

УДК 630*232.32

КОПЫТКОВ Владимир Васильевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий сектором биорегуляции выращивания лесопосадочного материала Института леса Национальной академии наук Беларуси. Автор 350 научных публикаций, в т. ч. 4 монографий, 8 учебных пособий

КОНОВАЛОВ Валерий Николаевич, профессор кафедры зоологии и экологии Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Автор 136 научных публикаций, в т. ч. 4 монографий

ЛЕСОВОДСТВЕННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОРОВЫХ КОМПОСТОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СЕЯНЦЕВ ХВОЙНЫХ ПОРОД

Исследования направлены на разработку наиболее эффективных органоминеральных компостов для выращивания стандартного посадочного материала хвойных пород с высокой степенью микоризованности корневых систем.

Цель исследования – изучение влияния различных органоминеральных компостов на лесоводственную эффективность выращивания сеянцев хвойных пород.

В лабораторных условиях установлена степень готовности коровых компостов с учетом динамики изменения содержания в них элементов питания. Практическая значимость полученных результатов заключается в обеспечении лесохозяйственных предприятий и лесхозов стандартным посадочным материалом с высокой степенью их приживаемости на лесокультурной площади. Исследования проведены в соответствии со стандартными методиками и имеющимися нормативными документами. Данные исследования вносят существенный вклад в лесовыращивание и могут быть использованы в лесохозяйственном производстве.

Установлена лесоводственная эффективность использования коровых компостов с органоминеральными и другими целевыми добавками в лесных питомниках. При внесении коровых компостов происходит увеличение параметров роста и развития сеянцев сосны обыкновенной в 1,4–2,5 раза, а также усиление степени развития их корневых систем на 25–30 % и увеличение их длины в 1,3–1,5 раза. Кроме того, в 2 раза повышается активность формирования на корнях сложных коралловидных форм микоризных окончаний, увеличивается рост надземной части сеянцев сосны по показателю высоты стволика в среднем в 1,3 раза.

Таким образом, установлено, что внесение в почву питомника компостов на основе хвойной коры с органоминеральными и другими целевыми добавками является высоко эффективным мероприятием.

Ключевые слова: коровые компосты, микоризованные сеянцы, лесоводственная эффективность.

Разработка системы мер по интенсификации выращивания посадочного материала хвойных пород с применением в качестве органических удобрений компостов на основе древесной коры является важным звеном в повышении плодородия почв лесных питомников. Компостирование органических отходов является распространенным способом получения высокоэффективных органических удобрений. Ряд ученых на протяжении последних десятилетий отмечает целесообразность применения в лесных питомниках в сочетании с минеральными удобрениями органических в виде компостов на основе коры, торфа, опилок, полимерных структурообразователей почвы, лесного опада и др. Дополнительный экономический эффект при этом получается за счет утилизации большого количества отходов растениеводства, животноводства, деревообработки [1, с. 8; 2, с. 10; 3, с. 18]. В настоящее время в ряде стран компостируемая кора используется в качестве субстрата для выращивания овощей и цветов в условиях закрытого грунта [4, с. 9; 5, с. 2] Особо важную роль играет использование органических удобрений для повышения плодородия дерново-подзолистых супесчаных и песчаных почв, обладающих низким естественным плодородием [6, с. 210; 7, с. 8].

Актуальность рассматриваемой проблемы заключается в необходимости повышения почвенного плодородия лесных питомников при выращивании микоризованного посадочного материала.

Цель исследования – изучить влияние различных органоминеральных компостов на лесоводственную эффективность выращивания сеянцев хвойных пород.

Материалы и методы. Оценка лесоводственной эффективности использования коровых компостов с органоминеральными и целевыми добавками (полимерный структурообразователь) проводилась на опытном объекте Корневской экспериментальной лесной базы Института леса Национальной академии наук Беларуси.

