

Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. 2024. №3 (76). С. 127–134.

BuryatAgrarian Journal. 2024;3(76):127–134.

Научная статья

УДК 630.232.3

doi: 10.34655/bgsha. 2024.76.3.016

Применение стимуляторов роста при выращивании сеянцев ели обыкновенной в открытом грунте

Ольга Николаевна Тюкавина², Надежда Александровна Демина¹,
Елена Николаевна Наквасина²

¹Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, Архангельск, Россия

²Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, Архангельск, Россия

o.tukavina@narfu.ru

monitoringlesov@sevniilh-arh.ru

e.nakvasina@narfu.ru

Аннотация. Решение проблем лесовосстановления невозможно без выращивания посадочного материала в лесных питомниках, потребность в котором возрастает с каждым годом. Кроме лесовосстановления посадочный материал востребован для рекультивации, реконструкции, реставрации насаждений, озеленения, реализации климатических проектов, создания карбоновых ферм. Повысить выход сеянцев, устойчивых к экстремальным факторам, сократить срок их выращивания возможно за счет применения биологически активных веществ. Целью работы является оценка влияния биологически активных веществ на рост сеянцев ели обыкновенной. Исследования проводили в северотаежном лесном районе. На опытных площадках экспериментальных грядок, в отличие от контрольных, в баковые смеси добавляли биологически активные препараты: Циркон, Эпин-Экстра, Силплант, витамины. Эпин-Экстра и Циркон – взаимозаменяемые препараты. Эпин-Экстра применяли при пониженных температурах и избыточном увлажнении, Циркон – при повышенных температурах и недостатке влаги. Обработка сеянцев препаратами Эпин-Экстра и Циркон способствовала более активному их росту при выполнении всех основных агротехнических приемов. Различие по высоте сеянцев, по сравнению с контролем, составило от 46 до 56 %; по диаметру – 20-38 %. При отсутствии эффективной борьбы с сорной растительностью действие биологически активных веществ не проявляется, а состояние сеянцев ухудшается. На площадке, зарастающей пыреем, доля здоровых сеянцев сокращается на 17,6 %; 15, 4 % сеянцев характеризуется общим пожелтением хвои. Баковые смеси фунгицида, удобрения и стимулятора роста не вызывают ожога хвои ели.

Ключевые слова: сеянцы ели, лесные питомники, биологически активные препараты, открытый грунт, высота, диаметр корневой шейки

Финансирование: Работа проведена по результатам исследований, выполненных в рамках государственного задания ФБУ «СевНИИЛХ» на проведение прикладных научных исследований. Регистрационный номер темы: 122020100292-5.

Original article

The use of growth stimulants in cultivation of seedlings of European spruce on the open ground

Olga N. Tyukavina², Nadezhda A. Demina¹, Elena N. Nakvasina²

¹Northern Research Institute of Forestry, Arkhangelsk, Russia

²Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia

o.tukavina@narfu.ru

monitoringlesov@sevniilh-arh.ru

e.nakvasina@narfu.ru

Abstract. The solution of forest restoration problems is impossible without growing planting material in forest nurseries, and the need for planting material increases every year. In addition to forest restoration, planting material is in demand for reclamation, reconstruction, restoration of plantings, landscaping, implementation of climate projects, starting of carbon farms. It is possible to increase the yield of seedlings resistant to extreme factors and reduce the period of their cultivation by using biologically active preparations. The aim of the work is to assess the effect of biologically active substances on the growth of seedlings of European spruce. The research was carried out in the North taiga forest area. In the test areas of the experimental seed plots, by contrast with the control ones, biologically active preparations were added to the tank mixtures: Zircon, Epin-Extra, Siliplant, vitamins. Epin-Extra and Zircon are interchangeable preparations. Epin-Extra was used at low temperatures and excessive humidity, Zircon - at elevated temperatures and insufficient humidity. Treatment of seedlings with Epin-Extra and Zircon preparations contributed to their more active growth when performing all basic agrotechnical techniques. The difference in the height of seedlings compared to the control group ranged from 46 to 56%; in diameter – 20-38%. In the absence of effective weed control, the effect of biologically active substances does not manifest itself, and the condition of seedlings deteriorates. On a site overgrown with wheatgrass, the proportion of healthy seedlings decreases by 17.6%; 15.4% of seedlings are characterized by a general yellowing of needles. Tank mixtures of fungicide, fertilizers and growth stimulants do not cause burning of spruce needles.

