

УДК 634*95 / 630*232.32

**В. В. Копытков¹, Ч. Доржсурэн², О. П. Позывайло³, И. В. Котович⁴,
А. К. Марачковский⁵, А. И. Силич⁶, В. В. Савченко⁷**

¹ Доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий сектором биорегуляции выращивания лесопосадочного материала, ГНУ «Институт леса Национальной академии наук Беларуси», г. Гомель, Республика Беларусь

² Доктор биологических наук, профессор, академик, заведующий лабораторией лесной фитопатологии, Сад-институт ботаники Академии наук Монголии, г. Улан-Батор, Монголия

³ Кандидат ветеринарных наук, доцент, заведующий кафедрой биологии и экологии, УО «Мозырский государственный педагогический университет им. И. П. Шамякина», г. Мозырь, Республика Беларусь

⁴ Кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой биолого-химического образования, УО «Мозырский государственный педагогический университет им. И. П. Шамякина», г. Мозырь, Республика Беларусь

⁵ Директор ГОЛХУ «Мозырский опытный лесхоз», г. Мозырь, Республика Беларусь

⁶ Главный лесничий ГОЛХУ «Мозырский опытный лесхоз», г. Мозырь, Республика Беларусь

⁷ Аспирант сектора биорегуляции выращивания лесопосадочного материала, ГНУ «Институт леса Национальной академии наук Беларуси», г. Гомель, Республика Беларусь
Научный руководитель: Копытков Владимир Васильевич, доктор сельскохозяйственных наук, доцент

ВЛИЯНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ПРИЖИВАЕМОСТЬ И ТЕКУЩИЙ ПРИРОСТ В ВЫСОТУ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР

В статье представлены результаты исследований по предпосадочной обработке корневых систем композиционными материалами лиственных пород. Установлено влияние композиционных материалов на степень иссушения корневых систем дуба черешчатого и березы повислой, а также изучено влияние на приживаемость и прирост в высоту лесных культур.

Ключевые слова: дуб черешчатый, береза повислая, композиционный материал, корневые системы, лесные культуры, приживаемость.

Введение

Непрерывное увеличение лесокультурных и лесовосстановительных работ выдвигает требования по совершенствованию существующих технологий выращивания посадочного материала и создания лесных культур. Возникает объективная потребность в разработке новых эффективных приемов с использованием композиционных материалов, с помощью которых можно достигнуть максимального эффекта приживаемости растений после создания лесных культур. Одним из способов повышения качества работ по лесовосстановлению является разработка новых композиционных материалов для защиты корневых систем сеянцев лиственных пород от иссушения и продления периода посадки леса [1; 2].

Формирование полимерной пленки покрытия на корневой системе растений позволяет не только уменьшить степень иссушения корней, но и дает возможность обеспечить растения элементами питания при введении в пленкообразующий раствор соответствующих добавок [3; 4].

Цель исследования – изучить влияние композиционных материалов на приживаемость и прирост в высоту лесных культур.

Методы и методология исследования

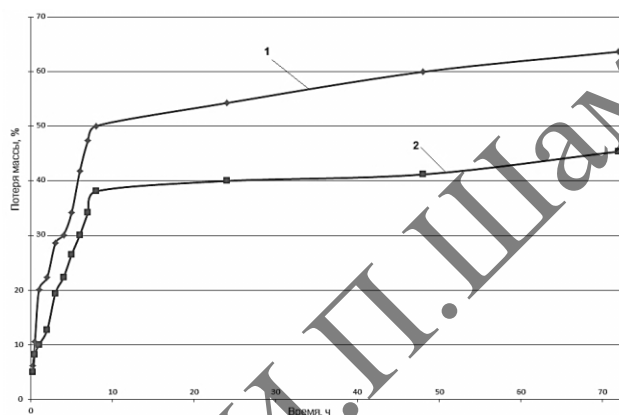
Проведены исследования по получению композиционных материалов для защиты корневых систем сеянцев лиственных пород. Экспериментальные партии композиционных материалов получены с использованием гуаровой камеди в концентрациях 2,0–4,0 мас. %, натрийкарбоксиметилцеллюлозы (NaКМЦ) – 3,0–6,0 мас. %, суперфосфата аммонизированного – 0,02–0,08 мас. % и микроэлементов. Установлены оптимальные концентрации всех ингредиентов. Нарботаны опытные партии композиционных материалов для предпосадочной обработки корневых систем сеянцев лиственных пород при создании лесных культур и изучены возможности их практического применения.