Лабораторные исследования физико-химических свойств компостов осуществляли по вариантам: К-1 (контроль) – хвойная кора увлажненная; В-1 – хвойная кора с минеральными удобрениями; В-2 – хвойная кора + куриный помет (4 : 1); В-3 – внесение компостов на основе хвойной коры, куриного помета, торфа и целевой добавки в виде полимерного структурообразователя почвы (4 : 1 : 1 : 0,5); В-4 – хвойная кора + яблочные отжимы + куриный помет (1 : 1 : 1).

Изучение процессов, протекающих при компостировании коровых компостов с различными органоминеральными добавками проводилось в лабораторных условиях при температурах 20 и 45 °С. Исследовались показатели: динамика массы и влажности коровых компостов, рН, зольность, соотношение С : N. Изучение состава микрофлоры опытных компостов проводили, используя общепринятый в микробиологии метод разведений с последующим посевом на искусственные питательные среды.

Исследования по установлению лесоводственной эффективности применения коровых компостов в полевых условиях при выращивании сеянцев сосны обыкновенной проводили по следующим вариантам: К-1 (контроль) – хвойная кора увлажненная; В-1 – хвойная кора с минеральными удобрениями; В-2 – хвойная кора + куриный помет (4 : 1); В-3 – внесение компостов на основе хвойной коры, куриного помета, торфа и целевой добавки в виде полимерного структурообразователя почвы при соотношении компонентов 4 : 1 : 1 : 0,5.

Определялись морфометрические показатели сеянцев: общее число корней, коэффициент ветвления, суммарная длина боковых корней, общее их число, высота стволика. Изучение процесса образования микориз на корнях сеянцев сосны по вариантам опыта проводили по общепринятым методикам И.А. Селиванова [6, с. 11], Д.В. Весёлкина [8, с. 226]. Эктомикоризы классифицировали по форме: булавовидная (простая), вильчатая, коралловидная и др. [9, с. 69].

БИОЛОГИЯ

Полученные результаты исследований обработаны методами математической статистики [10, с. 145].

Результаты и обсуждение. Результаты лабораторных исследований динамики влажности компостов представлена в *табл. 1*. Через 1

В вариантах В-2 (при 20 °С), В-3 (при 20 °С) показатель практически приблизился к исходному.

В процессе компостирования коровых компостов в лабораторных условиях определялась динамика рН компостов. Результаты исследо-

ПОКАЗАТЕЛИ СРЕДНЕЙ ВЛАЖНОСТИ СУБСТРАТОВ, ТЕРМОСТАТИРУЕМЫХ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Вариант опыта	Состав субстратов	Средняя влажность, %						
		в начале эксперимента	термостатирование при 20 °С			термостатирование при 45 °С		
			через 1 мес.	через 3 мес.	через 7 мес.	через 1 мес.	через 3 мес.	через 7 мес.
К-1	Хвойная кора увлажненная	53,8±0,91	55,6±1,79	53,5±0,80	51,4±1,20	51,7±0,09	49,2±1,49	41,2±2,27
В-1	Хвойная кора с минеральными удобрениями	55,4±1,39	54,5±0,39	53,2±0,26	50,4±0,68	54,7±1,08	45,9±6,08	32,6±3,97
В-2	Хвойная кора + куриный помет (4 : 1)	55,1±0,77	56,6±0,30	59,1±0,80	55,5±0,93	56,8±0,39	57,3±0,03	50,7±3,81
В-3	Хвойная кора + куриный помет + торф + структурообразователь почвы (4 : 1 : 1 : 0,5)	54,9±0,70	58,8±0,41	59,8±1,29	56,2±1,96	59,0±0,29	54,1±1,55	46,9±4,25
В-4	Хвойная кора + яблочные отжимы + куриный помет (1 : 1 : 1)	64,3±0,50	67,5±0,19	71,3±0,82	69,7±0,45	71,2±0,07	67,8±0,00	66,1±0,68

