

Научная статья
УДК 630.232
EDN LAEMKW
DOI 10.24419/LNI.2304-3083.2023.4.05

Создание культур сосны сеянцами с открытой и закрытой корневой системой на горельнике в лесостепной зоне

Владимир Иванович Казаков¹
доктор сельскохозяйственных наук

Николай Евгеньевич Проказин²
кандидат сельскохозяйственных наук

Александр Александрович Мартынюк³
доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН

Елена Никитична Лобанова⁴
кандидат сельскохозяйственных наук

Игорь Владимирович Казаков⁵
доктор технических наук

Денис Юрьевич Дручинин⁶
кандидат технических наук

Аннотация. В лесостепной зоне на горельнике с песчаными почвами в 2014 г. заложен опытный участок лесных культур сосны обыкновенной с использованием сеянцев с открытой (ОКС) и закрытой (ЗКС) корневой системой при различных способах обработки почвы и посадки (6 вариантов). Наблюдения за ходом роста этих сеянцев показали, что существенной разницы в показателях роста не выявлено: так, в 3-летнем возрасте приживаемость сеянцев с ОКС и ЗКС стабилизировалась на уровне не менее 71 %, средняя высота 7-летних культур сосны отличалась незначительно – в диапазоне от 213,2 до 231,5 см. В результате исследований установлено, что для посадки сеянцев сосны с ОКС и ЗКС необходимо проводить обработку почвы путем подготовки борозд с образованием в их центре посадочного места в виде разрыхленной щели. Разрушение кома почвы и отряхивание ее от корневой системы сеянцев сосны с ЗКС не оказали существенного влияния на показатели их роста. Посадка сеянцев сосны с ЗКС с помощью меча Колесова или посадочной трубы «Поттипутки» не влияет на показатели их приживаемости и роста.

Ключевые слова: горельники, посадочный материал с открытой и закрытой корневой системой, почва, сеянцы, лесные культуры, рост культур, приживаемость.

Для цитирования: Казаков В.И., Проказин Н.Е., Мартынюк А.А., Лобанова Е.Н., Казаков И.В., Дручинин Д.Ю. Создание культур сосны сеянцами с открытой и закрытой корневой системой на горельнике в лесостепной зоне. – Текст : электронный // Лесохозяйственная информация. 2023. № 4. С. 53–60. DOI 10.24419/LNI.2304-3083.2023.4.05. <https://elibrary.ru/laemkw>.

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, главный научный сотрудник (Пушкино, Московская область, Российская Федерация), kazakov@vniilm.ru

² Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, заведующий отделом (Пушкино, Московская область, Российская Федерация), prokazin2007@yandex.ru

³ Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, директор (Пушкино, Московская область, Российская Федерация), vniilm_martinuk@mail.ru

⁴ Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, ведущий научный сотрудник (Пушкино, Московская область, Российская Федерация), lobanova@vniilm.ru.

⁵ Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, ведущий научный сотрудник (Пушкино, Московская область, Российская Федерация), Igor.kazakov2015@bk.ru

⁶ Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова, доцент (Воронеж, Российская Федерация), druchinin.denis@rambler.ru.

Original article

EDN LAEMKW

DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2023.4.05

Creation of Common Pine Crops by Seedlings with Open and Closed Root System on the Mountain Range in the Forest-Steppe Zone

Vladimir I. Kazakov¹

Doctor of Agricultural Sciences

Nikolay E. Prokazin²

Candidate of Agricultural Sciences

Alexander A. Martynyuk³

*Doctor of Agricultural Sciences,
Academician of the Russian Academy of Sciences*

