

Леса России и хозяйство в них. 2023. № 4 С. 94–104.

Forests of Russia and economy in them. 2023. № 4 P. 94–104.

Научная статья

УДК 630*232.411.11

DOI: 10.51318/FRET.2023.87.4.010

ВЛИЯНИЕ СУБСТРАТА НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ

Анастасия Васильевна Данчева¹, Сергей Вениаминович Залесов²,
Дарья Александровна Половникова³

^{1,3} Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень, Россия

² Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

¹ a.dancheva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5230-7288>

² zalesovsv@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0003-3779-410x>

³ titovada.22@mti.gausz.ru

Аннотация. Проанализирован опыт выращивания посадочного материала сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) с закрытой корневой системой на базе Сибирской лесной опытной станции Тюмени. В результате проведенных исследований установлено, что биометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной, такие как высота, диаметр у корневой шейки и диаметр зеленой (охвоенной) части, выращенных в торфяном субстрате, превышают аналогичные показатели сеянцев, выращенных на садовой почве, в 1,5–3,0 раза. Через 4 мес. после посева у 90 % сеянцев, выращенных на торфяном субстрате, высота стволика соответствует нормативным показателям. В числе сеянцев, выращенных на садовой почве, отсутствуют экземпляры, соответствующие по анализируемому показателю нормативным значениям. Через 1,1 года количество сеянцев, соответствующих стандартам по высоте стволика, выращиваемых на садовой почве, составляет 48 % от общего количества измеренных экземпляров. По показателю диаметра стволика у корневой шейки 100 % сеянцев сосны, выращенных с закрытой корневой системой на торфяном субстрате, через 1,1 года после посева соответствуют нормативному значению данного показателя посадочного материала. При этом 78 % сеянцев имеют диаметр стволика у корневой шейки, превышающий в 1,5–2,0 раза нормативное его значение. Ни один из исследованных сеянцев сосны, выращенных на садовой почве, не соответствует нормативам по данному показателю. Таким образом, сеянцы сосны обыкновенной, выращенные с закрытой корневой системой на торфяном субстрате в тепличных условиях, способны за один год выращивания достигнуть и превысить на 30–40 % нормативные значения по высоте. Для получения более детальных данных необходимо продолжить исследования в данном направлении.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, посадочный материал, биометрические параметры, почвенный субстрат, закрытая корневая система

Для цитирования: Данчева А. В., Залесов С. В., Половникова Д. А. Влияние субстрата на биометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой // Леса России и хозяйство в них. 2023. № 4 (87). С. 94–104.

Scientific article

THE EFFECT OF THE SUBSTRATE ON THE BIOMETRIC PARAMETERS OF SEEDLINGS OF SCOTS PINE WITH A CLOSED ROOT SYSTEM

Anastasiya V. Dancheva¹, Sergey V. Zalesov²,
Daria A. Polovnikova³

^{1,3} Northern Trans-Urals State Agricultural University, Tyumen, Russia

² Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹ a.dancheva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5230-7288>

² zalesovsv@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0003-3779-410x>

³ titovada.22@mti.gausz.ru

Abstract. The results of the research work are the analysis of growing containerized tree seedling pine (*Pinus sylvestris* L.) on the basis Siberian forest experiment station (FES) cities of Tyumen are presented. The found that the pine seedling biometrics such as the height, root collar diameter and diameter of the green parts of seedling pine a peat substrate (turfy substrate) exceed seedlings indicators grown on garden soil by 1,5–3,0 times. It was found that the 4 months after cultivation of ball-rooted planting stock a turfy substrate, the height of seedlings in 90 % of specimens corresponds to the normative indicators. The number of pine seedlings cultivation of ball-rooted planting stock on garden soil and meeting the height standards 1.1 years after is 48 % of the total number of measured seedlings. All trees seedling pine growing containerized 1.1 year after sowing, according to the root collar diameter, correspond to the quality target. At the same time, 78 % of seedlings have a root collar diameter that exceeds its quality target by 1,5–2,0 times. At the same time, all pine seedlings grown on garden soil do not meet the standards for this indicator. Thus, growing containerized tree pine seedling on a peat substrate in greenhouse conditions, are able to reach and exceed the normative height values by 30–40 % in one year of cultivation. The study of growing containerized tree pine seedling on a peat substrate in the conditions of the Tyumen region in order to obtain more comprehensive data should be continued.

Keywords: pinus sylvestris, ball-rooted planting stock, biometric data, potting soil

For citation: Dancheva A. V., Zalesov S. V., Polovnikova D. A. The effect of the substrate on the biometric parameters of seedlings of scots pine with a closed root system // Forests of Russia and economy in them. 2023. № 4 (87). P. 94–104.

