

DOI 10.22363/2312-797X-2020-15-1-40-50
УДК 633.877.3(574)

Научная статья / Research article

Результаты опытных работ по адаптации зарубежных технологий интенсивного выращивания посадочного материала сосны обыкновенной в Казахстане

С.А. Кабанова¹, В.А. Борцов¹, М.А. Данченко²

¹Казахский научно-исследовательский университет лесного хозяйства
и агролесомелиорации, Щучинск, Казахстан

²Томский государственный университет, Томск, Российская Федерация
*Kabanova.05@mail.ru

Аннотация. Цель исследований — адаптация в Казахстане технологий интенсивного и ускоренного выращивания посадочного материала сосны обыкновенной, разработанных в ближнем зарубежье. Объекты исследований — однолетние сеянцы сосны обыкновенной в лесных питомниках Павлодарской, Акмолинской, Северо-Казахстанской областях. Опыты были заложены по 4 направлениям: внесение сухих ростовых веществ в почву, предпосевная обработка семян в стимуляторах, замачивание семян в стимуляторах и фунгициде, предпосевной полив почвы регуляторами роста. Установлено, что качество семян значительно снизилось по сравнению с прошлым годом, только семена из Павлодарской области имели высокие показатели. Наибольшими средними показателями грунтовой всхожести отличались семена в питомнике ГЛПР «Ертіс орманы» (58,7...67,8%). В КГУ «УЛХ «Букпа» наибольший указанный показатель имели семена в опыте с замачиванием их в Цирконе+Трихоцин (3+2 часа). В питомнике Арыкбалыкского филиала ГНПП «Кокшетау» применение Байкала в качестве стимулятора и полив почвы ЭридГроу позволили несколько повысить всхожесть. В лесном питомнике ГЛПР «Ертіс орманы» лучшие результаты по высоте однолетних сеянцев получены в опытах с предпосевной обработкой семян сосны обыкновенной стимуляторами и поливом почвы ростовыми веществами. Средняя высота сеянцев на опытах составила соответственно 4,32 и 4,64 см. Применение Циркона совместно с Трихоцином позволило увеличить рост сеянцев в питомнике КГУ «УЛХ «Букпа» до 1,42 см, что являлось наибольшим значением. Выявлено, что применяемые в ближнем зарубежье технологии интенсивного выращивания сеянцев сосны обыкновенной по совокупности исследуемых признаков показали положительное влияние только при использовании Цитовита. По другим опытам определено, что лучшие показатели роста по высоте имели сеянцы сосны обыкновенной, выращенные из семян с предпосевной обработкой в Гумате+7 в течение 12 часов, причем хорошие результаты имело как применение только стимулятора, так и совместно с фунгицидом Трихоцин. Значительно ускоряет рост сеянцев сосны обыкновенной повышение плодородия почвы путем внесения азотных, фосфорных удобрений, активатора почвы ЭридГроу и KZ Культуры.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, посадочный материал, стимуляторы, ростовые вещества, всхожесть семян

История статьи:

Поступила в редакцию: 9 января 2020 г. Принята к публикации: 24 января 2020 г.

© Кабанова С.А., Борцов В.А., Данченко М.А., 2020.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/1>

Для цитирования:

Кабанова С.А., Борцов В.А., Данченко М.А. Результаты опытных работ по адаптации зарубежных технологий интенсивного выращивания посадочного материала сосны обыкновенной в Казахстане // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. 2020. Т. 15. № 1. С. 40–50. doi: 10.22363/2312-797X-2020-15-1-40-50

Adaptation of foreign technologies of intensive cultivation of scots pine planting material in Kazakhstan

Svetlana A. Kabanova¹, Valery A. Bortsov¹, Matvey A. Danchenko²

¹Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry, *Schuchinsk, Kazakhstan*