Elena N. Lobanova⁴

Candidate of Agricultural Sciences

Igor V. Kazakov⁵

Doctor of Technical Sciences

Denis Yu. Druchinin⁶

Candidate of Technical Sciences

Abstract. In 2014, an experimental plot of forest crops of scots pine with the use of seedlings with open (OKS) and closed (ZKS) root systems with various methods of tillage and planting was laid on a mountain range in a forest-steppe zone with sandy soils. Observations of the growth of these seedlings showed that there was no significant difference in growth rates and at the age of three, the survival rate of seedlings with ACS and ZCS stabilized at at least 71 % and the average height of seven-year-old pine crops differed slightly and amounted to 213.2–231.5 cm. As a result of the experiments carried out, it was found that for planting pine seedlings with ACS and ZKS, it is necessary to carry out tillage by preparing furrows with the formation of a landing place in the form of a loosened gap in its center. The destruction of the soil coma and shaking it off from the root system of pine seedlings with ZKS did not have a significant effect on their growth indicators. Planting pine seedlings from the ZKS with the help of a Kolesov sword or a Pottiputka planting tube does not affect their survival and growth rates.

Key words: goreniki, planting material with open and closed root systems, soil, seedlings, forest crops, growth, survival.

For citation: Kazakov V., Prokazin N., Martynyuk A., Lobanova E., Kazakov I., Druchinin D. Creation of Common Pine Crops by Seedlings with Open and Closed Root Systems on the Mountain Range in the Forest-Steppe Zone. – Text: electronic // Forestry information. 2023. № 4. P. 53–60. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2023.4.05. <https://elibrary.ru/laemkw>.

¹ Russian Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, Chief Scientific Officer (Pushkino, Moscow region, Russian Federation), kazakov@vniilm.ru

² Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, Head of Department (Pushkino, Moscow region, Russian Federation), prokazin2007@yandex.ru

³ Russian Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, Director (Pushkino, Moscow region, Russian Federation), vniilm_martinuk@mail.ru

⁴ Russian Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, Leading Researcher (Pushkino, Moscow region, Russian Federation), lobanova@vniilm.ru

⁵ Russian Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, Leading Researcher (Pushkino, Moscow region, Russian Federation), Igor.kazakov2015@bk.ru

⁶ Voronezh State Forestry Engineering University named after G.F. Morozov, Associate Professor (Voronezh, Russian Federation), druchinin.denis@rambler.ru.

Введение

При создании лесных культур на площадях, подлежащих лесовосстановлению, используют посадочный материал с открытой (ОКС) и закрытой (ЗКС) корневой системой. В настоящее время в разных лесорастительных условиях (с учетом требований Правил лесовосстановления, утвержденных приказом Минприроды от 04.12.2020 № 1014) все большее применение находит посадочный материал с ЗКС, который выращивают в специализированных лесных селекционных центрах. Особенностью такого посадочного материала является то, что его корневая система заключена в определенном объеме субстрата, величина которого зависит как от формы, так и размеров кассеты, в котором он был выращен [1–8].

Посадочный материал с ЗКС имеет как ряд положительных моментов, так и недостатков по сравнению с посадочным материалом, выращиваемым по традиционной технологии в открытом грунте. Основное преимущество сеянцев с ЗКС заключается в возможности получить посадочный материал с улучшенными наследственными свойствами и вырастить стандартные сеянцы за один вегетационный период благодаря применению почвенного субстрата с оптимальными питательными добавками и регулируемой средой для их роста и развития в теплице. Кроме того, использование для посадки сеянцев с ЗКС позволяет существенно удлинить сроки работ на лесокультурной площади [1–7]. К недостаткам сеянцев сосны с ЗКС относится их высокая себестоимость, которая в 5 раз и более превышает себестоимость сеянцев с ОКС, а также необходимость иметь теплицы со сложным и дорогостоящим технологическим оборудованием с высокими эксплуатационными затратами на их содержание и обслуживание. Преимуществом сеянцев с ОКС, выращиваемых в лесных питомниках, является их более низкая себестоимость, наличие необходимых технических средств для комплексной механизации работ в посевных и школьных отделениях питомников, а также возможность как механизированной, так и ручной их посадки на

лесокультурной площади [9–15]. Однако исследований по оценке эффективности применения этих видов посадочного материала с учетом лесорастительных и экономических условий в настоящее время недостаточно. В связи с этим опыт создания лесных культур сосны обыкновенной с использованием посадочного материала с ОКС и ЗКС на горельниках в лесостепной зоне представляет научный и практический интерес для специалистов и работников лесного хозяйства.

