

11. Carle J., Holmgren P. Wood from planted forests: a global outlook 2005–2030. *Journal Forest Products*, 2008, Vol. 58, no. 12, pp. 6-18.
12. Copes D. L., Bordelon M. Effects of tree spacing and height reduction on cone production in two Douglas-fir seed orchards. *Western Journal of Applied Forestry*, 1994, Vol. 9, no. 1, pp. 5-7.
13. El Kassaby Y. A. Evaluation of the tree-improvement delivery system: factors affecting genetic potential. *Tree Physiology*, 1995, Vol. 15, pp. 545-550.
14. Rotach P. Forstpflanzenzüchtung und Genetik im naturnahen Waldbau der Schweiz. *Osterr. Forstzeitung*, 2002, Vol. 113, no. 6, pp. 11-13.

### Сведения об авторах

*Дебков Никита Михайлович* – научный сотрудник лаборатории мониторинга лесных экосистем ФГБУН «Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН», кандидат сельскохозяйственных наук, г. Томск, Российская Федерация, и отдела лесоводства и лесоустройства ФБУ «Всероссийский НИИ лесоводства и механизации лесного хозяйства», г. Пушкино, Московская область, Российская Федерация; e-mail: nikitadebkov@yandex.ru.

*Зайнуллов Ислам Асхатович* – директор Сибирской лесной опытной станции ФБУ «Всероссийский НИИ лесоводства и механизации лесного хозяйства», кандидат сельскохозяйственных наук, г. Тюмень, Российская Федерация; e-mail: tumlos@mail.ru.

### Information about authors

*Debkov Nikita Mihailovich* – researcher of the laboratory of monitoring of forest ecosystems. Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, PhD (Agriculture), Tomsk, Russian Federation and researcher of the department of silviculture and forest treatment, All-Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, Pushkino, Moscow region, Russian Federation; e-mail: nikitadebkov@yandex.ru.

*Zainullov Islam Ashatovich* – director of Siberian forest experiment station, All-Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, PhD (Agriculture), Tumen, Russian Federation; e-mail: tumlos@mail.ru.

DOI: 10.12737/article\_5c1a3209cfc6e0.58332024

УДК 630\*232.32+630.232.322.49

### СТРУКТУРА ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА И КАЧЕСТВО ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОРГАНИЧЕСКИХ МЕЛИОРАНТОВ

доктор сельскохозяйственных наук **М. В. Ермакова**

ФГБУН Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург, Российская Федерация

Изучена возможность применения природных органических мелиорантов – лесной подстилки в дозе 5, 10, 20 кг/м<sup>2</sup> и лесного опада в дозе 10кг/м<sup>2</sup> при выращивании посадочного материала сосны обыкновенной в условиях среднесуглинистой дерново-подзолистой почвы. Эффективность применения природных мелиорантов оценивалась по биометрическим показателям, массе надземной части и базисной плотности древесины стволика. Сеянцы распределялись на 4-е группы стандартности: 1. стандартные по диаметру и; 2. стандартные по диаметру и нестандартные по высоте; 3. нестандартные по диаметру и стандартные по высоте; 4. нестандартные по диаметру и высоте. В варианте применения опада доля стандартных сеянцев была выше на 10 %, а вариантах применения подстилки на 20-30 % больше, чем в контроле. Наибольший выход стандартных сеянцев – до 60 % от общего количества сеянцев – наблюдался в вариантах применения подстилки в дозе 10 и 20 кг/м<sup>2</sup>. Не выявлено значительных различий по величине диаметра корневой шейки у сеянцев сосны соответствующих групп в разных вариантах опыта и по сравнению с контролем. Почти во всех вариантах опыта с применением подстилки и опада высота сеянцев 1-4 групп оказалась достоверно больше, чем в

контроле. По массе хвои, массе стволика и общей массе надземной части стандартные сеянцы почти во всех вариантах опыта существенно не отличались от сеянцев в контроле. У сеянцев 1-2-й групп достоверно наибольшие показатели базисной плотности древесины побегов 1-го и 2-го года выращивания были отмечены в варианте опыта с внесением подстилки в дозе 20 кг/м<sup>2</sup>. Установлено, что по совокупному положительному эффекту оптимальным органическим мелиорантом для почвенных условий проведения опыта можно считать лесную подстилку с дозой внесения 20 кг/м<sup>2</sup>.

**Ключевые слова:** сосна обыкновенная, сеянцы, органические мелиоранты, плотность древесины.

### STRUCTURE OF PLANTING MATERIAL AND QUALITY OF PINE WOOD USING ORGANIC MELIORANTS

DSc (Agriculture) **M. V. Ermakova**

Federal State Budget Institution of Science, Ural Branch: Institute Botanic Garden, Russian Academy of Sciences,  
Yekaterinburg, Russian Federation

#### Abstract

The possibility of using natural organic ameliorants – forest litter at a dose of 5, 10, 20 kg/m<sup>2</sup> and litter fall at a dose of 10 kg/m<sup>2</sup> when growing pine planting material under conditions of medium loamy sod-podzolic soil has been studied. The effectiveness of natural ameliorants has been evaluated by biometric indicators (mass of the aerial parts and basic density of stem wood). Seedlings have been divided into 4 standardization groups: 1. standard in diameter; 2. standard in diameter and non-standard in height; 3. non-standard in diameter and standard in height; 4. non-standard in diameter and height. In the litter fall application, the share of standard seedlings was higher (10 %), and in litter use options were 20-30 % higher than in the control ones. The highest yield of standard seedlings - up to 60% of the total number of seedlings was observed in variants of using forest litter at a dose of 10 and 20 kg/m<sup>2</sup>. No significant differences have been found in the size of the root collar diameter in pine seedlings of relative groups in different variants of the experiment and in comparison with the control ones. The height of seedlings of groups 1-4 was significantly greater than in the control groups in almost all the variants of the experiment with the use of forest litter and litter fall. In the mass of needles, the mass of the stem, and the total mass of the aerial part, standard seedlings did not differ significantly from the seedlings in the control group in almost all the variants of the experiment. In seedlings of the 1st and 2nd groups, the highest indicators of the basic density of shoots wood of the 1st and 2nd years of cultivation were noted in the experiment variant with the introduction of forest litter in a dose of 20 kg/m<sup>2</sup>. It has been found that the forest litter with a dose of 20 kg/m<sup>2</sup> can be considered the optimal organic meliorant by the cumulative positive effect for the soil conditions of the experiment.

