

УДК 630*232.33.4 (571.1/.5)

DOI: 10.37482/0536-1036-2021-5-192-200

ОПЫТ СОЗДАНИЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР ПОСАДОЧНЫМ МАТЕРИАЛОМ С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ

Н.М. Дебков, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр.; ResearcherID: [H-1146-2019](https://orcid.org/0000-0003-3791-0369),
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3791-0369>

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, просп. Академический, 10/3, г. Томск, Россия, 634055; e-mail: nikitadebkov@yandex.ru
Национальный исследовательский Томский государственный университет, пр. Ленина, д. 36, г. Томск, Россия, 634050

Оригинальная статья / Поступила в редакцию 26.02.20 / Принята к печати 18.05.20

Аннотация. Интенсификация лесного хозяйства предполагает применение современных методов воспроизводства лесов, к которым относится использование посадочного материала с закрытой корневой системой. Целью данной работы является оценка приживаемости и линейного роста сеянцев ели с закрытой корневой системой в зависимости от расположения места посадки и проведенных агротехнических уходов. Исследования осуществлены на экспериментальном объекте в Томском районе Томской области. Установлено, что во многих брикетах находится не 1 сеянец, а 2–4 шт., и поэтому на лесокультурную площадь высаживается примерно такое же количество сеянцев, как и при классической посадке материала с открытой корневой системой. Выявлено, что высота 30–35 % сеянцев не соответствует нормативным значениям, что отмечалось, как правило, в тех брикетах, где было несколько растений. По данным осенней инвентаризации от высоты культур вариантов «пласт» и «необработанная почва» достоверно отличается высота культур, созданных высаживанием сеянцев в дно борозды (тест Краскела–Уоллиса, $p = 0,0001 > 0,05$). По приросту в высоту выделяются варианты «бок пласта» и «борозда», имеющие лучшие показатели, также достоверно отличающиеся от вариантов «пласт» и «необработанная почва» (тест Краскела–Уоллиса, $p = 0,0001 > 0,05$). Приживаемость ниже 85 % отмечена в посадках на необработанную почву, в дно борозды и в пласт с проведенными агротехническими уходами. За исключением посадки в бок пласта, 3-кратные уходы снизили приживаемость культур. Таким образом, наиболее удачным является способ посадки в бок пласта.

Для цитирования: Дебков Н.М. Опыт создания лесных культур посадочным материалом с закрытой корневой системой // Изв. вузов. Лесн. журн. 2021. № 5. С. 192–200. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-5-192-200

Ключевые слова: ель сибирская, лесные культуры, приживаемость сеянцев, линейный рост сеянцев, посадочный материал с закрытыми корнями, Томская область.

EXPERIENCE IN THE CREATION OF FOREST PLANTATIONS USING CONTAINER SEEDLINGS

Nikita M. Debkov, Candidate of Agriculture, Senior Research Scientist;

ResearcherID: [H-1146-2019](https://orcid.org/0000-0003-3791-0369), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3791-0369>

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, prosp. Akademicheskij, 10/3, Tomsk, 634055, Russian Federation; e-mail: nikitadebkov@yandex.ru

Данная статья опубликована в режиме открытого доступа и распространяется на условиях лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная (CC BY 4.0) • Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов

National Research Tomsk State University, prosp. Lenina, 36, Tomsk, 634050, Russian Federation

Original article / Received on February 26, 2020 / Accepted on May 18, 2020

Abstract. Intensification of forestry requires the use of modern methods of reforestation, which include the introduction of container planting material. The purpose of this work is to evaluate the survival rate and linear growth of spruce container seedlings depending on the planting site location and the agrotechnical tending. The studies were carried out at the test site located in the Tomsk district of the Tomsk region. It was found that many planting containers store not 1 seedling, but 2–4 pcs and therefore approximately the same quantity of seedlings as in the traditional planting of container planting material. It was revealed that the height of 30–35 % of seedlings fails to fulfill the standard values, which was observed, as a rule, in the planting containers with several plants. According to the autumn inventory data, the height of plantations created by planting seedlings in the furrow bottom (Kruskal-Wallis test, $p = 0.0001 > 0.05$) reliably differs from the height of plantations of “mound” and “untreated soil” options. In terms of height growth, the options “mound side” and “furrow” have the best performance, also significantly different from the options “mound” and “untreated soil” (Kruskal-Wallis test, $p = 0.0001 > 0.05$). Survival rate below 85 % was observed in the plantings of the following options: “untreated soil”, “furrow bottom”, and “mound” with agrotechnical tending. The 3-fold tending decreased the survival rate of plantations except for planting in the mound side. Thus, the most successful option of planting is planting in the mound side.

