почвы и параметры роста и развития сеянцев дуба черешчатого.

В ходе исследований нами выявлено, что сеянцы отзывчивы на внесение органических удобрений. Наблюдался положительный эффект от внесения органических удобрений на агрохимические свойства почвы и биометрические параметры роста и развития сеянцев дуба черешчатого.

При оценке биологической эффективности от использования компостов на основе органических выявлена тесная корреляция между почвенным плодородием лесных питомников и качеством посадочного материала. Нами усовершенствовались составы органических удобрений путем введения в субстрат куриного помета, древесных опилок и коры.

В результате проведенных исследований разработана система мер по интенсификации выращивания микоризных сеянцев дуба черешчатого с применением органических удобрений на основе древесных опилок. Установлена степень разложения органических удобрений с целевыми добавками,

что позволило определить время их готовности. 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 опилок, куриного помета. Введение в коровые субстраты целевых добавок способствовало более быстрому созреванию компостов (4 месяца).

Определены оптимальные параметры буртового компостника с учетом потребности лесных питомников в органических удобрениях.

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

Внесение органических удобрений в дозе 70 т/га не только увеличивает биометрические показатели сеянцев дуба черешчатого, но и способствует повышению выхода стандартных сеянцев дуба черешчатого.

При внесении органических удобрений сеянцы дуба черешчатого 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.

На корневых системах у сеянцев дуба черешчатого отмечается развитие трех форм микоризных окончаний: булавовидной, вильчатой и коралловидной. При внесении органических удобрений 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.

Использование микробиологического препарата «Экобактер-терра» повлияло на темпы линейного роста сеянцев, увеличивая их в высоту в среднем на 23,76%, а по диаметру на 14,29% по сравнению с контролем.



**Рисунок 1 – Выращивание сеянцев дуба черешчатого в теплице
Корневской экспериментальной лесной базы Института леса НАН Беларуси
и Щучинского лесхоза**

На основании полученных данных по высоте надземной части сеянцев дуба черешчатого построен график динамики биометрических показателей в течение вегетационного периода 2021 года (рисунок 2).

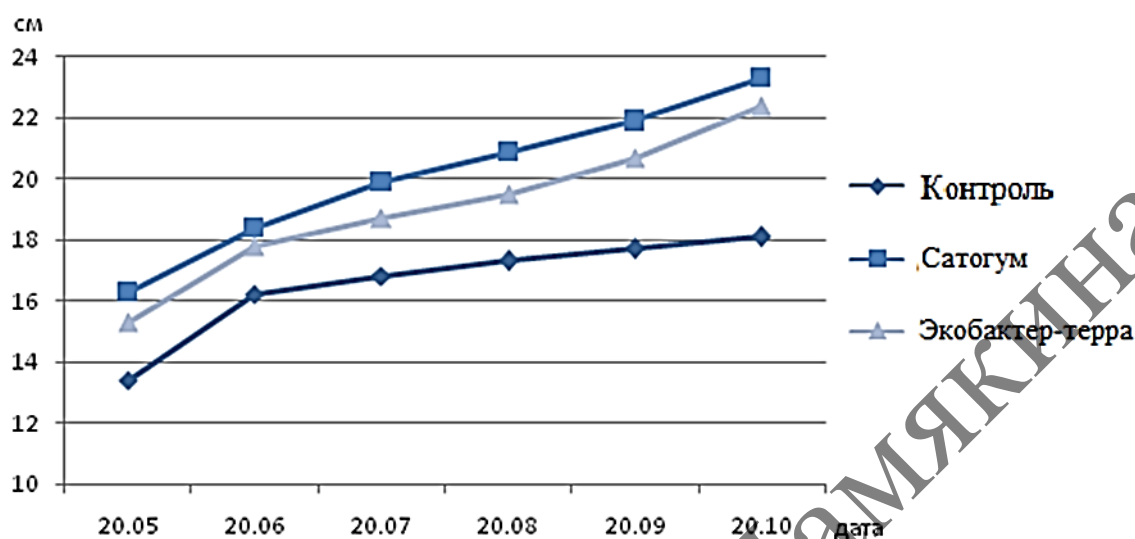


Рисунок 2 – Динамика высоты надземной части сеянцев дуба черешчатого

Главным показателем при выращивании сеянцев является выход стандартного посадочного материала. Стандартность сеянцев по «Правилам лесовосстановления» определяли по высоте, которая для дуба черешчатого должна быть более 12 см и диаметру корневой шейки – более 3,0 мм.