**Keywords:** Scots pine, seedlings, organic meliorants, wood density

Использование качественного посадочного материала, соответствующего необходимым требованиям, одно из основных условий при проведении искусственного лесовосстановления. Одним из важнейших требований при производстве посадочного материала для создания лесных культур является наличие почвенных условий, соответствующих биологическим особенностям выращиваемой древесной породы. Для сосны обыкновенной одним из таких условий считается использование почв легкого механического состава (легкосуглинистых или супесчаных) при достаточном режиме увлажнения [7, 9, 10, 11]. Однако в лесных базисных питомниках, например, на территории Березовского почвенного района Зауральской южнотаежной поч-

венной провинции Свердловской области (Средне-Уральский таежный район [3]), сочетание данных условий зачастую трудно обеспечить. В данном районе, в значительных масштабах представлены почвы средне- или тяжелосуглинистого механического состава имеющие достаточную увлажненность [1, 13]. Соответственно, и лесные базисные питомники в районе расположены на территориях характеризующихся, в основном, указанными почвенными условиями. Многолетнее функционирование питомников требует проведения дополнительных мероприятий (внесение мелиорантов) по улучшению физико-механических условий почв при выращивании посадочного материала. Важной частью проведения таких мероприятий должно служить опре-

деление необходимых качественных характеристик мелиорантов. Следует отметить, что в последние годы, активно проводятся исследования по использованию в качестве почвенных мелиорантов нетрадиционных органических удобрений [5, 6, 12].

Цель работы – изучить влияние внесения естественных природных мелиорантов на изменение размеров, массы надземной части и базисной плотности древесины стволика у 2-летних сеянцев сосны обыкновенной в условиях среднесуглинистой дерново-подзолистой почвы.

Методика. Опытные работы по изучению влияния внесения природных мелиорантов проводились на территории посевного отделения Старопышминского базисного питомника Березовского лесничества Свердловской области. Агрохимическая характеристика почвы опытного объекта приведена в табл. 1.

Почва опытного участка сильноокислая. По содержанию гумуса почва считается хорошо обеспеченной, однако отличается очень низким содержанием фосфора и низким содержанием калия [4].

В качестве природных органических мелиорантов использовались опад и лесная подстилка, собранные в непосредственно примыкающем к питомнику участке леса (тип леса сосняк разнотравный, состав древостоя 6С4Б). Для опытов использовались опад (доза внесения 10 кг/м<sup>2</sup>) и лесная подстилка (дозы внесения 5, 10 и 20 кг/м<sup>2</sup>). Опад представляет собой смесь листьев березы и хвои сосны в соотношении 9:1. Фракционный состав подстилки (от общей массы в воздушно-сухом состоянии): разложившаяся часть – 89 %, корни растений – 7 %, древесные остатки – 3 %, полуразложившиеся остатки листьев и травы – 1 %.

Внесение природных мелиорантов весной осуществлялось непосредственно перед посевом. Свежесобранные мелиоранты равномерно распределялись на площади каждого опыта и перекапывались с почвой на глубину 20 см. Повторность опытов 3-кратная.

Для проведения опытов использовались семена сосны обыкновенной 1 класса качества, местного происхождения. Норма высева – 1,5 г на 1 пог. м. Посев 6-строчный. Сеянцы сосны выращивались в течение 2 лет (2 вегетационных периода). В период выращивания проводились прополка и рыхление верхнего почвенного слоя.

Учет сеянцев проводился в конце 2-го вегетационного периода. Согласно требованиям [3] для района проведения исследований возраст сеянцев сосны, предназначенных для лесовосстановления, на данный момент составляет 3 года, а их соответствие стандарту определяется следующими параметрами: Д к.ш. – диаметр корневой шейки  $\geq 2,0$  мм и Н ств. – высота стволика  $\geq 10$  см. Однако, необходимо отметить, что в районе проведения исследований с учетом производственной практики и имеющегося опыта (развитие корневой системы и т.д.) длительное время в производстве посадочного материала сосны ориентировались на 2-летние сеянцы. Поэтому мы сочли возможным провести изучения влияния органических мелиорантов с использованием 2-летних сеянцев сосны.

Для измерения биометрических показателей, массы надземной части и определения базисной плотности древесины стволика (отдельно по побегам 1-го и 2-го годов) использовалась объединенная выборка сеянцев по каждому варианту опыта. После измерения основных биометрических показателей (Д к.ш. и Н ств. – высота стволика Н ств. Сеянцы распределялись на 4-е группы стандартности: 1. стандартные по Д к.ш. и стандартные по Н ств.; 2. стандартные по Д к.ш. и нестандартные по Н ств.; 3. нестандартные по Д к.ш. и стандартные по Н ств.; 4. нестандартные по Д к.ш. и Н ств. Определение средней длины хвои осуществлялось путем измерения 10 хвоинок на средней части побега 2-го года выращивания.

После измерения биометрических показателей хвоя и стволик каждого сеянца отбирались и высуши-

Таблица 1

Агрохимическая характеристика почвы опытного участка

Гумус, %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Обменные основания	Гидролитическая кислотность	Ёмкость поглощения	рН		Степень на- сыщенности основаниями
	мг на 100 г почвы					мг/экв. на 100 г почвы		
6,2	2,7	5,8	14,6	9,8	24,4	5,4	4,3	59,8

вались до воздушно-сухого состояния. После определения воздушно-сухой массы у стволиков семян определялась базисная плотность древесины методом максимальной влажности [2, 8].

Данные, полученные в процессе исследований, обрабатывались общепринятыми статистическими методами с помощью программ Excel и STATISTICA 6.0. Апостериорное сравнение средних проводилось с помощью критерия наименьшей значимости (при  $p \leq 0,05$ ) – LSD-теста.