For citation: Debkov N.M. Experience in the Creation of Forest Plantations Using Container Seedlings. *Lesnoy Zhurnal* [Russian Forestry Journal], 2021, no. 5, pp. 192–200. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-5-192-200

Keywords: Siberian spruce, forest plantations, survival rate of seedlings, linear growth of seedlings, container seedlings, Tomsk region.

Введение

На современном этапе развития лесохозяйственного производства самой обсуждаемой проблемой в России является интенсификация лесного хозяйства и лесопользования [3]. Большинство экспертов считают наиболее приемлемой скандинавскую модель лесопользования, в которой основное место занимает воспроизводство лесов за счет формирования культур посадочным материалом с закрытой корневой системой (ЗКС) [1, 2]. Действующие нормативы воспроизводства лесов [7] предусматривают создание насаждений саженцами с ЗКС не менее чем на 20 % площади фонда лесовосстановления, начиная с 2022 г. В планах Рослесхоза к 2030 г. повысить долю лесных культур из материала с ЗКС до 45 %. В этой связи последние несколько лет лесопромышленные компании Томской области массово закупают сеянцы с ЗКС. Однако первые результаты создания подобных лесных культур не обнадеживают: очень низкая приживаемость или даже массовая гибель.

Относительно недавно в нашей стране были созданы лесные селекционно-семеноводческие центры (ЛССЦ). Единственный в Сибири ЛССЦ был построен в с. Бобровка Алтайского края (2012 г.). Опыт создания экспериментальных и производственных культур имеется только в таежной зоне европейской части страны [5, 6, 8], поэтому целью исследования стала экспериментальная

оценка приживаемости и линейного роста сеянцев ели с ЗКС в зависимости от расположения посадочного места и агротехнических уходов в Томской области.

Объекты и методы исследования

Место закладки эксперимента находится в Томском районе Томской области, широта 56°38'00", долгота 85°13'07". Обработка почвы выполнена трактором МТЗ-82 с 3-корпусным плугом сельскохозяйственного назначения в сентябре 2018 г. Лесокультурная площадь представляет собой заброшенное (около 10 лет) сельскохозяйственное (картофельное) поле с серой лесной, средне- и тяжелосуглинистой почвой, подходящей для произрастания лесной растительности, особенно для ели, поскольку ранее (около 50 лет назад) здесь располагался ельник с примесью кедра. Общее проективное покрытие травами равно 100 %, доминируют мятлик луговой (*Poa pratensis*), пырей ползучий (*Elytrigia repens*), бодяк щетинистый (*Cirsium arvense*), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale*), иван-чай узколистый (*Chamaenerion angustifolium*), пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare*), полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris*).

Посадка осуществлялась под ломик (имитация посадочного кола), диаметр которого имел размер, соответствующий размеру брикетов. Специальная посадочная труба («Pottiputki») в Томской области, как и во многих других регионах, при создании производственных культур не используется по причине дороговизны и сложности применения на глинистых (с повышенной плотностью) почвах. Закладка эксперимента производилась сразу после обработки почвы.

Состояние сеянцев с ЗКС на момент их поступления характеризовалось как удовлетворительное, т. е. посадочный материал был жизнеспособный, но отмечалась дехромация хвои. Его перевозка осуществлялась в деревянных ящиках на расстояние около 500 км в течение 1 дня. В дальнейшем сеянцы с ЗКС транспортировались непосредственно арендаторами на лесокультурные площади для посадки.

Схемы посадки: 2 варианта «в дно борозды» (наиболее распространенная посадка), 2 варианта «в пласт», 1 вариант «по необработанной почве», 1 вариант «в бок пласта». Шаг посадки составлял 0,5 м. Каждый вариант состоял из 50 шт., т. е. всего посажено 300 брикетов. По дополнительному варианту в дно борозды и в пласт сделано для оценки приживаемости и состояния культур с ЗКС без проведения агротехнических уходов.

