

ISSN 1561-8323 (Print)

ISSN 2524-2431 (Online)

УДК 630\*232.32

<https://doi.org/10.29235/1561-8323-2021-65-3-380-384>

Поступило в редакцию 30.04.2021

Received 30.04.2021

**В. В. Копытков***Институт леса Национальной академии наук Беларуси, Гомель, Республика Беларусь***РАЗРАБОТКА ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОСТОВ  
ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ЛЕСНОГО ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА***(Представлено членом-корреспондентом Ю. М. Плескачевским)*

**Аннотация.** Описаны составы органоминеральных компостов, обеспечивающие повышенные биометрические показатели сеянцев лесных растений. Компосты получены на основе вторичных ресурсов лесного и сельскохозяйственного производств. Предложен показатель готовности компостов в зависимости от их состава и сроков компостирования. Показано влияние полимерного структурообразователя почвы на качество компостов. Изучено влияние вариаций составов компостов на морфометрические показатели сеянцев. Приведены рекомендуемые соотношения ингредиентов в органоминеральном компосте для выращивания посадочного материала в лесопитомнических хозяйствах.

**Ключевые слова:** компостирование, составы компостов, показатель готовности компостов, полимерный структурообразователь почвы, лесной посадочный материал

**Для цитирования:** Копытков, В. В. Разработка органоминеральных компостов для выращивания лесного посадочного материала / В. В. Копытков // Докл. Нац. акад. наук Беларуси. – 2021. – Т. 65, № 3. – С. 380–384. <https://doi.org/10.29235/1561-8323-2021-65-3-380-384>

**Vladimir V. Kopytkov***Forest Institute of the National Academy of Sciences of Belarus, Gomel, Republic of Belarus***DEVELOPMENT OF ORGANOMINERAL COMPOST FOR GROWING FOREST PLANTING MATERIAL***(Communicated by Corresponding Member Yury M. Pleskachevsky)*

**Abstract.** The organomineral compost compositions, which provide increased biometric indicators of seedlings of forest plants, are described. Compost is obtained on the basis of the secondary resources of forest and agricultural production. The compost readiness indicator, depending on the composition and composting time, is proposed. The influence of the polymer structure-forming agent of the soil on the compost quality is shown. The influence of compost composition variations on the morphometric parameters of seedlings is studied. The recommended ratios of ingredients in organomineral compost for growing planting material in forest nurseries are given.

**Keywords:** composting, compost compositions, compost readiness index, polymer soil structurizer, forest planting material

**For citation.** Kopytkov V. V. Development of organomineral compost for growing forest planting material. *Doklady Natsional'noi akademii nauk Belarusi = Doklady of the National Academy of Sciences of Belarus*, 2021, vol. 65, no. 3, pp. 380–384 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1561-8323-2021-65-3-380-384>

**Введение.** Эффективность работы лесопитомнического хозяйства в значительной степени определяется качеством используемых органоминеральных компостов (ОМК). Одной из главных задач при выращивании стандартного посадочного материала является обеспечение субстратов необходимыми элементами питания и качественным гумусом [1; 2].

По данным Министерства лесного хозяйства в Беларуси в 2020 г. отходы в виде древесных опилок составили 400 тыс. м<sup>3</sup>, что по сравнению с 2015 г. больше в 2,3 раза. Только в Брестском районе ежегодно образуются отходы грибного производства (ОГП) в количестве 16,8 тыс. т. При выращивании вешенки обыкновенной и шиитаки на Корневской экспериментальной лесной базе Института леса НАН Беларуси (КЭЛБ ИЛ НАН Беларуси) ежегодно образуется более 60 т различных ОГП. Однако комплексные исследования и разработки по использованию древесных

опилок, а также отходов грибного и иных сельскохозяйственных производств в качестве компонентов компостов для выращивания лесного посадочного материала не проводились.

Используемые в настоящее время в практике лесопитомнических хозяйств субстраты обеспечивают выход стандартного посадочного материала не более 2200 тыс. шт/га<sup>1</sup>.

Целью работы является разработка составов и исследование свойств органоминеральных компостов на основе отходов лесного и сельскохозяйственного производств, позволяющих обеспечить повышенные значения выхода стандартного лесного посадочного материала.