Keyword: spruce seedlings, forest nurseries, biologically active preparations, bare ground, height, root collar diameter

Funding: The study was carried out based on the results of research carried out within the framework of the state assignments of the FBI “Northern Research Institute of Forestry” for conducting applied scientific research. Topic registration number: 122020100292-5.

Введение. Проблемы лесовосстановления остаются актуальными в связи с повышением интенсивности рубки, сокращением площади хвойных лесов [1]. Решение проблем лесовосстановления невозможно без выращивания посадочного материала в лесных питомниках. С каждым годом потребность в посадочном материале возрастает. Это обусловлено расширением направлений его применения. Кроме лесовосстановления он востребован для рекультивации, реконструкции, реставрации насаждений, озеленения, реализации климатических проектов, создания карбоновых ферм [2, 3, 4].

Повысить выход сеянцев, устойчивых к экстремальным факторам, сократить срок их выращивания возможно за счет применения биологически активных веществ [5, 6]. Хорошие результаты по стимулированию роста сеянцев показали такие препараты, как Эпин и Циркон [7-11], которые являются не только стимуляторами роста, но и антистрессорами. При этом важно оценить действие препарата в комплексе с другими агротехническими мероприятиями.

Цель работы – оценка влияния биологически активных веществ Циркона и Эпин-Экстра на рост сеянцев ели обыкновенной.

Объекты и методы. Объектом исследования являются сеянцы ели обыкновенной первого и второго года выращивания. Сеянцы выращивались в Северотаежном лесном районе на экспериментальных грядах вблизи города Архангельска. Почвы среднесуглинистые.

Опыт по испытанию биологически активных препаратов заложен в 2022 году. Сеянцы выращивали на грядах, вскопанных вручную. Высота гряды составляет 15 см. При формировании гряд внесено фоновое удобрение (N60P60K60). Расположение посевных строк поперечное. На одной площадке 5 строк. Длина строк составляет 1 м. Расстояние между центрами строк 20 см, между лентами (площадками) – 40 см. Опытные и контрольные площадки чередовали. Опыт проводили в 3-кратной повторности. Строчки предварительно проливали Фитоспорином (3 мл на 100 мл воды). На погонный метр высевали 1,8 г семян. Семена замачивали в 0,25% растворе перманганата калия на 2 ч., затем подсушивали до сыпучего состояния. Семена были посеяны 25.05.2022 г. Вместе с семенами рассыпали на 1 погонный метр посевной строки 1,32 г суперфосфата (P20). Применяли искусственную мульчу – тонкий спанбонд. В течение вегетационного периода на опытном участке периодически проводилась прополка, полив. Проведено трехкратное опрыскивание фунгицидом Ракурс (0,8 мл/л).

Сроки проведения подкормок увязывались с периодами максимальной потребности растений в биогенных элементах. Для сеянцев первого года интенсивное поглощение азота, фосфора и калия начинается в хвоевую фазу, когда происходит усиленное формирование ассимиляционного аппарата, начинается рост осевого побега [12].

Применение биологически активных веществ совмещалось с проведением подкормки. Первая обработка была проведена при прорастании сеянцев по семядолям. Основными биологически активными веществами являлись Эпин-Экстра и Циркон. Применение препаратов

было обусловлено погодными условиями. Применение Эпин-Экстра эффективно при пониженных температурах и избыточном увлажнении. Циркон эффективен при повышенных температурах и недостатке влаги [13]. Действие Циркона усиливали микроудобрением Силиплант. Также для стимулирования ростовых веществ в баковую смесь добавляли витамины (B1, B6, PP, C) [14]. При этом в баковую смесь для обработки сеянцев добавляли фунгицид.

