

УДК 630*232.325

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТИМУЛЯТОРОВ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ¹

© 2023 г. С. А. Кабанова^а, *, А. Н. Кабанов^а, И. С. Кочегаров^а, М. А. Данченко^б, В. А. Борцов^а, П. Ф. Шахматов^а

^аКазахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. А.Н. Букейхана, ул. Кирова, д. 58, Щучинск, Акмолинская область, 021704 Республика Казахстан

^бБиологический институт Томского государственного университета, просп. Ленина, д. 36, Томск, 634050 Россия

*E-mail: kabanova.05@mail.ru

Поступила в редакцию 18.02.2022 г.

После доработки 15.04.2022 г.

Принята к публикации 18.10.2022 г.

Для выращивания посадочного материала лесобразующих пород актуальным мероприятием является предпосевная обработка семян стимуляторами, положительно влияющая на всхожесть семян и рост сеянцев, причем для каждого региона страны ассортимент ростовых веществ различен. Цель исследований – выявление оптимального стимулятора и времени замачивания при предпосевной обработке семян сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). Объектами исследований являлись одно- и двухлетние сеянцы в лесном питомнике Шалдайского филиала Государственного лесного природного парка “Ертіс орманы” в Павлодарской области. Испытывались три стимулятора (Байкал, Циркон, Гумат + 7 микроэлементов) и фунгицид Трихоцин. Изучалась грунтовая всхожесть семян, число растений на единице площади и высота сеянцев. В опыте с совместным применением стимуляторов и фунгицида Трихоцин средняя высота однолетних сеянцев была ниже, чем у контрольных сеянцев. Но в двухлетнем возрасте средняя высота сеянцев в двух опытах превышала высоту контрольных сеянцев на 20.8 и 1.4%. Доказано пролонгированное действие предпосевной обработки семян стимуляторами и Трихоцином на усиление роста и числа сохранившихся сеянцев на единице площади в двухлетнем возрасте сеянцев. Результаты кластерного и рангового анализов доказали, что для предпосевной обработки семян сосны обыкновенной в условиях ленточных боров Прииртышья оптимальным способом является замачивание семян в средстве Гумат + 7 микроэлементов в течение 12 часов и совместно с Трихоцином (12 + 2 ч) в концентрации 1.5 г стимулятора и 0.6 г фунгицида на 1 литр воды.

Ключевые слова: стимулятор, фунгицид, сеянец, посадочный материал, сосна обыкновенная.

DOI: 10.31857/S0024114823040022, **EDN:** XOMVQJ

На всхожесть семян хвойных пород большое влияние оказывают погодные условия во время развития и созревания семян. Неблагоприятные факторы снижают число жизнеспособных зародышей, следовательно, при посеве семян в питомнике увеличивается их норма высева. Для увеличения всхожести применяются различные общеизвестные стимуляторы, нетрадиционные вещества и способы. Предпосевная обработка семян сосны обыкновенной и лиственницы сибирской (*Larix sibirica*) CuSO₄ и триходермином привела к увеличению всех биометрических параметров сеянцев к концу вегетации (Мамаев, Ятманова, 2002). Использование Циркона позволяет получить посадочный материал сосны обыкновенной со сба-

лансированной надземной и подземной частью (Скозарева, Чернодубов, 2019). Для сосны густоцветковой (*Pinus densiflora*) предлагается применять Рибав-экстра и НВ-101, которые оказали наибольшее влияние на энергию прорастания и всхожесть семян (Усов, Ефремов, 2020). Использование в качестве стимуляторов препаратов Экогель и ОберегЪ позволило значительно повысить грунтовую всхожесть семян сосны обыкновенной и сохранность сеянцев на 30% по сравнению с контролем (Кириенко, Гончарова, 2016). Наибольшие значения длины надземной части и центрального корня, а также диаметр корневой шейки зафиксирован у сеянцев, обработанных триходермином, наименьшие – в контроле. Особо подчеркивается, что обработка биологическим препаратом намного эффективнее обработки химическими веществами (Гродницкая, 2008). Применение агrostимулина

¹ Данное исследование финансируется Министерством экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан (№ BR10263776).

при предпосевном 18-часовом замачивании семян лиственницы европейской (*Larix decidua*) приводит к увеличению линейных показателей и выхода стандартного посадочного материала (Борисова, 2003). Предлагается комплексное биоудобрение на основе пивных дрожжей, гиббереллинов и гуматов, которое активирует процесс пробуждения семян в стадии покоя (Fedotov et al., 2017).