**Материалы и методы исследований.** Исследования по технологии получения и изучению динамики степени готовности субстратов ОМК различных составов проведены в постоянных лесных питомниках КЭЛБ ИЛ НАН Беларуси и Мозырского опытного лесхоза. В лесном питомнике КЭЛБ ИЛ НАН Беларуси создан опытный участок по получению субстратов ОМК буртовым способом с использованием древесных опилок, продуктов жизнедеятельности птиц (ПЖП), ОГП и полимерного структурообразователя почвы (ПСП) в различных соотношениях. В Мозырском опытном лесхозе на базе лесного питомника создан опытный участок для изучения эффективности различных ОМК с использованием древесных опилок, ПЖП, макроудобрений и ПСП в различных соотношениях.

В качестве полимерного структурообразователя почвы использовали натриевую соль карбоксиметилцеллюлозы в виде порошка из расчета 500 г/м<sup>3</sup> для сокращения периода созревания компоста. В качестве макроудобрения использовали мочевины (ГОСТ Р 50568.7–93 Мочевина (карбамид) техническая). Показателем готовности ОМК предложено использовать отношение, характеризующее содержание в субстрате ОМК углерода (С) к азоту (N). Изучение степени готовности субстратов при компостировании с органоминеральными добавками проведено на 1-й, 3, 5 и 7-й месяцы эксперимента. Готовый компост представлял собой однородную рассыпчатую массу с показателем готовности С к N, близким к соотношению 25 к 1 [3]. Влажность ОМК определяли весовым методом [4].

В процессе компостирования субстратов изучали содержание в них легкогидролизуемого азота, обменного калия и подвижного фосфора по методике Ю. Т. Коробченко [5]. Определение валовых форм азота, фосфора и калия проводили по методике К. Е. Гинзбург и соавт. с последующим определением валовых форм азота и фосфора фотоэлектроколориметрическим методом, а калия – на пламенном фотометре [6]. Изучение характеристик корневых систем сеянцев лесных пород проводили путем подсчета на одном растении корней I, II и III порядков, общего числа корней на 1 растении; длины корней I, II и III порядков, суммарной длины боковых корней, а также количества и формы микориз на корнях [7–9].

Полученные результаты полевых и лабораторных исследований обработаны методом математической статистики с использованием программ Statistica 7.0 [10].

**Результаты и их обсуждение.** Исследование различных методов получения органоминеральных компостов<sup>2</sup> и влияние их составов на биометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной проводили в Институте леса НАН Беларуси [11]. Результаты представлены в табл. 1 и 2.

Анализ табл. 1 показывает, что только на первом варианте опыта через 3 месяца ОМК готов для использования при выращивании лесного посадочного материала. Через 5 месяцев на всех вариантах опыта показатель готовности ОМК был равен или ниже 25 %, а через 7 месяцев на всех вариантах опыта находился в пределах 20,4–23,5 %, что соответствует оптимальным значениям показателя готовности ОМК к их использованию для выращивания лесного посадочного материала. При этом отмечено, что введение в компост ПСП способствовало ускорению созревания компоста за счет увеличения влажности на 5–12 %.

<sup>1</sup> Субстраты торфяно-перлитные: ТУ ВУ 100061961.002–2015 / Республиканский лесной селекционно-семеноводческий центр. Минск, 2015. – 12 с.

<sup>2</sup> Состав «Агрополикор» для повышения почвенного плодородия питомников: ТУ ВУ 400070994.008–2010 / В. В. Копытков, Н. П. Охлопкова; введ.: 14.12.2010, № 030745; Рекомендации по выращиванию микоризных сеянцев хвойных пород на субстрате из органоминеральной смеси и целевых добавок / сост. В. В. Копытков, Н. П. Охлопкова; введ.: 14.10.2010, № 000184.