Как показал анализ основных биометрических параметров 2-летних семян сосны (рис. 1), наименьшее количество полностью стандартного посадочного материала (по диаметру корневой шейки и высоте стволика) наблюдалось в контроле. В варианте применения опада доля стандартных семян увеличилась на 10 %. В свою очередь, в вариантах опыта с применением подстилки в дозах 5 и, в особенности, 10 и 20 кг/м<sup>2</sup> доля стандартных семян оказалась на 20-30 % больше, чем в контроле. По сравнению с вариантом применения опада во всех вариантах применения подстилки доля стандартных семян была больше на 10-20 %. Следует отметить, что наибольший выход стандартных семян (порядка 60 % от общего количества семян) наблюдался в вариантах применения подстилки в дозе 10 и 20 кг/м<sup>2</sup>.

Доля семян, по диаметру соответствующей требованиям стандарта, но недостаточную высоту стволика (группа 2) во всех вариантах применения ме-

лиорантов была на 18,8-22,6 % меньше по сравнению с контролем, где такие семена составляли 33,6 % от общего количества. В свою очередь, наибольшее количество таких семян в вариантах применения мелиорантов наблюдалось при внесении подстилки в дозе 5 кг/м<sup>2</sup> и опада.

Доля семян, имеющих высоту стволика, соответствующую требованиям стандарта, но недостаточные размеры по диаметру (группа 3) во всех вариантах опыта была на 6-11 % больше, чем в контроле. В вариантах опыта наибольшая доля таких семян отмечалась при применении подстилки в дозе 5 кг/м<sup>2</sup> и опада (18,1 и 19,5 % от общего количества семян соответственно).

Наибольшая доля полностью нестандартных семян (группа 3) отмечена в контроле и в варианте применения опада (28,7 и 26,2 % от общего количества семян). В вариантах опыта с применением подстилки доля таких семян была на 9,9-14,2 % меньше, чем в контроле, и на 7,4-11,7 % меньше, чем в варианте применения опада. В то же время в вариантах применения подстилки в дозах 10 и 20 кг/м<sup>2</sup> доля полностью нестандартных семян оказалась достаточно невысокой – 14,5 и 15,6 % от общего количества семян.

Таким образом, анализ полученных данных показал, что, что применение подстилки в дозах 10 и 20 кг/м<sup>2</sup> способствовало увеличению выхода стандартных и снижению доли нестандартных семян.

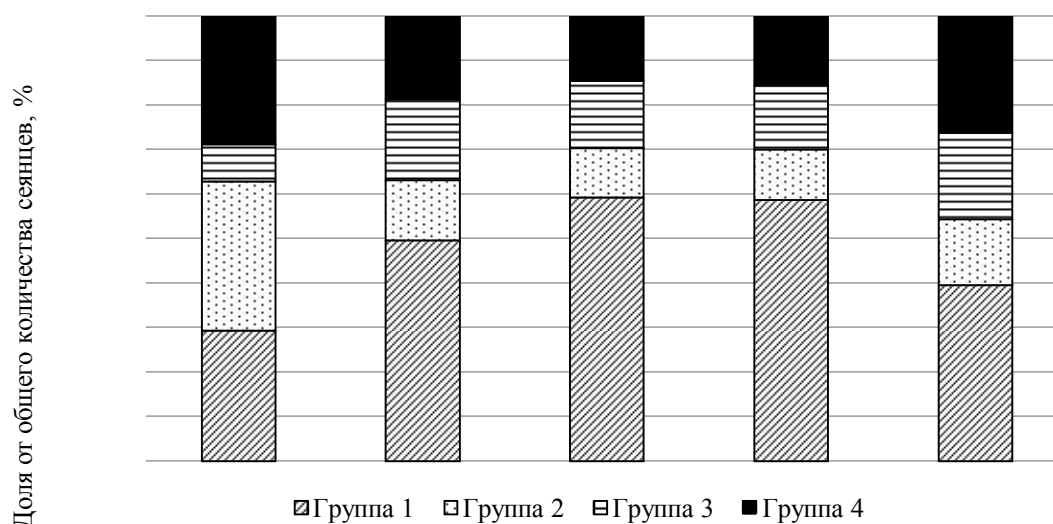


Рис. 1. Распределение семян в вариантах опыта по группам

## Природопользование

В перспективе, с учетом доращивания сеянцев 2-й и 3-й групп на 3-й год, доля стандартного посадочного материала сосны в контроле и варианте применения опада может достигнуть 70 %, а в вариантах применения подстилки превысить 80 % от общего количества сеянцев.

По величине Д к.ш. (табл. 2) между сеянцами сосны соответствующих групп в разных вариантах опыта практически не выявлено сколько-нибудь значительных (LSD-тест при  $p \leq 0,05$ ) различий. Исключение составляет только вариант с применением подстилки в дозе 5 кг/м<sup>2</sup>, где стандартные сеянцы по величине Д к.ш. значительно уступали как сеянцам в контроле, так

и в остальных вариантах опыта.

Существенные различия по высоте стволика отмечены у стандартных (группа 1) сеянцев. В вариантах опыта с применением подстилки в дозе 10 и 20 кг/м<sup>2</sup> и опада высота стандартных сеянцев оказалась достоверно больше, чем в контроле и при использовании подстилки в дозе 5 кг/м<sup>2</sup>.