Посадка в пласт по сравнению с наиболее распространенной схемой в дно борозды имеет преимущество в виде меньшего количества уходов за счет более высокого расположения сеянцев, рост же их должен быть лучше вследствие того, что корневая система находится не в уплотненном иллювиальном горизонте, а в более плодородном и рыхлом. Посадка по несслежавшимся пластам не рекомендована, но культуры садили в первый пласт, т. е. тот, который оборачивается не на дернину, а на минеральную часть почвы, и, кроме того, под высокотравьем (1,5–2 м) по всему полю растут мхи, значит влажность на уровне почвы нормальная. Посадка в бок пласта лишена недостатков обоих названных способов. Создание культур по необработанной почве описано в

научной литературе, есть положительные отзывы [9]. Агротехнические уходы выполнялись мотокусторезом Newton в середине июня, июля и августа.

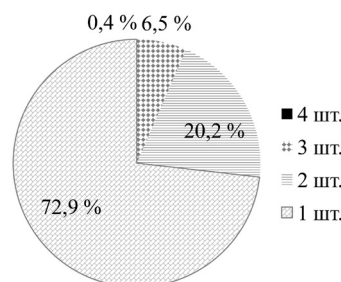
Металлической линейкой измерялись высота и прирост с точностью до 1 мм, штангенциркулем – диаметр ствола у корневой шейки. Камеральная обработка экспериментального материала производилась в программе STATISTICA 10 с использованием стандартных описательных статистик, непараметрических критериев оценки достоверности разности для двух (тест Манна–Уитни) и нескольких (тест Краскела–Уоллиса) независимых переменных.

Результаты исследования и их обсуждение

Первичная (весенняя) инвентаризация показала, что во многих брикетах находился не 1 сеянец, а 2–4 шт. (рис. 1). Чаще всего было 2 экземпляра, реже 3, и только в нескольких брикетах по 4 шт. В целом в 300 брикетах оказалось 584 сеянца, т. е. почти в 2 раза больше, чем единиц упаковки. С учетом нормативов по густоте при выполнении лесовоспроизводственных мероприятий [7] на лесокультурную площадь высаживают примерно такое же количество сеянцев, как и при классической посадке материала с открытой корневой системой. По итогам осенней инвентаризации установлено, что в 69 % посадочных мест растет один сеянец, в 25 % – два, в 6 % – три и в 0,5 % – четыре. То есть отпад шел в основном за счет одиночных сеянцев.

Рис. 1. Исходное число сеянцев в одном брикете

Fig. 1. The initial number of seedlings in one container



Средняя высота партии равна 11,25 см с колебанием 3...34 см (рис. 2). При этом около 30–35 % сеянцев ниже нормы, но это в основном «лишние» ели, которые отстают от лидера по росту.

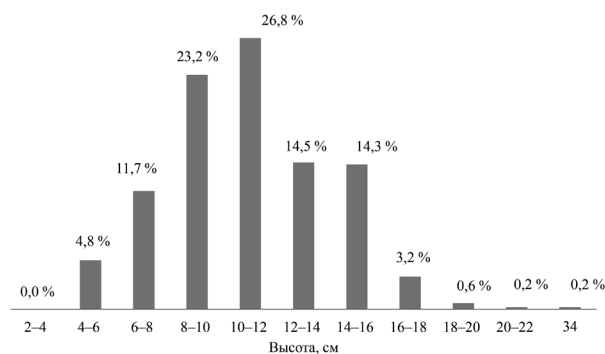


Рис. 2. Исходное распределение посадочного материала с ЗКС по высоте

Fig. 2. The initial distribution of the container planting material by height

Согласно результатам инвентаризации (рис. 3), до начала роста верхушечной почки уже наблюдаются различия в жизнеспособности посадочного материала с ЗКС, обусловленные расположением посадочного места. Ели, высаженные по дну борозд, были жизнеспособны на 82 %, в бок пласта – на 71 %, в пласт – на 65 %, хуже всего выглядели сеянцы на необработанной почве – 35 % жизнеспособных. Однако осенняя инвентаризация показала, что только сеянцы, посаженные в дно борозды, подтвердили данные по жизнеспособности, установленные весенним учетом. В вариантах «пласт» и «бок пласта» около половины усыхающих сеянцев оправились и дали побег. Больше всего восстановилось сеянцев на необработанной почве (около 60–70 %). В целом в первую зиму после посадки погибло 3–7 % сеянцев, и только в варианте с необработанной почвой этот показатель составил 20 %, т. е. здесь по весне культуры уже требовалось дополнять. К осени приживаемость опустилась ниже нормативной в вариантах «пласт» и «борозда», в которых проводились 3-кратные уходы. Приживаемость на уровне 85 % наблюдается у сеянцев, посаженных в бок пласта с уходами, в пласт и по дну борозды без уходов.