²Tomsk State University, *Tomsk, Russian Federation*

*Correspondent author: kabanova.05@mail.ru

Abstract. The purpose of the research was the adaptation of foreign technologies for intensive and accelerated cultivation of Scots pine planting material in Kazakhstan. Objects of research were annual seedlings of scots pine in forest nurseries of Pavlodar, Akmola, and North Kazakhstan regions. The experiments were established in 4 directions: application of dry growth regulators to soil, pre-sowing seed treatment with growth regulators, soaking seeds in stimulants and fungicide, pre-sowing watering of the soil with growth regulators. It was established that seed quality decreased significantly compared to the last year, only seeds from Pavlodar region had high indicators. Seeds from the nursery 'Ertic Ormany' had the highest average indicators of soil germination (58.7...67.8%). In 'Bukhpa', the highest germination was observed in seeds soaked with Zircon + Trichocin (3 + 2 hours). Baikal growth regulator and AridGrow slightly increased germination in the nursery of Arykbalyk branch of 'Kokshetau'. In the forest nursery 'Ertis Ormany', the highest annual seedlings were obtained in variants with presowing treatment of scots pine seeds with stimulants and watering the soil with growth substances. The average height of experimental seedlings was 4.32 and 4.64 cm, respectively. The combined use of Zircon and Trichocin increased seedling growth in 'Bukpa' nursery to 1.42 cm, which was the highest value. It was revealed that the technologies used in neighboring countries for intensive cultivation of scots pine seedlings showed a positive effect only when using Citovit. According to other experiments, it was determined that seedlings of scots pine grown from seeds with pre-sowing treatment in Gumat+7 for 12 hours had the best growth indicators in height. Increased soil fertility through applying nitrogen, phosphorus fertilizers, soil activator AridGrow and KZ Cultury significantly accelerated growth of scots pine seedlings.

Key words: scots pine, planting material, stimulants, growth regulators, seed germination

Article history:

Received: 9 January 2020. Accepted: 24 January 2020

For citation:

Kabanova SA, Bortsov VA, Danchenko MA. Adaptation of foreign technologies of intensive cultivation of scots pine planting material in Kazakhstan. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2020; 15(1):40–50. doi: 10.22363/2312-797X-2020-15-1-40-50

Введение

Большое влияние на рост сеянцев древесных пород имеет качество семян, из которых их выращивают. После неправильной сушки шишек, переработки и хранения семян значительно снижается их всхожесть. Повысить всхожесть семян можно проведением предпосевной обработки (стратификация, снегование, замачивание

и др.). Разработаны нетрадиционные способы ускорения прорастания семян и роста сеянцев — воздействие низкочастотного электромагнитного поля [1], применение нанокристаллического порошка железа [2] и др. В настоящее время широко распространена предпосевная обработка с применением различных регуляторов роста [1–8]. Во всех научных статьях, посвященных этой теме, подтверждаются выводы о целесообразности использования стимуляторов для повышения всхожести семян и роста сеянцев древесных пород. Аналогичные исследования проводятся и в странах дальнего зарубежья на семенах различных пород [9, 10]. Выявлено, что предпосевная стимуляция семян влияет также и на увеличение высоты сеянцев.

Согласно разрабатываемой теме по апробации зарубежного опыта выращивания посадочного материала, КазНИИЛХА использовал предложения, научные разработки и технологии, находящиеся в общем доступе.

Цель исследований — адаптация в условиях Казахстана разработанных в ближнем зарубежье технологий интенсивного и ускоренного выращивания посадочного материала сосны обыкновенной.

Материалы и методы

Для адаптации технологий было проведено предпосевное замачивание семян в стимуляторах Байкал [11], Циркон [12] и Гумат+7 микроэлементов. Перед посевом семян на всей площади опытов произвели полив почвы Цитовитом [13]. В течение вегетационного периода всходы и однолетние сеянцы опрыскивали Цирконом [12]. Кроме того, в почву были внесены различные ростовые вещества: Фертика (бывшее название — Кемира-универсал) [14], карбамид (азотное удобрение), суперфосфат (фосфорное удобрение), борная кислота; полив почвы перед посевом семян производили ростовым веществом на основе ила сточных вод «KZ Культуры» казахстанского производства, активатором почвы ЭридГроу, Трихоцином, Цитовитом.

Объектами исследований выбраны однолетние сеянцы сосны обыкновенной в лесных питомниках Павлодарской (ГЛПР «Ертіс орманы»), Акмолинской (КГУ «УЛХ «Букпа»), Северо-Казахстанской областях (Арыкбалыкский филиал (АФ) ГНПП «Кокшетау»). Почвы в питомнике ГЛПР «Ертіс орманы» — песчаные, в других питомниках — черноземные. Климат во всех регионах исследований резко-континентальный.

Опыты закладывались по 4 направлениям:

- 1) внесение ростовых веществ в почву, посев семян с предпосевной обработкой Цирконом (6 ч) + Трихоцин (2 ч);
- 2) предпосевная обработка семян стимуляторами различное время в разных концентрациях, посев семян;
- 3) предпосевное замачивание семян в стимуляторах и фунгициде Трихоцин, посев семян;
- 4) полив почвы ростовыми веществами перед посевом семян и посев семян с предпосевной обработкой Цирконом (6 ч) + Трихоцин (2 ч).

Согласно адаптируемым технологиям, на всех участках проводились предпосевная полив почвы Цитовитом и одноразовая внекорневая подкормка однолетних сеянцев Цирконом. Каждый вариант опыта выполнялся в 2-кратной повторности. Посев семян осуществлялся по схемам, применяемым в учреждениях лесного

хозяйства. Грунтовая всхожесть определялась путем подсчета всходов в момент массового их появления. Высота измерялась у 50 растений на каждом варианте опыта линейкой с точностью до 1 мм.

