

ЛЕСОВЕДЕНИЕ, ЛЕСОВОДСТВО, ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ, АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ, ОЗЕЛЕНЕНИЕ,  
ЛЕСНАЯ ПИРОЛОГИЯ И ТАКСАЦИЯ / FORESTRY, FORESTRY, FOREST CROPS, AGROFORESTRY,  
LANDSCAPING, FOREST PYROLOGY AND TAXATION

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.51.19>

ВЛИЯНИЕ СТИМУЛЯТОРОВ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ СЕЯНЦЕВ ЕЛИ С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ  
СИСТЕМОЙ

Научная статья

Демина Н.А.<sup>1,\*</sup>, Васильева Н.Н.<sup>2</sup>, Дуркина Т.М.<sup>3</sup>, Файзулин Д.Х.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> ORCID : 0000-0001-5626-1523;

<sup>2</sup> ORCID : 0000-0002-7245-8120;

<sup>3</sup> ORCID : 0000-0001-7389-1404;

<sup>4</sup> ORCID : 0000-0001-5474-7597;

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, Архангельск, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (monitoringlesov[at]sevniilh-arh.ru)

**Аннотация**

Уменьшение срока выращивания сеянцев в тепличных комплексах дает возможность высеву нескольких ротаций, что позволяет увеличить производительность необходимого посадочного материала. Ускоренное выращивание сеянцев с закрытой корневой системой возможно при помощи стимуляторов роста. Цель исследования заключается в оценке влияния Циркона, Эпин-Экстра, Лигногумата на биометрические показатели сеянцев ели с закрытой корневой системой. Под влиянием обработки сеянцев ели препаратами Циркон и Лигногумат высота на 2-й год выращивания увеличилась на 12-17%; диаметр шейки корня при использовании Лигногумата – на 30%. По сравнению с контролем превышение абсолютно сухой массы сеянца составляет 38% при обработке Лигногуматом и 20% – Цирконом. Соотношение надземной биомассы к массе тонких корней является оптимальным. Выход стандартного посадочного материала при внекорневой обработке Цирконом и Лигногуматом увеличивается в 2,6-3 раза.

**Ключевые слова:** ель, стимуляторы, биометрические показатели, корневая система.

INFLUENCE OF STIMULANTS ON GROWTH AND DEVELOPMENT OF SPRUCE SEEDLINGS WITH ROOT-  
BALLED TREE SYSTEM

Research article

Demina N.A.<sup>1,\*</sup>, Vasiljeva N.N.<sup>2</sup>, Durkina T.M.<sup>3</sup>, Faizulin D.K.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> ORCID : 0000-0001-5626-1523;

<sup>2</sup> ORCID : 0000-0002-7245-8120;

<sup>3</sup> ORCID : 0000-0001-7389-1404;

<sup>4</sup> ORCID : 0000-0001-5474-7597;

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Northern Research Institute of Forestry, Arkhangelsk, Russian Federation

\* Corresponding author (monitoringlesov[at]sevniilh-arh.ru)

**Abstract**

Reducing the growing period of seedlings in greenhouse complexes makes it possible to sow several rotations, which increases the productivity of the required planting material. Accelerated cultivation of seedlings with root-balled tree system is possible with the help of growth stimulants. The aim of the study is to evaluate the effect of Zircon, Epin-Extra, Lignogumate on biometric parameters of spruce seedlings with closed root system. Under the influence of treatment of spruce seedlings with Zircon and Lignogumate drugs, the height in the 2nd year of cultivation increased by 12-17%; root neck diameter increased by 30% when Lignogumate was used. Compared to the control, the excess of oven-dry mass of the seedling is 38% when treated with Lignogumate and 20% with Zircon. The ratio of above-ground biomass to fine root mass is optimal. The yield of standard planting material at foliar treatment with Zircon and Lignogumate increases 2.6-3 times.