Проблемой увеличения грунтовой всхожести и устойчивости сеянцев хвойных и лиственных пород занимаются не только в ближнем, но и в дальнем зарубежье. Изучалось влияние ростовых веществ и изменение температуры воздуха на скорость прорастания семян сосны Роксбурга (*Pinus roxburghii*) (Ghildiyal et al., 2009), определено, что для семян дуба сизого (*Quercus glauca*) и дуба Бандж (*Q. leucotrichophora*) наиболее эффективной предпосевной обработкой является скарификация с применением 1.0% KNO₃ (Purohit et al., 2009). Также очень важным моментом является повышение плодородия почвы как в лесном хозяйстве, так и в садоводстве и органическом земледелии (Brown, Driessche, 2005; Canellas et al., 2015; De Pascale et al., 2018). Внесение азотных удобрений повышало морозоустойчивость сеянцев ели красной (*Picea rubens*) (DeHayes et al., 2011), а также оказывало влияние на увеличение массы корней различных видов сосен (Тоса et al., 2019). Для сосны обыкновенной было полезным внесение микоризы (Höflich et al., 2001), а снижение дозы комплексных удобрений негативно сказывалось на росте березы горной (*Betula × montana*) (Weih, 2000).

Научные разработки последних лет в этом направлении показали, что при выращивании высококачественного посадочного материала можно успешно использовать стимуляторы роста на различных стадиях развития растений, т.е. как при предпосевной обработке семян, так и внекорневой обработке сеянцев особую роль играет внесение удобрений в почву (Куприянов, Веретенников, 1995; Кабанова и др., 2019; Кабанова и др., 2020).

Цель исследований — выявление оптимального стимулятора и времени замачивания при предпосевной обработке семян сосны обыкновенной для увеличения числа всходов и ускорения роста сеянцев.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились в лесном питомнике Шалдайского филиала Государственного лесного природного резервата (ГЛПР) “Ертіс орманы” в Павлодарской области в подзоне сухой степи. Почвы на лесном питомнике дерново-боровые, незасоленные, слабокислые, легкого механического состава, материнская порода — древнеаллювиальные пески. Рельеф — равнинный. Климат района исследований — резко-континентальный,

с коротким жарким и сухим летним периодом и продолжительной зимой, температура на поверхности почвы летом достигает в среднем 52°C, что негативно отражается на росте молодых растений сосны обыкновенной. В год посева семян в питомнике средняя температура вегетационного периода составила +14.1°C, зимой — -8.6°C, средняя сумма осадков была соответственно 30.6 и 21.0 мм, максимальная суточная норма выпавших осадков наблюдалась в июле (26 мм). В 2020 году средняя температура вегетационного периода была +18.6°C, зимнего периода — -10.2°C со средним количеством осадков вегетационного периода 26.2 мм, максимальная суточная норма выпавших осадков — 19 мм в августе.

Какие семена брали для экспериментов? Изучен рост одних и тех же сеянцев сосны обыкновенной в однолетнем возрасте (посев 2019 г.) и по достижении ими двухлетнего возраста в 2020 г. Посевы проводились семенами, собранными в 2018 г. в нормальных насаждениях сосны обыкновенной. В 2019 г. предварительно анализировалось качество семян (всхожесть, энергия прорастания, масса 1000 семян, чистота) (ГОСТ 13056.2-89, ГОСТ 13056.4-67, ГОСТ 13056.6-75).

Для проведения научных опытов были выбраны стимуляторы Байкал, Циркон и Гумат + 7 микроэлементов. Выбор стимуляторов не случаен, т.к. кроме вышеперечисленных в предыдущие годы исследований были испытаны Экстрасол, ГНБ и Гумат-фосфат (Кабанова и др., 2017; Кабанова и др., 2019). В результате были отобраны наиболее перспективные указанные стимуляторы для дальнейших опытов и проверки полученных результатов. Ранее после обработки ростовыми веществами на семенах идентифицировали доминирующий состав микромицетов (*Cladosporium* sp., *Conocybe* sp., *Alternaria* sp., *Paraphoma radicina*, *Phialocephala* sp., *Cadophora* sp.), поэтому в качестве второго опыта было решено дополнительно проводить обработку семян фунгицидом Трихоцин для исключения заражения семян грибными заболеваниями. Проведение молекулярно-фитопатологического анализа сеянцев сосны обыкновенной на основе использования технологии ДНК-маркирования было выполнено Институтом леса НАН Беларуси (г. Гомель).