У сеянцев 2-й группы (стандартные по диаметру и нестандартные по высоте стволика) высота стволика во всех вариантах опыта (LSD-тест при  $p \leq 0,05$ ) была значительно выше, чем в контроле. Среди вариантов опыта достоверно большие значения высоты стволика

Таблица 2

Биометрические характеристики 2-летних сеянцев сосны в вариантах опыта

Группа сеянцев	Показатель, М ± m				
	Д к.ш., см	Н ств., см	Z1, см	Z2, м	L хв., см
Контроль					
1	2.6 ± 0.06	11.9 ± 0.23	6.0 ± 0.13	5.9 ± 0.21	10.7 ± 0.26
2	2.3 ± 0.04	7.5 ± 0.20	4.1 ± 0.11	3.4 ± 0.14	11.0 ± 0.26
3	1.6 ± 0.08	10.8 ± 0.38	5.3 ± 0.13	5.5 ± 0.38	8.1 ± 0.69
4	1.5 ± 0.05	7.0 ± 0.30	4.2 ± 0.18	2.8 ± 0.17	8.3 ± 0.40
Подстилка 5 кг/м <sup>2</sup>					
1	2.3 ± 0.05	12.1 ± 0,19	6.5 ± 0.13	5.7 ± 0.13	9.7 ± 0.19
2	2.3 ± 0.09	7.9 ± 0,36	4.5 ± 0.23	3.5 ± 0.29	10.7 ± 0.44
3	1.7 ± 0.04	11.6 ± 0,25	6.6 ± 0.19	5.0 ± 0.23	7.2 ± 0.20
4	1.5 ± 0.04	7.2 ± 0,37	4.7 ± 0.23	2.4 ± 0.21	8.1 ± 0.41
Подстилка 10 кг/м <sup>2</sup>					
1	2.5 ± 0.05	12.7 ± 0.20	6.3 ± 0.12	6.4 ± 0.15	10.4 ± 0.22
2	2.2 ± 0.09	8.4 ± 0.27	4.5 ± 0.13	3.9 ± 0.22	9.4 ± 0.69
3	1.7 ± 0.04	11.6 ± 0.33	6.3 ± 0.23	5.3 ± 0.15	7.6 ± 0.41
4	1.5 ± 0.06	8.0 ± 0.32	4.5 ± 0.17	3.5 ± 0.29	7.0 ± 0.49
Подстилка 20 кг/м <sup>2</sup>					
1	2.5 ± 0.05	13.5 ± 0.32	7.0 ± 0.13	6.6 ± 0.16	9.9 ± 0.24
2	2.3 ± 0.08	8.3 ± 0.33	5.1 ± 0.31	3.1 ± 0.26	11.1 ± 0.39
3	1.6 ± 0.04	11.9 ± 0.33	7.1 ± 0.24	4.8 ± 0.27	7.0 ± 0.38
4	1.4 ± 0.05	6.5 ± 0.31	4.4 ± 0.20	2.2 ± 0.20	8.5 ± 0.40
Опад					
1	2.5 ± 0.05	13.1 ± 0.28	6.7 ± 0.15	6.4 ± 0.21	10.0 ± 0.29
2	2.4 ± 0.08	8.1 ± 0.23	4.7 ± 0.14	3.4 ± 0.23	10.5 ± 0.39
3	1.7 ± 0.03	11.3 ± 0.27	6.4 ± 0.17	4.9 ± 0.19	7.7 ± 0.28
4	1.4 ± 0.03	7.5 ± 0.23	4.7 ± 0.14	2.8 ± 0.16	7.9 ± 0.37

Примечание. М – среднее; m – ошибка среднего; Z1 – прирост по высоте за 1-й год выращивания; Z2 – прирост по высоте за 2-й год выращивания; L хв. – длина хвои.

отмечены в вариантах опыта с внесением подстилки в дозе 10 и 20 кг/м<sup>2</sup>. Варианты опыта с внесением подстилки в дозе 5 кг/м<sup>2</sup> и опада существенно между собой не различались.

У сеянцев 3-й группы (нестандартные по диаметру и стандартные по высоте) высота стволика во всех вариантах опыта (LSD-тест при  $p \leq 0,05$ ) была значительно выше, чем в контроле. Между вариантами опыта у сеянцев 3-й группы не установлено существенных различий по высоте стволика.

У сеянцев 4-й группы (полностью нестандартные сеянцы) отмечено существенное увеличение высоты стволика в вариантах опыта с внесением подстилки в дозе 10 кг/м<sup>2</sup> и опада по сравнению с другими вариантами опыта и контролем.

В варианте опыта с применением подстилки в дозе 10 кг/м<sup>2</sup> у стандартных сеянцев прирост по высоте за 1-й год выращивания оказались несущественно больше, чем в контроле. Во всех остальных вариантах опыта прирост по высоте за 1-й год выращивания оказался значительно больше, чем в контроле. При этом наибольшее значение этого показателя у стандартных сеянцев отмечено в варианте применения подстилки в дозе 20 кг/м<sup>2</sup>.

У сеянцев 2 и 3-й групп во всех вариантах опыта прирост по высоте за 1-й год выращивания оказался значительно больше, чем в контроле. При этом наибольшее значение этого показателя у сеянцев 2-й группы отмечено в варианте применения подстилки в дозе 20 кг/м<sup>2</sup>.

У сеянцев 4-й группы не выявлено существенных различий по длине побега 1-го года как между вариантами опыта, так и по сравнению с контролем.

У стандартных сеянцев по величине прироста по высоте за 2-й год выращивания в варианте опыта с внесением подстилки в дозе 5 кг/м<sup>2</sup> в варианте внесения подстилки не отмечено существенных расхождений с контролем. В вариантах внесения подстилки 10 и 20 кг/м<sup>2</sup>, а также опада отмечено значительное (LSD-тест при  $p \leq 0,05$ ) увеличение длины побега на 2-й год выращивания по сравнению с контролем и внесением подстилки в дозе 5 кг/м<sup>2</sup>. В свою очередь, варианты внесения подстилки в дозе 10 и 20 кг/м<sup>2</sup> и опада по величине побега 2-го года выращивания между собой практически не различались.

У сеянцев 2-й группы значительное увеличение

длины побега 2-го года по сравнению с контролем и другими вариантами отмечено только при применении подстилки в дозе 10 кг/м<sup>2</sup>. Другие варианты опыта не различались между собой и контролем по этому показателю.

У сеянцев 3-й группы отмечено значительное увеличение величины побега 2-го года в контроле и в варианте внесения подстилки в дозе 10 кг/м<sup>2</sup> по сравнению с остальными вариантами опыта.