Цель исследований – проанализировать опыт создания лесных культур сосны обыкновенной с использованием посадочного материала с ОКС и ЗКС на горельниках в лесостепной зоне при разных способах посадки.

Объекты и методы исследований

Объект исследований – опытный участок культур сосны обыкновенной площадью около 1 га. Культуры сосны заложены в Левобережном лесничестве учебно-опытного лесхоза Воронежского государственного лесотехнического университета им. Г.Ф. Морозова в кв. № 4 на горельнике, образовавшемся в результате пожаров 2010 г. Тип лесорастительных условий – В₁. Почвы песчаные.

После уборки сгоревшего древостоя в 2013 г. были проведены культуртехнические мероприятия с расчисткой площади от порубочных остатков и обработкой почвы путем нарезки борозд плугом ПКЛ-70. Для закладки опытного участка использовали сеянцы сосны обыкновенной с ЗКС и ОКС при различных способах обработки почвы и посадки. Средняя высота 2-летних сеянцев сосны с ОКС составила 13,6 см, 1-летних сеянцев сосны с ЗКС – 10,4 см.

Перед посадкой сеянцев подготовленные плугом ПКЛ-70 борозды были дополнительно обработаны плугом-рыхлителем ПРЛ-70 с образованием в их центре посадочных мест в виде разрыхленной щели глубиной до 20 см и шириной около 8 см. С 8 по 10 апреля 2014 г. была проведена посадка 2-летних сеянцев сосны с ОКС под меч Колосова и 1-летних сеянцев сосны с ЗКС

с использованием посадочной трубы «Поттипутки» по бороздам с обработкой и без обработки почвы, а также с их посадкой под меч Колесова.

Культуры закладывали в 6-ти вариантах с количеством сеянцев в каждом не менее 100 шт., ширина междурядий – 4,0–4,5 м и шаг посадки – около 0,7 м:

| | |
|------------|--|
| Вариант 1 | Посадка 2-летних сеянцев с ОКС под меч Колесова в борозду плуга ПКЛ-70 |
| Вариант 1а | Посадка 2-летних сеянцев с ОКС под меч Колесова без обработки почвы |
| Вариант 2 | Посадка 1-летних сеянцев с ЗКС трубой «Поттипутки» в борозду плугов ПКЛ-70+ПРЛ-70 |
| Вариант 2а | Посадка 1-летних сеянцев с ЗКС трубой «Поттипутки» без обработки почвы |
| Вариант 3 | Посадка 1-летних сеянцев с ЗКС с разрушением почвенного кома и отряхиванием корней под меч Колесова в борозду плугов ПКЛ-70+ПРЛ-70 |
| Вариант 4 | Посадка 1-летних сеянцев с ЗКС под меч Колесова в борозду плугов ПКЛ-70+ПРЛ-70 |

С 2014 по 2020 г. в конце каждого вегетационного периода проводили обследование состояния культур сосны на опытном участке с определением их приживаемости, ежегодного прироста и высоты (табл. 1 и 2).

В первый год после посадки приживаемость 2-летних сеянцев сосны с ОКС (см. табл. 1) в варианте 1 составила около 80 %, прирост – 6,8 см, а в варианте 1а – 25 % и 2,9 см соответственно. Таким образом, в варианте 1а (без обработки

почвы) эти показатели были в 3,2 и 2,3 раза соответственно ниже, чем в варианте с обработкой почвы.

В 2-летних культурах (2015 г.) приживаемость сеянцев сосны с ОКС на участке с обработкой почвы снизилась до 74 %, а средний прирост составил 26,5 см.