Для оценки эффективности использования агротехнических приемов были определены сохранность и выход стандартных сеянцев по вариантам опыта (таблица 11).

Таблица 11 – Выход стандартных сеянцев и сохранность по вариантам опыта

Варианты опыта	Доля стандартных сеянцев, %
Контроль	75,59
Микроудобрения «Сатогум»	83,72
Микробиологический препарат «Экобактер-Терра»	92,40

Выход стандартных сеянцев дуба черешчатого по вариантам опыта находился в пределах от 75,59 до 92,40 %. Использование такого агротехнического приема, как предпосевная подготовка желудей с использованием микроудобрения «Сатогум» и микробного препарата «Экобактер-Терра», позволило получить максимальное количество стандартных сеянцев.

Комплексное использование агротехнических приемов способствовало повышению грунтовой всхожести семян, улучшению морфометрических показателей сеянцев и увеличению выхода посадочного материала, а также

положительно сказалось на качестве семян. Результаты свидетельствуют о том, что используемые агротехнические приемы могут быть рекомендованы при искусственном лесоразведении для получения качественного посадочного материала с развитой корневой системой, что обеспечит высокую приживаемость растений на лесокультурной площади и увеличит их прирост в высоту.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Смышляева, М. И. Показатели роста семян дуба черешчатого с закрытой корневой системой в лабораторных условиях / М. И. Смышляева, В. Г. Краснов // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – Воронеж : ФГБОУ ВПО «ВГЛТА», 2015. – Ч. 1 (13–1), № 2. – С. 112–116.

2. Бурцев, Д. С. Исследование роста семян дуба черешчатого с закрытой корневой системой в условиях таежной зоны северо-запада европейской части России / Д. С. Бурцев // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2014. – № 4. – С. 40–48.

3. ТУ ВУ 100061961.002-2015 «Субстраты торфяно-перлитные» : ГР 043833/03 ; 11.01.2021 г. // М-во лесного хоз-ва Респ. Беларусь, – Минск : Респ. лесной селекционно-семеноводческий центр, 2015. – 12 с.

4. Рекомендации по выращиванию посадочного материала лиственных пород с закрытой корневой системой : утв. 01.09.2021 приказ № 160. – Минск, 2021. – 14 с.

5. ТКП 575-2015 (33090). Устойчивое лесопользование и лесопользование. Наставление по выращиванию посадочного материала древесных и кустарниковых видов в лесных питомниках Республики Беларусь – Минск : Минлесхоз, 2015. – 55 с.

6. Копытков, В. В. Агротехника выращивания семян дуба черешчатого с закрытой корневой системой с использованием микробных препаратов / В. В. Копытков // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2019. – № 2. – С. 31–39.

ВОСПИТАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ ЛИЧНОСТИ БУДУЩЕГО ПЕДАГОГА В ПРОЦЕССЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТА ДЛЯ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ



Казими́рова Ирина Романовна,
директор УО «Гомельский государственный
педагогический колледж им. Л. С. Выготского»



Филипенко Виктор Викторович,
заместитель директора по воспитательной работе
УО «Гомельский государственный педагогический
колледж им. Л. С. Выготского»,
магистр педагогических наук, исследователь
в области педагогики

Гомельский государственный педагогический колледж им. Л. С. Выготского осуществляет профессиональную подготовку специалистов на основе общего базового образования по трем специальностям: «Дошкольное образование», «Начальное образование» и «Музыкальное образование». На основе общего среднего образования – по специальности «Дошкольное образование».