Введение

Принципы ведения лесного хозяйства, основанные на неистощительном, непрерывном и рациональном лесопользовании, напрямую связаны с успешностью лесовозобновления и лесоразведения (Опыт..., 2019; Приживаемость и рост..., 2021a; Характеристика формирования..., 2022). В ряде случаев, обеспечить лесовосстановление мерами содействия ему не предоставляется возможным по ряду субъективных и объективных причин. В данном случае применяются способы искусственного и (или) комбинированного лесовосстановления (лесоразведения). В частно-

сти, искусственное лесоразведение применяется в степной зоне и при рекультивации нарушенных земель по лесохозяйственному направлению. При этом искусственное лесовосстановление и лесоразведение могут быть эффективными только при условии использования районированных семян и качественного посадочного материала (Применение стимулятора..., 2018, Иветич, Новиков, 2019).

Изменения климата, наблюдающиеся в последние десятилетия, вызывают необходимость работ по лесовосстановлению на не покрытых лесной растительностью площадях, поскольку только

в этом случае сокращается содержание углекислого газа в атмосферном воздухе за счет процессов фотосинтеза. Проблема усугубляется тем, что вопросы лесовосстановления и лесоразведения необходимо решать в условиях усиливающихся антропогенных нагрузок (Восстановление еловых лесов..., 2020; Подрост сосны..., 2021; Естественное лесовозобновление..., 2021).

Изучение механизмов устойчивости растений позволяет сформировать многовидовые сообщества, максимально использующие потенциальное плодородие почвы и конкретные климатические условия региона. На начальных этапах формирования лесных экосистем особенно важно иметь высококачественный проверенный здоровый посадочный материал, характеризующийся взаимосвязанными биометрическими показателями, обеспечивающий высокую приживаемость и сохранность при переносе его на лесокультурную площадь (Коженкова, Захарова, 2015; Ермакова, 2018; Приживаемость..., 2021б; Сунгурова, Дрочкова, 2021).

Логично, что указанный посадочный материал можно выращивать только при строгом соблюдении агротехники выращивания, создании определенного микроклимата и проведении мероприятий по защите растений. Однако ведущее место при выращивании качественного посадочного материала занимают физические и химические показатели субстрата.

При создании лесных культур посадкой используют сеянцы с открытой и закрытой корневыми системами (ОКС и ЗКС). До последнего времени при создании искусственных насаждений лидировали сеянцы с ОКС. Однако их применение имеет ряд существенных недостатков и прежде всего ограниченный срок посадки на лесокультурную площадь. Кроме того, сеянцы с ОКС, выращиваемые чаще всего в открытом грунте, требуют значительного срока выращивания до требуемых размеров, а следовательно, большой площади лесных питомников (Жигунов и др., 2019).

Сеянцы с ЗКС достигают требуемых размеров, как правило, в течение сезона, кроме того, их можно высаживать на вырубках, гарях, а также на нарушенных землях в течение всего периода, когда

почва или почвогрунт находятся в незамерзшем состоянии. Одновременно следует учитывать, что при выращивании сеянцев с ЗКС и их посадке на лесокультурную площадь можно эффективно использовать автоматизацию и механизацию всех технологических процессов (Мочалов, Бобушкина, 2013; Современные технологии..., 2016; Опыт выращивания..., 2017; Трещевская, Цепляев, 2020; Влияние способа..., 2021). Для оценки качества посадочного материала достаточно использовать биометрические показатели.

На сегодняшний день достаточно много научных работ посвящено особенностям выращивания и роста сеянцев с ЗКС, а также адаптации их к условиям лесокультурных площадей. Однако данные об указанных особенностях не обобщены и существенно различаются по лесным районам, где проводились исследования. Требуют изучения и технологии выращивания сеянцев и саженцев с ЗКС. В частности, в научной литературе недостаточно работ в данном направлении, выполненных в Тюменской области. Последнее касается прежде всего режимов выращивания и характеристик субстрата.

Цель – изучение таксационных показателей сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) с ЗКС при выращивании на различных почвенных субстратах.

Материалы

и методы исследований

Для посева использовали семена из II лесосеменного района. По соответствующим показателям семена отвечают требованиям I класса качества. Их лабораторная всхожесть за 15 дней проращивания составляла 96 %, энергия прорастания за 7 дней проращивания – 95 %.