У сеянцев 4-й группы существенное увеличение длины побега 2-го года по сравнению с контролем и другими вариантами отмечено только при применении подстилки в дозе 10 кг/м<sup>2</sup>. Другие варианты опыта не различались между собой и контролем по этому показателю.

Тем не менее, как было отмечено выше, наблюдалось практически во всех случаях, значительное увеличение высоты, прежде всего, стандартных сеянцев и сеянцев 2 и 3-й групп во всех вариантах опыта и, особенно, в варианте внесения подстилки в дозе 20 кг/м<sup>2</sup>, что свидетельствует о том, что внесение органических мелиорантов оказывает выраженное стимулирующее влияние на рост в высоту у сеянцев сосны. Как показывают данные по соотношению длины побегов 2-го и 1-го годов выращивания (табл. 3), во всех

Таблица 3  
Соотношение длины побегов 2-го (Z2) и 1-го годов выращивания

Величина соотношения			
Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4
Контроль			
1.01 ± 0.041	0.85 ± 0.040	1.05 ± 0.076	0.68 ± 0.038
Подстилка 5 кг/м <sup>2</sup>			
0.90 ± 0.027	0.82 ± 0.097	0.83 ± 0.052	0.52 ± 0.041
Подстилка 10 кг/м <sup>2</sup>			
1.03 ± 0.027	0.88 ± 0.064	0.86 ± 0.029	0.80 ± 0.029
Подстилка 20 кг/м <sup>2</sup>			
0.97 ± 0.029	0.68 ± 0.079	0.69 ± 0.044	0.50 ± 0.047
Опад 10 кг/м <sup>2</sup>			
0.96 ± 0.035	0.73 ± 0.059	0.77 ± 0.033	0.60 ± 0.034

вариантах опыта практически во всех группах сеянцев отмечается снижение величины этого показателя по сравнению с контролем. Это свидетельствует о том, что стимулирование роста стволика по высоте при внесении органических мелиорантов происходит преимущественно в 1-й год выращивания, а на второй год эффективность их действия резко снижается.

По показателю длины хвои стандартные сеянцы в вариантах применения подстилки в дозе 5 и 20 кг/м<sup>2</sup>, а также опада значительно уступали сеянцам в контроле и варианте применения подстилки 10 кг/м<sup>2</sup>. В свою очередь, сеянцы 2-й группы в вариантах использования подстилки в дозе 5 и 20 кг/м<sup>2</sup> и опада практически не отличались по длине хвои от контроля.

Сеянцы 2 и 4-й группы в варианте применения подстилки в дозе 10 кг/м<sup>2</sup>, в свою очередь, имели значительно более короткую хвою, чем аналогичные сеянцы в контроле и других вариантах опыта.

Сеянцы 3-й группы во всех вариантах опыта имели значительно меньшую длину хвои, чем сеянцы в контроле.

Полученные данные свидетельствуют о том, что применение мелиорантов прежде всего оказывает стимулирующее влияние на рост сеянцев сосны в высоту, в определенной мере за счет роста по диаметру и роста хвои.

Сложный, переменный характер влияния органических мелиорантов отразился и на других характеристиках сеянцев – показателях массы надземной части и плотности древесины (табл. 4).

По массе хвои, массе стволика и общей массе надземной части у стандартных сеянцев (группа 1) почти во всех вариантах опыта (исключение – вариант применения подстилки в дозе 5 кг/м<sup>2</sup>) не отмечено значительных расхождений с контролем. Стандартные сеянцы в варианте использования подстилки в дозе 5 кг/м<sup>2</sup> отличались значительно меньшими показателями массы хвои, массы стволика и общей массы надземной части по сравнению с другими вариантами опыта и с контролем.

Сеянцы 2-й группы в варианте опыта с использованием подстилки в дозе 20 кг/м<sup>2</sup> имели достоверно более высокие показатели массы хвои, массы стволика и общей массы надземной части по сравнению как с контролем, так и с другими вариантами опыта. В вариантах применения подстилки в дозе 5 и 10 кг/м<sup>2</sup>, напро-

тив, отмечено значительное снижение массы хвои, массы стволика и общей массы надземной части как по сравнению с контролем, так и по сравнению с другими вариантами опыта.

Сеянцы 3-й группы в варианте опыта с применением подстилки в дозе 20 кг/м<sup>2</sup> по массе хвои, массе стволика и общей массе надземной части значительно превосходили сеянцы как в контроле, так и в остальных вариантах опыта. В свою очередь, сеянцы 3-й группы в вариантах опыта с применением подстилки 5 и 10 кг/м<sup>2</sup>, опада и в контроле практически не различались между собой по этим показателям.

Сеянцы 4-й группы по показателям массы хвои, массе стволика и общей массе надземной части сеянцы во всех вариантах опыта достоверно уступали сеянцам в контроле. Среди вариантов опыта достоверно более высокие показатели массы хвои массе стволика и общей массе надземной части отмечены в варианте применения подстилки в дозе 20 кг/м<sup>2</sup>.

Как было сказано ранее, сеянцы в вариантах опыта существенно не отличались по показателю длины хвои. Однако по массе хвои стандартные сеянцы в вариантах опыта с применением подстилки в дозе 20 кг/м<sup>2</sup> и опада значительно превосходили контроль и другие варианты опыта. Таким образом, можно сказать, что при внесении подстилки в дозе 20 кг/м<sup>2</sup> и опада наблюдается значительное увеличение охвоенности побега на второй год выращивания без увеличения средней длины хвои. При этом в варианте опыта с внесением подстилки в дозе 5 кг/м<sup>2</sup> наблюдалось существенное снижение массы хвои по сравнению с остальными вариантами, в т. ч. и контролем.

В вариантах опыта с внесением подстилки не отмечено существенных различий в массе стволика по сравнению с контролем. В варианте внесения опада стандартные сеянцы (группа 1) и сеянцы стандартные по диаметру и нестандартные по высоте стволика (группа 2) существенно уступали сеянцам как в контроле, так и во всех вариантах опыта с внесением подстилки.