Система проведенных подкормок и обработок стимуляторами в первый год выращивания сеянцев ели (2022):

11.06.2022 – внекорневая подкормка Эпин-Экстра (0,1 мл/л);

25.06.2022 – корневая подкормка Карбамид (N60), внекорневая подкормка: Циркон (0,1 мл/л) + Силиплант (4 мл/л) + Тиамин (100 мг/л) + Пиридоксин (100 мг/л) + Никотиновая кислота (100 мг/л) + Аскорбиновая кислота (100 мг/л);

09.07.2022 – корневая подкормка Суперфосфат + Хлористый калий (P60K40), внекорневая подкормка: Циркон (0,1 мл/л) + Силиплант (4 мл/л) + Тиамин (100 мг/л) + Пиридоксин (100 мг/л) + Никотиновая кислота (100 мг/л) + Аскорбиновая кислота (100 мг/л);

25.07.2022 – корневая подкормка (полив под корень) (P60K40).

Система проведенных подкормок во второй год выращивания сеянцев ели (2023):

– 28.05.2023 – сухая корневая подкормка мочевиной между строчками;

– 17.06.2023 – внекорневая подкормка мочевины (10,8 г/л) + Эпин-Экстра (0,3 мл/л);

– 07.07.2023 – внекорневая подкормка удобрение Акварин для цветов (20:20:20) (2г/л) + фунгицид Доктор Кроп (4мл/л) + Эпин-Экстра (0,2 мл/л);

– 16.07.2023 – внекорневая подкормка Цитовит (1 мл/л) + Циркон (0,1 мл/л);

– 31.07.2023 – внекорневая подкормка удобрение Акварин Хвойное (8г/л) + Эпин-Экстра (0,2 мл/л);

– 07.08.2023 – обработка фунгицидом Топсин (5г/л) + Циркон (0,1 мл/л);

– 02.09.2023 – обработка фунгицидом Ракурс (0,8 мл/л) + Циркон (0,1 мл/л).

На контрольной площадке при выращивании сеянцев подкормки проводили в те же сроки, но не применяли биологически активные вещества Эпин-Экстра, Циркон, Силиплант и витамины.

Полив проводили по необходимости, один раз в неделю или один раз в две недели. С такой же частотой проводили ручную прополку гряд.

Для определения биометрических показателей в конце вегетационного сезона (сентябрь) случайной выборкой отбирали до 100 сеянцев с пробной площадки. В камеральных условиях измеряли штангенциркулем диаметр стволика у шейки корня с точностью до 0,1 мм; линейкой – высоту сеянца с точностью до 0,1 см.

Обработку данных проводили с помощью программ MS Excel 2007, Statistica 10.

Результаты исследований. При одинаковой норме высева количество сеянцев ели на погонном метре между опытными и контрольными вариантами

значимо не различается, за исключением третьей повторности (табл.). Третья опытная площадка, расположенная на краю гряды, характеризуется быстрым зарастанием пыреем ползучим. К концу второй недели после ручной прополки проективное покрытие пырея составляло 0,7, в то время как на остальных площадках – 0,2 – 0,3.

Небольшое количество сеянцев на погонном метре обусловлено образованием на поверхности почвы корки, несмотря на наличие тонкого спанбонда, полива. Корка и сорная растительность способствуют полеганию сеянцев. Причем при ручном способе борьбы с корневищными сорняками выдергиваются и сеянцы. Так как почвы представлены средним суглинком, весной второго года отмечалось выжимание сеянцев. Несмотря на проведенную оправку, часть сеянцев погибла.

Применение биологически активных веществ (Эпин-Экстра и Циркон) на 1-летних сеянцах ели привело к значимому увеличению диаметра корневой шейки.

Таблица – Параметры сеянцев ели на 1-й и 2-й год выращивания (сентябрь)