Посев производили в пластиковые кассеты типа Plantek-81F. В каждой кассете содержится по 81 ячейке для выращивания однолетних сеянцев с размером каждой ячейки $4,1 \times 4,1 \times 7,3$ см и общим ее объемом 85 см^3 . Согласно действующему нормативному документу (Об утверждении..., 2021) параметры использованных для посева ячеек в кассетах (объем ячейки – от 50 см^3 и высота ячейки – до 7,3 см) соответствуют нормативным.

В качестве одного из почвенных субстратов применялся однородный верховой сфагновый торф с низкой степенью разложения и кислотностью 5,5. Вторым видом субстрата являлась садовая почва, взятая с территории дендрария Сибирской ЛОС.

В качестве добавки использовали известь, в качестве мульчи – опилки и песок.

Выращивание посадочного материала производилось в теплице размером 15 м на 6,5 м с размещением кассет в три ряда. Кассеты устанавливались на деревянные поддоны. Ширина каждого ряда составляла 2 м. Теплица была обтянута свето-рассеивающей пленкой.

Посев проведен в конце апреля 2021 г. по следующей схеме: замешивание торфа с небольшим количеством воды и его известкование; заполнение кассет торфом и садовой почвой вручную; высев семян при помощи ручной сеялки; мульчирование засеянных кассет опилками и песком.

Всего было высеяно 485 кассет с общим количеством семян 39285 шт. Общая всхожесть составила 65–70 %.

Замеры определенных параметров сеянцев были проведены в соответствии с известными апробированными методиками (Доспехов, 1973). В процессе обмера были установлены высота надземной части, диаметр стволика у корневой шейки, длина и диаметр зеленой части сеянца. Всего обмерено 200 сеянцев сосны обыкновенной.

Полученные материалы были обработаны методами математической статистики с использованием электронных таблиц Excel.

Первые замеры биометрических параметров сеянцев проводились через 4 мес. после посева (30–31 августа 2021), вторые замеры – через 1,1 года после посева (1–2 июня 2022 г.).

Результаты исследований и их обсуждение

Полученные в результате проведенных исследований данные о средних значениях таксационных показателей сеянцев сосны обыкновенной приведены в табл. 1.

Таблица 1
Table 1

Биометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной с ЗКС, выращенных в различных почвенных субстратах
Biometric indicators of seedlings of scots pine with ZKS grown in various soil substrates

Показатель Indicator	Почвенный субстрат Soil substrate	
	Торф Peat	Садовая почва Garden soil
Высота стволика, см Stem height, cm	$\frac{11,6 \pm 0,4}{20,1 \pm 0,6}$	$\frac{4,2 \pm 0,2}{8,5 \pm 0,4}$
Диаметр зеленой (охвоенной) части, мм Diameter of the green (forked) part, mm	$\frac{7,9 \pm 0,2}{9,1 \pm 0,2}$	$\frac{2,7 \pm 0,2}{6,1 \pm 0,2}$
Длина стволика до охвоенной части сеянца, см The length of the stem to the forked part of the seedling, cm	$\frac{1,8 \pm 0,06}{2,1 \pm 0,06}$	$\frac{2,8 \pm 0,2}{2,0 \pm 0,06}$
Длина зеленой (охвоенной) части сеянца, см Length of the green (forked) part of the seedling, cm	$\frac{9,8 \pm 0,4}{18,1 \pm 0,6}$	$\frac{3,7 \pm 0,1}{6,5 \pm 0,4}$
Диаметр стволика у корневой шейки, см Diameter of the stem at the root neck, cm	$\frac{-}{0,3 \pm 0,01}$	$\frac{-}{0,1 \pm 0,01}$

Примечание. В числителе – значения биометрических показателей сеянцев через 4 мес., в знаменателе – через 1,1 года после посева.

Note. In the numerator – the values of biometric indicators of seedlings after 4 months, in the denominator – 1,1 years after sowing.

Согласно данным табл. 1, все анализируемые таксационные показатели сеянцев сосны, выращенных в торфяном субстрате, превышают аналогичные показатели сеянцев, выращенные на садовой почве, в 1,5–3,0 раза. При этом наибольшие различия отмечаются в высоте стволика и диаметре зеленой (охвоенной) части. Значения данных показателей на 50–60 % больше у сеянцев, выращенных на торфяном субстрате, в сравнении с теми, что выращены в садовой почве. Эти различия сохраняются при первом и втором проведении замеров.

Полученные различия в сравниваемых биометрических показателях сеянцев, выращенных на разных субстратах, являются достоверными и подтверждаются статистическими значениями

дисперсии проведенного однофакторного анализа данных (табл. 2).

Согласно действующим нормативам лесовосстановления (Об утверждении Правил..., 2021), критерием посадочного материала с ЗКС является высота стволика сосны обыкновенной не менее 8 см, толщина стволика у шейки корня – не менее 2 мм, возраст сеянцев должен составлять от одного года до двух лет.