Исследования проводились по двум опытам, состоящим из 4 вариантов. В опыте № 1 семена замачивались в стимуляторах Байкал (1.5 ч), Циркон (3 и 6 ч) и Гумат + 7 микроэлементов (12 ч). В опыте № 2 проводилась аналогичная предпосевная обработка, после чего семена замачивались в фунгициде Трихоцин еще на 2 ч. В качестве контрольных образцов использовались семена, замоченные в воде.

Посев семян производился по 6-рядной схеме 20-20-20-20-20-20-80, ширина строчки — 2 см, ширина ленты — 120 см. Протяженность каждого

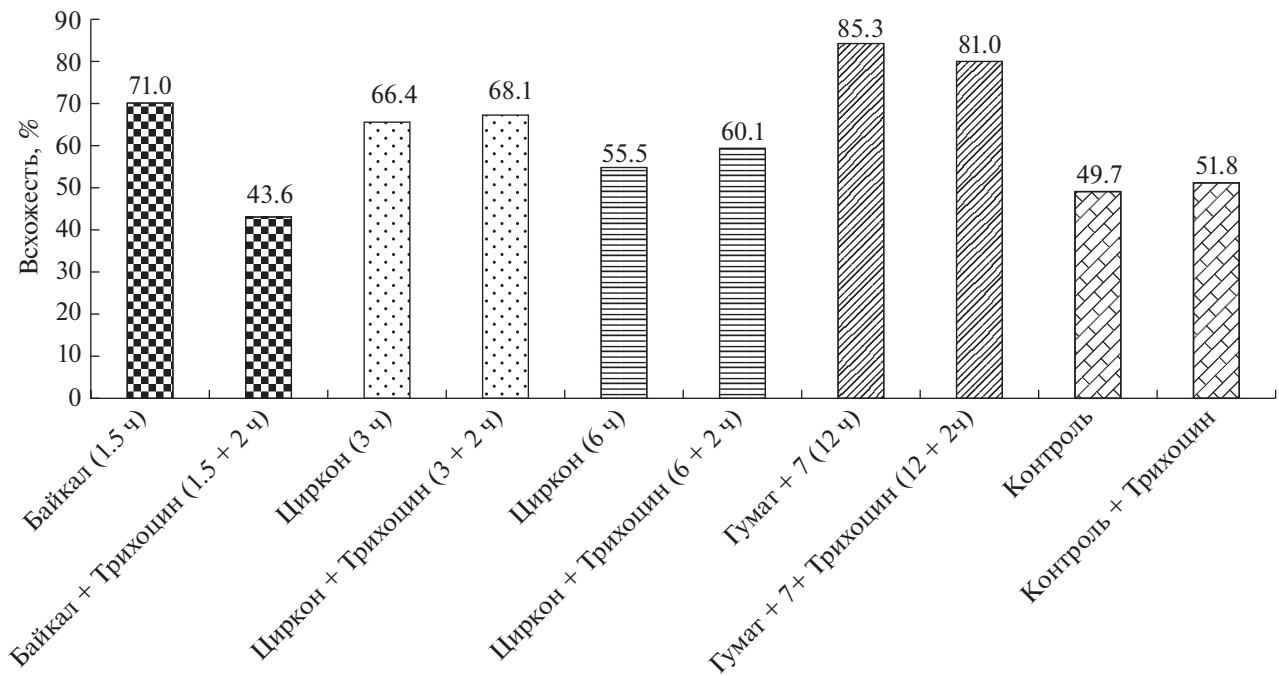


Рис. 1. Грунтовая всхожесть семян сосны обыкновенной, %.

варианта составляла 2 пог. м посевной ленты с нормой высева 2 г на 1 пог. м строчки. Варианты повторялись трехкратно. Посев семян производился вручную по строчкам, проведенным лесопосевной машиной. Семена присыпались почвой, мульчировались опилками и прикатывались. Грунтовая всхожесть определялась на средней строчке каждого варианта, после массовых всходов подсчитывались все растения на 1 пог. м. В конце вегетационного периода были проведены замеры высоты не менее 200 сеянцев на каждом варианте опыта на 1 пог. м средней строчки. Для проведения наблюдений использовались методики по изучению посадочного материала в питомниках (Смирнов, 2000; Данченко и др., 2010; Данченко и др., 2019). Полученный материал обрабатывался методами математической статистики с использованием программы Статистика-10 (малая выборка, кластерный и дисперсионный анализы).