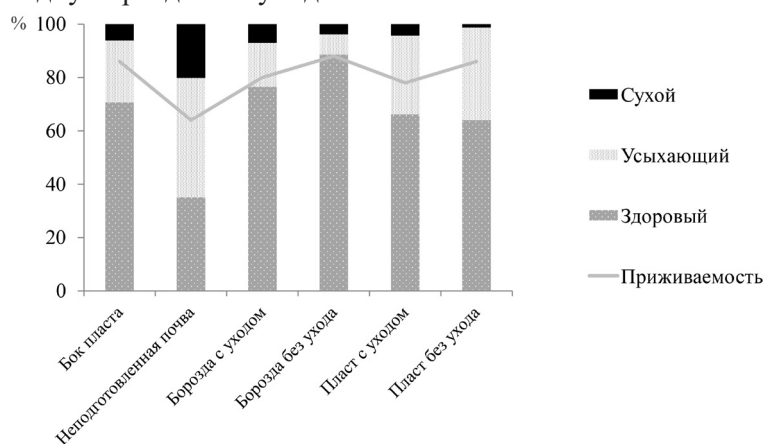


Рис. 3. Состояние посадочного материала с ЗКС на начало мая 2019 г. в зависимости от места посадки и приживаемость по состоянию на конец октября 2019 г.

Fig. 3. The state of the container planting material as of early May 2019 depending on the planting site location and the survival rate as of the end of October 2019

Сеянцы, посаженные в борозде с уходом, по итогам осенней инвентаризации оказались выше и толще, чем сеянцы без ухода. Но прирост у первых был несколько ниже. Статистический анализ подтвердил, что между ними существуют различия по высоте и диаметру (тест Манна–Уитни, $p = 0,0012 < 0,05$ и $p = 0,0027 < 0,05$ соответственно), но по приросту в высоту различий не выявлено (тест Манна–Уитни, $p = 0,4881 > 0,05$). Анализ с помощью теста Краскела–Уоллиса показал, что по данным весенней инвентаризации именно вариант, в котором сеянцы высажены в борозду с уходом, имел достоверные различия с другими вариантами по высоте ($p = 0,0001 - 0,0482 > 0,05$) (см. таблицу).

Биометрические параметры культур с ЗКС

Вариант посадки	Таксационный показатель	N	M±m	Lim	S	Σ	CV
Борозда с уходом	Высота, см*	80	12,9±0,3	7,0–19,0	9,5	3,1	24
	Высота, см	66	16,3±0,5	7,2–24,9	19,3	4,4	27
	Прирост, см		6,6±0,4	0,0–12,7	9,0	3,0	46
	Диаметр, мм		2,1±0,1	0,5–3,5	0,5	0,7	33
Борозда без ухода	Высота, см*	79	10,1±0,3	5,0–16,0	6,7	2,6	25
	Высота, см	76	14,1±0,5	5,6–28,5	18,7	4,3	31
	Прирост, см		7,1±0,3	1,0–18,3	9,2	3,0	43
	Диаметр, мм		1,7±0,1	0,8–3,1	0,3	0,6	35
Пласт с уходом	Высота, см*	86	11,3±0,3	5,0–19,0	8,0	2,8	25
	Высота, см	60	13,0±0,5	5,6–21,9	13,1	3,6	28
	Прирост, см		3,8±0,2	0,3–9,0	3,7	1,9	51
	Диаметр, мм		2,1±0,1	1,0–3,2	0,2	0,5	23
Пласт без ухода	Высота, см*	75	10,6±0,3	3,0–16,0	8,8	3,0	28
	Высота, см	66	13,7±0,6	3,6–25,6	24,4	4,9	36
	Прирост, см		4,6±0,3	0,5–10,8	5,1	2,3	49
	Диаметр, мм		1,9±0,1	0,5–3,8	0,4	0,7	35
Бок пласта с уходом	Высота, см*	82	10,9±0,3	7,0–21,0	6,9	2,6	24
	Высота, см	70	14,7±0,4	7,6–21,5	13,2	3,6	25
	Прирост, см		6,5±0,3	1,0–15,6	7,1	2,7	41
	Диаметр, мм		2,5±0,1	1,5–4,5	0,4	0,6	26
Необработанная почва с уходом	Высота, см*	94	11,6±0,4	3,5–34,0	12,4	3,5	30
	Высота, см	48	13,6±0,5	6,7–21,5	11,5	3,4	25
	Прирост, см		3,8±0,2	1,1–8,0	2,8	1,7	44
	Диаметр, мм		1,9±0,1	1,0–3,0	0,2	0,5	24