Согласно результатам выполненных исследований, средние значения высоты и диаметра стволиков у корневой шейки соответствуют требованиям только у сеянцев сосны обыкновенной, выращенных на торфяном субстрате через 1,1 года после посева (см. табл. 1, рис. 1).

Таблица 2
Table 2

Результаты однофакторного дисперсионного анализа биометрических показателей сеянцев сосны обыкновенной, выращенных на торфе и в садовой почве
The results of a one-factor analysis of variance of biometric indicators of seedlings of scots pine grown on peat and sandy soil

Биометрические показатели Biometric indicators	Показатели дисперсии Showed variances					
	Через 4 мес. после посева 4 months after sowing			Через год после посева 1 year after sowing		
	F-фактическое F-actual	P-значение P-value	F-критическое F-critical	F-фактическое F-actual	P-значение P-value	F-критическое F-critical
Высота сеянца, см Seedling height, cm	343,4	8,56	3,94	297,3	1,95	3,94
Диаметр зеленой (охвоенной) части сеянца, мм Diameter of the green (forked) part of the seedling, mm	443,7	3,66	3,94	138,8	1,74	3,94
Длина стволика до охвоенной части, см The length of the stem to the forked part, cm	32,9	1,05	3,94	0,12	0,72	3,94
Длина охвоенной части сеянца, см Length of the forked part of the seedling, cm	246,9	1,58	3,94	306,3	6,39	3,94
Диаметр стволика у корневой шейки, см Diameter of the stem at the root neck, cm	–	–	–	264,2	1,42	3,94



а



б

Рис. 1. Сеянцы сосны обыкновенной, выращенные на торфяном субстрате (а) и в садовой почве (б) через 1,1 года после посева

Fig. 1. Seedlings of scots pine grown on peat substrate (a) and garden soil (b) 1,1 years after sowing

По данным, представленным на рис. 2, через 4 мес. после посева у 90 % проанализированных экземпляров сеянцев, выращенных на торфяном субстрате, высота стволика соответствует нормативным показателям. В совокупности измеренных сеянцев, выращенных в садовой почве, отсутствуют экземпляры, соответствующие по анализируемому показателю нормативным значениям. Через 1,1 года количество сеянцев, соответствующих стандартам по высоте, выращиваемых в садовой почве, составляет 48 % от общего количества измеренных экземпляров (рис. 3). В то же время 90 % сеянцев сосны, выращенных на торфяном субстрате, характеризовались высотой стволика,

превышающей нормативные ее значения в 2 раза и более.

По данным, представленным на рис. 4, 100 % сеянцев сосны, выращенных на торфяном субстрате, через 1,1 года после посева соответствуют нормативному показателю диаметра стволика у корневой шейки. При этом 78 % сеянцев имеют диаметр стволика у корневой шейки, превышающий в 1,5 раза нормативное его значение, а у 20 % сеянцев отмечается превышение данного показателя в 2 раза. В то же время ни один из исследованных сеянцев сосны, выращенных в садовой почве, не соответствует нормативам по данному показателю.

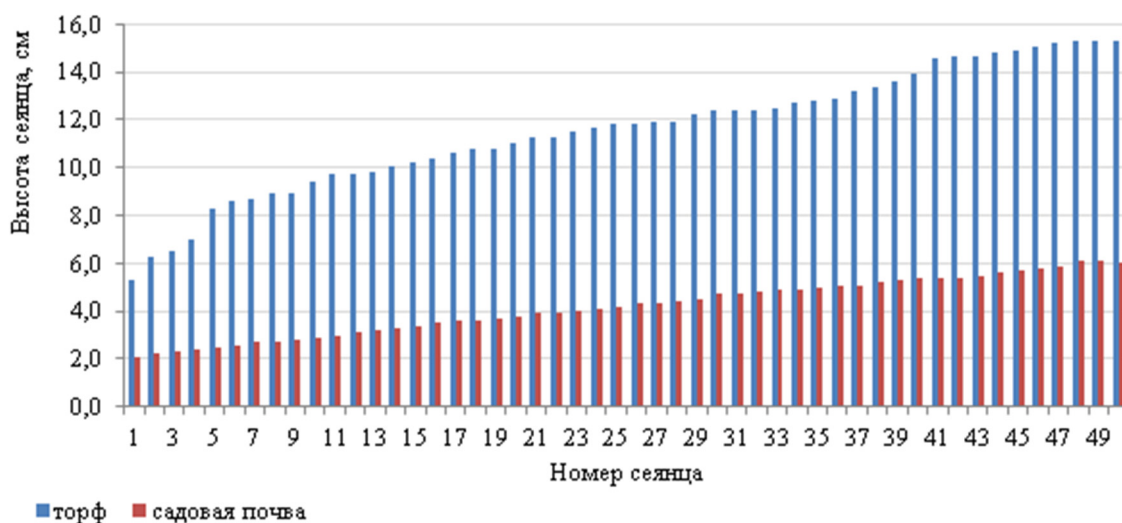


Рис. 2. Значения высоты сеянцев через 4 мес. после посева на разных субстратах
 Fig. 2. The values of the height of seedlings 4 months after sowing on different substrates