Номер повторности, год произрастания	Показатель	Опыт	Контроль	Достоверность различия ($t_{st} = 2,1$)	
1	1 год	Количество на 1 пг.м (шт.)	60±16,0	62±9,0	0,1
		Высота, см	4,6±0,08	4,3±0,07	2,8
		Диаметр корневой шейки, мм	0,9±0,01	0,8±0,01	7,1
	2 год	Количество на 1 пг.м (шт.)	60±15,0	61±15,9	0,05
		Высота, см	11,7±0,29	8,0±0,16	11,2
		Диаметр корневой шейки, мм	1,8±0,03	1,5±0,03	7,1
2	1 год	Количество на 1 пг.м (шт.)	56±8,2	59±11,0	0,2
		Высота, см	4,1±0,07	4,0±0,06	1,1
		Диаметр корневой шейки, мм	0,8±0,01	0,7±0,01	7,1
	2 год	Количество на 1 пг.м (шт.)	44±6,4	56±6,0	1,4
		Высота, см	10,9±0,33	7,0±0,20	10,1
		Диаметр корневой шейки, мм	1,8±0,04	1,3±0,03	10,0
3	1 год	Количество на 1 пг.м (шт.)	58±14,0	76±14,0	0,9
		Высота, см	4,0±0,07	4,0±0,04	0
		Диаметр корневой шейки, мм	0,8±0,01	0,7±0,008	7,1
	2 год	Количество на 1 пг.м (шт.)	31±5,0	66±13,0	2,5
		Высота, см	6,8±0,21	8,0±0,20	4,1
		Диаметр корневой шейки, мм	1,4±0,04	1,4±0,02	0

На второй год развития в опытном варианте наблюдалось усиление роста сеянцев по высоте, которая после первого года роста значительно не различалась с контролем. При обработке сеянцев биологически активными препаратами Эпин-Экстра и Циркон большая часть сеянцев достигает нормативных размеров на второй год выращивания (рис. 1).

На третьей опытной площадке действие биологически активных препаратов не выявлено. Высокая плотность корневищ пырея ползучего в почве оказала негативный эффект, который не только не

позволил реализовать действие биологических активных препаратов, но и привел к угнетению роста сеянцев. Высота сеянцев на третьей опытной площадке сократилась на 15 % ($t = 4,1$ при $t_{st} = 2,6$ и $p = 0,99$). Диаметр шейки корня сеянцев ели на третьей опытной площадке совпадает с контролем. Несмотря на регулярную прополку, ручной способ борьбы с пыреем ползучим в процессе выращивания сеянцев оказался неэффективным. Борьба с многолетними сорняками должна проводиться на паровом поле [15].

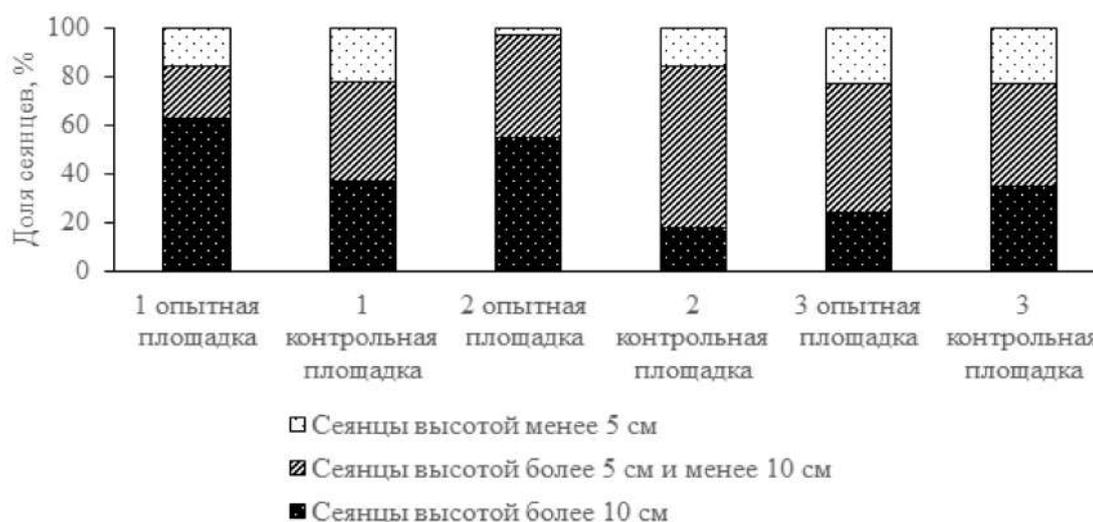


Рисунок 1. Распределение сеянцев по высоте на опытных и контрольных площадках

Обработка сеянцев препаратами Эпин-Экстра и Циркон способствовала более активному их росту при выполнении всех основных агротехнических при-

емов (рис. 2). Различие по высоте сеянцев, по сравнению с контролем, составило от 46 до 56 %; по диаметру – 20-38 %.



