

УДК 630*232.32

**В. В. Копытков¹, В. Г. Ропот², О. В. Кондратенко³, Т. П. Антонович⁴,
Д. С. Захаренко⁵, Е. В. Орлова⁶**

¹К.с.-х.н., доцент, сектор биорегуляции выращивания лесопосадочного материала, заведующий сектором, ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», г. Гомель, Республика Беларусь

²Ведущий инженер по лесовосстановлению и мелиорации,

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

³Младший научный сотрудник, сектор биорегуляции выращивания лесопосадочного материала, ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», г. Гомель, Республика Беларусь

⁴Магистрант кафедры биологии,

МГПУ им. И. П. Шамякина, г. Мозырь, Республика Беларусь

⁵Студент Мозырского государственного педагогического университета им. И. П. Шамякина, г. Мозырь, Республика Беларусь

⁶Студентка Мозырского государственного педагогического университета им. И. П. Шамякина, г. Мозырь, Республика Беларусь

СОЗДАНИЕ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ СОСТАВОВ

Изучены способы продления периода посадки леса на основе композиционных полимерных препаратов. Установлено, что однолетние сеянцы сосны обыкновенной имеют приживаемость 90%, а двухлетние – 72%. Аналогичная закономерность наблюдалась при определении приживаемости сеянцев березы повислой.

Предпосадочная обработка корневых систем сеянцев сосны и березы композиционными полимерными составами увеличивает текущий прирост растений в высоту на 33–65% и продлевает период посадки леса.

Ключевые слова: лесные культуры, композиционные полимерные составы, сеянцы хвойных и лиственных пород, обработка корней, приживаемость, биометрические показатели.

Введение

В связи с колебаниями температуры в условиях Беларуси и неравномерным количеством осадков в вегетационный период при посадке леса происходит иссушение корневых систем посадочного материала и лесные культуры имеют низкую приживаемость (до 50%). Предотвратить иссушение корневых систем хвойных и лиственных пород и одновременно повысить их приживаемость можно с использованием композиционных полимерных составов. Композиционные полимерные составы с целевыми добавками могут сохранить в течение определенного периода первоначальное физиологическое состояние растений, способствуют адсорбированию почвенной влаги, за счет чего увеличиваются в объеме более чем в 600 раз [1]. Композиционные полимерные составы обладают широким спектром физико-химических свойств, позволяющих защитить посадочный материал от неблагоприятных внешних факторов, повысить сохранность и устойчивость растений.

Цель исследований – повысить эффективность создания лесных культур с использованием композиционных полимерных составов.

Методы исследования. Исследования и разработка композиционных полимерных составов для продления периода посадки леса проводилась путем сочетания различных ингредиентов и их концентраций.

Физико-химические свойства композиционных полимерных составов изучали с использованием шкалы оценок долговечности по данным профессора Л. С. Корецкой [2] в ИММС НАНБ. Важным критерием при выборе ингредиентов состава является их влагоудерживающая способность.

Процесс определения содержания влаги в зоне корневых систем включает проведение испытаний в лабораторных условиях путем определения величины сорбции жидкой среды методом равновесного влагопоглощения с использованием аналитических весов ВЛР-200 [3]. Разработку композиционных полимерных составов и их исследование проводили в лабораторных условиях ИММС НАН Беларуси им. В. А. Белого и ИЛ НАН Беларуси. Полученные результаты исследований обработаны методами математической статистики, оптимизация составов выполнена с применением симплекс-решетчатого метода планирования эксперимента [4]; [5]. Испытания проводили путем погружения корневых систем сеянцев в композиционные полимерные составы. Взвешивание сеянцев, погруженных в жидкую среду, производилось через 0,25; 0,5; 1; 3; 6; 8; 24; 48 и 72 часа.

Изучение приживаемости лесных культур проведено в соответствии с ТКП 047-2009 «Наставление по лесовосстановлению и лесоразведению в Республике Беларусь» [6]. Закладка опытного объекта проведена в Моисеевском лесничестве Мозырского опытного лесхоза Гомельского ГПЛХО в период с 05 апреля по 10 мая 2015 года на площади 3,0 га. Размер одной пробной площади составляет 50x100 м и имеет форму прямоугольника. Каждый вариант опыта заложен в 3-кратной повторности. Тип лесорастительных условий А₂. При закладке опытного объекта варианты опыта размещали рендомизированно. Высоту лесных культур и текущий прирост в высоту определяли линейкой.