По общей массе надземной части (общей массы хвои и стволика) стандартные сеянцы и сеянцы стандартные по диаметру и нестандартные по высоте стволика (группа 2) в варианте опыта с внесением подстилки в дозе 20 кг/м<sup>2</sup> существенно превосходили аналогичные сеянцы в остальных вариантах опыта и в кон-

Масса надземной части сеянца в воздушно-сухом состоянии и базисная плотность древесины стволика

Группа сеянцев	Показатель, М ± m				
	М хв., г	М ств., г	М хв.+ ств., г	Р <sub>в1</sub> , кг/м <sup>3</sup>	Р <sub>в2</sub> , кг/м <sup>3</sup>
Контроль					
1	0.90 ± 0.063	0.40 ± 0.022	1.30 ± 0.083	420 ± 6.9	312 ± 3.4
2	0.70 ± 0.028	0.25 ± 0.008	0.95 ± 0.032	418 ± 6.1	308 ± 3.3
3	0.34 ± 0.037	0.16 ± 0.015	0.49 ± 0.051	436 ± 5.4	327 ± 3.1
4	0.51 ± 0.024	0.19 ± 0.008	0.70 ± 0.031	424 ± 7.8	311 ± 4.0
Подстилка 5 кг/м <sup>2</sup>					
1	0.71 ± 0.037	0.30 ± 0.019	1.00 ± 0.053	425 ± 5.4	318 ± 2.6
2	0.63 ± 0.088	0.23 ± 0.020	0.86 ± 0.107	420 ± 7.5	318 ± 5.6
3	0.38 ± 0.022	0.16 ± 0.009	0.54 ± 0.030	437 ± 6.4	331 ± 4.1
4	0.32 ± 0.031	0.12 ± 0.011	0.44 ± 0.038	434 ± 8.1	316 ± 3.6
Подстилка 10 кг/м <sup>2</sup>					
1	0.85 ± 0.040	0.35 ± 0,015	1.20 ± 0.052	429 ± 2.1	315 ± 2.2
2	0.63 ± 0.068	0.24 ± 0,022	0.87 ± 0.086	428 ± 4.0	323 ± 4.8
3	0.37 ± 0.034	0.16 ± 0,011	0.52 ± 0.043	433 ± 6.1	326 ± 4.2
4	0.24 ± 0.028	0.10 ± 0,008	0.34 ± 0.035	437 ± 6.9	321 ± 4.8
Подстилка 20 кг/м <sup>2</sup>					
1	0.89 ± 0.048	0.38 ± 0,016	1.27 ± 0.063	438 ± 1.0	324 ± 1.3
2	0.82 ± 0.081	0.26 ± 0,021	1.08 ± 0.100	439 ± 3.7	326 ± 3.5
3	0.40 ± 0.026	0.21 ± 0,015	0.61 ± 0.038	438 ± 3.6	321 ± 2.7
4	0.32 ± 0.033	0.12 ± 0,010	0.44 ± 0.041	411 ± 3.5	316 ± 2.8
Опад					
1	0.84 ± 0,048	0,32 ± 0,016	1,16 ± 0,060	411 ± 8,3	298 ± 3,6
2	0.72 ± 0,081	0,21 ± 0,024	0,93 ± 0,103	424 ± 4,2	300 ± 4,9
3	0.37 ± 0,020	0,14 ± 0,008	0,51 ± 0,025	432 ± 6,9	320 ± 3,2
4	0.27 ± 0,020	0,09 ± 0,006	0,36 ± 0,024	407 ± 7,7	298 ± 3,6

Примечание. М – среднее; m – ошибка среднего; М хв. – масса хвои, М ств. – масса стволика; М хв. + ств. – общая масса хвои и стволика; Р<sub>в1</sub> – базисная плотность древесины побега 1-го года выращивания; Р<sub>в2</sub> – базисная плотность древесины побега 1-го года выращивания.

троле. В свою очередь сеянцы 1, 2 и 4-й групп в вариантах внесения подстилки в дозе 10 кг/м<sup>2</sup>, опада ив контроле по величине надземной массы между собой значительно практически не отличались.

Особо следует отметить, что сеянцы 1-2-й групп в варианте внесения подстилки в дозе 5 кг/м<sup>2</sup> продемонстрировали значительно меньшие показатели массы надземной части по сравнению как с остальными вариантами опыта, так и с контролем. По всей видимости внесение органического мелиоранта в небольшой дозе оказало определенный не-

гативный эффект.

У сеянцев 1-2-й групп достоверно наибольшие показатели Р<sub>в1</sub> и Р<sub>в2</sub> (базисной плотности древесины побега 1 и 2-го года выращивания) были отмечены в варианте опыта с внесением подстилки в дозе 20 кг/м<sup>2</sup>. Сеянцы сосны в этом варианте опыта по величине плотности древесины значительно превосходили не только контроль, но и другие варианты опыта с внесением органических мелиорантов. В свою очередь сеянцы в вариантах опыта с внесением подстилки в дозе 5 и 10 кг/м<sup>2</sup>, хотя и



уступали по этому показателю варианту с внесением  $20 \text{ кг/м}^2$ , имели значительно более высокий показатель  $P_{в1}$  по сравнению с контролем и внесением опада. Следует отметить, что значения  $P_{в1}$ , наблюдаемые у сеянцев в вариантах опыта с внесением подстилки вполне соответствуют аналогичным показателям для стандартных производственных сеянцев лесной зоны Уральского региона [2]. В свою очередь, сеянцы в варианте внесения опада имели самые низкие показатели  $P_{в1}$  по сравнению со всеми остальными вариантами, в т.ч. и с контролем.

Сеянцы 3-й группы практически не различались по показателям  $P_{в1}$  и  $P_{в2}$  как по сравнению с контролем, так по вариантам опыта. Исключение составил только вариант внесения подстилки в дозе  $5 \text{ кг/м}^2$ , где показатель  $P_{в2}$  оказался значительно выше по сравнению как с контролем, так по сравнению с другими вариантами опыта.