**Keywords:** spruce, stimulants, biometrics, root system.

**Введение**

Для лесовосстановительных работ в современных условиях требуется все большее количество качественного посадочного материала. Ускорить процесс выращивания сеянцев можно при помощи использования регуляторов роста в дополнение к существующим агротехническим приемам возделывания растений. Сниженная частота применения, достаточно небольшая стоимость, небольшой расход являются большим преимуществом данных веществ. В настоящее время в технологию выращивания сеянцев основных лесобразующих пород внедряется использование регуляторов роста на различных этапах вегетации [1]. Стимуляторы роста оказывают положительное влияние на всхожесть семян и рост сеянцев хвойных пород, способствуют лучшему развитию корневой системы, накоплению биомассы, тем самым позволяя увеличивать выход посадочного материала [2], [3]. Перспективными регуляторами роста для производства сеянцев хвойных пород отмечаются следующие препараты: Циркон, Крезацин, Эпин-Экстра, Биостим, Рибав-экстра, гуминовые препараты и др. [4], [6], [8], [9].

Цель работы – оценка влияния стимуляторов роста Циркон, Эпин-Экстра, Лигногумат на биометрические характеристики сеянцев ели с закрытой корневой системой.

### Методы и принципы исследования

Оценка влияния стимуляторов на ростовые процессы сеянцев ели была произведена путем закладки опытных посевов ели обыкновенной семенами I класса качества. В качестве субстрата использовали торф без питательных веществ. Посев семян в кассеты произведен в начале июня 2023 года в северотаежном районе Архангельской области. Выращивали сеянцы в тепличных условиях без обогрева. Полив осуществлялся по мере необходимости, вынос кассет на площадку закаливания произвели в августе. В процессе исследований проведены 2 внекорневые обработки препаратами Эпин-Экстра (0,3 мл/л), Циркон (0,1 мл/л) и Лигногумат (0,15 г/л) в 1-й год выращивания, и 4 подкормки теми же препаратами на 2-м году выращивания. За контроль выбран вариант без обработки стимуляторами.

Проведены учеты 1-2-летних сеянцев ели с фиксацией биометрических показателей: высот, диаметров стволика шейки корня, приростов. Для лабораторных исследований рандомно отобрано не менее 30 образцов 2-х летних сеянцев, которые в последующем разделяли на части и высушивали до абсолютно сухого состояния при температуре 105°C, взвешивали с точностью до 0,001 г на весах МЛ 0,2-II ВЖА «Ньютон 1». В каждом варианте определяли соотношение массы надземной части и массы тонких корней. С целью оценки морозоустойчивости сеянцев определяли содержание сухого вещества. Полученные данные обрабатывали общепринятыми статистическими методами с использованием программы *Microsoft Office Excel*.

### Основные результаты и их обсуждение

В результате применения внекорневой обработки стимуляторами в первый год вегетации отмечено незначительное превышение сеянцев ели по высоте в опытных вариантах по сравнению с контролем (не более 0,1 см). Однако наибольшие превышения по высоте наблюдаются у сеянцев, обработанных Цирконом и Лигногуматом. При обработке Эпин-Экстра высота сеянцев ели остается на уровне контроля (табл. 1).

На второй год, значимое превышение показателя по высоте (на 12-17%) наблюдается в вариантах с применением Циркона и Лигногумата. Полученные данные показывают устойчивый положительный эффект от применения препаратов Циркон и Лигногумат на протяжении всего периода выращивания сеянцев.

Таблица 1 - Результаты влияния внекорневых обработок стимуляторами на рост сеянцев ели обыкновенной по высоте

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.51.19.1>

Наименование препарата	Высота, см		Существенность различий, t
	M±m <sup>1</sup>	к контролю	
1-й год выращивания			
Контроль	3,07±0,03	–	–
Эпин-Экстра	3,13±0,03	+0,06	1,41≤1,96
Циркон	3,21±0,04	+0,14	2,8≥1,96
Лигногумат	3,18±0,04	+0,11	2,2≥1,96
2-й год выращивания			
Контроль	6,47±0,082	–	–
Эпин-Экстра	6,48±0,228	+0,01	0,04≤1,96
Циркон	7,56±0,136	+1,09	6,86≥1,96
Лигногумат	7,25±0,127	+0,78	5,16≥1,96

Примечание: <sup>1</sup>M – среднее значение, t – ошибка среднего значения

У 2-летних сеянцев ели в вариантах с Лигногуматом и Цирконом разброс значений показателя высот больше. Наименьшая дифференциация наблюдается у сеянцев на контроле и при использовании Эпин-Экстра, где растения растут более «ровно».