Примечание: * – измерения выполнены весной 2019 г., остальные данные получены осенью 2019 г.; N – число измерений; M±m – среднее значение с ошибкой; Lim – минимальное и максимальное значения; S – дисперсия; σ – среднее квадратическое отклонение; CV – коэффициент вариации.

Различия в биометрических показателях у культур, посаженных в пласт с уходом и без него, имеются только по диаметру (тест Манна–Уитни, $p = 0,0363 < 0,05$). По высоте и линейному приросту различий не выявлено (тест Манна–Уитни, $p = 0,2880 > 0,05$ и $p = 0,0545 > 0,05$ соответственно). Однако визуально определено, что в варианте без ухода высота была ниже, а стала выше. Прирост также незначительный, но выше.

По данным осенней инвентаризации достоверно отличается высота культур, созданных высадкой материала в дно борозды, от высоты варианта в пласт без обработки почвы (тест Краскела–Уоллиса, $p = 0,0001 > 0,05$). При этом, что в начале эксперимента именно вариант с посадкой в дно борозды имел достоверно самую низкую среднюю высоту. По приросту четко выделяются

варианты с высадкой материала в бок пласта и в борозду, имеющие лучшие показатели, достоверно не отличающиеся между собой, но достоверно отличающиеся от вариантов «пласт» и «необработанная почва» (тест Краскела–Уоллиса, $p = 0,0001 > 0,05$). Разница в приросте составила почти два раза (6,5–6,6 и 3,8 см). По диаметру среди остальных однозначно выделяется вариант «бок пласта» (тест Краскела–Уоллиса, $p = 0,0001 > 0,05$): диаметр деревьев в нем 2,5 мм, в остальных вариантах – 1,9–2,1 мм.

Как видно из полученных результатов, наиболее низкие приживаемость и биометрические показатели характерны для варианта «необработанная почва». Подобные выводы ранее были сделаны в условиях Архангельской области. [4] и Финляндии [13]. На лучшую приживаемость посадки в пласт было указано в обзоре Р.Ф. Саттон [20], впоследствии эти выводы подтверждены на посадках ели обыкновенной в Швеции [12] и Латвии [10]. В нашем случае лучшая приживаемость получена в вариантах с высадкой сеянцев в борозду и в бок пласта с уходами, в пласт без ухода. Это позволяет заключить, что уходами способствовали иссушению почвы и тем самым увеличили отпад деревьев, ведь именно вода [19] определяет приживаемость. Для устранения этого основного недостатка посадки в пласт предлагается метод заглубленной посадки [18], который в эксперименте, проведенном в Центральной Финляндии, показал, что глубокая посадка улучшает рост сеянцев ели обыкновенной и в сухих условиях дает им преимущество. Учитывая динамику задернения, ряд ученых предлагают начинать уходами в условиях свежей вырубке на 3–5-й год, а на прошлогодних вырубках – со 2-го года [8]. В нашем случае причина, по которой мы не рекомендуем проводить уходами в год посадки (при весенней) и на следующий год (при осенней), заключается в том, что практиками лесного хозяйства отмечена способность ели сибирской хорошо переносить заглушение травянистым покровом. Это единственная порода, которая способна самостоятельно выйти из-под влияния трав. Визуальная оценка зарастания на наших объектах показала: в первый вегетационный период травы в борозде почти не развиваются, а по пластам их густота вдвое меньше, чем в фоновых условиях.

Нельзя не отметить, что сеянцы с ЗКС имеют определенный жизненный ресурс и зачастую у практически усохшего сеянца верхушечная почка трогается в рост. Это обусловлено наличием торфяного субстрата, который способствует хорошей приживаемости и обеспечивает интенсивное развитие [15]. Однако проведенные сравнительные исследования [16] показали, что в действительности преимущества посадочного материала с ЗКС проявляются только в первые годы, в дальнейшем различия с культурами, созданными посадочным материалом с открытыми корнями, отсутствуют.