Сеянцы 4-й группы в вариантах опыта с внесением подстилки в дозе  $5$  и  $10 \text{ кг/м}^2$  отличались значительно более высокими показателями  $P_{в1}$  по сравнению с контролем и другими вариантами опыта. Существенно более высокие показатели  $P_{в2}$  у сеянцев 4-й группы отмечены только в варианте применения подстилки в дозе  $10 \text{ кг/м}^2$ . Сеянцы в вариантах опыта с внесением подстилки в дозе  $10$  и  $20 \text{ кг/м}^2$  и в контроле по величине  $P_{в2}$  существенно не различались. Установлено, что внесение опада привело к наиболее существенному снижению величины  $P_{в2}$  сеянцев как по сравнению с контролем, так и по сравнению с другими вариантами опыта.

Полученные данные свидетельствуют о том, что внесение подстилки как органического мелиоранта не оказывает негативного влияния на формирование древесины. В свою очередь, использование опада оказало выраженный негативный эффект на формирование древесины, что отразилось на ее качественных характеристиках.

### Заключение

Рассмотренные результаты наших опытов по внесению органических мелиорантов показали, что они, независимо от дозы применения, оказывают определенное положительное влияние на рост сеянцев сосны в высоту и увеличивают выход стандартного посадочного материала. Эффективность

влияния органических мелиорантов на рост сеянцев в высоту проявляется преимущественно на 1-й год жизни сеянцев, т.е. непосредственно после их внесения. В свою очередь, внесение органических мелиорантов, независимо от дозы их применения, не отразилось на росте сеянцев по диаметру и разнонаправленно отразилось на росте хвои. Внесение подстилки в дозе  $10$  и  $20 \text{ кг/м}^2$  не привело к увеличению надземной части сеянцев. В тоже время, в вариантах применения подстилки в дозе  $5 \text{ кг/м}^2$ , а также листовенно-хвойного опада в дозе  $10 \text{ кг/м}^2$  наблюдалось значительное снижение надземной части как по сравнению с контролем, так и с остальными вариантами внесения органических мелиорантов, в основном за счет снижения массы стволика. Негативный эффект от внесения органических мелиорантов на формирование древесины сеянцев наблюдался только при применении опада. В остальных вариантах опыта наблюдался нейтральный и, в отдельных случаях, положительный эффект от внесения органических мелиорантов на формирование древесины стволика. По совокупному положительному влиянию оптимальным органическим мелиорантом, в данном случае, можно считать подстилку с дозой внесения  $20 \text{ кг/м}^2$ . Поскольку внесение подстилки в необходимых объемах в почвы лесных питомников вряд ли реализуемо, можно рекомендовать применение органических мелиорантов из более доступных компонентов с составом, приближенным к составу подстилки, использованной нами при проведении опытов.

В то же время, считаем, что наши опыты показали, что только внесение органических мелиорантов не решает полностью проблему улучшения почвенных условий с целью увеличения выхода стандартного посадочного материала сосны. Необходимо дополнительное внесение минеральных удобрений – в нашем случае фосфорных и калийных, а также внесение мелиорантов-раскислителей.

Автор выражает благодарность канд. биол. наук С.К. Стеценко за помощь в проведении полевых исследований.

Работа выполнена в рамках Государственного задания Ботанического сада УрО РАН.

## Библиографический список

1. Гафуров, Ф. Г. Почвы Свердловской области [Текст] / Ф. Г. Гафуров. – Екатеринбург, 2008. – 386 с.
2. Ермакова, М. В. Морфологические нарушения стволика 2-летних сеянцев сосны [Текст] : моногр. / М. В. Ермакова. – Lambert Academic Publishing GmbH&CoKG, Saarbrücken, Germany. – 2012. – 117 с.
3. Правила лесовосстановления [Текст] (утв. Приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 29 июня 2016 г. № 375).
4. Новосельцева, А. И. Справочник по лесным питомникам [Текст] / А. И. Новосельцева, Н. А. Смирнов. – М. : Лесн. пром-сть, 1981. – 280 с.
5. Романов, Е. М. Мелиорация почв лесных питомников с применением нетрадиционных органических удобрений [Текст] / Е. М. Романов, Д. И. Мухоротов, Т. В. Нуреева // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2013. – № 2(18). – С. 59-73.
6. Применение биоактивизирующих добавок при переработке органических отходов в нетрадиционные удобрения [Текст] / Е. М. Романов, Д. И. Мухоротов, С. С. Гордеева, Э. В. Мичеева // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2012. – № 1(15). – С. 74-84.
7. Соловьев, В. М. Особенности роста и дифференциации одновозрастных древесных растений в первые годы жизни на однородном субстрате [Текст] / В. М. Соловьев, О. Н. Санникова, М. В. Соловьев // Лесной вестник. – 2007. – № 8. – С. 58-62.
8. Столяров, Д. П. Использование кернов древесины в лесоводственных исследованиях: Методические рекомендации [Текст] / Д. П. Столяров, О. И. Полуобяринов, А. А. Декатов. – Л. : ЛенНИИЛХ, 1988. – 43 с.
9. Effect of compaction and water content on Lodgepole pine seedlings growth [Text] / V. M. Blouin, M. G. Schmidt, C. E. Bulmer, M. Krzic // Forest Ecology and Management. – 2008. – Vol. 255. – pp. 2444-2452.
10. Soil change and loblolly pine (*Pinus taeda*) seedlings growth following site preparation tillage in the Upper Coastal plain of the southeastern United States [Text] / Chad Lincoln M. [et al.] // Forest Ecology and Management. – 2007. – Vol. 242. – pp. 558-568.
11. Effect of soil acidification on the growth of Korean pine (*Pinus koraiensis*) seedlings in a granite-derived forest soil [Text] / D. S. Choi [et al.] // Environ Sci. – 2005. – Vol. 12(1). – pp. 34-47.
12. Derbina, M. A. Growing of seedlings in closed soil with addition of biohumus [Text] / M. A. Derbina // Journal of International of Scientific Publication Ecology Safety. – Bulgaria. – 2013. – Vol. 7. – Part 4. – P. 61-73.
13. Ivanova, N. S. Features of Boreal Forest In Russia: A Special Study [Text] / N. S. Ivanova, E. S. Solotova, M. V. Ermakova // Autoecology and Ecophysiology of Woody Shrubs and Trees: Fundamental Concept and their Applications. Wiley Online Library, 2016. – pp. 285-311.