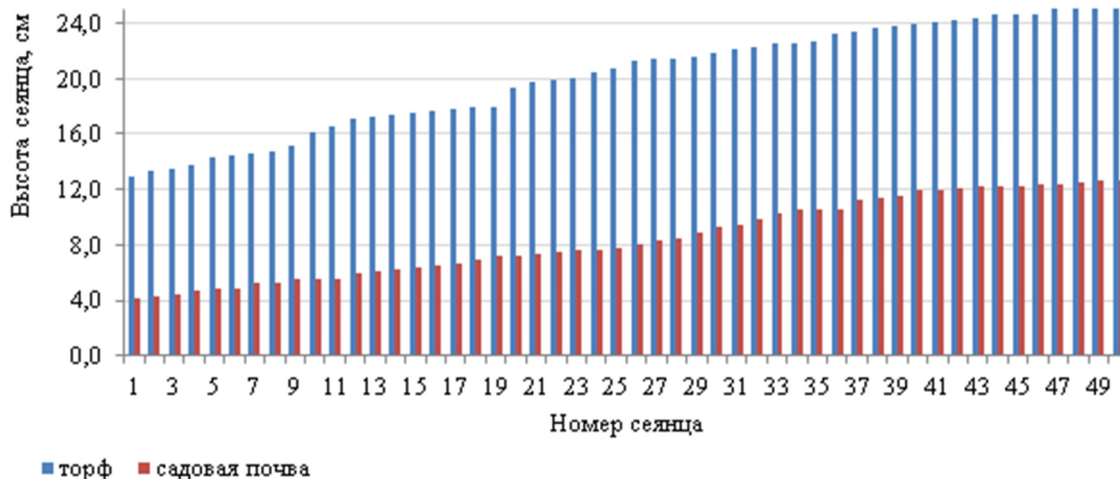


Рис. 3. Значения высоты сеянцев через 1,1 года после посева на разных субстратах
 Fig. 3. The values of the height of seedlings 1,1 years after sowing on different substrates

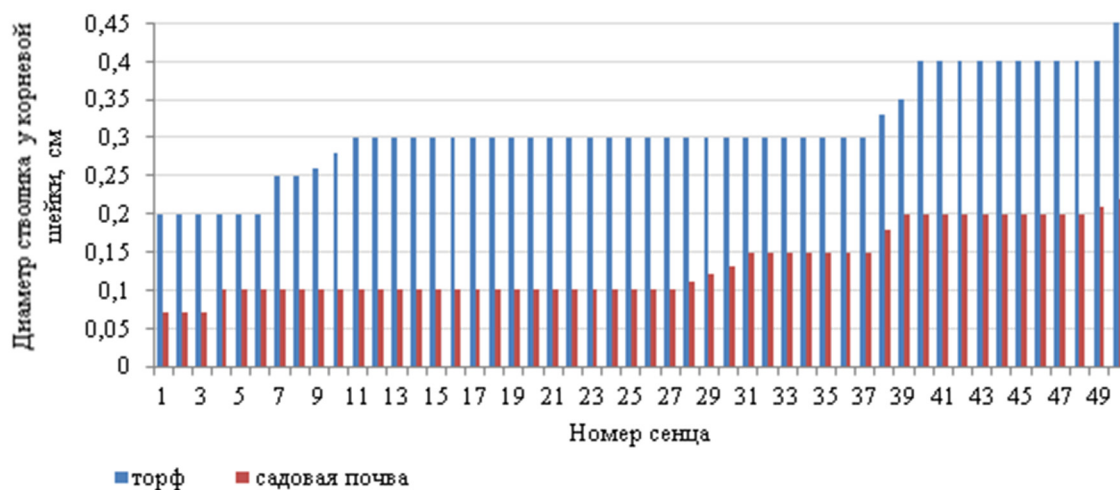


Рис. 4. Значения диаметра у корневой шейки сеянцев через 1,1 года после посева на разных субстратах
 Fig. 4. Diameter values at the root neck of seedlings 1,1 years after sowing on different substrates

Выводы

1. Биометрические показатели сеянцев сосны, такие как высота, диаметр у корневой шейки и диаметр зеленой (охвоенной) части, выращенных на торфяном субстрате, превышают аналогичные показатели сеянцев, выращенных в садовой почве, в 1,5–3,0 раза. Эти различия сохраняются через 4 мес. и 1,1 года после посева.