Результаты исследований

Изучено качество высеваемых семян сосны обыкновенной, динамика данного показателя приведена в табл. 1. Наиболее стабильным качеством отличались семена из Павлодарской области — за последние 2 года наблюдений основные показатели значительно не изменялись. В 2019 г. ухудшилось качество семян практически во всех питомниках, кроме ГЛПР «Ертіс орманы». Возможно, на это повлияли погодные условия первого года роста шишек и развития семян — 2018—2019 гг.

Таблица 1

Динамика качества семян сосны обыкновенной по регионам исследований

Показатели качества семян	Местонахождение питомника							
	Павлодарская область, ГЛПР «Ертіс орманы»			Северо-Казахстанская область, Арыкбалыкский филиал ГНПП «Кокшетау»			Акмолинская область, КГУ «УЛХ «Букпа»	
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2018	2019
Масса 1000 шт., г	8,6	10,1	10,7	6,2	7,8	6,6	6,6	5,96
Чистота,%	98,6	98,0	98,8	99,5	99,2	98,5	98,0	97,1
Всхожесть,%	42,0	72,0	77	35,0	56,0	64	72	67
Энергия прорастания,%	24,0	70,0	73	33,0	56,0	61	34	65

Table 1

Dynamics of the quality of *Pinus sylvestris* seeds in research regions

Indicators of seed quality	Nursery location							
	Pavlodar region, 'Ertis ormany'			North Kazakhstan region, Arykbalyk branch of 'Kokshetau'			Akmola region, 'Bukpa'	
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2018	2019
1000 seed weight, g	8.6	10.1	10.7	6.2	7.8	6.6	6.6	5.96
Purity,%	98.6	98.0	98.8	99.5	99.2	98.5	98.0	97.1
Germination capacity,%	42.0	72.0	77	35.0	56.0	64	72	67
Emergence rate,%	24.0	70.0	73	33.0	56.0	61	34	65

Наибольшими средними показателями грунтовой всхожести по вариантам опытов отличались семена в питомнике ГЛПР «Ертіс орманы» (58,7...67,8%) (рис. 1). Следует отметить, что предпосевное замачивание семян в стимуляторах положительно сказалось на грунтовой всхожести семян и встречаемости сеянцев на единице площади, особенно при замачивании семян в Гумате+7 в течение 12 часов. Причем, встречаемость в опыте с использованием только стимуляторов составила 85,1

шт./пог. м, с замачиванием семян в стимуляторах совместно с Трихоцином — 76,2 шт./пог. м, тогда как в других опытах данный показатель изменялся от 58,8 до 68,5 шт./пог. м. Из указанных значений видно, что полученное число сеянцев на 1 пог. м позволит получить достаточное количество посадочного материала с единицы площади. В КГУ «УЛХ «Букпа» посадочный материал выращивался без полива, после посева была жаркая сухая погода, что повлияло на число проросших семян. Кроме того, семена сосны обыкновенной были низкого качества. Наибольший указанный показатель имели семена в опыте с замачиванием их в Цирконе (3 ч) и Трихоцине (2 ч). Почвенные условия в питомнике Арыкбалыкского филиала ГНПП «Кокшетау» неблагоприятны для успешного выращивания сеянцев, поэтому в данном питомнике наблюдались самые низкие значения всех показателей посадочного материала, в том числе грунтовой всхожести. Применение Байкала в качестве стимулятора и полив почвы ЭридГроу позволил несколько повысить всхожесть.