Цель природоохранной и просветительской деятельности экологического отряда «Экология» – формирование экологической культуры у подрастающего поколения, апробация эффективных форм организации природоохранной и просветительской деятельности, способствующих формированию ключевых компетенций в области устойчивого развития учащейся молодежи в условия профессиональной подготовки специалиста системы образования.

Активное включение будущих педагогов в природоохранную, экопросветительскую и проектную деятельность по созданию и реализации экологических проектов и акций позволяет создать условия для формирования ключевых компетенций учащихся в области устойчивого развития.

Специфика проводимой работы позволила доказать, что одной из основных методик обучения будущих учителей исследовательским умениям и навыкам, опыту активной проектной деятельности по реализации экологических инициатив является педагогическое проектирование. Исследовательская, творческая деятельность и процесс проектирования дополняют друг друга. Поэтому проектная методика положена в основу процесса формирования высококвалифицированного и конкурентоспособного специа-

листа для системы образования. По результатам работы учащимися осваиваются эффективные приемы природоохранной деятельности и разрабатываются авторские мини-проекты для внедрения в образовательный процесс учреждений дошкольного и общего среднего образования. Учащийся, занимающийся проектированием, способен применять проектные умения в различных ситуациях, что подтверждает полифункциональность, универсальность и надпредметность проектной компетентности. Таким образом, будущий педагогический работник оказывается в ситуации проектирования собственной предметной деятельности в исследуемой области, поэтому системно развивающаяся деятельность в образовательной среде колледжа способствует развитию его творческой активности, а также повышению качества его профессионального образования.

Изучение опыта работы учащихся по разработке и реализации ЭКО-проектов, анализ используемых форм и методов работы с детьми свидетельствуют о том, что на контрольном этапе исследования учащихся с высоким уровнем практической готовности к природоохранной деятельности составляет 39 % по сравнению с 8 % на диагностическом этапе.

Результаты педагогического наблюдения за учащимися в образовательном процессе, оценка качества разработанных проектов экологической направленности, анкетирование участников групп подтверждают эффективность осуществляемой экологической деятельности по формированию ключевых компетенций в области устойчивого развития в процессе профессиональной подготовки посредством активной образовательной, проектной и волонтерской деятельности.

Понятие доброты, жалости, отзывчивости, человечности применительно к природе приобретает новое, более глубокое содержание. Поэтому задача педагогов состоит в том, чтобы разбудить эти чувства в каждом ребенке. Человек будет готов и способен ответственно относиться к окружающей среде, будет вести себя нравственно по отношению к природе только в том случае, когда в процессе экологического воспитания научные знания сочетаются с личным участием в природоохранной деятельности и пропаганде современных идей по оптимизации отношений общества и природы.

Изобразительное искусство дает возможность раскрыть красоту внутреннего мира человека для того, чтобы он увидел красоту окружающей действительности и захотел «творить» её сам. Связь восприятия действительности и собственной изобразительной деятельности особенно важна как средство активизации эстетического восприятия детьми природы. Без эстетически направленного восприятия практически невозможно существенное познание природных явлений и целостное их освоение.

Преподаватели цикловой комиссии трудового обучения и ИЗО в рамках учебных предметов включают такой жанр изобразительного искусства, как пейзаж для закрепления и уточнения знаний об объектах природы,

обогащения творчества учащихся новыми образами, формирования интереса к природе и положительного отношения к ней. Актуальность и перспективность опыта состоит в обеспечении условий для развития экологического сознания, воспитания ответственности за судьбу природы родного края, умения видеть и ценить, а также приумножать дары природы. Реализация этого наиболее оптимальна через развитие умения передавать чувства и переживания не столько с помощью слова, сколько с помощью языка художественного творчества.