В процессе учета сеянцев 2-го года выращивания отмечено изменение цвета хвои (светло-зеленый оттенок) на контроле и в опытных вариантах Эпин-Экстра и Лигногумат. Это связано с отсутствием минерального питания на протяжении двух вегетационных периодов. В процессе выращивания сеянцев подкормок удобрениями, содержащими азот, фосфор и калий не проводилось. В варианте с использованием Циркона сеянцы ели имеют более насыщенный оттенок хвои, что говорит об их высокой устойчивости к неблагоприятным условиям питания растений. Сеянцы на всех вариантах здоровые.

При исследовании биометрических показателей 1-летних сеянцев ели отмечено влияние 2-кратной внекорневой обработки растворами стимуляторов Эпин-Экстра, Циркон и Лигногумат на прирост по диаметру. Наибольший эффект отмечен при использовании стимулятора Эпин-Экстра, превышение по отношению к контролю составило 21%, по Циркону и Лигногумату – 13,2% (табл. 2).

Таблица 2 - Результаты влияния внекорневой обработки стимуляторами на рост сеянцев ели обыкновенной по диаметру

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.51.19.2>

Наименование препарата	Диаметр шейки корня, мм		Существенность различий t
	M±m <sup>1</sup>	к контролю	
1-й год			
Контроль	0,38±0,002	–	–
Эпин-Экстра	0,46±0,003	+0,08	22,0≥1,96
Циркон	0,43±0,003	+0,05	13,9≥1,96
Лигногумат	0,43±0,003	+0,05	13,9≥1,96
2-й год			
Контроль	0,71±0,012	–	–
Эпин-Экстра	0,61±0,011	+0,03	6,14≥1,96
Циркон	0,73±0,015	+0,02	1,04≤1,96
Лигногумат	0,92±0,033	+0,21	5,98≥1,96

Примечание: <sup>1</sup> M – среднее значение, t – ошибка среднего значения

Применение стимуляторов Эпин-Экстра, Циркон, Лигногумат положительно сказывается на интенсивности роста по диаметру.

Интервал значений диаметров у растений на 2-й год выращивания оказался больше у Лигногумата и Циркона; у Эпин-Экстра и на контроле наблюдается наименьшая дифференциация сеянцев ели. При исследовании биометрических показателей 2-летней ели также отмечено положительное влияние Лигногумата на прирост по диаметру, превышение по отношению к контролю составило 30% (см. табл. 2). Тогда как опрыскивание сеянцев препаратом Эпин-Экстра не сказывается на приросте диаметра шейки корня, а применение Циркона обеспечивает параметры показателя на уровне контроля.

По окончании вегетационного сезона 1 года выращивания проводилась визуальная оценка корневой системы сеянцев. При применении стимулятора Эпин-Экстра наблюдалось недостаточное развитие корней. При использовании Лигногумата хорошо развивается главный корень, но менее интенсивно растут боковые. В контрольном варианте корневая система достаточно хорошо развита, как боковые корни, так и главный корень. При подкормке сеянцев ели стимулятором Циркон формируется мочковатая корневая система, с развитыми боковыми корнями, что вполне соответствует требованиям к посадочному материалу с закрытой корневой системой.

На конец вегетационного периода 2 года выращивания сеянцев ели отмечаются отличия в опытных вариантах Лигногумат, Циркон по показателям высоты и приросту относительно контроля (табл. 3). Кроме того, Лигногумат оказывает влияние на прирост уже на первом году. По показателям: средняя длина боковых корней, длина главного корня, суммарная длина боковых корней, достоверных различий не установлено. Эпин-Экстра не оказал влияния на биометрические показатели 2-летних сеянцев ели верхней и нижней частей. Результаты исследований методом случайной выборки доказывают, что применение препаратов Циркон и Лигногумат влияет на увеличение надземной части.