На 7-й год роста культур сосны, созданных сеянцами с ОКС на участке с обработкой почвы (вариант 1), средний прирост составил 41,5 см и их высота достигла 231,5 см, а без обработки почвы (вариант 1а) – 35,4 см и 210,0 см соответственно. Таким образом, разница в средней высоте сеянцев между этими вариантами была незначительной и составила около 9 %.

Опыты с использованием 1-летних сеянцев сосны с ЗКС при посадке с помощью трубы «Поттипутки» в борозду, подготовленную плугами ПКЛ-70+ПРЛ-70 (вариант 2), показали, что их приживаемость составила 89 % в первый год после посадки и была незначительно (около 10 %) выше по сравнению с приживаемостью 2-летних сеянцев с ОКС (вариант 1). В 3-летнем возрасте приживаемость сеянцев сосны с ЗКС была 85 % (вариант 2) и сохранялась постоянной до 7-летнего возраста.

На 7-й год роста средний прирост культур сосны в варианте 2 составил 33,8 см и их высота – 222,0 см, т.е. по высоте они фактически не отличались (менее 5 %) от культур сосны, созданных 2-летними сеянцами с ОКС (вариант 1). При использовании 1-летних сеянцев с ЗКС на участке без обработки почвы все культуры погибли в первый год их роста (вариант 2а).

Таблица 1. Приживаемость культур сосны на опытном участке

| ВАРИАНТ ОПЫТА | ПРИЖИВАЕМОСТЬ, %, ПО ГОДАМ | | | | | | |
|---------------|----------------------------|------|---------------------------------------|------|------|------|------|
| | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| 1 | 80 | 74 | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 |
| 1а | 25 | 20 | 18 (культуры сосны подлежат списанию) | | | | |
| 2 | 89 | 87 | 85 | 85 | 85 | 85 | 83 |
| 2а | Все погибли | | | | | | |
| 3 | 86 | 75 | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 |
| 4 | 86 | 73 | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 |

ТАБЛИЦА 2. ПОКАЗАТЕЛИ РОСТА КУЛЬТУР СОСНЫ НА ОПЫТНОМ УЧАСТКЕ

| ВАРИАНТ ОПЫТА | СРЕДНЯЯ ВЫСОТА, СМ / СРЕДНИЙ ПРИРОСТ, СМ | | | | | | |
|---------------|--|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| 1 | <u>20,4</u> 6,8 | <u>46,9</u> 26,5 | <u>74,1</u> 27,2 | <u>130,2</u> 56,1 | <u>158,3</u> 28,1 | <u>190,0</u> 31,7 | <u>231,5</u> 41,5 |
| 1a | <u>16,5</u> 2,9 | <u>30,5</u> 14,0 | <u>56,9</u> 26,4 | <u>128,8</u> 71,9 | <u>137,5</u> 8,7 | <u>174,6</u> 37,1 | <u>210,0</u> 35,4 |
| 2 | <u>16,2</u> 5,8 | <u>36,5</u> 20,3 | <u>67,4</u> 30,9 | <u>130,8</u> 63,4 | <u>152,0</u> 21,2 | <u>188,2</u> 36,2 | <u>222,0</u> 33,8 |
| 2a | Все погибли | | | | | | |
| 3 | <u>11,5</u> 1,1 | <u>31,6</u> 20,1 | <u>61,7</u> 30,1 | <u>128,0</u> 66,3 | <u>143,4</u> 15,4 | <u>179,2</u> 35,8 | <u>213,2</u> 34,0 |
| 4 | <u>14,9</u> 4,5 | <u>40,0</u> 25,1 | <u>70,0</u> 30,0 | <u>131,5</u> 61,5 | <u>155,3</u> 23,8 | <u>192,3</u> 37,0 | <u>227,0</u> 34,7 |