мес. после начала эксперимента наблюдалось увеличение влажности на 1,5–4 % во всех вариантах опыта по сравнению с исходным показателем, кроме вариантов К-1 (при 45 °С) и В-1 (при 20 °С и 45 °С), где отмечено небольшое подсыхание субстратов. Через три месяца после начала эксперимента в вариантах К-1 (при 20 и 45 °С), В-1 (при 20 и 45 °С) и В-3 (при 45 °С) влажность компостов была снижена. На варианте В-4 (при 20 °С) влажность компоста продолжала повышаться. После семи месяцев термостатирования компостных смесей показатель влажности снижался. Более резкое его падение отмечалось в вариантах К-1 (при 45 °С) – на 12,6 %, В-1 (при 45 °С) – 21,9 %, и В-3 (при 45 °С) – на 8 % по сравнению с исходной.

вания динамики рН опытных компостов представлены на *рис. 1*.

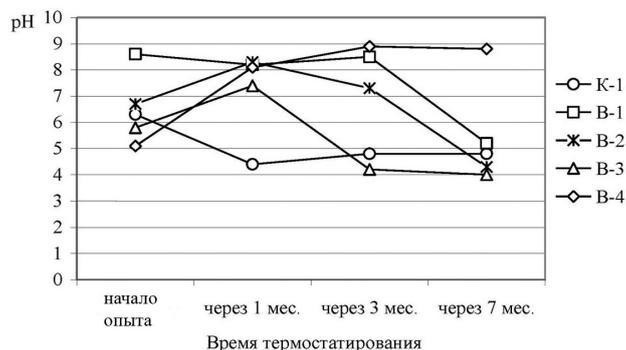


Рис. 1. Динамика рН компостов на основе хвойной коры, термостатируемых при 20 °С в лабораторных условиях

В результате лабораторных исследований установлено, что с увеличением времени компостирования в вариантах К-1, В-1, В-2 и В-3 отмечено снижение показателя рН по сравнению с исходным. В варианте В-4 показатель рН увеличивается по сравнению с исходным в 1,5 раза.

Проведены лабораторные исследования микробиологического состава опытных компостов. На рис. 2 представлена динамика количественного состава колоний бактерий в различных компостах.

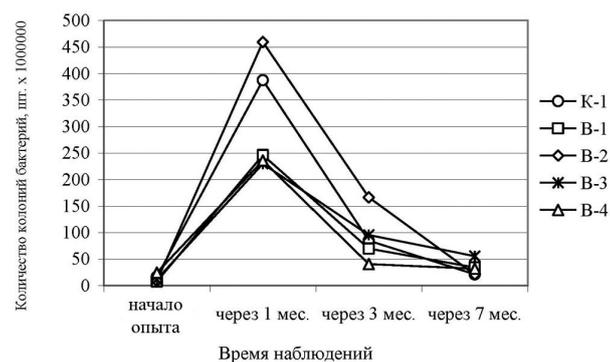
Учет численности колоний бактерий в компостах на основе хвойной коры показал, что количество бактерий при 20 °С с 1-го по 3-й мес. снизилось в 3,5–6 раз, а с 3-го по 7-й мес. – еще

в 1,5–8 раз. Наименьшее число колоний бактерий отмечено на контроле, а наибольшее – в варианте В-3. На начальных этапах компостирования бактерии играют главную роль, и поэтому наблюдается увеличение их количества. С течением времени этот показатель снижается.