Рисунок 2. Двухлетние сеянцы, выращенные с: А – стимуляторами роста; Б – без стимуляторов роста

Доля здоровых сеянцев на погонном метре достаточно стабильная – 95-99 %, за исключением третьей площадки, харак-

теризующейся активным зарастанием пыреем ползучим (рис. 3).

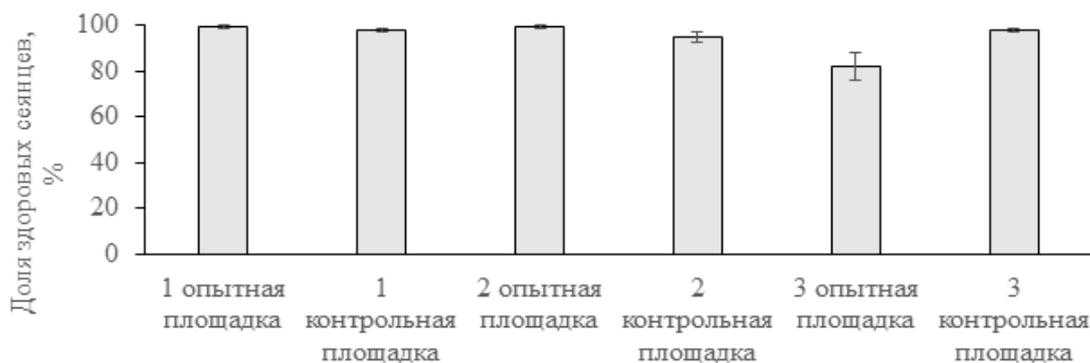


Рисунок 3. Представленность здоровых сеянцев второго года роста по площадкам

На всех площадках встречаются сеянцы с красно-бурой хвоей в нижней части кроны – попытки развития фузариоза. На 1-й и 2-й опытной площадке погибшие сеянцы отсутствуют. На других площадках их количество составляет от 0,9 до 1,2 %. На третьей опытной и контрольной площадке встречаются сеянцы с отмершей верхушечной почкой после первого года роста и развитием перевершинивания и многовершинности на втором году роста (1,4; 0,4 % соответственно). На третьей опытной площадке 15,4 % сеянцев хвоя имеет желтоватый оттенок. Побледнение и желтоватый оттенок хвои сеянцев указывает на недостаток минерального питания, что также может быть вызвано активным развитием корневищ пырея ползучего в почве.

На площадках не отмечались сеянцы с химическими ожогами хвои.

Заключение. Обработка сеянцев биологически активными препаратами Циркон и Эпин-Экстра в сочетании с агротехническими приемами способствовала лучшему росту сеянцев ели. Обработка баковыми смесями удобрения, фунгицида, биологически активных веществ в рассмотренных дозировках не вызывает ожогов и угнетения роста растений. Влияние биологически активных препаратов на выживаемость и рост сеянцев снижается при заглушении сорняками, в частности пыреем ползучим. Бесполезно стимулировать рост сеянцев ели биологически активными препаратами при отсутствии эффективной борьбы с сорной растительностью.