При посадке под меч Колесова 1-летних сеянцев сосны с ЗКС в подготовленную плугами ПКЛ-70+ПРЛ-70 борозду с предварительно разрушенным комом почвенного субстрата и отряхиванием почвы от корневой системы приживаемость в 1-й год после посадки составила 86 % (вариант 3). К 3-летнему возрасту приживаемость этих культур снизилась до 71 % и до 7-летнего возраста не изменилась. На 7-й год роста средний прирост культур сосны в варианте 3 составил 34,0 см, средняя высота достигла 213,2 см. Отряхивание почвенного субстрата с корней сеянцев практически не повлияло на показатели их приживаемости и роста.

При использовании для посадки сеянцев сосны с ЗКС меча Колесова с заделкой кома почвенного субстрата (вариант 4) культуры в 7-летнем возрасте по показателям приживаемости (71 %) и роста (средний прирост – 34,7, средняя высота – 227,0 см) практически не отличались от культур в варианте 3.

Корневые системы сеянцев с ЗКС в первые 2 года роста развивались в пространстве, ограниченном комом почвенного субстрата. Дальнейшие наблюдения показали, что характерный для сосны стержневой корень у них отсутствует, а основная масса корней распределяется практически горизонтально (рис. 1).

Это позволяет сделать предварительный вывод о том, что такое развитие корневых систем сеянцев сосны с ЗКС может негативно повлиять



РИС. 1. ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ В КУЛЬТУРАХ СОСНЫ С ЗКС

как на рост культур, так и на их устойчивость. Поэтому наблюдения за состоянием этих культур необходимо продолжить.

Полученные параметрические показатели 7-летних культур сосны (средняя высота и густота размещения) отвечают требованиям перевода их в лесопокрываемые земли (рис. 2).



Рис. 2. Семилетние культуры сосны обыкновенной на опытном участке

Выводы

Проведенные исследования по оценке влияния вида посадочного материала, обработки почвы и способа посадки на показатели приживаемости и роста сеянцев сосны обыкновенной при создании лесных культур на горельниках

с песчаными почвами в лесостепной зоне позволяют сделать следующие выводы:

- ✓ использование 2-летних сеянцев сосны с ОКС или 1-летних сеянцев с ЗКС при создании лесных культур на горельниках с песчаными почвами не оказывает существенного влияния на их приживаемость и показатели роста;
- ✓ посадку сеянцев сосны с ОКС и ЗКС целесообразно проводить с обработкой почвы путем подготовки борозд с образованием в их центре посадочного места в виде разрыхленной щели;
- ✓ при достижении возраста более 3-х лет показатели роста культур сосны, созданных сеянцами с ОКС и ЗКС, выравниваются и стабилизируются;
- ✓ применение меча Колесова или посадочной трубы «Поттипутки» для посадки сеянцев сосны с ЗКС не оказало существенного влияния на их приживаемость и показатели роста;
- ✓ разрушение кома почвенного субстрата и отряхивание его от корневой системы сеянцев сосны с ЗКС не повлияло на их приживаемость и показатели роста.