Таблица 3 - Биометрические показатели 2-летних сеянцев ели в опытных вариантах

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.51.19.3>

Характеристики	Контроль	Эпин-Экстра	t	Циркон	t	Лигногумат	t
Высота, мм	62,7±2,1	65,4±2,0	0,93	81,0±3,2	4,8	79,8±3,3	4,4
Прирост первого года, мм	30,1±1,3	30,1±1,1	0	33,5±1,6	1,7	34,6±1,4	2,4
Прирост второго года, мм	32,6±1,3	35,3±1,5	1,4	47,5±2,3	5,6	45,1±2,3	4,7
Средняя длина боковых корней,	72,3±2,2	73,7±1,9	0,5	74,4±2,3	0,7	76,0±1,9	1,3

мм							
Длина главного корня, мм	112,4±4,3	107,52±3,9	0,8	123,23±5,3	1,59	117,1±3,8	0,82
Суммарная длина боковых корней, мм	627,2±37,8	551,5±34,1	1,5	529,3±39,0	1,80	616,6±44,6	0,18
Масса главного корня, г	0,018±0,001	0,021±0,001	2,1	0,027±0,002	4,0	0,033±0,002	6,7
Масса надземной части, г	0,172±0,01	0,174±0,01	0,1	0,204±0,01	2,2	0,238±0,01	4,6
Масса тонких корней, г	0,062±0,01	0,064±0,01	0,4	0,069±0,01	1,1	0,075±0,01	2,3
Масса семян, г	0,251±0,01	0,258±0,01	0,4	0,301±0,02	2,4	0,346±0,02	4,1
м.н.ч./м.т.к. <sup>1</sup>	2,963±0,15	2,965±0,17	0	3,291±0,25	1,0	3,386±0,22	1,6

Примечание:  $t_{st}=2,0$  при  $p=0,95$ ; <sup>1</sup>м.н.ч./м.т.к. – отношение массы надземной части семян к массе тонких корней

Применение препарата Эпин-Экстра в течение 2-х вегетационных периодов позволило увеличить массу главного корня ( $t=2,1$  при  $t_{st}=2,0$  и  $p=0,95$ ), по остальным параметрам реакции на применение данного вещества не последовало. Применение Циркона влияет на массу семян ( $t=2,2$  при  $t_{st}=2,0$  и  $p=0,95$ ), в большей мере на массу стволика и главного корня. Лигногумат оказывает статистически значимое воздействие на все изучаемые параметры семян по массе ( $t=4,1$  при  $t_{st}=2,0$  и  $p=0,95$ ). По сравнению с контролем превышение абсолютно сухой массы семян составляет 38%, что является значимым результатом, который говорит о достаточном развитии ассимиляционного аппарата семян, стволика и образования корневой системы.

#### Заключение

На второй год выращивания семян ели выход стандартного посадочного материала по высоте составил 44,6% при обработке растений Цирконом и 37,7% – Лигногуматом, что больше контроля в 2,6-3,0 раза.

Учитывая, что для 90% приживаемости семян ели на вырубке соотношение массы тонких корней к массе надземной части у посадочного материала должно быть не меньше 1:13 [10], то соотношение 1:3 характеризует семена, обработанные Эпин-Экстра, Цирконом, Лигногуматом, как высококачественные, способные произрастать в экстремальных условиях.

Морозоустойчивость семян считается достаточной, если содержание сухого вещества у ели больше 33% [11]. Содержание сухого вещества в опытных вариантах составляет 65-74%. При использовании в качестве внекорневой подкормки Циркона наблюдается небольшое снижение содержания сухого вещества по отношению к контролю (на 10%). По итогам второго года выращивания семена ели во всех опытных вариантах достаточно одревеснели, в том числе и на контроле.

#### Финансирование

Публикация подготовлена по результатам выполнения НИР «Исследования и подбор стимуляторов роста и адаптогенов», выполненных в рамках договора № Д-1338.2024 на выполнение научно-исследовательских работ между ФБУ «СевНИИЛХ» и НОЦ мирового уровня «Российская Арктика: новые материалы, технологии и методы исследования».

#### Конфликт интересов

Не указан.

#### Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

#### Funding

The publication was prepared based on the results of research work "Research and Selection of Growth Stimulants and Adaptogens" performed under contract No. D-1338.2024 for research work between FBI Northern Research Institute of Forestry and the world-class REC "Russian Arctic: New Materials, Technologies and Research Methods".

#### Conflict of Interest

None declared.

#### Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

## Список литературы / References

1. Егорова А.В. Влияние хвойного препарата на рост и элементный состав семян *Pinus sylvestris* L. в условиях лесного питомника / А.В. Егорова, Н.П. Чернобровкина, Е.В. Робонен // Химия растительного сырья. — 2017. — № 2. — С. 171–180.
2. Фроленкова М.С. Влияние предпосевной обработки семян сосны обыкновенной и ели европейской на их всхожесть и энергию прорастания / М.С. Фроленкова, А.П. Волкович // Труды БГТУ. — 2016. — № 1. — С. 148–152.
3. Пентелькина Ю.С. Влияние стимуляторов на всхожесть семян и рост сеянцев хвойных видов: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Пентелькина Юлия Сергеевна. — 2003. — URL: [https://new-disser.ru/\\_avtoreferats/01002615081.pdf](https://new-disser.ru/_avtoreferats/01002615081.pdf) (дата обращения: 01.11.2024)
4. Пентелькина Н.В. Стимулирующее действие Циркона на рост сеянцев хвойных интродуцентов / Н.В. Пентелькина, Ю.С. Пентелькина // Лесной вестник. — 2002. — № 2. — С. 24–29.
5. Острошенко В.Ю. Пролонгированное влияние стимуляторов роста на выращивание посадочного материала ели корейской *Picea koraiensis* Nakai / В.Ю. Острошенко // Вестник РУДН. Серия: Агротомия и животноводство. — 2023. — № 18 (3). — С. 309–319.
6. Острошенко В.Ю. Влияние стимуляторов на рост и развитие двулетних сеянцев кедра корейского (*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.) / В.Ю. Острошенко, Л.Ю. Острошенко // Природообустройство. — 2024. — № 1. — С. 115–121. — DOI: 10.26897/1997-6011-2024-1-115-121 .
7. Соломенцева А.С. Влияние препарата «Биостим» на рост и развитие семян и сеянцев древесных видов в засушливой зоне / А.С. Соломенцева, А.В. Солонкин, С.Н. Крючков [и др.] // Природообустройство. — 2023. — № 1. — С. 129–136. — DOI: 10.26897/1997-6011-2023-1-129-136.
8. Острошенко В.Ю. Пролонгированное влияние стимуляторов на рост трехлетних сеянцев кедра корейского (*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.) / В.Ю. Острошенко, М.Н. Шейн, Л.Ю. Острошенко // Аграрная наука. — 2023. — № 12. — С. 118–123. — DOI: 10.32634/0869-8155-2023-377-12-118-123.
9. Тюкавина О.Н. Биологически активные препараты для стимуляции роста сеянцев хвойных / О.Н. Тюкавина, Н.А. Демина // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. — 2023. — № 1 (70). — С. 122–133. — DOI: 10.34655/bgsha.2023.70.1.015.
10. Калиниченко Н.П. Лесовосстановление на вырубках / Н.П. Калиниченко, А.И. Писаренко, Н.А. Смирнов. — Москва: Экология, 1991. — 384 с.
11. Жигунов А.В. Выращивание посадочного материала с закрытой корневой системой в Устьянском тепличном комплексе. Практические рекомендации / А.В. Жигунов, А.И. Соколов, В.А. Харитонов. — Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2016. — 43 с.