Список источников

1. Ильинцев А.С., Романов Е.М., Воронин В.В., Богданов А.П. Современная практика искусственного лесовосстановления в таежной зоне европейской части России // Известия вузов. Лесной журнал. 2024. №1. С. 52-64. EDN: OJOIOZ. doi: 10.37482/0536-1036-2024-1-52-64
2. Haase D.L., Davis A.S. Developing and supporting quality nursery facilities and staff are necessary to meet global forest and landscape restoration needs // Reforesta, 2017. V. 4. P. 69–93. doi:10.21750/REFOR.4.06.45
3. Silva L.N., Freer-Smith P., Madsen P. Production, restoration, mitigation: A new generation of plantations // New For. 2019. Vol. 50. P. 153–168. doi:10.1007/s11056-018-9644-6
4. Шанин В.Н., Фролов П.В., Коротков В.Н. Всегда ли искусственное лесовосстановление может быть лесоклиматическим проектом? // Вопросы лесной науки. 2022. Том 2. № 2. С. 103-139. EDN: WCDPAV. doi: 10.31509/2658-607x-202252-106.
5. Егорова А.В. Влияние экстрактов из древесной зелени и водопроводного осадка в качестве компонента субстрата на всхожесть семян и рост сеянцев сосны обыкновенной: дис. ... к. с.-х. наук. Петрозаводск, 2019. 125 с.
6. Andreeva E.M., Stetsenko S.K., Terekhov G.G., Khurshkainen T.V., Kutchin A.V. Possibility the use biopreparations from coniferous raw materials in artificial reforestation of Scots pine // Proceedings of universities.

Applied chemistry and biotechnology. 2023. Vol. 13. No. 1. Pp. 99-106. EDN: MWXKLU. doi: 10.21285/2227-2925-2023-13-1-99-106

7. Острошенко В.Ю., Острошенко Л.Ю. Эффективность применения стимуляторов роста при выращивании сеянцев пихты цельнолистной (*Abies holophylla* Maxim.) // Успехи современного естествознания. 2020. № 4. С. 41-47. EDN: GLTTTA. doi: 10.17513/use.37360

8. Острошенко В.Ю. Пролонгированное влияние стимуляторов роста на выращивание посадочного материала ели корейской *Picea koraiensis* Nakai // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агротехника и животноводство. 2023. Том 18. № 3. С. 309-319. EDN: MJEOMV. doi: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-309-319

9. Скозарева И.А., Чернодубов А.И. Эффективность применения стимуляторов роста при выращивании сеянцев сосны обыкновенной // Лесотехнический журнал. 2019. Том 9. № 3 (35). С. 87 - 95. EDN: HMLCWZ. doi: 10.34220/issn.2222-7962/2019.3/8

10. Кириенко М.А., Гончарова И.А. Пролонгированное влияние стимулятора роста на морфометрические показатели трехлетних сеянцев основных лесообразующих видов Средней Сибири // Сибирский лесной журнал. 2018. 31. С. 65 - 70. EDN: YSUNUX. doi: 10.15372/SJFS20180107

11. Острошенко В.Ю. Эффективность применения стимуляторов роста при выращивании посадочного материала хвойных древесных пород в Приморском крае / дис. ... к. с.-х. наук. Уссурийск, 2021. 281 с.

12. Наквасина Е.Н. Ритмика роста сеянцев сосны и ели. Биоэкологическое обоснование агротехники выращивания. Архангельск, 2016. 158 с.

13. Вакуленко В.В. Регуляторы роста и микроудобрения – факторы повышения продуктивности культур // Защита и карантин растений. 2015. № 3. С. 43 - 44. EDN: TLAABX

14. Братилова Н.П., Матвеева Р.Н., Щерба Ю.Е., Кичильдеев А.Г. Выращивание селекционного посадочного материала. Красноярск: СибГАУ, 2016. 66 с.

15. Тюкавина О.Н., Демина Н.А. Применение гербицидов при выращивании сеянцев хвойных в питомниках открытого грунта // Хвойные бореальной зоны. 2022. Том 40. № 6. С. 513-518. EDN: YIBOWJ. doi: 10.53374/1993-0135-2022-6-513-518

References

1. Il'incev A.S., Romanov E.M., Voronin V.V., Bogdanov A.P. Modern Practice of Artificial Reforestation in the Taiga Zone of the European Part of Russia *Lesnoy Zhurnal = Russian Forestry Journal*. 2024;1:52-64 (In Russ.). doi: 10.37482/0536-1036-2024-1-52-64

2. Haase D.L., Davis A.S. Developing and supporting quality nursery facilities and staff are necessary to meet global forest and landscape restoration needs. *Reforesta*. 2017;Vol.4:69–93.

3. Silva L.N., Freer-Smith P., Madsen P. Production, restoration, mitigation: A new generation of plantations. *New For*. 2019;Vol.50:153–168.