Отметим, что недавняя попытка органов государственной власти запретить осеннюю посадку не имеет научного обоснования. Специально проведенные сравнительные исследования выявили, что весенняя посадка дает более низкие приросты [11, 17]. В условиях таежной зоны Сибири она вообще трудно осуществима по производственным причинам (недоступность лесокультурных площадей, переувлажненность почвогрунтов и т. д.).

В целом любую технологию необходимо дорабатывать под конкурентный лесобразующий вид, под региональные климатические и лесорастительные условия [14].

Заключение

Экспериментальная оценка приживаемости однолетних сеянцев ели с закрытой корневой системой показала, что данный показатель зависит не только от расположения посадочного места, но и от агротехнических уходов. Не рекомендуется посадка в автоморфных условиях произрастания без обработки почвы. Наиболее распространенная посадка в дно борозды дает нормативную приживаемость, так же, как и посадка в пласт, но без уходов ввиду пересыхания пластов и, по-видимому, излишней инсоляции. Трехкратные уходы снизили приживаемость культур, исключением стала посадка в бок пласта. Оценка линейного роста лесных культур, который указывает на успешность их адаптации к новым условиям среды, свидетельствует о том, что прирост сеянцев, посаженных в борозде и в бок пласта, в 2 раза выше, чем в остальных вариантах. Таким образом, наиболее удачным способом посадки является посадка в бок пласта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Бартенев И.М. К вопросу создания лесных культур посадкой ПМЗК // Лесотехн. журн. 2013. № 2. С. 123–130. Bartenev I.M. On the Question of Creation of Forest Cultures by PMCR Planting. *Lesotekhnicheskii zhurnal* [Forestry Engineering journal], 2013, no. 2, pp. 123–130.
2. Жигунов А.В. Теория и практика выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой. СПб.: СПбНИИЛХ, 2000. 293 с. Zhigunov A.V. *Theory and Practice of Growing Container Seedlings*. Saint Petersburg, SPbNIIKKh Publ., 2000. 293 p.
3. Михайлов К.Л. Повышение эффективности лесного хозяйства на основе интенсификации лесопользования и воспроизводства лесов // Экономика природопользования. 2016. № 3. С. 32–40. Mikhailov K.L. Improving the Efficiency of Forestry on the Basis of Intensification. *Ekonomika prirodopol'zovaniya*, 2016, no. 3, pp. 32–40.
4. Мочалов Б.А. Подготовка почвы и выбор посадочного места при создании лесных культур сосны из сеянцев с закрытыми корнями // Изв. вузов. Лесн. журн. 2014. № 4. С. 9–18. Mochalov B.A. Soil Cultivation and Selection Planting Site Attached to Pine Artificial Stands Creation from Containerized Seedlings. *Lesnoy Zhurnal* [Russian Forestry Journal], 2014, no. 4, pp. 9–18. URL: http://lesnoizhurnal.ru/upload/iblock/96f/podgotovka_kornyami.pdf
5. Мочалов Б.А., Сеньков А.О. Рост сеянцев сосны с закрытыми и открытыми корнями в культурах таежной зоны // Изв. вузов. Лесн. журн. 2007. № 4. С. 145–147. Mochalov B.A., Senkov A.O. Growth of Bare-Root and Containerized Pine Seedlings in Cultures of Taiga Zone. *Lesnoy Zhurnal* [Russian Forestry Journal], 2007, no. 4, pp. 145–147. URL: <http://lesnoizhurnal.ru/upload/iblock/9f4/9f4190c8f1354537742045fd5a5cb1ad.pdf>
6. Петухов И.Н. Лесоводственная эффективность создания лесных культур сеянцами с закрытой корневой системой в условиях Костромской области // Вестн. МГУЛ – Лесн. вестн. 2011. № 3. С. 33–36. Petukhov I.N. Silvicultural Efficiency of Planting Forest Plantation Using Containerized Tree Seedling Kostroma Region in the Field. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa – Lesnoy Vestnik* [Forestry Bulletin], 2011, no. 3, pp. 33–36.