Т а б л и ц а 1. Показатель соотношения углерода к азоту при получении различных компостов в течение семи месяцев

Table 1. Indicator of the ratio of carbon to nitrogen when receiving various composts within 7 months

Вариант опыта Experience variant	Показатель соотношения C : N, месяц Ratio indicator C : N, month			
	1	3	5	7
1. Древесные опилки + ПЖП + ОГП + ПСП (1 : 1 : 0,3 : 0,2)	41,6	24,8	22,1	20,4
2. Древесные опилки + ПЖП + макроудобрение + ПСП (1 : 1 : 0,3 : 0,2)	47,4	26,9	25,0	22,3
3. Древесные опилки + ПЖП + ОГП (1 : 1 : 0,3)	44,5	27,7	24,6	22,1
4. Древесные опилки + ПЖП + макроудобрение (1 : 1 : 0,3)	49,3	29,4	24,0	23,5

Т а б л и ц а 2. Биометрические показатели и выход стандартных сеянцев сосны обыкновенной и дуба черешчатого при выращивании на органоминеральных компостах

Table 2. Biometric indicators and the yield of standard seedlings of Scots pine and English oak when grown on organic compost

Вариант опыта Experience variant	Высота надземной части, см Height of the aboveground part, cm	Диаметр корневой шейки, мм Root collar diameter, cm	Длина главного корня, см Main root length, cm	Выход стандартного посадочного материала, тыс. шт/га Yield of standart planting material, thousand pieces/ha
Сеянцы сосны обыкновенной				
1. Древесные опилки + ПЖП + ОГП + ПСП (1 : 1 : 0,3 : 0,2)	8,9 ± 1,3	2,2 ± 0,4	15,3 ± 2,2	2600
2. Древесные опилки + ПЖП + макроудобрения + ПСП (1 : 1 : 0,3 : 0,2)	8,41 ± 1,20	2,1 ± 0,5	14,4 ± 2,4	2400
3. Древесные опилки + ПЖП + ОГП (1 : 1 : 0,3)	7,1 ± 1,1	1,5 ± 0,4	12,2 ± 2,3	2000
Сеянцы дуба черешчатого				
1. Древесные опилки + ПЖП + ОГП + ПСП (1 : 1 : 0,3 : 0,2)	15,3 ± 0,3	3,5 ± 0,3	25,9 ± 2,5	1100
2. Древесные опилки + ПЖП + макроудобрения + ПСП (1 : 1 : 0,3 : 0,2)	14,4 ± 0,5	3,2 ± 0,5	24,5 ± 2,9	1000
3. Древесные опилки + ПЖП + ОГП (1 : 1 : 0,3)	13,9 ± 0,1	3,0 ± 0,4	22,3 ± 3,7	900

Изучено влияние ОМК на биометрические показатели сеянцев и выход стандартного посадочного материала (табл. 2).

Как видно из табл. 2 высота надземной части сеянцев сосны обыкновенной на варианте № 1 превышает аналогичные значения для вариантов опыта № 3 на 25 %. Диаметр корневой шейки сеянцев сосны обыкновенной на варианте № 1 превышает на 47 % соответствующий показатель на варианте № 3. Подобные закономерности получены и при выращивании сеянцев дуба черешчатого.

Основным критерием при оценке влияния составов ОМК на эффективность работы лесопитомнического хозяйства является выход стандартных сеянцев с 1 га. При выращивании сеянцев сосны обыкновенной вариант состава ОМК № 1 способствовал увеличению выхода стандартного посадочного материала на 30 %, а при выращивании сеянцев дуба черешчатого на варианте № 1 – на 22 % по сравнению с вариантом № 3. На вариантах опыта с использованием ПСП отмечалось увеличение как надземной, так и подземной массы лесных сеянцев в 1,4–2,5 раза. Наиболее эффективным ОМК оказался субстрат из древесных опилок, ПЖП, ОГП и ПСП в соотношении 1 : 1 : 0,3 : 0,2 соответственно.

Изучена динамика формирования корневых систем и образование на них микоризы при выращивании сеянцев сосны обыкновенной и дуба черешчатого с использованием в качестве субстрата различных ОМК. На вариантах опыта с внесением древесных опилок + ПЖП + ОГП + ПСП (1 : 1 : 0,3 : 0,2) сеянцы имели более развитую корневую систему, которая характеризовалась увеличением числа корней I, II и III и их суммарной длины – в 1,3–1,7 раза.