Результаты исследования и их обсуждение

При выкопке из почвы сеянцы сортировали на стандартные и нестандартные. При использовании неотсортированного посадочного материала резко снижается степень иссушения корневых систем. При сортировке посадочного материала сеянцев сосны обыкновенной было выбраковано 15–20% нестандартного посадочного материала, а при сортировке сеянцев березы повислой – 12–15%.

Корневые системы стандартных растений обрабатывали полимерными составами для предохранения их от иссушения. Тонкий слой защитного покрытия, образованный на корневой системе, предохраняет ее от иссушения в процессе хранения и транспортировки. В зависимости от вида посадочного материала разработаны различные модифицированные композиционные составы.

При разработке композиционных полимерных препаратов учитывали не только совместимость ингредиентов, но и водородный показатель (рН). Оптимальный водородный показатель для сеянцев сосны обыкновенной составляет рН 4,5–5,5 единиц, а для березы повислой рН 5,5–6,5 единиц.

Для предотвращения иссушения корневых систем растений и увеличения периода их посадки без снижения физиологического качества посадочного материала усовершенствована новая агротехнология на основе использования композиционных полимерных препаратов. Обработка корневой системы растений пленкообразующим препаратом предохраняет сеянцы и саженцы от иссушения при хранении и транспортировке, а также значительно уменьшает повреждаемость корневых систем и надземной части при ручной и особенно механизированной посадках. Кроме того, защищает растения от неблагоприятных температурных и инфекционных воздействий [7], [8].

Разработанные составы и их основные свойства для защиты корневой системы сеянцев хвойных пород приведены в таблице 1. Как видно из таблицы, сочетание выбранных компонентов позволило увеличить эластичность полимерного покрытия на 20–30%, улучшить однородность покрытий на 33%. Отсутствие в растворе экстракта торфа водный «Черный доктор» (состав 6) и сульфата цинка (состав 7) приводит к ухудшению свойств разработанного состава.

Для повышения эффективности композиционных полимерных составов использовали в качестве целевых добавок стимуляторы роста и элементы минерального питания.

Натрийкарбоксиметилцеллюлоза применена нами для создания покрытий на корневой системе сеянцев сосны обыкновенной, которые защищают растения от иссушения и повышают эластичность полимерного покрытия. Для повышения эластичности полимерного покрытия растений и снижения в них внутренних напряжений в раствор натрийкарбоксиметилцеллюлозы вводили экстракт торфа водный «Черный доктор». Увеличение гомогенности ингредиентов в составе достигали путем дополнительного введения в состав сульфат цинка. При этом вещества, введенные в состав, способствуют повышению эластичности полимерного покрытия, образованию однородных покрытий и повышают приживаемость растений.

Таблица 1. – Влияние различных целевых добавок и концентрации полимера на свойства покрытий

Компоненты и свойства	Содержание составов, мас. %						
	предлагаемые			запредельные значения		без одного компонента	
I. Компоненты	1	2	3	4	5	6	7
1. Натрийкарбоксиметилцеллюлоза	4	6	9	3,5	10,5	6	6
2. Экстракт торфа водный «Черный доктор»	6	8	10	5,5	10,5	-	4,8
3. Сульфат цинка	0,004	0,006	0,008	0,003	0,009	0,006	-
4. Вода	89,996	85,994	80,992	90,997	78,991	93,994	89,2
II. Свойства							
1. Эластичность полимерного покрытия, мм	7	8	8	10	11	10	11
2. Однородность покрытий, класс	4	4	4	5	5	5	6

В настоящее время натрийкарбоксиметилцеллюлоза применяется в качестве заменителя крахмала при отделке белья и одежды из хлопчатобумажных и льняных тканей, в качестве активной добавки в синтетически моющие средства. Сульфат цинка (цинк сернокислый) ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) – порошок белого цвета, содержащий 22% цинка, используется в качестве микроудобрений для выращивания сельскохозяйственных культур.