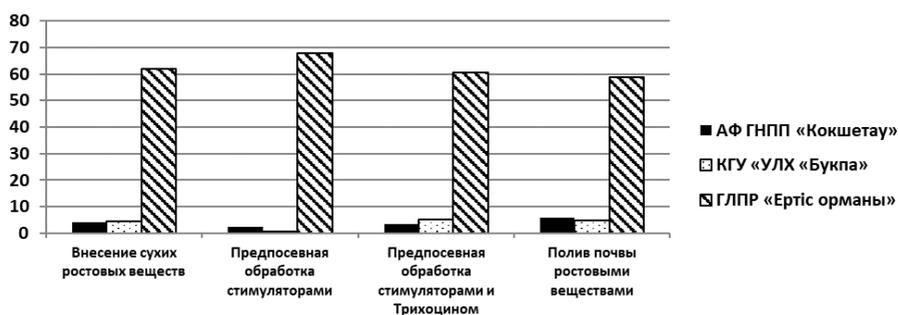


Рис. 1. Грунтовая всхожесть, %, семян сосны обыкновенной по опытам

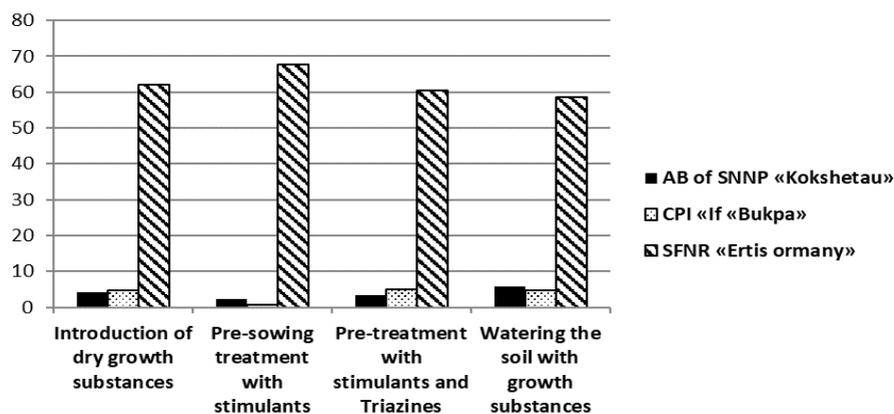


Fig. 1. Ground germination capacity, %, of *Pinus sylvestris* seeds

В лесном питомнике ГЛПР «Ертіс орманы» лучшими результатами по высоте однолетних сеянцев отличался опыт с предпосевной обработкой семян сосны обыкновенной стимуляторами и с поливом почвы ростовыми веществами (табл. 2). Средняя высота сеянцев на опытах составила соответственно 4,32 и 4,64 см. Опыт с применением ростовых сухих веществ показал наименьшие результаты по высоте сеянцев — 3,82 см.

Таблица 2

**Средняя высота однолетних сеянцев сосны обыкновенной
в зависимости от предпосевной технологии обработки семян**

Вещества	Доза внесения	Средняя высота, см		
		АФ ГНПП «Кокшетау»	КГУ «УЛХ «Букпа»	ГЛПР «Ертіс орманы»
Опыт 1. Внесение ростовых веществ, предпосевной полив почвы Цитовитом, посев семян с предпосевной обработкой Цирконом (6 ч) + Трихоцин (2 ч)				
Борная кислота	0,2 г/1 л (м ²)	1,24±0,07	1,29±0,04	3,13±0,12
Карбамид+суперфосфат	3 г+2 г/м ²	1,12±0,07	1,70±0,19	3,74±0,11
Карбамид+суперфосфат+ ЭридГроу	3г+2г/м ² +100 мл/10л	1,14±0,08	0,90±0,11	3,63±0,14
KZ Культуры	100 мл/10 л	1,08±0,07	1,25±0,06	4,24±0,14
Фертика	50...70 г/м ²	1,05±0,08	1,21±0,10	4,35±0,14
Опыт 2. Проведение предпосевной обработки семян стимуляторами, посев семян. Предпосевной полив почвы Цитовитом				
Байкал (1,5 ч)	2 мл/2 л	1,44±0,12	–	4,02±0,13
Циркон (3 ч)	0,5 мл/2 л	1,26±0,12	1,25±0,05	4,09±0,16
Циркон (6 ч)	0,5 мл/2 л	1,15±0,08	–	4,16±0,21
Гумат+7 (12 ч)	1,5 г/1 л	1,04±0,06	–	4,68±0,18
Гумат+7 (12 ч)	0,5 г/1 л	1,28±0,11	–	4,63±0,17
Контроль		0,82±0,08	–	4,14±0,13
Опыт 3. Проведение предпосевной обработки семян Цирконом и Трихоцином (6 + 2 ч), посев семян. Предпосевной полив почвы Цитовитом				
Байкал+Трихоцин (1,5+2 ч)	2 мл/2 л	1,23±0,11	–	4,25±0,15
Циркон+Трихоцин (3+2 ч)	0,5 мл/2 л	1,16±0,10	1,42±0,03	3,8±0,11
Циркон+Трихоцин (6+2 ч)	0,5 мл/2 л	1,31±0,10	–	3,84±0,11
Гумат+7+Трихоцин (12+2 ч)	0,5 г/1 л	1,37±0,11	–	3,99±0,13
Гумат+7+Трихоцин (12+2 ч)	1,5 г/1 л	1,38±0,09	–	4,37±0,11
Контроль+Трихоцин	0,6 г/1 л	1,21±0,07	1,18±0,04	4,34±0,14
Контроль		1,19±0,06	1,41±0,05	4,02±0,15
Опыт 4. Полив почвы ростовыми веществами, предпосевной полив Цитовитом, посев семян, обработанных стимулятором Циркон+Трихоцин (6 + 2 ч)				
KZ Культуры	100 мл/10 л	1,31±0,05	1,24±0,04	4,49±0,16
ЭридГроу	50 мл/10 л	1,28±0,06	1,03±0,04	4,48±0,13
Цитовит	1,5 мл/1,5 л	1,32±0,08	–	4,75±0,17
Трихоцин	1,2 г/2 л/2 м ²	1,35±0,06	1,09±0,04	3,9±0,11
Контроль		1,31±0,08	1,32±0,03	4,86±0,18