2. Через 4 мес. после посева у 90 % сеянцев, выращенных на торфяном субстрате, высота стволика соответствует нормативным показателям. В совокупности измеренных сеянцев, выращенных в садовой почве, отсутствуют экземпляры, соответствующие по анализируемому показателю нормативным значениям.

3. Через 1,1 года количество сеянцев, соответствующих стандартам по высоте стволика, выращиваемых в садовой почве, составляет 48 % от общего количества измеренных экземпляров.

В то же время 90 % сеянцев сосны, выращенных на торфяном субстрате, характеризовались высотой стволика, превышающей нормативные ее значения в 2 раза и более.

4. Через 1,1 года после посева 100 % сеянцев сосны, выращенных на торфяном субстрате, соответствуют нормативному значению диаметра стволика у корневой шейки посадочного материала с закрытой корневой системой. При этом 78 % сеянцев имеют диаметр стволика у корневой шейки, превышающий в 1,5–2,0 раза нормативное его значение. В то же время ни один из исследованных сеянцев сосны, выращенных в садовой почве, не соответствует нормативам по данному показателю.

5. Сеянцы сосны обыкновенной, выращенные с закрытой корневой системой на торфяном субстрате в тепличных условиях, способны за один вегетационный сезон достигнуть и превысить нормативные значения по высоте.

Список источников

- Влияние способа полива на рост и фитомассу сеянцев лиственницы Сукачева (*Larix sukaczewii* Dyl.) / А. С. Оплетев, С. В. Залесов, К. А. Башегуров, А. Е. Осипенко, Е. В. Жигулин // Международный науч.-исслед. журнал. 2021. Ч. 1. № 11 (113). С. 160–165.
- Восстановление еловых лесов: теория, отечественный опыт и методы решения / Н. Н. Теринов, Е. М. Андреева, С. В. Залесов, Н. А. Луганский, А. Г. Магасумова // Лесной журнал. 2020. Т. 3. С. 9–23. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-3-9-23
- Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : Колос, 1973. 336 с.
- Ермакова М. В. Структура посадочного материала и качество древесины сосны при использовании органических мелиорантов // Лесотехнический журнал. 2018. Т. 8. № 4 (32). С. 78–88. DOI: 10.12737/article_5c1a3209cfc6e0.58332024
- Естественное лесовозобновление на сейсморазведочных профилях в условиях Западно-Сибирского северо-таежного равнинного лесного района / А. Е. Морозов, Р. А. Осипенко, К. А. Башегуров, С. В. Залесов // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. 2021. № 2 (63). С. 99–106. DOI: 10.34655/bgsha.2021.63.2.014
- Жигунов Е. В., Оплетев А. С., Гоф А. А. Рост сеянцев при их выращивании с закрытой корневой системой // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2019. № 55. С. 93–96.
- Иветич В., Новиков А. И. Роль качества лесного репродуктивного материала при лесовосстановлении // Лесотехнический журнал. 2019. Т. 9. № 2 (34). С. 56–65. DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2019.2/7
- Коженкова А. А., Захарова М. И. Особенности роста посадочного материала сосны обыкновенной в лесных питомниках Смоленско-Московской возвышенности // Вестник Московского государственного университета леса. – Лесной вестник. 2015. Т. 19. № 6. С. 34–37.
- Мочалов Б. А., Бобушкина С. В. Влияние вида кассет на размеры сеянцев сосны с закрытыми корнями и их рост в культурах на севере // Лесной журнал. 2013. № 5. С. 65–70.