Однолетние сеянцы сосны обыкновенной теряют влажность корневых систем с первых часов исследований. На контрольном варианте опыта в течение трех суток корневые системы сеянцев сосны обыкновенной теряют более 50% воды. Степень иссушения корневых систем наблюдается спустя 3–6 часов после постановки эксперимента. По-другому прослеживается динамика потери воды корневыми системами однолетними сеянцами березы повислой. На контрольном варианте опыта потеря массы за трое суток составила 35,6%. В то же время за первые сутки потеря массы составила 22,6%, а за вторые – 27,1% (таблица 2).

Таблица 2. – Потеря влаги корневыми системами сеянцев древесных пород в зависимости от длительности эксперимента, мас. %

Вариант опыта	Длительность эксперимента, час								
	0,25	0,5	1	3	6	8	24	48	72
Однолетние сеянцы сосны обыкновенной									
Контроль (без обработки)	4,8	6,7	9,0	15,3	32,4	41,3	47,6	49,2	51,4
Обработка корневых систем композиционным полимерным составом	4,0	5,9	8,3	14,0	27,6	33,2	36,2	38,5	40,1
Однолетние сеянцы березы повислой									
Контроль (без обработки)	2,1	2,8	3,9	7,9	14,9	18,3	22,6	27,1	35,6
Обработка корневых систем композиционным полимерным составом	0,6	1,1	2,2	4,8	5,2	10,6	12,7	14,2	15,9

При обработке корневых систем семян березы повислой композиционным полимерным препаратом почти вдвое сокращаются потери воды. Концентрация водного раствора полимера оказывает влияние на потерю массы корневых систем.

Изучены прочностные показатели корневых систем семян, которые увеличиваются при обработке корневых систем композиционными составами. Наибольшее разрывное усилие зафиксировано на варианте с обработкой корней (2,4–4,3 кг/с), на контрольном варианте – 0,8–2,2 кг/с.

Успех лесопосадочных работ во многом зависит от качества посадочного материала, его биологических особенностей и физиологического состояния. В процессе хранения и перевозки посадочного материала растения могут быть значительно ослаблены из-за подсыхания корневой системы. Корневая система очень чувствительна к действию многих факторов окружающей среды. В первую очередь это относится к мелким корешкам, которые наиболее активны в физиологическом отношении. Поэтому возникает вопрос сохранения корневой системы растений во влажном состоянии от момента выкопки и до посадки растений на лесокультурной площади.

В результате натурных испытаний установлены математические зависимости содержания влаги в корневых системах растений семян сосны обыкновенной от времени после их обработки. Такие зависимости можно выразить уравнениями:

$$y_1 = 0,002 \cdot x^2 - 0,56 \cdot x + 58,2 \cdot$$

$$y_2 = 0,002 \cdot x^2 - 0,14 \cdot x + 62,12, \quad (1)$$

где y_1 – содержание влаги в корневых системах растений в контрольной партии (обработка торфо-глинистой смесью), %;

y_2 – содержание влаги в корневых системах растений, обработанных разработанным полимерным препаратом, %;

x – время с момента обработки корневых систем растений, ч.

Для создания лесных культур были определены биометрические показатели семян сосны обыкновенной и березы повислой. Высота семян сосны обыкновенной находилась в интервале 7,3–12,1 см, а диаметр корневой шейки – 1,9–2,4 мм. Опытный объект заложен в 3-кратной повторности. Корневые системы семян сосны обыкновенной и березы повислой обрабатывали модифицированным композиционным составом, содержащим NaKMЦ – 5%, стимулятор роста (экосил) – 1,5 мас%, органоминеральную смесь – 21%, воду – остальное. Контрольные семена обрабатывали торфоглинистой смесью (таблица 3).