Table 2

The average height of *Pinus sylvestris* annual seedlings

Agent	Application dose	Average height, cm		
		Arykbalyk branch of 'Kokshetau'	'Bukpa'	'Ertis ormany'
Experiment 1. Application of growth regulators. Pre-sowing soil irrigation with Tsitovit. Pre-sowing seed treatment with Zircon (6 h) + Trichocin (2 h)				
Boric acid	0.2 g/1 l(m ²)	1.24±0.07	1.29±0.04	3.13±0.12
Carbamide+superphosphate	3 g+2 g/m ²	1.12±0.07	1.70±0.19	3.74±0.11
Carbamide+Superphosphate + AridGrow	3 g+2 g/m ² + 100 ml/10 l	1.14±0.08	0.90±0.11	3.63±0.14
KZ Cultury	100ml/10 l	1.08±0.07	1.25±0.06	4.24±0.14
Fertika	50...70 g/m ²	1.05±0.08	1.21±0.10	4.35±0.14
Experiment 2. Pre-sowing treatment of seeds with growth regulators, seed sowing. Pre-sowing soil irrigation with Tsitovit				
Baikal (1.5 hours)	2 ml/2 l	1.44±0.12	–	4.02±0.13
Zircon (3 hours)	0.5 ml/2 l	1.26±0.12	1.25±0.05	4.09±0.16
Zircon (6 hours)	0.5 ml/2 l	1.15±0.08	–	4.16±0.21
Gumat+7 (12 hours)	1.5 g/1 l	1.04±0.06	–	4.68±0.18
Gumat+7 (12 hours)	0.5 g/1 l	1.28±0.11	–	4.63±0.17
Control		0.82±0.08	–	4.14±0.13
Experiment 3. Pre-sowing seed treatment with Zircon and Trichotsin (6+2 h), seed sowing. Pre-sowing soil irrigation with Tsitovit				
Baikal + Trichocin (1.5+2h)	2 ml/2 l	1.23±0.11	–	4.25±0.15
Zircon + Trichocin (3+2h)	0.5 ml/2 l	1.16±0.10	1.42±0.03	3.8±0.11
Zircon + Trichocin (6+2h)	0.5 ml/2 l	1.31±0.10	–	3.84±0.11
Gumat+7 + Trichocin (12+2h)	0.5 g/1 l	1.37±0.11	–	3.99±0.13
Gumat+7 + Trichocin (12+2h)	1.5 g/1 l	1.38±0.09	–	4.37±0.11
Control + Trichocin	0.6 g/1 l	1.21±0.07	1.18±0.04	4.34±0.14
Control		1.19±0.06	1.41±0.05	4.02±0.15
Experiment 4. Watering the soil with growth regulators, pre-sowing watering with Tsitovit, sowing of seeds treated with Zircon (6 h)+ Trichocin (2 h)				
KZ Cultury	100 ml/10 l	1.31±0.05	1.24±0.04	4.49±0.16
AridGrow	50 ml/10 l	1.28±0.06	1.03±0.04	4.48±0.13
Tsitovit	1.5 ml/1.5 l	1.32±0.08	–	4.75±0.17
Trichocin	1.2 g/2 l/2 м ²	1.35±0.06	1.09±0.04	3.9±0.11
Control		1.31±0.08	1.32±0.03	4.86±0.18

В питомнике АФ ГНПП «Кокшетау» по всем годам проводимых исследований наблюдался минимальный рост одно-двухлетних сеянцев сосны обыкновенной по сравнению с другими регионами. Это происходит по нескольким причинам. Во-первых, поздний посев семян. Из-за особенностей расположения питомника посев ежегодно проводится не ранее начала июня, что значительно снижает рост

сеянцев и грунтовую всхожесть семян. Во-вторых, низкая плодородность и тяжелый механический состав почвы. Из-за сильного уплотнения почвы в вегетационный период корни растений не могут проникать в более глубокие слои почвы, поэтому формируется укороченная корневая система с множеством мелких корней. Из-за сильного истощения почвы высота сеянцев очень небольшая, причем длина хвои достигает до 10 и более сантиметров. И самая важная причина низкого качества посадочного материала — плохие семена. В 2019 г. на участке были посеяны семена из ГЛПР «Ертіс орманы», которые при всех вышеуказанных факторах агротехники и погодных условиях превышали высоту местных сеянцев более чем в 2 раза.