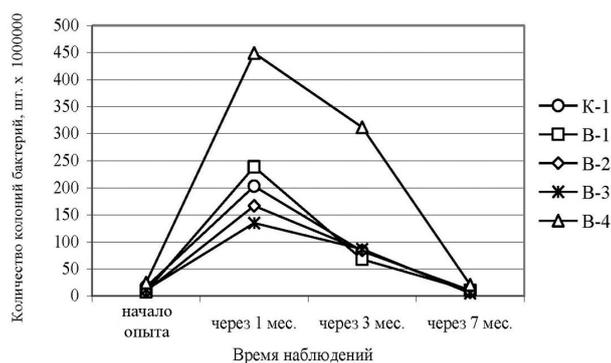
В субстратах, термостатируемых при 45 °С, численность колоний бактерий на 3-й месяц исследований резко снизилась в 1,5–4 раза, а на 7-й практически сравнялась с исходным показателем. Следовательно, можно сказать, что в компостах при этих условиях процессы микробиологической ферментации происходят интенсивнее.

За 12 месяцев компостирования показатель зольности субстратных смесей увеличился на 4,4–13,4 %. При повышении зольности компостов происходит снижение содержания органического углерода. Величина соотношения С : N в коровьих компостах с органоминеральными добавками после 19 мес. компостирования по вариантам опыта колеблется в пределах от 19 до 68 ед. Оптимальным соотношением С : N, по которому определяют степень готовности коровьих компостов, составляет 30–40 ед. В компостах, основу которых составляла хвойная кора без органических добавок, этот показатель превышал оптимальный более чем в 1,5 раза и составил 67–68 ед. Следовательно, можно сказать, что компосты без органических добавок по своим химическим свойствам не готовы к применению в качестве органического удобрения и требуют более длительного периода компостирования. Готовый для использования компост должен иметь объемную массу не более 1,1–1,3 г/см³ и содержание органического вещества не менее 8 %. Эти показатели достигаются через 12–15 мес.

В полевых условиях изучено влияние компостов на развитие корневых систем сеянцев хвойных пород. Для исследования использовали наиболее перспективные коровьи компосты, которые применяют в лесопитомническом хозяйстве Беларуси. Коровьи компосты оказывают влияние на показатель ветвления корневых



а



б

Рис. 2. Динамика количественного состава колоний бактерий в термостатируемых компостах на основе хвойной коры: а – при 20 °С; б – при 45 °С

БИОЛОГИЯ

систем сеянцев хвойных пород. Коэффициент ветвления корневых систем двухлетних сеянцев сосны на всех вариантах опыта превосходил контроль в 1,6 раза (рис. 3).

рование развитых (коралловидных) форм микоризных окончаний и привело к увеличению степени микоризности растений. Особенно это отразилось в вариантах опыта после внесения

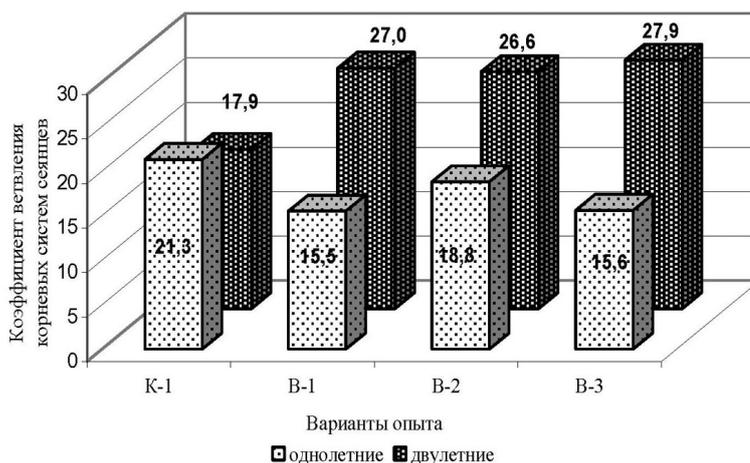


Рис. 3. Коэффициент ветвления корневых систем однолетних и двухлетних сеянцев сосны по вариантам опыта

Увеличение числа корней и их длины на корневых системах сеянцев во второй вегетационный период повлияло на активное форми-

рование корневых компостов с органоминеральными добавками и полимерным структурообразователем почвы (вариант В-3) (рис. 4). Прослежи-



Рис. 4. Динамика показателя плотности микоризы на корневых системах сеянцев сосны по вариантам опыта в течение двух вегетационных периодов

влась закономерность: чем выше показатель плотности микориз, тем большие значения имеют параметры роста и развития сеянцев.