- Об утверждении Правил лесовосстановления, формы, состава, порядка согласования проекта лесовосстановления, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесовосстановления : приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 29 декабря 2021 г. № 1024. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/403417664/> (дата обращения: 02.11.2022).
- Опыт выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой в Алтайском крае / Е. М. Ананьев, С. В. Залесов, Н. А. Луганский, Д. А. Шубин, А. Е. Осипенко // Аграрный вестник Урала. 2017. № 8 (162). С. 4–10.
- Опыт создания лесных культур сеянцами с закрытой корневой системой на гарях Алтайского края / А. А. Гоф, Е. В. Жигулин, С. В. Залесов, А. С. Оплеаев // Междунар. науч.-исслед. журнал. 2019. № 12–2 (90). С. 125–130. DOI: 10.23670/IRJ.2019.90.12.073
- Приживаемость и морфологические особенности саженцев ели европейской (*Picea abies* L.), обработанных низкочастотным электромагнитным полем и посаженных с внесением гидрогеля / А. И. Смирнов, В. Ф. Никитин, А. А. Генералова, П. А. Аксенов // Лесной вестник. Forestry Bulletin. 2021б. Т. 25. № 5. С. 22–29. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-5-22-29
- Приживаемость и рост сеянцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) после обработки низкочастотным электромагнитным полем / А. И. Смирнов, Ф. С. Орлов, П. А. Аксенов, С. Б. Васильев // Лесной вестник. Forestry Bulletin. 2021а. Т. 25. № 2. С. 25–34. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-2-25-34
- Применение стимулятора роста «Берес-4» при выращивании сеянцев кедра корейского (*Pinus koraiensis*) / В. Г. Шведов, Е. В. Стельмах, И. Л. Ревуцкая, И. С. Гуменный // Природообустройство. 2018. № 3. С. 119–123. DOI: 10.26897/1997-6011/2018-3-119-123
- Подрост сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на отвалах месторождения хризотил-асбеста / Ю. В. Зарипов, С. В. Залесов, Е. С. Залесова, А. С. Попов, Е. П. Платонов, Н. П. Стародубцева // ИВУЗ. Лесной журнал. 2021. № 5. С. 22–33.
- Современные технологии выращивания посадочного материала хвойных пород и пути их совершенствования / Н. П. Чернобровкина, О. В. Чернышенко, А. В. Егорова, М. И. Зайцева, Е. В. Робонен // Вестник Московского государственного университета леса. – Лесной вестник. 2016. Т. 20. № 6. С. 6–14.
- Сунгурова Н. Р., Дрочкова А. А. Биометрические характеристики посадочного материала как тест-показатель успешности культур *Pinus sylvestris* L. // Изв. вузов. Лесной журнал. 2021. № 4. С. 107–116. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-4-107-116
- Трещевская Э. И., Цепляев А. Н. Влияние цвета контейнера на рост посадочного материала *Thuja occidentalis* ‘smaragd’ // Лесотехнический журнал. 2020. Т. 10. № 2 (38). С. 103–113. DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2020.2/10
- Характеристика формирования древесного вещества при выращивании сеянцев сосны обыкновенной с использованием химических маркеров / М. А. Гусакова, К. Г. Боголицын, А. А. Красикова, Н. В. Селиванова, С. С. Хвиюзов, Н. А. Самсонова // Изв. вузов. Лесной журнал. 2022. № 1. С. 36–48. DOI: 10.37482/0536-1036-2022-1-36-48

References

- Application of the growth stimulator beres-4 for growing seedlings of the Cedar Korean (*Pinus koraiensis*) / V. G. Shvedov, E. V. Stelmah, I. L. Revutskaya, I. S. Gumennyj // Prirodoobustrojstvo. 2018. № 3. P. 119–123. DOI: 10.26897/1997-6011/2018-3-119-123 (In Russ.)
- Characteristics of Wood Substance Formation during Growing of Scots Pine Seedlings Using Chemical Markers / M. A. Gusakova, K. G. Bogolitsyn, A. A. Krasikova, N. V. Selivanova, S. S. Khviyuzov,