Реализация практической экологической деятельности по озеленению пострадавшего Ветковского района придает значимость будущему яблоневому саду, символизирующему возрождение новой жизни на поврежденных территориях в виде молодого дерева с одноименным названием исчезнувших деревень и в формате точки на интерактивной карте с совпадающими геолокационными данными бывшего населенного пункта. Возможность виртуального путешествия по карте и заочного знакомства с памятниками и музейными экспозициями передвижной выставки «Голоса ушедших деревень» создает условия для формирования экологической культуры подрастающего поколения.

Эколого-краеведческий проект «Голоса ушедших деревень» направлен на активизацию учебно-исследовательской деятельности учащихся педагогического колледжа для разработки авторской интерактивной карты, рассказывающей всем жителям и гостям Гомельщины о несуществующих после выселения белорусских деревнях, имеющих выдающуюся историю и традиции, а также создания передвижной тематической выставки о памятных местах чернобыльской тематики, существующих в регионах Гомельской области.

В рамках Всемирного фестиваля молодежи в Сириусе презентовали опыт работы по реализации проекта «Голоса ушедших деревень» для активистов Ассоциации волонтерских центров Российской Федерации с целью поиска партнерских связей на территории Брянской области.

**ФОТОМАТЕРИАЛЫ
научно-практического семинара**



ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»



ГЛХУ «Корневская экспериментальная лесная база Института леса НАН Беларуси»



Учаснікі навучна-практычнага семінара в Інстытуце леса НАН Беларусі



Рэгістрацыя ўчаснікоў навучна-практычнага семінара, знаёмства с выставкай карцін і навучнай літаратурай.



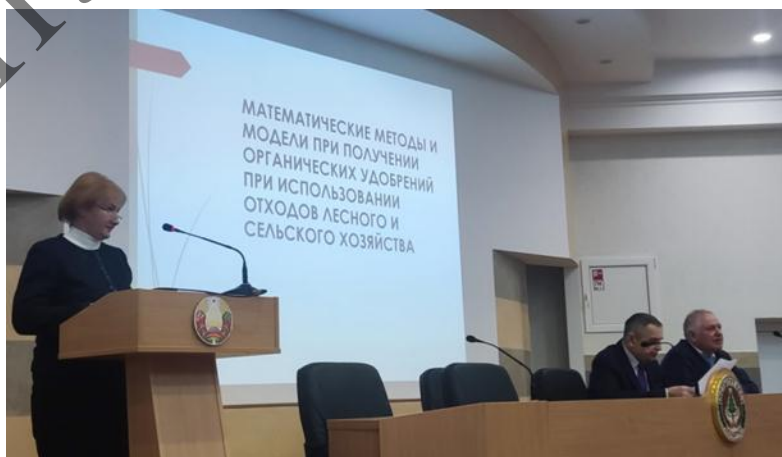
Регистрация участников научно-практического семинара, знакомство с выставкой картин и научной литературой. Музыкальное сопровождение в исполнении Доминики Третьяковой, в период регистрации



**Ознакомление с научно-методическими публикациями и патентами.
Знакомство с картинами УО «Гомельский государственный педагогический
колледж им. Л. С. Выготского»**



Пленарное заседание научно-практического семинара в Институте леса НАН Беларуси



Выступления на пленарном заседании в Институте леса НАН Беларуси



Директор ИООО «Валбрента кемикалс» Р. В. Козько представил микробиологические препараты «Экобактер» и «Экобактер-терра» и ознакомился с научными работами профессора В. В. Копыткова



Знакомство с научными публикациями сектора биорегуляции выращивания лесопосадочного материала



Секционное заседание научно-практического семинара в постоянном лесном питомнике Корневской экспериментальной лесной базы Института леса НАН Беларуси



**Главный лесничий А. С. Разумов и начальник питомника
В. Н. Мартыненко знакомят с научно-практической
деятельностью Корневской ЭЛБ**



**Установление степени готовности органоминеральных удобрений
(доцент А. В. Юрениа и зав. сектором В. В. Копытков)**



**Участники научно-практического семинара в теплице
по выращиванию цветочных растений**

РЕЗОЛЮЦИЯ
научно-практического семинара
«Инновационная технология получения новых видов органических
удобрений с использованием отходов лесохозяйственного производства
для выращивания посадочного материала»

г. Гомель

12 марта 2024 г.