Внесение компостов стимулировало развитие на корнях сеянцев сложной кораллоподобной формы микоризы (ее доля увеличилась в среднем на 25 %). Анализ взаимосвязи параметров роста двухлетних сеянцев сосны с показателем интенсивности микоризообразования на корнях выявил, что плотность расположения микориз на 100 мм суммарной длины боковых корней в вариантах опыта В-1 и В-2 в 1,5 раза была больше по сравнению с контролем К-1 (рис. 5).

Изучение сохранности сеянцев на второй год после внесения коровых компостов показало, что количество растений на 1 пог. м посевной строки и выход стандартных сеянцев в вариантах опыта на 15–18 % превышало этот показатель по сравнению с контролем.

Изучение динамики формирования микоризы на корнях сеянцев сосны в течение двух вегетационных периодов показало, что у однолетних контрольных растений 98 % микоризы были представлены только булавовидной фор-

мой, в то время как на вариантах опыта с использованием компоста на основе органоминеральных веществ на корнях сеянцев выявлена микориза не только булавовидной формы, но вильчатой и кораллоподобной.

Кораллоподобные микоризы в виде скоплений по 32–48 штук в одной точке отмечались на корнях I, II и III порядков.

Выводы. Одним из способов повышения содержания элементов питания в почве лесных питомников является внесение компостов. Почвенное плодородие лесных питомников оказывает существенную роль на биометрические показатели посадочного материала и положительно влияет на рост сеянцев хвойных пород, способствуя формированию микоризованной корневой системы.

Проведенные лабораторные исследования позволили установить степень готовности коровых компостов по динамике влажности, количественному составу бактерий, а также соотношению С : N. Готовый компост для выращивания посадочного материала получаем через 12–15 мес. с объемной массой 1,1–1,3 г/см³ и содержанием органического вещества не менее 8 %.

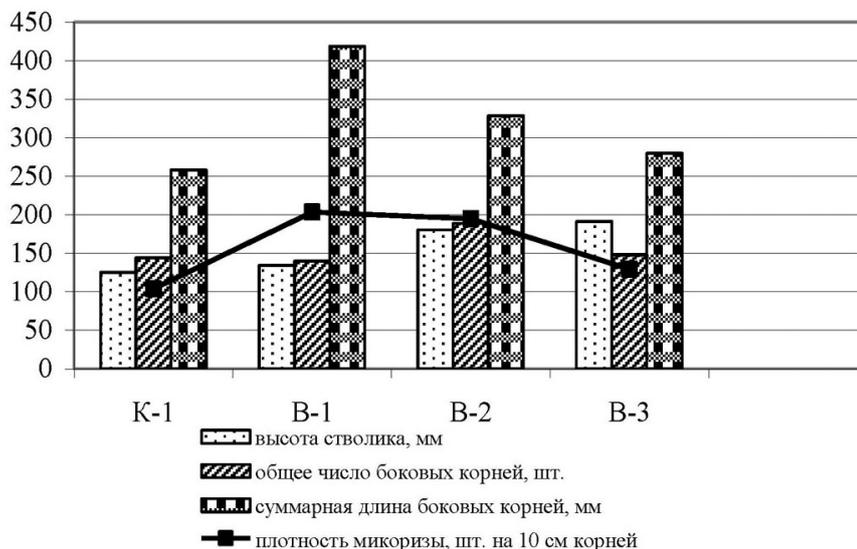


Рис. 5. Взаимосвязь показателей роста и развития сеянцев сосны с плотностью микоризы на их корневых системах

Под влиянием компостов происходит увеличение числа корней у сеянцев в течение двух вегетационных периодов. Это оказало положительное влияние на формирование развитых (коралловидных) форм микоризных окончаний и увеличение степени микоризности растений. Наилучшим вариантом опыта оказались компосты с органоминеральными добавками и полимерным структурообразователем почвы.