Изучены показатели различных форм микориз на корневых системах однолетних сеянцев сосны обыкновенной. На варианте опыта № 3 47,6 % микоризы были представлены простой булавовидной формой и 40,3 % – вильчатой формой. Внесение ОМК с использованием ПСП способствует изменению соотношения формы микориз и увеличивает их количество сложной коралловидной формы. По данным [5; 7], наиболее эффективной формой микориз являются коралловидная и вильчатая, так как они способствуют повышению приживаемости растений при посадке леса. При внесении ОМК № 1 на корневых системах сеянцев сосны обыкновенной количество простой булавовидной формы микориз составило 68,2 %, вильчатой – 6,5 % и сложной коралловидной – 25,3 % (табл. 3).

Т а б л и ц а 3. Показатели встречаемости различных форм микориз на корневых системах сеянцев сосны обыкновенной и дуба черешчатого

T a b l e 3. Indicators of the occurrence of various forms of mycorrhiza on the root systems of pine and oak seedlings

Вариант опыта Experience variant	Форма микориз на корнях сеянцев, % Form of mycorrhiza on the roots of seedlings, %		
	булавовидная clavate	вильчатая forked	коралловидная corral
Сеянцы сосны обыкновенной			
1. Древесные опилки + ПЖП + ОГП + ПСП (1 : 1 : 0,3 : 0,2)	68,2 ± 2,60	6,5 ± 0,24	25,3 ± 0,18
2. Древесные опилки + ПЖП + макроудобрения + ПСП (1 : 1 : 0,3 : 0,2)	38,7 ± 1,02	40,9 ± 0,32	20,4 ± 0,16
3. Древесные опилки + ПЖП + ОГП (1 : 1 : 0,3)	47,6 ± 0,20	40,3 ± 0,41	12,1 ± 0,14
Сеянцы дуба черешчатого			
1. Древесные опилки + ПЖП + ОГП + ПСП (1 : 1 : 0,3 : 0,2)	46,4 ± 1,82	41,0 ± 0,39	12,6 ± 0,12
2. Древесные опилки + ПЖП + макроудобрения + ПСП (1 : 1 : 0,3 : 0,2)	57,2 ± 1,77	32,4 ± 1,82	10,4 ± 0,19
3. Древесные опилки + ПЖП + ОГП (1 : 1 : 0,3)	64,8 ± 1,93	26,7 ± 1,94	8,5 ± 0,16

Исследования на корневых системах сеянцев дуба черешчатого на варианте опыта № 3 позволили установить наличие всех трех форм микориз. Использование ОМК № 1 способствовало увеличению на корневых системах сеянцев дуба черешчатого сложной коралловидной и вильчатой формы микориз в 1,5 раза.

Установлено, что наиболее эффективным ОМК является состав из древесных опилок + ПЖП + ОГП + ПСП в соотношении 1 : 1 : 0,3 : 0,2 соответственно.

**Заключение.** Разработаны составы органоминеральных компостов, получаемых буртовым способом с использованием древесных опилок, продуктов жизнедеятельности птиц, отходов грибного производства и полимерного структурообразователя почвы в соотношении 1 : 1 : 0,3 : 0,2 соответственно. Изучена динамика степени готовности различных компостов для использования при выращивании лесного посадочного материала. Установлено, что полимерный структурообразователь почвы способствует сокращению срока готовности компостов до трех месяцев.

Разработанные органоминеральные компосты на основе древесных опилок и целевых добавок способствуют увеличению биометрических показателей сеянцев лесных растений, повышают микоризность корневых систем сложной коралловидной и вильчатой форм, что в совокупности повышает выход стандартного посадочного материала в лесопитомнических хозяйствах.

#### Список использованных источников

1. Kottke, I. Effects of nitrogen in forests on root production, root system and mycorrhizal state / I. Kottke // Proc. Int. Colliq. Bioindic. Forest Site Pollut.: dev. Methodol. And Training, Ljubljana, Aug. 22–31, 199, BIOFOSP, 1995. – P. 107–111.
2. Hilszczańska, D. Wpływ podłoża szkółkarskich na rozwój mikoryz sosny *Pinus sylvestris* / L. D. Hilszczańska // Sylwan. – 2000. – Rok CXLIV, N 4. – S. 93–97.
3. Наставление по выращиванию посадочного материала древесных и кустарниковых пород в лесных питомниках Республики Беларусь. – М., 2015. – 55 с.
4. Астапов, С. В. Методы изучения водно-физических свойств почв / С. В. Астапов, С. И. Долгов // Почвенная съемка. – М., 1959. – С. 308–311.