Учитывая назревшую необходимость к поэтапному переходу на полное обеспечение лесопитомнических хозяйств лесной отрасли органическими удобрениями, на базе Института леса НАН Беларуси 12 марта 2024 г. прошел тематический научно-практический семинар. На семинаре присутствовало 85 специалистов лесхозов, отвечающих на местах за ведение работ в данном направлении. Их вниманию на пленарном заседании представлены доклады о передовом опыте выращивания посадочного материала с применением органических удобрений (В. В. Копытков, В. В. Носников, А. В. Юрени, Л. П. Авдашкова).

В докладах предоставлена подробная технология получения органических удобрений на примерах лесного питомника Корневской ЭЛБ Института леса НАН Беларуси и постоянного лесного питомника Осиповичского опытного лесхоза. Показана эффективность применения новых видов органических удобрений при выращивании лесного посадочного материала.

На секционном выездном заседании в постоянном лесном питомнике Корневской ЭЛБ были проведены показательные практические занятия с отработкой теоретической части, отражённой в докладах (А. С. Разумов, В. Н. Мартыненко, В. В. Копытков, В. В. Носников, А. В. Юрени, В. В. Савченко, Ю. А. Ходосок, С. Л. Максимова).

Участники научно-практического семинара отметили актуальность данного мероприятия, большую научную направленность и практическую значимость, практицизм и эффективность в применении на лесных питомниках отрасли.

Научно-практический семинар постановил:

1. Для обеспечения лесопитомнических хозяйств Беларуси, с целью оптимизации затрат на проведение работ в получении органических удобрений необходимо использовать отходы лесного и сельского хозяйства. При проведении работ следует строго соблюдать соотношения всех ингредиентов и целевых добавок.

2. Генеральному директору Гомельского ГПЛХО Ю. И. Шумскому принять к сведению материалы научно-практического семинара и организовать во всех лесопитомнических хозяйствах области до конца 2025 г. полное использование отходов лесохозяйственной деятельности для получения органических удобрений буртовым способом.

3. Генеральному директору Могилевского ГПЛХО С. В. Максимовичу принять к сведению материалы научно-практического семинара и организовать во всех лесопитомнических хозяйствах области до конца 2025 г. полное использование отходов лесохозяйственной деятельности для получения органических удобрений буртовым способом.

4. Директору Института леса НАН Беларуси А. И. Ковалевичу оказать необходимую научно-методическую помощь лесхозам по получению новых видов органических удобрений. Заведующему сектором биорегуляции выращивания лесопосадочного материала В. В. Копыткову оказать содействие всем участникам научно-практического семинара по соблюдению технологии получения органических удобрений буртовым способом с использованием отходов лесного и сельскохозяйственного производства с планомерным выездом на места проведения работ в лесхозах на основании поданных заявок.

5. Заведующему сектором Института леса НАН Беларуси В. В. Копыткову рабочие поездки в лесхозы использовать для продолжения исследований в области расширения использования отходов лесохозяйственного производства и целевых добавок для получения новых видов органических удобрений, а также изучения степени их готовности и на наличие патогенной инфекции в субстратах в рамках государственной программы научных исследований.

6. Институту леса НАН Беларуси (В. В. Копыткову) подготовить и издать материалы научно-практического семинара «Инновационная технология получения новых видов органических удобрений с использованием отходов лесохозяйственного производства для выращивания посадочного материала».

7. Генеральному директору Могилевскому ГПЛХО (С. В. Максимовичу) заключить Договор с Институтом леса НАН Беларуси на оплату за подготовку и проведение семинара, а также за издание всех материалов семинара, включая доклады на пленарном и секционных совещаниях для всех участников семинара.