## References

1. Gafurov F. G. *Pochvy Sverdlovskoj oblasti* [Soils of Sverdlovsk region]. Ekaterinburg, 2008, 386 p. (In Russian).
2. Ermakova M. V. *Morfologicheskie narusheniya stvolika 2-letnih seyancev sosny* [Morphological violations of a trunk of 2-year seedlings of a pine]. Lambert Academic Publishing GmbH&CoKG, Saarbrücken. Germany, 2012, 117 p. (In Russian).
3. *Pravila lesovosstanovleniya* [Rules of reforestation] (utv. Prikazom Ministerstva prirodnyh resursov i ehkologii RF ot 29 iyunya 2016 g. № 375) (In Russian).
4. Novoselceva A. I., Smirnov N. A. *Spravochnik po lesnym pitomnikom* [Reference book on forest nurseries] Moscow, 1981, 280 p. (In Russian).
5. Romanov E. M., Muhorotov D. I., Nureeva T. V. *Meliorciya pochv lesnyh pitomnikov s primeneniem netradicionnyh organicheskikh udobrenij* [Melioration of soils of forest nurseries with use of nonconventional organic fertilizers] *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie*. [Bulletin of the Volga State University of Technology. Series: Forest. Ecology. Nature use] 2013, no. 2(18), pp. 59-73. (In Russian).
6. Romanov E. M., Muhorotov D. I., Gordeeva S. S., Miceeva E. V. *Primenenie bioaktiviziruyushchih dobavok*

*pri pererabotke organicheskikh othodov v netradicionnye udobreniya* [Use of the biomaking active additives when processing organic waste in nonconventional fertilizers] *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie*. [Bulletin of the Volga State University of Technology. Series: Forest. Ecology. Nature use] 2012, no 1(15), pp. 74-84. (In Russian).

7. Solovev V. M., Sannikova O. N., Solovev M. V. *Osobennosti rosta i differenciacii odnovozrastnykh drevesnykh rastenij v pervye gody zhizni na odnorodnom substrate* [Features of growth and differentiation of even-aged wood plants in the first years of life on a uniform substratum] *Lesnoj vestnik*. [Forest Herald] 2007, no 8, pp. 58-62. (In Russian).

8. Stolyarov D. P., Poluboyarinov O. I., Dekatov A. A. *Ispol'zovanie kernov drevesiny v lesovodstvennykh issledovaniyakh* [Use of cores of wood in lesovodstvenny researches] Leningrad, 1988, 43 p. (In Russian).

9. Blouin V. M., Schmidt M. G., Bulmer C. E., Krzic M. Effect of compaction and water content on Lodgepole pine seedlings growth. *Forest Ecology and Management*. 2008, Vol. 255, pp. 2444-2452.

10. Chad Lincoln M. et al. Soil change and loblolly pine (*Pinus taeda*) seedlings growth following site preparation tillage in the Upper Coastl plain of the southeastern United States. *Forest Ecology and Management*, 2007, Vol. 242, pp. 558-568.

11. Choi D. S. [et al.] Effect of soil acidification on the growth of Korean pine (*Pinus koraiensis*) seedlings in a granite-derived forest soil *Environ Sci.*, 2005, Vol. 12(1), pp. 34-47.

12. Derbina M. A. Growing of seedlings in closed soil with addition of biohumus. *Journal of International of Scientific Publication Ecology Safety*. Bulgaria, 2013, Vol. 7, Part 4, pp. 61-73.

13. Ivanova N. S., Ermakova M. V., Solotova E. S. Features of Boreal Forest In Russia: A Special Study. At: *Autoecology and Ecophysiology of Woody Shrubs and Trees: Fundamental Concept and their Applications*. Wiley Online Library, 2016, pp. 285-311.

### Сведения об авторе

*Ермакова Мария Викторовна* – старший научный сотрудник лаборатории популяционной биологии древесных растений и динамики леса ФГБУН «Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук», доктор сельскохозяйственных наук, г. Екатеринбург, Российская Федерация; e-mail: M58\_07E@mail.ru.

### Information about author

*Ermakova Marya Victorovna* – Senior researcher of the department of technology of logging and woodworking productions, Federal State Budget Education Institution of Science «Russian Academy of Sciences, Ural Branch: Institute Botanic Garden», DSc (Agriculture), Yekaterinburg, Russian Federation; e-mail: M58\_07E@mail.ru.

DOI: 10.12737/article\_5c1a3216139849.97991452

УДК 630\*228.0::630\*562.2

### ДИНАМИКА ПРОДУКТИВНОСТИ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД В НАГОРНЫХ ДУБРАВАХ ПОД ВЛИЯНИЕМ РУБОК УХОДА И МАССОВОГО УСУХАНИЯ ДУБА

кандидат биологических наук **Н. Ф. Каплина**

ФГБУН Институт лесоведения РАН, с. Успенское, Московская область, Российская Федерация

Информация о взаимоотношениях дуба и сопутствующих пород (в т.ч. при нарушении сомкнутости полога) необходима для понимания механизмов устойчивости и продуктивности дубрав. Исследованиями охвачен 60-летний период, включающий рубки ухода, массовое усыхание дуба и его восстановление на 8 постоянных пробных площадях в южной лесостепи. Рубки ухода сыграли заметную роль в повышении участия дуба в составе 1-го яруса. Это неблагоприятно отразилось на интенсивности его массового усыхания в связи с повреждением листогрызущими насекомыми. Усыхание дуба не зависело от полноты древостоя и состава пород. Его участие в составе резко снизилось в пользу ясени. Положение пород в ряду по убыванию доминирования не изменилось: дуб – ясень – липа – клен. В период рубок