5. Коробченко, Ю. Т. Определение легкогидролизуемого азота в почвах / Ю. Т. Коробченко // *Агрохимия*. – 1975. – № 2. – С. 106–108.
6. Ускоренный метод сжигания почв и растений / К. Е. Гинзбург [и др.] // *Почвоведение*. – 1963. – № 5. – С. 89–96.
7. Селиванов, И. А. Микосимбиотрофизм как форма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза / И. А. Селиванов. – М., 1981. – 232 с.
8. Веселкин, Д. В. Микоризообразование у сосны обыкновенной и ели сибирской в лесных питомниках [Электронный ресурс] / Д. В. Веселкин. – 2007. – Режим доступа: <http://mycorrhiza.narod.ru>. – Дата доступа: 25.04.2021.
9. Еропкин, К. И. О взаимосвязи форм микоризных окончаний у хвойных / К. И. Еропкин // *Микориза растений: межвузов. сб. науч. тр. Пермского и Абаканского пединститутов*. – Пермь, 1979. – С. 61–77.
10. Зайцев, Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике / Г. Н. Зайцев. – М., 1984. – 424 с.
11. Новые композиционные полимерные составы для лесовыращивания в природно-климатических условиях Беларуси и Казахстана / В. В. Копытков [и др.]. – Минск, 2014. – 509 с.

## References

1. Kottke I. Effects of nitrogen in forests on root production, root system and mycorrhizal state. *Proceedings International Colliq. Bioindic. Forest Site Pollut.: dev. Methodol. And Training, Ljubljana, Aug. 22–31, 199, BIOFOSP*, 1995, pp. 107–111.
2. Hilszczańska D. Wpływ podłoża szkółkarskich na rozwój mikoryz sosny *Pinus sylvestris* L. Sylwan, 2000, rok CXLIV, no. 4, pp. 93–97.
3. *Manual on the cultivation of planting material of tree and shrub species in forest nurseries of the Republic of Belarus*. Moscow, 2015. 55 p. (in Russian).
4. Astapov S. V., Dolgov S. I. Methods of studying the water-physical properties of soils. *Soil survey*. Moscow, 1959, pp. 308–311.
5. Korobchenko Yu. T. Determination of easily hydrolyzable nitrogen in soils. *Agrokhimiya* [Agrochemistry], 1975, no. 2, pp. 106–108.
6. Ginzburg K. E. [et al.]. Accelerated method of burning soil and plants. *Pochvovedenie* [Soil Science], 1963, no. 5, pp. 89–96 (in Russian).
7. Selivanov I. A. *Mycosymbiotrophism as a form of consortium ties in the vegetation cover of the Soviet Union*. Moscow, 1981. 232 p. (in Russian).
8. Veselkin D. V. *Mycorrhiza formation in Scots pine and Siberian spruce in forest pitomniki*. 2007. Available at: <http://mycorrhiza.narod.ru> (accessed 25 April 2021) (in Russian).
9. Eropkin K. I. About the relationship of the forms of mycorrhizal endings in conifers. *Mikoriza rastenii: mezhvuzovskii sbornik nauchnykh trudov Permskogo i Abakanskogo pedinstitutov* [Plant mycorrhiza: interuniversity collection of scientific works of the Perm and Abakan pedagogical institutes]. Perm, 1979, pp. 61–77 (in Russian).
10. Zaitsev G. N. *Mathematical statistics in experimental botany*. Moscow, 1984. 424 p. (in Russian).
11. Kopytkov V. V., Kaverin V. S., Borovkov A. V., Kopytkov V. VI., Tairbergenov Yu. A. New composite polymer compositions for forest growing in the natural and climatic conditions of Belarus and Kazakhstan. Minsk, 2014. 509 p. (in Russian).

## Информация об авторе

*Копытков Владимир Васильевич* – д-р с.-х. наук, доцент. Институт леса НАН Беларуси (ул. Пролетарская, 71, 246001, Гомель, Республика Беларусь). E-mail: kopvo@mail.ru.

## Information about the author

*Kopytkov Vladimir V.* – D. Sc. (Agrarian), Associate professor. Institute of Forest of the National Academy of Sciences of Belarus (71, Proletarskaya Str., 246001, Gomel, Republic of Belarus). E-mail: kopvo@mail.ru.