Список источников

1. Бартнев, И.М. Совершенствование технологий и средств механизации лесовосстановления / И.М. Бартнев, М.В. Драпалюк, В.И. Казаков. – Москва : ФЛИНТА: Наука, 2013. – 208 с.
2. Винокуров, В.Н. Механизация лесного и лесопаркового хозяйства / В.Н. Винокуров, Г.В. Силаев, В.И. Казаков ; под общ. ред. В.И. Казакова. – Москва : ИД Лесная промышленность, 2006. – 432 с.
3. Выращивание лесных культур сосны с закрытой корневой системой в условиях степи на юге Западной Сибири. – Текст : электронный / А.А. Маленко, А.С. Чичкарев, С.И. Завалишин, А.А. Маленовских, Е.С. Курсыкова // Лесохозяйственная информация. – 2023. – № 3. – С. 103–116. DOI 10.24419/LNI.2304-3083.2023.3.08. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/sxragr>.
4. Основные положения по лесовосстановлению и лесоразведению в лесном фонде Российской Федерации. – Москва, 1994. – 17 с.
5. Особенности роста сеянцев сосны при лесовосстановлении горельников в лесостепной зоне / Н.Е. Проказин, И.М. Бартнев, В.И. Казаков, Е.Н. Лобанова // Лесотехнический журнал. – 2017. – Т. 7. – № 2. – С. 91–96. DOI: 10.12737/article_5967e9ddbc1144.25242725.
6. Динамика приживаемости и роста культур сосны обыкновенной на горельнике в лесостепной зоне / Н.Е. Проказин, И.М. Бартнев, С.А. Родин, В.И. Казаков, Е.Н. Лобанова // Современная лесная наука: проблемы и перспективы : матер. Всероссийской научно-практической конференции (20–22 декабря 2017). – Воронеж : Истоки, 2017. – С. 335–339.
7. Kormanik, P.P. Lateral root development may define nursery seedling quality / P.P. Kormanik, J.L. Ruehle // Proc. Fourth Biennial Southern Silvicultural Research Conference (Atlanta, Ga. 4–6 November 1986). – USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. SE-42. – 1987. – P. 225–229.
8. Pine Tree Growing and Planting Guide. – Текст : электронный / Jeffrey Douglas // Gardening. – February 2. – 2021. – Режим доступа: <https://www.thegreenpinky.com/grow-pine-trees/>
9. Опыт создания лесных культур сеянцами с закрытой корневой системой на горах Алтайского края / А.А. Гоф, Е.В. Жигулин, С.В. Залесов [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. – 2019. – № 12 (90). – Ч. 2. – С. 125–130. doi: 10.23670/IRJ.2019.90.12.073.
10. Гоф, А.А. Причины низкой приживаемости сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой в ленточных борах Алтая / А.А. Гоф, Е.В. Жигулин, С.В. Залесов // Успехи современного естествознания. – 2019. – № 12. – С. 9–13.
11. Калиниченко, Н.П. Лесовосстановление на вырубках : 2-е изд. / Н.П. Калиниченко, А.И. Писаренко, Н.А. Смирнов. – Москва : Экология, 1991. – 384 с.
12. Технологическое обеспечение работ по лесовосстановлению / С.А. Родин, Н.Е. Проказин [и др.]. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2012. – 212 с.
13. Родин, С.А. Эколого- и ресурсосберегающая технология и комплекс машин для создания лесных культур / С.А. Родин, В.И. Суворов, В.И. Казаков // Результаты опытных и научно-исследовательских работ в ОЛХ «Русский лес». – Серпухов, 1999. – С. 17–19.
14. Fastest Growing Pine Trees for Landscaping. – Текст : электронный // Posted on Published: May 2, 2020 –Last updated: April 13, 2021. – Режим доступа: <https://gardentabs.com/fastest-growing-pine-trees>.
15. How to Plant Pine Trees Katie Gohmann – Текст : электронный // Last Updated: May 25. – 2020. – Режим доступа: <https://www.wikihow.com/Plant-Pine-Trees>.