Проведенные опытные работы по адаптации зарубежных технологий (рис. 2) показали хорошие результаты при применении удобрения Фертика в питомнике ГЛПР «Ертіс орманы». Высота однолетних сеянцев с использованием этого удобрения превышала другие варианты в 1,0...1,4 раза. В питомнике АФ ГНПП «Кокшетау» использование удобрения Фертика не повлияло на увеличения роста сеянцев — в данном опыте высота сеянцев была наименьшей. Наибольшие показатели имел вариант с применением борной кислоты. Аналогично для сеянцев, произрастающих в питомнике КГУ «УЛХ «Букпа», внесение удобрения носило отрицательный характер — все сеянцы отставали в росте.

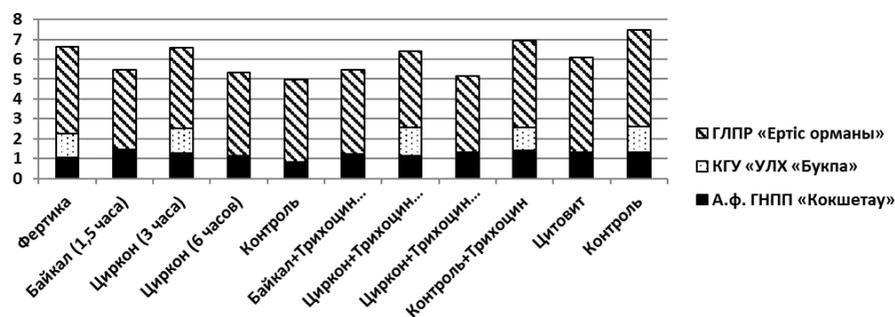


Рис. 2. Средняя высота, см, однолетних сеянцев сосны обыкновенной в опытах по испытываемым технологиям

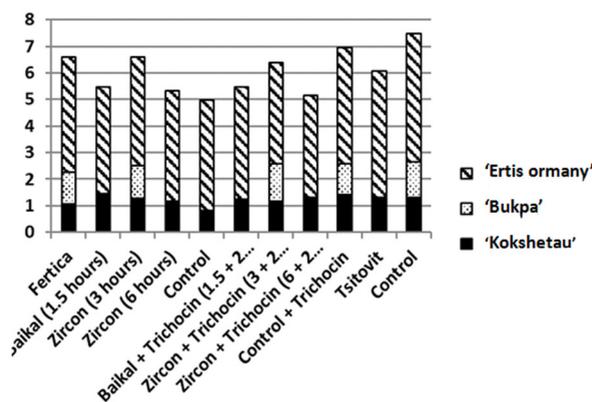


Fig. 2. Average height of scots pine annual seedlings in the tested technologies

Применение Циркона совместно с Трихоцином позволило увеличить рост сеянцев в питомнике КГУ «УЛХ «Букпа» до 1,42 см, что являлось наибольшим значением. Полив почвы Цитовитом повлиял на рост однолетних сеянцев сосны обыкновенной по всем регионам, но показатели роста незначительно превышали контроль и отставали от некоторых других вариантов в данном опыте. Предпосевная обработка Цирконом по испытываемой технологии как при применении только стимулятора, так и совместно с Трихоцином в питомнике ГЛПР «Ертіс орманы» не повлияла на высоту и встречаемость однолетних сеянцев, в данном варианте наблюдались наименьшие показатели. В АФ ГНПП «Кокшетау» достоверных различий в применении Циркона и других стимуляторов не обнаружено.

Предпосевная обработка семян сосны обыкновенной Байкалом повлияла на ускорение высоты однолетних сеянцев только в питомнике АФ ГНПП «Кокшетау». Но следует отметить, что встречаемость сеянцев на единице площади при обработке Байкалом увеличивается.

Поскольку для исследований было выбрано большое число опытов и их вариантов, по всем полученным результатам проведен кластерный анализ. На основании данного анализа были выбраны оптимальные варианты для влияния на увеличение грунтовой всхожести и роста сеянцев. Для ГЛПР «Ертіс орманы» положительное воздействие оказывает полив почвы Цитовитом и ЭридГроу. В питомниках АФ ГНПП «Кокшетау» и КГУ «УЛХ «Букпа» из-за неблагоприятных почвенных условий необходимо увеличение плодородия почвы, поэтому наиболее хорошие результаты показал опыт с внесением азотных, фосфорных удобрений, полив почвы ЭридГроу и KZ Культуры. Для повышения грунтовой всхожести и высоты сеянцев также возможно применение предпосевной обработки семян Гуматом+7 в течение 12 часов.