Посадочный материал сосны обыкновенной, выращенный в питомнике, использован для воспроизводства лесов на гарях в пределах ГЛПР, часть сеянцев высажена в зеленой зоне г. Нур-Султана, столице Республики Казахстан.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проведено изучение основных показателей качества контрольных образцов семян сосны обыкновенной с целью определения их изменений в различные годы. Выявлено, что за последние годы (2018–2020 гг.) масса 1000 семян на 4.1–17.4%, всхожесть на 13.7–21.1% были больше по

сравнению с предыдущими годами (2016–2017 гг.). Средняя всхожесть семян по годам наблюдений составила 68.3%, средняя энергия прорастания – 68.8%, что говорит о невысоком качестве семян. В год посева семян все качественные показатели были наибольшими.

Предпосевное замачивание семян в стимуляторах положительно сказалось на грунтовой всхожести семян. Наибольшими показателями всхожести отличались опыты с применением Гумата + 7 микроэлементов (опыт № 1) и совместно с Трихоцином (опыт № 2) – 85.3 и 81.0% соответственно. Всхожесть на контрольных участках отставала от опытных вариантов в опыте № 1 на 11.7–71.6%, в опыте № 2 – на 16.0–56.4%, кроме опытов с применением Байкала + Трихоцина (рис. 1).

Высота однолетних сеянцев сосны обыкновенной в опыте № 1 колебалась в пределах от 4.02 до 4.68 см, лидером являлся вариант с использованием Гумата + 7 микроэлементов (табл. 2). В опыте № 2 высота сеянцев изменялась от 3.80

Таблица 1. Показатели качества семян сосны обыкновенной

Показатели качества семян	Год наблюдений				
	2016	2017	2018	2019	2020
Масса 1000 шт, г	9.7	8.6	10.1	10.7	10.1
Чистота, %	98.7	98.6	98.0	98.8	98.0
Всхожесть, %	61.1	62.3	72.2	77.4	Не опр.
Энергия прорастания, %	66.5	64.9	70.4	73.2	Не опр.

Таблица 2. Высота и число семян сосны обыкновенной

Стимулятор	Время выдержки, час	Доза, стимулятор/ вода	Высота однолетних семян			Высота двухлетних семян			Число семян, шт на 1 пог. м	
			среднее, см	вариация, %	ср. откл.	среднее, см	вариация, %	ср. откл.	однолетних	двухлетних
Опыт № 1										
Байкал	1.5	2 мл/2 л	4.0 ± 0.1	23.2	0.9	11.0 ± 0.3	25.7	2.8	138	82
Циркон	3	0.5 мл/2 л	4.1 ± 0.2	28.5	1.2	11.0 ± 0.2	19.7	2.2	125	59
Циркон	6	0.5 мл/2 л	4.2 ± 0.2	36.4	1.5	11.4 ± 0.3	22.5	2.6	145	64
Гумат + 7 микроэлементов	12	1.5 г/1 л	4.7 ± 0.2	28.6	1.3	11.5 ± 0.3	30.7	3.4	121	95
Контроль	-		4.1 ± 0.1	23.2	1.0	9.3 ± 0.2	25.9	2.4	107	87
Опыт № 2										
Байкал + Трихоцин	1.5 + 2	2 мл/2 л + + 0.6 г/1 л	4.3 ± 0.2	22.4	0.9	9.6 ± 0.4	26.6	2.5	121	67
Циркон + Трихоцин	3 + 2	0.5 мл/2 л + + 0.6 г/1 л	3.8 ± 0.1	21.3	0.8	11.1 ± 0.3	19.6	2.2	120	81
Циркон + Трихоцин	6 + 2	0.5 мл/2 л + + 0.6 г/1 л	3.8 ± 0.1	20.5	0.8	11.2 ± 0.4	24.0	2.8	139	55
Гумат + 7 микроэлементов + Трихоцин	12 + 2	1.5 г/1 л + + 0.6 г/1 л	4.4 ± 0.1	19.4	0.8	11.5 ± 0.3	19.7	2.2	149	90
Контроль + Трихоцин	2	0.6 г/1 л + + 0.6 г/1 л	4.3 ± 0.1	22.8	10	10.7 ± 0.4	22.9	2.9	95	43