References

1. Bartenev, I.M. Sovershenstvovanie tekhnologij i sredstv mekhanizacii lesovosstanovleniya / I.M. Bartenev, M.V. Drapalyuk, V.I. Kazakov. – Moskva : FLINTA: Nauka, 2013. – 208 s.
2. Vinokurov, V.N. Mekhanizaciya lesnogo i lesoparkovogo hozyajstva / V.N. Vinokurov, G.V. Silaev, V.I. Kazakov ; pod obshch. red. V.I. Kazakova. – Moskva : ID Lesnaya promyshlennost', 2006. – 432 s.
3. Vyrashchivanie lesnyh kul'tur sosny s zakrytoj kornevoj sistemoj v usloviyah stepi na yuge Zapadnoj Sibiri. – Tekst : elektronnyj / A.A. Malenko, A.S. Chichkarev, S.I. Zavalishin, A.A. Malenovskih, E.S. Kursikova // Lesohozyajstvennaya informaciya. – 2023. – № 3. – S. 103–116. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2023.3.08. – Rezhim dostupa: <https://elibrary.ru/sxragr>.
4. Osnovnye polozheniya po lesovosstanovleniyu i lesorazvedeniyu v lesnom fonde Rossijskoj Federacii. – Moskva, 1994. – 17 s.
5. Osobennosti rosta seyancev sosny pri lesovosstanovleniya gorel'nikov v lesostepnoj zone / N.E. Prokazin, I.M. Bartenev, V.I. Kazakov, E.N. Lobanova // Lesotekhnicheskij zhurnal. – 2017. – T. 7. – № 2. – S. 91–96. DOI: 10.12737/article_5967e9ddbc1144.25242725.
6. Dinamika prizhivaemosti i rosta kul'tur sosny obyknovnoj na gorel'nike v lesostepnoj zone / N.E. Prokazin, I.M. Bartenev, S.A. Rodin, V.I. Kazakov, E.N. Lobanova // Sovremennaya lesnaya nauka: problemy i perspektivy : mater. Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii (20–22 dekabrya 2017). – Voronezh : Istoki, 2017. – S. 335–339.
7. Kormanik, P.P. Lateral root development may define nursery seedling quality / P.P. Kormanik, J.L. Ruehle // Proc. Fourth Biennial Southern Silvicultural Research Conference (Atlanta, Ga. 4–6 November 1986). – USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. SE-42. – 1987. – P. 225–229.
8. Pine Tree Growing and Planting Guide. – Tekst : elektronnyj / Jeffrey Douglas // Gardening. – February 2. – 2021. – Rezhim dostupa: <https://www.thegreenpinky.com/grow-pine-trees/>
9. Opyt sozdaniya lesnyh kul'tur seyancami s zakrytoj kornevoj sistemoj na garyah Altajskogo kraya / A.A. Gof, E.V. Zhigulin, S.V. Zalesov [i dr.] // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. – 2019. – № 12 (90). – CH. 2. – S. 125–130. doi: 10.23670/IRJ.2019.90.12.073.
10. Gof, A.A. Prichiny nizkoj prizhivaemosti seyancev sosny obyknovnoj s zakrytoj kornevoj sistemoj v lentochnyh borah Altaya / A.A. Gof, E.V. Zhigulin, S.V. Zalesov // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. – 2019. – № 12. – S. 9–13.
11. Kalinichenko, N.P. Lesovosstanovlenie na vyrubkah : 2-e izd. / N.P. Kalinichenko, A.I. Pisarenko, N.A. Smirnov. – Moskva : Ekologiya, 1991. – 384 s.
12. Tekhnologicheskoe obespechenie rabot po lesovosstanovleniyu / S.A. Rodin, N.E. Prokazin [i dr.]. – Pushkino : VNIILM, 2012. – 212 s.
13. Rodin, S.A. Ekologo- i resursoberegayushchaya tekhnologiya i kompleks mashin dlya sozdaniya lesnyh kul'tur / S.A. Rodin, V.I. Suvorov, V.I. Kazakov // Rezul'taty opytnyh i nauchno-issledovatel'skih rabot v OLGH "Russkij les". – Serpuhov, 1999. – S. 17–19.
14. Fastest Growing Pine Trees for Landscaping. – Tekst : elektronnyj // Posted on Published: May 2, 2020 – Last updated: April 13, 2021. – Rezhim dostupa: <https://gardentabs.com/fastest-growing-pine-trees>.
15. How to Plant Pine Trees Katie Gohmann – Tekst : elektronnyj // Last Updated: May 25. – 2020. – Rezhim dostupa: <https://www.wikihow.com/Plant-Pine-Trees>.