Для условий Монголии были испытаны две модификации композиционного полимерного препарата «Монундэс». Опыт заложен с использованием двухлетних сеянцев лиственницы сибирской в районе Булган аймак, расположенном в 460 км на запад от Улан-Батора.

В Моисеевском лесничестве Мозырского опытного лесхоза заложены опытные объекты по созданию лесных культур березы повислой (*Betula pendula*) и дуба черешчатого (*Quercus robur*) с предпосадочной обработкой корневых систем композиционным материалом. Опытные культуры березы повислой заложены в квартале 68, выдел 5.1, площадь 1,2 га, а культуры дуба черешчатого – в квартале 8, выдел 1, площадь 1,9 га. Приживаемость лесных культур на опытных объектах и текущий прирост в высоту определяли в соответствии с Наставлением [5].

Результаты исследования и их обсуждение

Оптимальные концентрации полимерных пленкообразующих компонентов определялись в процессе обработки корневых систем сеянцев лиственных пород водными растворами полимеров различных концентраций. Изучено влияние композиционного полимерного состава на основе NaKMЦ на потерю массы корневыми системами сеянцев дуба черешчатого (рисунок 1).



1 – без обработки; 2 – обработанные корневые системы сеянцев КМ

Рисунок 1. – Зависимость потери массы корневыми системами сеянцев дуба черешчатого от момента времени обработки

Установлена зависимость потери массы корневыми системами сеянцев дуба черешчатого, которая описывается уравнениями:

без обработки корневых систем сеянцев (контроль):

$$y = 10,907 \cdot \ln(x) + 19,444;$$

обработанные корневые системы сеянцев композиционными материалами:

$$y = 7,979 \cdot \ln(x) + 13,431.$$

Исследовано влияние предпосадочной обработки корневых систем сеянцев лиственных пород на потерю воды.

В таблице 1 представлено влияние композиционного материала от времени на потерю влаги корневыми системами сеянцев дуба черешчатого и березы повислой.

Таблица 1. – Влияние обработки корневых систем сеянцев березы повислой и дуба черешчатого композиционным материалом на потерю воды (%)

Варианты опыта	Время после обработки, час											
	0,25	0,5	1	2	3	4	6	8	12	24	48	72
Сеянцы березы повислой												
Контроль	7,7	15,2	22,4	27,6	35,0	44,1	45,1	46,1	50,3	57,1	60,2	74,1
NaKMЦ+ добавки	3,5	5,2	11,3	15,2	20,4	29,2	35,6	37,2	44,0	39,2	46,4	50,1
Сеянцы дуба черешчатого												
Контроль	6,1	10,6	20,1	22,3	28,6	30,1	41,8	47,4	50,1	54,3	60,0	63,7
NaKMЦ+ добавки	4,9	8,2	10,0	12,7	19,4	22,3	30,1	34,2	38,1	43,0	48,2	52,4

После обработки семян вокруг корневых систем образуется гелеобразный слой. В связи с образованием водородных связей вода в гелеобразном слое является физически доступной для корневых систем.

Наличие гелеобразного слоя позволяет корневой системе растений использовать находящуюся в близлежащем слое воду.

Полученные результаты лабораторных исследований свидетельствуют о том, что потеря воды однолетними сеянцами дуба черешчатого и березы повислой зависит от длительности эксперимента. Установлено, что однолетние сеянцы дуба черешчатого теряют влажность корневых систем с первых часов исследований. На контрольном варианте опыта в течение трех суток корневые системы сеянцев дуба черешчатого теряют воды в 10,7 раза больше, чем через 0,25 часа. Иссушение корневых систем спустя 6 часов после постановки эксперимента увеличивается в 6,8 раза.

При обработке корневых систем сеянцев композиционным материалом отмечено сокращение потери воды на 17 %. Нами установлен эффект замедления скорости испарения влаги корневыми системами при использовании выбранных в процессе работы полимерного пленкообразующего компонента и целевых добавок.

В таблице 2 даны результаты математической обработки высоты надземной части однолетних сеянцев дуба черешчатого и березы повислой.