## Список литературы на английском языке / References in English

1. Egorova A.V. Vlijanie hvojnogo preparata na rost i elementnyj sostav sejantsev *Pinus sylvestris* L. v uslovijah lesnogo pitomnika [Impact of the coniferous preparation on the growth and elemental composition of *Pinus sylvestris* L. seedlings in a forest nursery] / A.V. Egorova, N.P. Chernobrovkina, E.V. Robonen // Himija rastitel'nogo syr'ja [Chemistry of Plant Raw Materials]. — 2017. — № 2. — P. 171–180. [in Russian]
2. Frolenkova M.S. Vlijanie predposevnoj obrabotki semjan sosny obyknovennoj i eli evropejskoj na ih vshozhest' i energiju prorastanija [Influence of pre-sowing treatment of common pine and European spruce seeds on their germination and germination energy] / M.S. Frolenkova, A.P. Volkovich // Trudy BGTU [Proceedings of BSTU]. — 2016. — № 1. — P. 148–152. [in Russian]
3. Pentel'kina Ju.S. Vlijanie stimulyatorov na vshozhest' semjan i rost sejancev hvojnnyh vidov [Influence of stimulants on seed germination and growth of seedlings of coniferous species]: abstract dis. ... of PhD in Agricultural Sciences / Pentel'kina Julija Sergeevna. — 2003. — URL: [https://new-disser.ru/\\_avtoreferats/01002615081.pdf](https://new-disser.ru/_avtoreferats/01002615081.pdf) (accessed: 01.11.2024) [in Russian]
4. Pentel'kina N.V. Stimulirujuschee dejstvie Tsirkona na rost sejantsev hvojnnyh introdutsentov [The stimulating effect of Zircon on the growth of seedlings of coniferous introducers] / N.V. Pentel'kina, Ju.S. Pentel'kina // Lesnoj vestnik [Forestry Bulletin]. — 2002. — № 2. — P. 24–29. [in Russian]
5. Ostroschenko V.Ju. Prolongirovannoe vlijanie stimulyatorov rosta na vyraschivanie posadochnogo materiala eli korejskoj *Picea koraiensis* Nakai [Prolonged effect of growth stimulants on the cultivation of planting material of Korean spruce *Picea koraiensis* Nakai] / V.Ju. Ostroschenko // Vestnik RUDN. Serija: Agronomija i zhivotnovodstvo [Bulletin of PFUR University. Series: Agronomy and Animal Husbandry]. — 2023. — № 18 (3). — P. 309–319. [in Russian]
6. Ostroschenko V.Ju. Vlijanie stimulyatorov na rost i razvitie dvuletnih sejantsev kedra korejskogo (*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.) [Influence of stimulants on the growth and development of biennial seedlings of Korean cedar (*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.)] / V.Ju. Ostroschenko, L.Ju. Ostroschenko // Prirodoobustrojstvo [Environmental Management]. — 2024. — № 1. — P. 115–121. — DOI: 10.26897/1997-6011-2024-1-115-121 . [in Russian]
7. Solomentseva A.S. Vlijanie preparata «Biostim» na rost i razvitie semjan i sejantsev drevesnyh vidov v zasushlivoj zone [The effect of Biostim on the growth and development of seeds and seedlings of woody species in the arid zone] / A.S. Solomentseva, A.V. Solonkin, S.N. Krjuchkov [et al.] // Prirodoobustrojstvo [Environmental Management]. — 2023. — № 1. — P. 129–136. — DOI: 10.26897/1997-6011-2023-1-129-136. [in Russian]
8. Ostroschenko V.Ju. Prolongirovannoe vlijanie stimulyatorov na rost trehletnih sejantsev kedra korejskogo (*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.) [Prolonged effect of stimulants on the growth of three-year-old Korean cedar seedlings (*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.)] / V.Ju. Ostroschenko, M.N. Shein, L.Ju. Ostroschenko // Agrarnaja nauka [Agrarian Science]. — 2023. — № 12. — P. 118–123. — DOI: 10.32634/0869-8155-2023-377-12-118-123. [in Russian]
9. Tjukavina O.N. Biologicheski aktivnye preparaty dlja stimulyatsii rosta sejantsev hvojnnyh [Biologically active drugs for stimulating the growth of coniferous seedlings] / O.N. Tjukavina, N.A. Demina // Bulletin of the Buryat State Agricultural

Academy named after V.R. Filippov. — 2023. — № 1 (70). — P. 122–133. — DOI: 10.34655/bgsha.2023.70.1.015. [in Russian]

10. Kalinichenko N.P. Lesovosstanovlenie na vyrubkah [Reforestation on felling] / N.P. Kalinichenko, A.I. Pisarenko, N.A. Smirnov. — Moscow: Ekologija, 1991. — 384 p. [in Russian]

11. Zhigunov A.V. Vyraschivanie posadochnogo materiala s zakrytoj kornevoj sistemoj v Ust'janskom teplichnom komplekse. Prakticheskie rekomendatsii [Growing planting material with a closed root system in the Ustyansk greenhouse complex. Best Practices] / A.V. Zhigunov, A.I. Sokolov, V.A. Haritonov. — Petrozavodsk: Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2016. — 43 p. [in Russian]