Внесение компостов стимулировало развитие на корнях сеянцев сложной коралловидной формы микоризы на 25 %. Интенсивность микоризообразования на корневых системах

сеянцев хвойных пород позволило установить, что плотность расположения микориз на 100 мм длины боковых корней на 10–40 % превышала этот показатель по сравнению с контролем. У однолетних контрольных сеянцев сосны обыкновенной на корнях 98 % микоризы были представлены только булавовидной формой, а на вариантах опыта с внесением компостов выявлена микориза булавовидной, вильчатой и коралловидной формы. При этом наибольший процент образования сложной коралловидной формы микоризы отмечен на опытном участке после внесения корового компоста с полимерным структурообразователем почвы.

Список литературы

1. *Воронкова А.Б.* Значение органических удобрений при выращивании сеянцев ели обыкновенной на дерново-подзолистых почвах: автореф. ... дис. канд. биол. наук. М., 1970. 22 с.
2. Рекомендации по приготовлению органических удобрений на основе древесных отходов и куриного помета. Архангельск, 1987. 13 с.
3. Наставление по выращиванию посадочного материала деревьев и кустарников в лесных питомниках Белоруссии. Минск, 1986. 111 с.
4. Рекомендации по использованию коры хвойных пород для использования в качестве тепличного грунта. Архангельск, 1976. 12 с.
5. Использование торфо-коропометных компостов в лесных питомниках / сост. Б.А. Мочалов. М., 1989. 2 с.
6. *Селиванов И.А.* Микосимбиотрофизм как форма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза. М., 1981. 232 с.
7. *Федорец Н.Г.* Приготовление и использование компостов из отходов лесной промышленности // Лесн. хоз-во. 2008. № 3. С. 7–9.
8. *Весёлкин Д.В.* Микоризообразование у сосны обыкновенной и ели сибирской в лесных питомниках // Леса Урала и хозяйство в них: сб. науч. тр. Екатеринбург, 2006. Вып. 27. С. 221–229.
9. *Еропкин К.И.* О взаимосвязи форм микоризных окончаний у хвойных // Микориза растений: межвузов. сб. науч. тр. Перм. и Абак. педин-тов. Пермь, 1979. С. 61–77.
10. *Зайцев Г.Н.* Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М., 1984. 424 с.

References

1. *Voronkova A.B.* *Znachenie organicheskikh udobreniy pri vyrashchivanii seyantsev eli obyknovennoy na dernovo-podzolistykh pochvakh*: avtoref. ... dis. kand. biol. nauk [The Value of Organic Fertilizers for Growing of Norway Spruce Seedlings on the Sod-Podzolic Soils: Cand. Biol. Sci. Dis. Abs.]. Moscow, 1970. 22 p.