Таблица 2. – Результаты математической обработки однолетних сеянцев лиственных пород

Береза повислая (<i>Betula pendula</i>)	
Среднее	47,44
Стандартная ошибка	1,269793
Медиана	46,5
Мода	42
Стандартное отклонение	8,978796
Дисперсия выборки	80,61878
Эксцесс	- 0,82856
Асимметричность	0,234691
Интервал	35
Минимум	29
Максимум	64
Уровень надежности (95,0%)	2,551746
Коэффициент вариации	18,92664
Дуб черешчатый (<i>Quercus robur</i>)	
Среднее	11,81
Стандартная ошибка	0,098156
Медиана	12
Мода	12,3
Стандартное отклонение	0,694071
Дисперсия выборки	0,481735
Эксцесс	0,168273
Асимметричность	- 0,87176
Интервал	2,9
Минимум	10,2
Максимум	13,1
Уровень надежности (95,0 %)	0,197253
Коэффициент вариации	5,876978

Анализ данной таблицы показал, что высота стволика сеянцев березы находилась в пределах от 29 до 64 см (среднее значение составило 47,44 см). Изменчивость полученных данных доказывает, что совокупность данных является однородной, т. к. коэффициент вариации менее 30 %.

Высота стволика сеянцев дуба находилась в пределах от 10,2 до 13,1 см (среднее значение составило 11,81 см). Дисперсия выборки низкая, что исключает большой разброс данных и говорит о том, что выборка близка к ее математическим ожиданиям. Асимметричность выборки близка к нулю, что говорит о ее симметричности. Изменчивость полученных данных доказывает, что совокупность данных является однородной, т. к. коэффициент вариации менее 30 %. Точность полученных данных высокая.

В настоящее время в лесных питомниках Беларуси сеянцы дуба черешчатого выращивают в условиях открытого и закрытого грунта, в том числе с закрытой корневой системой в соответствии с действующими техническими нормативными правовыми актами: ТКП «Наставление по выращиванию посадочного материала древесных и кустарниковых видов в лесных питомниках Республики Беларусь» и «Рекомендации по восстановлению и повышению устойчивости дубрав Беларуси на зонально-типологической основе».

Однако при выращивании посадочного материала не в полной мере учитывается доброкачественность желудей, не используются новые микроудобрения в форме «Наноплант» и др., не установлен критерий «качественные сеянцы дуба черешчатого», нет единого мнения в необходимости подрезки корневой системы сеянцев в период вегетации, не разработаны органоминеральные удобрения для выращивания сеянцев с закрытой корневой системой. Необходимо усовершенствовать технологию хранения желудей и агротехнику выращивания сеянцев дуба черешчатого в условиях открытого грунта и с закрытой корневой системой.

При выращивании сеянцев дуба в лесных питомниках для получения более мочковатой корневой системы некоторые ученые рекомендуют проводить подрезку стержневого корня. Сеянцы с такой корневой системой лучше приживаются, но в четырехлетних культурах не восстанавливается стержневой корень. В лучшем случае образуются единичные косо идущие корни. Деревца, посаженные с подрезанным стержневым корнем, не имеют преимуществ перед своими спутниками, не выдерживают конкуренции и имеют пониженную биологическую устойчивость. С такой корневой системой они больше страдают от засух, уплотнения почвы и других неблагоприятных факторов. Выращенные в питомнике сеянцы дуба без подрезки корневой системы очень сложно посадить на лесокультурную площадь без загиба их корневой системы. Такие посадки плохо растут, из них также получаются биологически не устойчивые насаждения.

Дуб черешчатый обычно образует глубокую стержневую корневую систему. Наличие стержневого корня присуще всем древесным породам, однако интенсивность и продолжительность его развития, обусловленные генетическими особенностями, у отдельных пород могут существенно отличаться. Подрезка стержневого корня у сеянцев в лесных питомниках приводит к развитию мочковатой корневой системы, не имеющей глубоко идущих корней, и заставляет деревца дуба конкурировать со своими спутниками в одном и том же горизонте.

Дуб относится к группе растений с самой слабой степенью разветвленности корневой системы. Поэтому основной целью подрезки корней по данным некоторых исследователей является задержание роста стержневого корня в глубину. Нами изучено влияние массы желудей на рост и развитие корневой системы и надземной части сеянцев. Установлено влияние по степени проникновения корневой системы в почву. Дуб черешчатый относится к группе с очень глубоким проникновением корней (600 см).

В повышении качества лесных культур дуба черешчатого за счет сохранения стержневой корневой системы большое значение отводится использованию сеянцев с закрытой корневой системой. В 2019 году при лесовосстановлении в Беларуси лесные культуры созданы на площади 44,7 тыс. га, в том числе 25,6 тыс. га селекционным посадочным материалом и 4,6 тыс. га – с закрытой корневой системой.