4. Shanin V.N., Frolov P.V., Korotkov V.N. Can artificial reforestation always be a forest climatic project? *Forest science issues*. 2022;5(2):103-139 (In Russ.)

5. Egorova A.V. Vliyanie ekstraktov iz drevesnoj zeleni i vodoprovodno-go osadka v kachestve komponenta substrata na vskhozhest' semyan i rost seyancev sosny obyknovенной. [The effect of extracts from woody greenery and tap sediment as a substrate component on seed germination and growth of seedlings of Scots pine]. Candidate's dissertation. Petrozavodsk, 2019. 125 p. (In Russ.)

6. Andreeva E.M., Stetsenko S.K., Terekhov G.G., Khurshkainen T.V., Kutchin A.V. Possibility the use biopreparations from coniferous raw materials in artificial reforestation of Scots pine. *Proceedings of universities. Applied chemistry and biotechnology*. 2023;Vol.13:No.1:99-106.

7. Ostroshenko V.Yu., Ostroshenko L.Yu. The effectiveness of the application of growth stimulants in growing Manchurian fir. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya [Advances in current natural sciences]*. 2020;4:41-47 (In Russ.) doi: 10.17513/use.37360

8. Ostroshenko V.Yu. Prolonged effect of growth stimulants on cultivation of planting material of Koyama spruce *Picea koraiensis* Nakai. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2023;18(3):309-319 (In Russ.) doi: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-309-319

9. Skozareva I.A., Chernodubov A.I. Efficiency of growth stimulant application growing seeds of scots pine. *Forestry Journal*. 2019;3(35):87-95 (In Russ.). doi: 10.34220/issn.2222-7962/2019.3/8

10. Kirienko M.A., Goncharova I.A. The prolonged influence of growth stimulants on morphometric indicators of three-year seedlings of main forest forming species of Central Siberia. *Sibirskij lesnoj zhurnal [Sib. J. For. Sci.]*. 2018;31:65-70 (In Russ.). doi: 10.15372/SJFS20180107

11. Ostroshenko V.Yu. Effektivnost' primeneniya stimulyatorov rosta pri vyrashchivaniy posadochnogo materiala hvoynyh drevesnyh porod v Primor-skom krae. [The effectiveness of the use of growth stimulants in the cultivation of planting material of coniferous tree species in Primorsky Krai]. Candidate's dissertation. Ussuriysk, 2021. 281 p. (In Russ.)

12. Nakvasina E.N. Ritmika rosta seyancev sosny i eli. Bioekologicheskoe obosnovanie agrotekhniki vyrashchivaniya [Rhythmics of growth of pine and spruce seedlings. Bioecological justification of agrotechnics of cultivation]. Arkhangelsk, 2016. 158 p. (In Russ.)

13. Vakulenko V.V. Growth regulators and micronutrients - factors increasing the productivity of crops. *Plant protection and quarantine*. 2015.3:43-44 (In Russ.)

14. Bratilova N.P., Matveeva R.N., SHCHerba YU.E., Kichkil'deev A.G. Vyrashchivanie selekcionnogo posadochnogo materiala [Cultivation of breeding planting material]. Krasnoyarsk, SibGAU, 2016. 66 p. (In Russ.)

15. Tyukavina O.N., Demina N.A. The use of herbicides in the cultivation of coniferous seedlings in open-ground nurseries. *Conifers of the boreal area*. 2022;40(6):513-518 (In Russ.). doi: 10.53374/1993-0135-2022-6-513-518.

Информация об авторах

Ольга Николаевна Тюкавина – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор;

Надежда Александровна Демина – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник;

Елена Николаевна Наквасина – доктор сельскохозяйственных наук, профессор.

Information about the authors

Olga N. Tyukavina – Doctor of Science (Agriculture), Associate Professor, Professor;

Nadezhda A. Demina – Candidate of Science (Agriculture), Senior Researcher,;

Elena N. Nakvasina – Doctor of Science (Agriculture), Professor.

Статья поступила в редакцию 19.04.2024; одобрена после рецензирования 21.05. 2024; принята к публикации 28.05.2024.

The article was submitted on 19.04.2024; approved after reviewing on 21.05.2024; accepted for publication on 28.05.2024.