8. Генеральным директорам Гомельского и Могилевского ГПЛХО Ю. И. Шумскому и С. В. Максимовичу в период 2024–2025 гг. заложить опытно-производственные объекты с использованием отходов лесного и сельского хозяйства для получения новых органических удобрений. К 2026 году на базе постоянных лесных питомников подготовить опытную экспортную партию органических удобрений в количестве две тысячи тонн для реализации в Казахстан и Монголию.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОГРАММА НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОГО СЕМИНАРА	3
УЧАСТНИКИ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОГО СЕМИНАРА	5
ИНФОРМАЦИЯ ПРОВОДИМЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В ПЕРИОД РЕГИСТРАЦИИ УЧАСТНИКОВ СЕМИНАРА	8
ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО ДИРЕКТОРА ИНСТИТУТА ЛЕСА НАН БЕЛАРУСИ, ПРЕДСЕДАТЕЛЯ РЕСПУБЛИКАНСКОГО СОВЕТА ОО «БЕЛОРУССКОЕ ОБЩЕСТВО ЛЕСОВОДОВ» АЛЕКСАНДРА ИВАНОВИЧА КОВАЛЕВИЧА.....	10
ДОКЛАДЫ НА ПЛЕНАРНОМ ЗАСЕДАНИИ.....	14
<i>Копытков В. В.</i> Теоретические и практические аспекты инновационных технологий на основе отходов лесного хозяйства для получения новых видов органических удобрений без использования торфа.....	14
<i>Носников В. В., Юрениа А. В.</i> Современное состояние и перспективы использования технологии с закрытой корневой системой при лесовосстановлении в Беларуси.....	30
<i>Авдашкова Л. П.</i> Математическое планирование эксперимента при получении органоминеральных субстратов.....	39
СЕКЦИОННЫЕ ДОКЛАДЫ	45
<i>Разумов А. С.</i> Информация о научно-производственной деятельности Кореневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси.....	45
<i>Мартыненко В. Н.</i> Научно-производственный опыт использования отходов лесного хозяйства и грибного производства для получения органоминеральных удобрений.....	48
<i>Копытков В. В.</i> Перспективы и проблемы использования отходов лесного и сельского хозяйства для получения и применения органических удобрений	51
<i>Носников В. В., Юрениа А. В., Севрук Т. Д., Юрениа Е. Г.</i> Торф как невозоб- новляемый источник сырья для получения субстратов при выращивании лесопосадочного материала.....	57
<i>Максимова С. Л., Копытков В. В.</i> Утилизация и переработка отходов сельского и лесного хозяйства при помощи биологических объектов для получения органических удобрений.....	63
<i>Савченко В. В., Ходосок Ю. А.</i> Изучение влияния органических удобрений и стимуляторов роста на изменение почвенного плодородия лесных питомников и рост семян дуба черешчатого.....	70
<i>Казмирова И. Р., Филипенко В. В.</i> Воспитание экологической культуры личности будущего педагога в процессе профессиональной подготовки специалиста для системы образования.....	81
ФОТОМАТЕРИАЛЫ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОГО СЕМИНАРА.....	84
РЕЗОЛЮЦИЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОГО СЕМИНАРА	92

Научное издание

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ ВИДОВ
ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ
ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА
ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА

Материалы научно-практического семинара

Гомель, 12 марта 2024 г.

Корректор *Т. И. Татарина*
Оригинал-макет *М. В. Бобкова*
Дизайн обложки *Л. В. Клочкова*

Иллюстративный материал на первой странице обложки заимствован из общедоступных интернет-ресурсов, не содержащих ссылок на авторов этих материалов и ограничения на их заимствование.

Подписано в печать 29.04.2024. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.
Цифровая печать. Усл. печ. л. 5,52. Уч.-изд. л. 7,75.
Тираж 40 экз. Заказ 12.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Мозырский государственный
педагогический университет имени И. П. Шамякина».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий N 1/306 от 22 апреля 2014 г.
Ул. Студенческая, 28, 247777, Мозырь, Гомельская обл.
Тел. (0236) 24-61-29.

МГТУ им. И.П. Шамякина