Таблица 3. – Биометрические показатели посадочного материала

Варианты опыта	Биометрические параметры роста и развития семян	
	высота стволика, см min/max	диаметр корневой шейки, мм min/max
Сеянцы сосны обыкновенной		
Контроль (в прикопке)	7,3/12,1	1,9/2,4
Обработка корней композиционным составом и укладка в кассеты	7,2/12,3	2,0/2,5
Сеянцы березы повислой		
Контроль (в прикопке)	12,5/17,7	3,0/3,7
Обработка корней композиционным составом и укладка в кассеты	12,3/17,8	2,9/3,6

Характеристика биометрических показателей семян сосны обыкновенной и березы повислой, которые были использованы для создания лесных культур, представлена в таблице 4.

Таблица 4. – Характеристика биометрических показателей сеянцев сосны обыкновенной и березы повислой

Порода	Возраст сеянцев, лет	Масса 100 шт. сеянцев, г				
		надземная часть			корневые системы	
		стволик	хвоя	вся надземная часть	мелкие корни	все корни
Сосна обыкновенная	1	2,2	7,2	9,4	3,0	3,0
	2	16,7	35,9	52,6	13,7	18,8
Береза повислая	1	27,3	34,2	61,5	14,8	53,1

Транспортировка и предпосадочное хранение посадочного материала в ящиках являются наиболее перспективными. Это позволяет хорошо сохранить качество посадочного материала, исключить ряд трудоемких ручных операций и уменьшить количество механических повреждений (таблица 5).

Таблица 5. – Влияние транспортировки и хранения сеянцев на механические повреждения надземной части и корневых систем растений

Способы транспортировки и хранения	Растения, поврежденные перед посадкой, %	
	подземной части	наземной части
Транспортировка в пучках, хранение в прикопке	9-11	8-10
Транспортировка и хранение в ящиках	1-2	1-2

Эффективность создания лесных культур определялась приживаемостью растений. В таблице 6 показана приживаемость сеянцев на лесокультурной площади.

Таблица 6. – Приживаемость сеянцев на лесокультурной площади в зависимости от вида и возраста посадочного материала

Вариант опыта	Приживаемость лесных культур, %			
	Вид и возраст сеянцев			
	однолетние сеянцы сосны обыкновенной	двухлетние сеянцы сосны обыкновенной	однолетние сеянцы березы	двухлетние сеянцы березы
Контроль (без обработки корневых систем)	72	67	61	59
Корневые системы, обработанные композиционным полимерным составом	90	88	80	75

Установлено, что однолетние сеянцы сосны обыкновенной имеют приживаемость 90%, а двухлетние – 88%. Обработка корневых систем сеянцев сосны композиционным полимерным составом способствовала увеличению приживаемости растений. Аналогичная закономерность наблюдается при определении приживаемости сеянцев березы повислой.

В таблице 7 представлено влияние способов и времени предпосадочного хранения сеянцев сосны обыкновенной на приживаемость однолетних культур. Наилучшая приживаемость

лесных культур зафиксирована при обработке корневых систем «Корпансилом» и укладкой в кассеты. Приживаемость культур наиболее высокая при ранних сроках посадки и использовании стандартного и отсортированного материала. Такие культуры лучше адаптируются, имеют меньший отпад, успешнее растут и развиваются. При создании лесных культур после двух дней хранения семян приживаемость на всех вариантах была высокая и составляла 98–99%. С увеличением срока хранения семян снижается их приживаемость до 71–95%.

Таблица 7. – Влияние способа и времени предпосадочного хранения семян сосны обыкновенной на приживаемость однолетних культур

Способ хранения семян	Продолжительность хранения, дни	Приживаемость, %
Контроль	2	95
	6	84
	12	71
	25	60
Обработка корней «Корпансилом» и укладка в кассеты	2	99
	6	99
	12	98
	25	95

В результате натурных испытаний установлены математические зависимости содержания влаги в корневых системах растений семян сосны и их приживаемость от времени после их обработки. Такие зависимости можно выразить уравнениями:

$$y_1 = 0,002 \cdot x^2 - 0,56 \cdot x + 58,2,$$

$$y_2 = 0,0015 \cdot x^2 - 0,19 \cdot x + 102,28,$$

где y_1 – содержание влаги в корневых системах растений в контрольной партии (обработка торфо-глинистой смесью), %;

y_2 – приживаемость культур, обработанных разработанным полимерным составом Корпансил, %;

x – время с момента обработки корневых систем растений, ч.