Заключение

В проведенных наблюдениях выявлено, что применяемые в ближнем зарубежье технологии интенсивного выращивания сеянцев сосны обыкновенной по совокупности исследуемых признаков показали положительное влияние только при использовании Цитовита. В целом выявлено, что лучшие показатели роста по высоте имеют сеянцы сосны обыкновенной, выращенные из семян с предпосевной обработкой в Гумате+7 в течение 12 часов, причем хорошие результаты имеет как применение только стимулятора, так и совместно с фунгицидом Трихоцин. Также очень большую роль в ускорении роста сеянцев сосны обыкновенной играет повышение плодородия почвы путем внесения азотных, фосфорных удобрений, активатора почвы ЭридГроу и «KZ Культуры».

Библиографический список

1. Смирнов А.И., Орлов Ф.С., Дроздов И.И. Влияние низкочастотного электромагнитного поля на прорастание семян и рост сеянцев сосны обыкновенной и ели европейской // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2015. № 3 (345). С. 53–58.
2. Фадькин Г.Н., Виноградов Д.В., Щур А.В. Влияние нанокристаллического порошка железа на выход посадочного материала сосны обыкновенной, пригодного для механизированной посадки // Вестник Белорусско-Российского университета. 2015. № 2 (47). С. 136–142.

3. Филоник И.А., Апрасюхин А.И., Никитин М.М. Стимулятор прорастания, роста и развития древесных растений и способ стимуляции прорастания, роста и развития древесных растений. Патент на изобретение RU2362303 26.04.2007.
4. Гапонько Е.А., Каницкая Л.В. Оценка влияния стимуляторов на энергию прорастания и всхожесть семян сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) // Успехи современного естествознания. 2018. № 8. С. 46–51. doi: 10.17513/use.36835
5. Прокопьев А.П. Использование биологически активных веществ при выращивании сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в лесных питомниках Среднего Поволжья: автореферат дис. ... канд. биол. наук. Оренбург: Оренбургский государственный педагогический университет, 2013. 13 с.
6. Устинова Т.С., Зуров Р.Н. Влияние препарата Гумат+7 на ростовые процессы хвойных пород // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2010. № 26. С. 115–118.
7. Кabanova С.А., Данченко А.М., Данченко М.А. Влияние стимуляторов на всхожесть семян и рост сеянцев сосны обыкновенной в Северном Казахстане // Успехи современного естествознания. 2016. № 8. С. 88–92.
8. Кabanova С.А., Данченко М.А., Борцов В.А., Кочегаров И.С. Результаты предпосевной обработки семян сосны обыкновенной стимуляторами роста // Лесотехнический журнал. 2017. № 2 (26). С. 75–83. doi: 10.12737/article_5967e97d74f307.86943920
9. Aphalo P.J., Rikala R., Sanchez R.A. Effect of CCC on the morphology and growth potential of containerised silver birch seedlings // *New Forests*. 1997. Т. 14. № 3. Pp. 167–177. doi: 10.1023/A:1006568813442
10. Materechera S.A. Influence of pre-sowing seed treatments on the germination of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) // *Acta Horticulturae*. 2017. № 1158. P. 149–158. doi: 10.17660/ActaHortic.2017.1158.18
11. Ковалевский С.Б., Тараненко Ю.Н. Выращивание сеянцев сосны обыкновенной с использованием регуляторов роста растений и композиционных удобрений // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2013. № 3. (Вып. 204). С. 47–55.
12. Кулагин А.А., Сахнов В.В., Прокофьев А.П. Влияние биологически активных веществ на рост и сохранность сеянцев сосны обыкновенной первого года выращивания // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 3 (35). С. 12–13.
13. Проказин Н.Е., Лобанова Е.Н., Пентелькина Н.В., Ивановцева Г.И., Сахнов В.В., Петров В.А., Чукарина А.В., Багаев С.С. Выращивание посадочного материала хвойных пород с использованием ростовых стимуляторов // Лесохозяйственная информация. 2013. № 2. С. 9–15.
14. Шершнев И.В., Звягина Г.А. Технология выращивания стандартных сеянцев сосны обыкновенной в открытом грунте в условиях учебно-опытного лесхоза Брянского лесного массива // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2006. № 13. С. 114–116.