- N. A. Samsonova* // *Lesnoy Zhurnal* [Russian Forestry Journal]. 2022. № 1. P. 36–48. DOI: 10.37482/0536-1036-2022-1-36-48 (In Russ.)
- Dospekhov B. A.* Technique of field experiment. Moscow : Kolos, 1973. 336 p.
- Ermakova M. V.* Structure of planting material and quality of pine wood using organic meliorants // *Forest engineering journal*. 2018. Vol. 8. № 4 (32). P. 78–88. DOI: 10.12737/article_5c1a3209cfc6e0.58332024 (In Russ.)
- European spruce (*Picea abies* L.) survival ability and morphological traits of seedlings treated with low-frequency electromagnetic field and planted with hydrogel application / A. I. Smirnov, V. F. Nikitin, A. A. Generalova, P. A. Aksenov // *Forestry Bulletin*. 2021. Vol. 25. № 5. P. 22–29. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-5-22-29 (In Russ.)
- Experience in forest crops creation by seedlings with closed roots on burnt spot of Altai krai / *A. A. Gof, E. V. Zhigulin, S. V. Zalesov, A. S. Opletayev* // *International Research Journal*. 2019. № 12–2 (90). P. 125–130. DOI: 10.23670/IRJ.2019.90.12.073 (In Russ.)
- Experience of growing planting stock with rootballed tree system on the territory of Altay Krai / *E. M. Ananiev, S. V. Zalesov, N. A. Lugansky, D. A. Shubin, A. E. Osipenko* // *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2017. № 8 (162). P. 4–10. (In Russ.)
- Ivetich V., Novikov A. I.* The role of forest reproductive material quality in forest restoration // *Forest engineering journal* [Lesotekhnicheskii zhurnal]. 2019. Vol. 9. № 2 (34). P. 56–65. DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2019.2/7 (In Russ.)
- Kozhenkova A. A., Zakharova M. I.* Characteristics of growth of planting material of scots pine in the forest nurseries of the Smolensk-Moscow region // *Bulletin of Higher Educational Institutions. Lesnoy Zhurnal*. 2015. № 6. P. 34–37. (In Russ.)
- Mochalov B. A., Bobushkina S. V.* Influence of the type of cassettes on the sizes of pine seedlings with closed roots and their growth in the north of cultures // *Bulletin of Higher Educational Institutions. Lesnoy Zhurnal*. 2013. № 5. P. 65–70. (In Russ.)
- Modern technologies growing planting material of coniferous species and ways to improve them / *Lesnoy vestnik* / *N. P. Chernobrovkina, O. V. Tshernychenko, A. V. Egorova, M. I. Zaitseva, E. V. Robonen* // *Forestry Bulletin*. 2016. Vol. 20. № 6. P. 6–14. (In Russ.)
- Natural reforestation on seismic profiles in the conditions of the West Siberian North Taiga plain forest region / *A. E. Morozov, R. A. Osipenko, K. A. Bashegurov, S. V. Zalesov* // *Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippov*. 2021. № 2 (63). P. 99–106. DOI 10.34655/bgsha.2021.63.2.014 (In Russ.)
- On approval of the Rules of Reforestation, form, composition, procedure for approving the reforestation project, grounds for refusal to approve it, as well as requirements for the format in electronic form of the reforestation project; order of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation № 1024 dated December 29, 2021. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/403417664/> (accessed: 02.11.2022).
- Restoration of spruce forests: theory, domestic experience and methods of solution / *N. N. Terinov, E. M. Andreeva, S. V. Zalesov, N. A. Lugansky, A. G. Magasumova* // *Forest Journal*. 2020. Vol. 3. P. 9–23. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-3-9-23. (In Russ.)
- Smirnov A. I., Orlov F. S., Aksenov P. A.* Common pine (*Pinus sylvestris* L.) survival ability and seedlings growth after treatment with low-frequency electromagnetic field // *Forestry Bulletin*. 2021. Vol. 25. № 2. P. 25–34. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-2-25-34 (In Russ.)
- Sungurova N. R., Drochkova A. A.* Biometric Parameters of Planting Material as a Test Indicator of Success of *Pinus sylvestris* L. Plantations // *Lesnoy Zhurnal* [Russian Forestry Journal]. 2021. № 4. P. 107–116. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-4-107-116 (In Russ.)

- The influence of the irrigation method on the growth and phytomass of Sukachev larch seedlings (*Larix sukaczewii* Dyl.) / A. S. Opletaev, S. V. Zalesov, K. A. Bashegurov, A. E. Osipenko, E. V. Zhigulin // International Scientific Research Journal. 2021. Part 1. № 11 (113). P. 160–165. (In Russ.)
- Treschevskaya E. I., Tseplyaev A. N. Influence of the container color on the growth of Thuja occidentalis Smaragd planting material // Forest engineering journal [*Lesotekhnicheskii zhurnal*]. 2020. Vol. 10. № 2 (38). P. 103–113. DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2020.2/10 (In Russ.)
- Zhigunov E. V., Opletaev A. S., Gof A. A. Growth of seedlings when they grow with closed root system // Actual problems of the forest complex. 2019. № 55. P. 93–96. (In Russ.)
- Undergrowth of the common pine (*Pinus sylvestris* L.) on the dumps of the chrysotile asbestos deposit / Yu. V. Zaripov, S. V. Zalesov, E. S. Zalesova, A. S. Popov, E. P. Platonov, N. P. Starodubtseva // IVOZ Lesnoy zhurnal. 2021. № 5. P. 22–33. (In Russ.)

Информация об авторах

А. В. Данчева – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

С. В. Залесов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

Д. А. Половникова – студент.

Information about the authors

A. V. Dancheva – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;

S. V. Zalesov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;

D. A. Polovnikova – student.

Статья поступила в редакцию 21.02.2023; принята к публикации 01.08.2023.

The article was submitted 21.02.2023; accepted for publication 01.08.2023.