Лесные культуры в семилетнем возрасте в соответствии с п. 18 «Положения о порядке лесовосстановления и лесоразведения» в Беларуси могут быть переведены в покрытые лесом земли. Для лесных культур всех главных пород максимальный срок перевода в покрытые лесом земли составляет 10 лет, а для дуба черешчатого – 15 лет. Главным нормативным показателем перевода лесных культур дуба черешчатого в покрытые лесом земли является минимальное количество жизнеспособных деревьев на 1 га (3,0 тыс. шт./ га) и средняя высота (не менее 0,9 м).

Устаноўлены прыживаемость лесных культур лиственных пород и особенность их роста и развития в зависимости от использованных композиционных полимерных препаратов (рисунки 2 и 3).



Рисунок 2. – Лесные культуры березы повислой (*Betula pendula*) (опытный объект в Моисеевском лесничестве Мозырского опытного лесхоза, квартал 68, выдел 5.1, площадь 1,2 га)



Рисунок 3. – Лесные культуры дуба черешчатого (*Quercus robur*) (опытный объект в Моисеевском лесничестве Мозырского опытного лесхоза, квартал 8, выдел 1, площадь 1,9 га)

В таблице 3 представлены результаты приживаемости лесных культур дуба черешчатого и березы повислой на опытных объектах.

Таблица 3. – Приживаемость лесных культур лиственных пород

Вариант опыта	Приживаемость, %
Культуры дуба черешчатого	
Контроль	77
Обработка корней композиционным материалом	90
Культуры березы повислой	
Контроль	79
Обработка корней композиционным материалом	94

Анализ данной таблицы показывает, что приживаемость лесных культур дуба черешчатого на контрольном варианте опыта составила 77 %, а при обработке корневых систем сеянцев композиционным материалом она увеличилась на 13 %. Приживаемость лесных культур березы повислой на контрольном варианте опыта составила 79 %, а при предпосадочной обработке корневых систем композиционным материалом увеличилась на 15 %.

В таблице 4 даны результаты исследования по влиянию композиционного материала на текущий прирост в высоту лесных культур дуба черешчатого и березы повислой на опытных объектах.

Таблица 4. – Текущий прирост лесных культур лиственных пород в высоту

Вариант опыта	Текущий прирост в высоту, см
Культуры дуба черешчатого	
Контроль	23,5
Обработка корней композиционным материалом	27,8
Культуры березы повислой	
Контроль	9,2
Обработка корней композиционным материалом	12,6

При предпосадочной обработке корневых систем сеянцев дуба черешчатого и березы повислой композиционным материалом текущий прирост растений в высоту увеличивается на 18,3 % и 37,0 % соответственно.

Обработка корневых систем сеянцев модифицированным композиционным материалом на основе выбранного нами водорастворимого полимера и целевых добавок приводит к увеличению приживаемости и прироста лесных культур в высоту.

В таблице 5 даны результаты математической обработки высоты надземной части однолетних лесных культур дуба черешчатого и березы повислой на контрольных вариантах опыта.

Анализ данных таблицы показал, что высота стволика лесных культур березы повислой находилась в пределах от 55 до 84 см (среднее значение составило 70,86 см). Дисперсия выборки высокая, асимметричность выборки близка к нулю. Изменчивость полученных данных доказывает, что совокупность данных является однородной, т. к. коэффициент вариации менее 30 %.

Таблица 5. – Результаты математической обработки лесных культур березы повислой и дуба черешчатого

Береза повислая (<i>Betula pendula</i>)	
Среднее	70,86
Стандартная ошибка	1,013384
Медиана	71
Мода	68
Стандартное отклонение	7,165706
Дисперсия выборки	51,34735
Эксцесс	- 0,77748
Асимметричность	- 0,08147
Интервал	29

Продолжение таблицы 5

Минимум	55
Максимум	84
Уровень надежности (95,0 %)	2,036471
Коэффициент вариации	10,11248
Дуб черешчатый (<i>Quercus robur</i>)	
Среднее	20,97
Стандартная ошибка	0,51679
Медиана	20,35
Мода	20,3
Стандартное отклонение	3,654254
Дисперсия выборки	13,35357
Эксцесс	2,798586
Асимметричность	0,609478
Интервал	21,1
Минимум	11,4
Максимум	32,5
Уровень надежности (95,0 %)	1,038527
Коэффициент вариации	17,4261

Высота стволика лесных культур дуба черешчатого находилась в пределах от 11,4 до 32,5 см (среднее значение составило 20,97 см). Дисперсия выборки невысокая, разброс данных небольшой и говорит о том, что выборка близка к ее математическим ожиданиям. Изменчивость полученных данных доказывает, что совокупность данных является однородной, т. к. коэффициент вариации менее 30 %. Точность полученных данных высокая.