References

1. Smirnov AI, Orlov FS, Drozdov II. Influence of low frequency electromagnetic field on seed germination and growth of seedlings of Scots pine and Norway spruce. *Russian Forestry Journal*. 2015; (3):53–58. (In Russ).
2. Fadkin GN, Vinogradov DV, Shchur AV. Effect of iron nanocrystalline powder on the yield of scots pine planting material suitable for mechanized planting. *The Bulletin of the Belarusian-Russian University*. 2015; (2):136–142. (In Russ).
3. Filonik IA, Aprasyuhin AI, Nikitin MM. *Stimulyator prorastaniya, rosta i razvitiya drevesnyh rastenij i sposob stimulyacii prorastaniya, rosta i razvitiya drevesnyh rastenij* [Stimulator of germination, growth and development of woody plants and a method for stimulating germination, growth and development of woody plants]. Patent RUS, no. 2362303, 2007. (In Russ).
4. Gaponko EA, Kanickaya LV. Evaluation of the effect of stimulants on germination energy and germination of scots pine (*Pinus sylvestris*) seeds. *Advances in current natural sciences*. 2018; (8):46–51. (In Russ). doi: 10.17513/use.36835
5. Prokopen AP. *Ispolzovanie biologicheski aktivnyh veshchestv pri vyrashchivanii sosny obyknovnoy (Pinus sylvestris L.) v lesnyh pitomnikah Srednego Povolzhya*. [Use of biologically active substances when growing scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in forest nurseries of the Middle Volga region] [Dissertation] Orenburg; 2013. (In Russ).
6. Ustinova TS, Zurov RN. Influence of Gumat+7 on growth processes of coniferous plant species. *Actual problems of the forestry complex*. 2010; 26:115–118. (In Russ).
7. Kabanova SA, Danchenko AM, Danchenko MA. The effect of stimulants on seed germination and growth of seedlings of pinus sylvestris in Northern Kazakhstan. *Advances in current natural sciences*. 2016; (8):88–92. (In Russ).

8. Kabanova SA, Danchenko MA, Borcov VA, Kochegarov IS. Results of pre-sowing treatment of seeds of scots pine with growth stimulants. *Forestry Engineering Journal*. 2017; 7(2):75–83. (In Russ). doi: 10.12737/article_5967e97d74f307.86943920
9. Aphalo PJ, Rikala R, Sanchez RA. Effect of CCC on the morphology and growth potential of containerised silver birch seedlings. *New Forests*. 1997; 14(3):167–177. doi: 10.1023/A:1006568813442
10. Materechera SA. Influence of pre-sowing seed treatments on the germination of moringa (*Moringa oleifera* Lam.). *Acta Horticulturae*. 2017; 1158: 149–158. doi: 10.17660/ActaHortic.2017.1158.18
11. Kovalevskij SB, Taranenko YN. Growing of Scots pine seedlings using plant growth regulators and composite fertilizers. *Izvestia sankt-peterburgskoj lesotekhniceskoj akademii*. 2013; 204:47–55. (In Russ).
12. Kulagin AA, Sahnov VV, Prokof'ev A. P. Effect of biologically active substances on the growth and viability of scots pine seedlings in the first year of growing. *Izvestia Orenburg state agrarian university*. 2012; (3):12–13. (In Russ).
13. Prokazin NE, Lobanova EN, Pentelkina NV, Ivanyusheva GI, Sahnov VV, Petrov VA, et al. Production of softwood stock with growth promoter applications. *Forestry information*. 2013; (2):9–15. (In Russ).
14. Snershnev IV, Zvyagina GA. Technology for growing standard seedlings of scots pine in open ground in the conditions of the educational and experimental forestry of the Bryansk forest area. *Actual problems of the forestry complex*. 2006; 13:114–116 (In Russ).

Об авторах:

Кабанова Светлана Анатольевна — кандидат биологических наук, заведующий отделом воспроизводства лесов и лесоразведения, Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации, Казахстан, 021704, Акмолинская обл., г. Щучинск, ул. Кирова, д. 58; e-mail: Kabanova.05@mail.ru

Борцов Валерий Анатольевич — младший научный сотрудник отдела воспроизводства лесов и лесоразведения, Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации, Казахстан, 021704, Акмолинская обл., г. Щучинск, ул. Кирова, д. 58; e-mail: bortsov_1969@mail.ru

Данченко Матвей Анатольевич — кандидат географических наук, доцент кафедры лесного хозяйства и ландшафтного строительства, Биологический институт, Томский государственный университет, Российская Федерация, 634050, г. Томск, ул. Ленина, д. 36; e-mail: mtd2005@sibmail.com

About authors:

Kabanova Svetlana Anatolyevna — Candidate of Biological Sciences, Head of the Department of Forest Reproduction and Afforestation, Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry, 58, Kirova st., Shchuchinsk, Akmola region, Kazakhstan, 021704; e-mail: kabanova.05@mail.ru

Bortsov Valery Anatolyevich — Junior Researcher, Department of reforestation and afforestation, Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry; 58, Kirova st., Shchuchinsk, Akmola region, Kazakhstan, 021704; e-mail: bortsov_1969@mail.ru

Danchenko Matvey Anatolyevich — Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Department of forestry and landscape construction, Biological Institute, Tomsk State University, 36, Lenina st., Tomsk, Russian Federation, 634050; e-mail: mtd2005@sibmail.com