7. Приказ М-ва природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 25 марта 2019 г. № 188 «Об утверждении Правил лесовосстановления, состава проекта лесовосстановления, порядка разработки проекта лесовосстановления и внесения в него изменений». Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/554151577> (дата обращения: 3.12.2019 г.). *Order of the Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation Dated March 25, 2019 No. 188 "On Approval of the Rules of Reforestation, the Structure of the Reforestation Project, and the Procedure for Developing the Reforestation Project and Amending It"*.

8. Соколов А.И., Харитонов В.А., Пеккоев А.Н., Кривенко Т.И. Сохранность и рост культур сосны, созданных посадочным материалом с закрытой корневой системой в условиях Карелии // Изв. вузов. Лесн. журн. 2015. № 6. С. 46–56. Sokolov A.I., Kharitonov V.A., Pekkoiev A.N., Krivenko T.I. Preservation and Growth of Pine Cultivated by Ball-Rooted Planting Stock in Karelia. *Lesnoy Zhurnal* [Russian Forestry Journal], 2015, no. 6, pp. 46–56. DOI: <https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2015.6.46>

9. Ширская М.Н. Культуры кедра сибирского в горных лесах Сибири. М.: Лесн. пром-сть, 1964. 100 с. Shirskaya M.N. *Siberian Pine Plantations in the Mountain Forests of Siberia*. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1964. 100 p.

10. Dumins K., Lazdina D. Forest Regeneration Quality – Factors Affecting First Year Survival of Planted Trees. *Research for Rural Development*, 2018, vol. 1, pp. 53–58. DOI: <https://doi.org/10.22616/rrd.24.2018.008>

11. Grossnickle S.C., Folk R.S. Spring versus Summer Spruce Stocktypes of Western Canada: Nursery Development and Field Performance. *Western Journal of Applied Forestry*, 2003, vol. 18, iss. 4, pp. 267–275. DOI: <https://doi.org/10.1093/wjaf/18.4.267>

12. Hallsby G., Örlander G. A Comparison of Mounding and Inverting to Establish Norway Spruce on Podzolic Soils in Sweden. *Forestry*, 2004, vol. 77, iss. 2, pp. 107–117. DOI: <https://doi.org/10.1093/forestry/77.2.107>

13. Heiskanen J., Saksa T., Hyvönen J. Effects of Mounding and Soil Clay Content on Postplanting Success of Norway Spruce. *Forest Ecology and Management*, 2016, vol. 378, pp. 206–213. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.07.044>

14. Hubbel K.L., Ross-Davis A.L., Pinto J.R., Burney O.T., Davis A.S. Toward Sustainable Cultivation of *Pinus occidentalis* Swartz in Haiti: Effects of Alternative Growing Media and Containers on Seedling Growth and Foliar Chemistry. *Forests*, 2018, vol. 9, iss. 7, art. 422. DOI: <https://doi.org/10.3390/f9070422>

15. Jäärats A., Tullus A. The Effect of Planting Stock and Soil Scarification on Forest Regeneration. *Forestry Studies*, 2018, vol. 69, iss. 1, pp. 75–85. DOI: <https://doi.org/10.2478/fsmu-2018-0013>

16. Jäärats A., Tullus A., Seemen H. Growth and Survival of Bareroot and Container Plants of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* during Eight Years in Hemiboreal Estonia. *Baltic Forestry*, 2016, vol. 22, no. 2(43), pp. 365–374.

17. Luoranen J. Autumn versus Spring Planting: The Initiation of Root Growth and Subsequent Field Performance of Scots Pine and Norway Spruce Seedlings. *Silva Fennica*, 2018, vol. 52, no. 2, art. 7813. DOI: <https://doi.org/10.14214/sf.7813>

18. Luoranen J., Viiri H. Deep Planting Decreases Risk of Drought Damage and Increases Growth of Norway Spruce Container Seedlings. *New Forests*, 2016, vol. 47, iss. 5, pp. 701–714. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11056-016-9539-3>

19. Nzokou P., Cregg B.M. Morphology and Foliar Chemistry of Containerized *Abies fraseri* (Pursh) Poir. Seedlings as Affected by Water Availability and Nutrition. *Annals of Forest Science*, 2010, vol. 67, iss. 6, art. 602. DOI: <https://doi.org/10.1051/forest/2010015>

20. Sutton R.F. Mounding Site Preparation: A Review of European and North American Experience. *New Forests*, 1993, vol. 7, iss. 2, pp. 151–192. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00034198>