В Монголии создан опытный объект лесных культур лиственницы сибирской с использованием модифицированного композиционного полимерного препарата «Монундэс».

На контрольном варианте (без обработки корневых систем) приживаемость лесных культур лиственницы сибирской составила 85,7 %, а на вариантах с использованием композиционного полимерного препарата составила 95,2 % и 92,1 %. Таким образом, предпосадочная обработка корневых систем двухлетних сеянцев лиственницы сибирской для условий Монголии показала, что приживаемость лесных культур на 6,4–9,5 % выше по сравнению с контрольным вариантом опыта.

Заключение

Проведены исследования по влиянию композиционных материалов на степень иссушения корневых систем сеянцев лиственных пород. Минимальные потери воды корневыми системами наблюдаются при обработке сеянцев композиционным материалом в течение первых трех часов. Полученные результаты лабораторных исследований свидетельствуют о том, что потеря воды однолетними сеянцами дуба черешчатого и березы повислой зависит от длительности эксперимента. Установлено, что однолетние сеянцы дуба черешчатого теряют влажность корневых систем с первых часов исследований. На контрольном варианте опыта в течение трех суток корневые системы сеянцев дуба черешчатого теряют в 10,7 раза воды больше, чем через 0,25 часа. Иссушение корневых систем спустя 6 часов после постановки эксперимента увеличивается в 6,8 раза. При обработке корневых систем сеянцев композиционным материалом отмечено сокращение потери воды на 17 %. Нами установлен эффект замедления скорости испарения влаги корневыми системами при использовании выбранных в процессе работы полимерного пленкообразующего компонента и целевых добавок.

Установлено, что предпосадочная обработка корневых систем растений композиционным материалом способствовала увеличению биометрических показателей сеянцев дуба черешчатого и березы повислой в высоту на 18,3 % и 37,0 % соответственно. Приживаемость находилась в пределах 90–94 %, что на 13–15 % выше по сравнению с контролем.

СПИСОК ОСНОВНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Новые композиционные полимерные составы для лесовыращивания в природно-климатических условиях Беларуси и Казахстана / Копытков В. В. [и др.]. – Минск : Изд. дом «Белорусская наука», 2014. – 509 с.

2. Родин, А. Р. Перспективы использования полимеров в лесокультурном производстве / А. Р. Родин // Лесное хозяйство. – 1990. – № 12. – С. 11–15.
3. Копытков, В. В. Композиционные полимерные материалы при лесовыращивании / В. В. Копытков. – Минск : Изд. дом «Белорусская наука», 2008. – 304 с.
4. Состав для защиты корневой системы растений от иссушения : пат. ВУ 9928 Респ. Беларусь, МПК А 01 G 7/06. Заявл. 21.01.05; опубл. 30.08.06 / В. В. Копытков, Л. С. Корецкая, В. В. Копытков // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2007. – № 4 (51). – С. 5–6.
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 г. – 60 с.

Исследования выполнены при финансовой поддержке БРФФИ в рамках международного проекта № Б20МН-001.

Поступила в редакцию 07.09.2021

E-mail: kopvo@mail.ru; oppozyvailo@mail.ru;
ivkotovich@mail.ru; sav4enko.1994@mail.ru

V. V. Kopytkov, Ch. Dorzhsuren, O. P. Pozyvailo, I. V. Kotovich, A. K. Marachkovsky,
A. I. Silich, V. V. Savchenko

INFLUENCE OF COMPOSITE MATERIALS ON SURFACTION AND CURRENT GROWTH IN FOREST CROPS

The article investigates the preplant processing of the root system by the composition material of the broadleaved species. Much attention is paid to the influence of the composition materials on the level of drying out the root system of the petiolate oak and the white birch as well as the influence on the establishment and the height growth of the forest crops.

Keywords: the petiolate oak, the white birch, composition material, root systems, forest crops, establishment.