2. *Rekomendatsii po prigotovleniyu organicheskikh udobreniy na osnove drevesnykh otkhodov i kurinogo pometa* [Guidelines for the Preparation of Organic Fertilizers Based on Waste Wood and Chicken Manure]. Arkhangelsk, 1987. 13 p.
3. *Nastavlenie po vyrashchivaniyu posadochnogo materiala derev'ev i kustarnikov v lesnykh pitomnikakh Belorussii* [Manual on Growing of Trees and Shrubs Seedlings in the Forest Tree Nurseries of Belarus]. Minsk, 1986. 111 p.
4. *Rekomendatsii po ispol'zovaniyu kory khvoynykh porod dlya ispol'zovaniya v ka-chestve teplichnogo grunta* [Recommendations for the Use of Softwood Bark as a Greenhouse Soil]. Arkhangelsk, 1976. 12 p.
5. *Ispol'zovanie torfo-koropometnykh kompostov v lesnykh pitomnikakh* [The Use of Peat and Cow Droppings Composts in the Forest Tree Nurseries]. Ed. by B.A. Mochalov. Moscow, 1989. 2 p.
6. Selivanov I.A. *Mikosimbiotrofizm kak forma konsortivnykh svyazey v rastitel'nom pokrove Sovetskogo Soyuz* [Myco-Symbiotrophism as a Form of Consort Connections in the Vegetation Cover of the Soviet Union]. Moscow, 1981. 232 p.
7. Fedorets N.G. *Prigotovlenie i ispol'zovanie kompostov iz otkhodov lesnoy promyshlennosti* [Preparation and Use of Compost from Waste of the Timber Industry]. *Lesnoe khozyaystvo*, 2008, no. 3, pp. 7–9.
8. Veselkin D.V. *Mikorizoobrazovanie u sosny obyknovennoy i eli sibirskoy v lesnykh pitomnikakh* [Mycorrhiza Formation in a Scots Pine and Siberian Spruce in the Forest Tree Nurseries]. *Lesy Urala i khozyaystvo v nikh: sb. nauch. tr.* [The Urals Forests and Their Management System: Proc.]. Yekaterinburg, 2006, no. 27, pp. 221–229.
9. Eropkin K.I. *O vzaimosvyazi form mikoriznykh okonchaniy u khvoynykh* [On the Relationship Between the Forms of Mycorrhizal Endings of Conifers]. *Mikoriza rasteniy: mezhvuzovskiy sbornik nauch. tr. Permskogo i Abakanskogo pedinstitutov* [Mycorrhiza of Plants: Interuniversity Proc. of the Perm and Abakan Pedagogical Institutes]. Perm, 1979, pp. 61–77.
10. Zaytsev G.N. *Matematicheskaya statistika v eksperimental'noy botanike* [Mathematical Statistics in Experimental Botany]. Moscow, 1984. 424 p.

Kopytkov Vladimir Vasil'evich

Institute of Forestry of the NAS of Belarus (Gomel, Belarus)

Konovalev Valeriy Nikolaevich

Northern (Arctic) Federal University
named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russia)

SILVICULTURAL EFFICIENCY OF COW COMPOSTS APPLICATION AT SEEDLING CULTIVATION OF CONIFERS

The research focuses on the development of the most effective activated composts for cultivation of standard planting material of conifers with a high mycorrhizal degree of root systems. The purpose of the research is studying the influence of various activated composts on the silvicultural efficiency of seedlings cultivation of conifers. The degree of readiness of cow composts with regard to the dynamics of the content change of fertilizer elements is established in a laboratory environment. Practical significance of the results of the research consists in providing the forestry enterprises and forestries by standard planting material with a high degree of their survival ability on a planting area. The research is conducted according to the standard techniques and governing documents. These investigations make a considerable contribution to the forest growing and can be used in the forestry production. The silvicultural efficiency of the cow composts with activated and other targeted additives in the forest tree nurseries is established. The cow composts introduction leads to the growth and development of

parameter increment of a Scots pine seedling by a factor of 1.4–2.5, to the strengthening of the degree of its root system development by 25–30 % and expansion in length in 1.3–1.5 times. In addition the activity of complex coralloidal form formation on roots of mycorrhizal endings increases twofold and the growth of the aboveground part of the pine seedlings according to the height index of a stipitate by a factor of 1.3 on average increases as well.

It was established that the introduction of composts based on coniferous bark with activated and other targeted additives into the soil of a forest tree nursery is highly effective.

Keywords: *cow composts, mycorrhizal seedlings, silvicultural efficiency.*

Контактная информация:

Копытков Владимир Васильевич

адрес: Беларусь, 246001, г. Гомель, ул. Пролетарская, д. 71;

e-mail: kopvo@mail.ru

Коновалов Валерий Николаевич

адрес: 163002, г. Архангельск, наб. Северной Двины, д. 17;

e-mail: v.konovarov@narfu.ru