В таблице 8 дана характеристика опытных культур сосны обыкновенной и березы повислой.

Таблица 8. – Характеристика опытных лесных культур сосны обыкновенной и березы повислой

Вариант опыта	Приживаемость, %	Прирост в высоту, см
Культуры сосны обыкновенной		
Контроль	71	6,4
Обработка корней композиционным составом «Корпансил»	98	8,5
Культуры березы повислой		
Контроль	66	3,8
Обработка корней композиционным составом «Корпансил»	90	10,1

Предпосадочная обработка корневых систем семян сосны и березы композиционным полимерным составом «Корпансил» не только способствует продлению периода посадки лесных культур до 25 дней, но и увеличивает текущий прирост растений в высоту на 33–65%. Приживаемость сосновых культур увеличивается на 21%, а березовых на 36%.

Выводы

Разработан новый композиционный полимерный состав для защиты корневых систем посадочного материала от иссушения и изучена динамика степени иссушения корневых систем сеянцев сосны обыкновенной и березы повислой в зависимости от длительности эксперимента. Установлены закономерности роста и развития лесных культур в зависимости от способов хранения и транспортировки сеянцев хвойных и лиственных пород.

Предпосадочная обработка корневых систем сеянцев сосны и березы композиционными полимерными составами увеличивает текущий прирост растений в высоту на 33–65% и продлевает период посадки леса на 25 дней. Приживаемость однолетних сеянцев сосны, обработанных композиционным составом, имеет 90% (без обработки – 72%), двухлетних сеянцев – 88% (без обработки – 67%).

СПИСОК ОСНОВНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Новые композиционные полимерные составы для лесовыращивания в природно-климатических условиях Беларуси и Казахстана / В. В. Копытков [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2014. – 509 с.
2. Корецкая, Л. С. Атмосферостойкость полимерных материалов / Л. С. Корецкая. – Минск : Навука і тэхніка, 1993. – 206 с.
3. ГОСТ 6806–73. Материалы лакокрасочные. Метод определения эластичности при изгибе : Введено 01.07.74. – М. : Издательство стандартов, 1988. – 5 с.
4. Зайцев, Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике / Г. Н. Зайцев. – М. : Наука, 1984. – 424 с.
5. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск : Вышэйшая школа, 1967. – 326 с.
6. ТКП 047-2009 (02080) Наставление по лесовосстановлению в Республике Беларусь : Введено 20.05.2009. – Минск : ОАО «Промпечать», 2009. – 105 с.
7. Копытков, В. В. Композиционные полимерные материалы при лесовыращивании / В. В. Копытков. – Минск : РУП Издат. дом «Белорусская наука», 2008. – 304 с.
8. Копытков, В. В. Полимерные составы для обработки корневых систем сеянцев сосны : автореф. дис. ... канд. техн. наук / В. В. Копытков. – Минск, 2007. – 21 с.

Поступила в редакцию 03.02.16

E-mail: kopvo@mail.ru

V. V. Kopytkov, V. G. Grumble, O. V. Kondratenko, T. P. Antonovich, D. S. Zakharenko, E. V. Orlov

CREATION OF FOREST CULTURES USING COMPOSITE POLYMERIC STRUCTURES

Ways of wood planting extension period are studied; justification to the main methods of forest cultures creation on the basis of composite polymeric preparations and data of influence of age of the Scotch pine seedlings and the silver birch on their survival is given. It has been found out that annual Scotch pine seedlings have survival of 90%, and two-year-old ones of 72%. Similar regularity was observed while determining the survival of seedlings of the silver birch. Preplanting processing of pine and birch seedlings root systems with composite polymeric structures increases the current gain of plants in height by 33–65% and prolongs the period of wood planting. Survival of pine cultures increases by 21%, and birch ones – by 36%.

Keywords: forest cultures, composite polymeric structures, seedlings of coniferous and deciduous breeds, processing of roots, survival, biometric indicators.