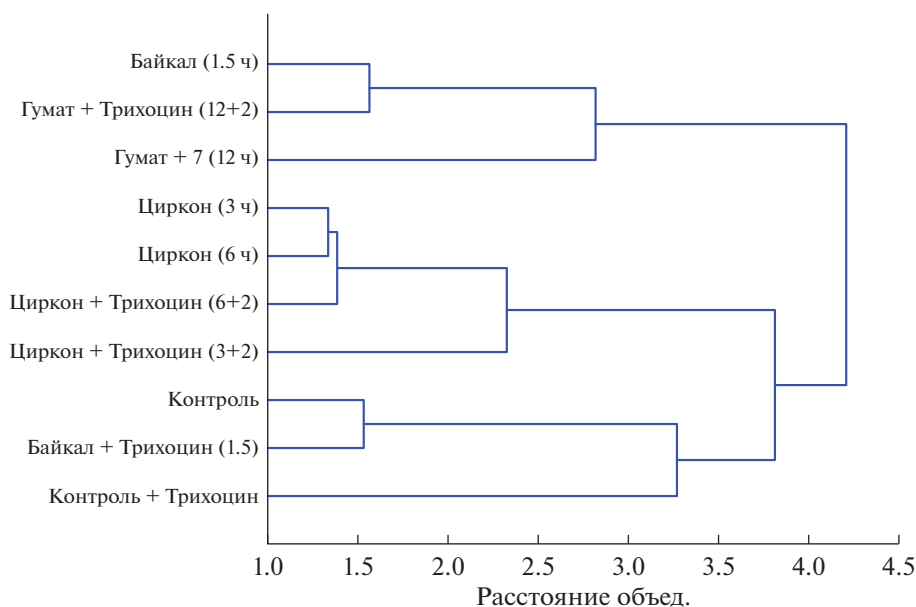


Рис. 2. Диаграмма разбивки на кластеры количественных показателей семян сосны обыкновенной.

до 4.37 см, наибольшей высотой отличался вариант с совместным применением Гумата + 7 микроэлементов и Трихоцина. У двухлетних сеянцев наблюдались аналогичные результаты. Контрольные сеянцы отставали в росте от опытных практически во всех вариантах опыта № 1. В опыте № 2 высота однолетних сеянцев в варианте с применением Циркона отставала от контрольных сеянцев, в двухлетнем возрасте — превышала на 3.6–4.5%.

Число сеянцев на 1 пог. м на второй год жизни снизилось в опыте № 1 на 30.7–43.9%, в опыте № 2 — на 28.4–40.3%. Среднее число двухлетних сеянцев на единице площади составило в опыте № 1 — 85.1 шт/пог. м, в опыте № 2 — 76.2 шт/пог. м. Из указанных значений видно, что данное число сеянцев на 1 пог. м позволит получить достаточное количество посадочного материала (ОСТ 56-98-93).

Ранговый анализ показал, что по 2 показателям (высота и число растений на 1 пог. м одно- и

двухлетних сеянцев) в опыте № 1 первый ранг занимает вариант с применением Гумата + 7 микроэлементов, в опыте № 2 — вариант с использованием данного стимулятора совместно с Трихоцином. Второй ранг имеет вариант с замачиванием семян в Цирконе в течение 3 часов и совместном использовании его с Трихоцином.

На рис. 2 приведен результат кластерного анализа, из которого видно, что все варианты опыта разбиваются на 4 кластера, каждый из которых соответствует определенной группе по величине указанных признаков. В первый кластер вошли два варианта опыта № 1 (Байкал и Гумат + 7 микроэлементов) и один вариант опыта № 2 (Гумат + Трихоцин). Все варианты опыта с Цирконом вошли в отдельный второй кластер, а контрольные образцы и Байкал (опыт 2) — в третий. После уточнения полученных данных методом кластеризации К-средних в программе Статистика получена следующая разбивка вариантов на кластеры.

Таблица 3. Средние значения количественных показателей посадочного материала сосны обыкновенной

Номер кластера	Средние значения							
	высота однолетних сеянцев, см		число однолетних сеянцев, шт/1 пог.м		высота двухлетних сеянцев, см		число двухлетних сеянцев, шт/1 пог.м	
	$X \pm m$	ст. отклонение	$X \pm m$	ст. отклонение	$X \pm m$	ст. отклонение	$X \pm m$	ст. отклонение
1	4.2 ± 0.01	0.1	107.7 ± 0.2	3.0	9.9 ± 0.05	0.7	65.7 ± 0.8	2.0
2	4.5 ± 0.01	0.2	137.0 ± 0.3	9.8	11.1 ± 0.08	0.1	92.5 ± 0.5	3.5
3	4.1 ± 0.02	0.1	136.8 ± 0.2	8.4	11.2 ± 0.02	0.2	65.0 ± 0.7	1.9
4	3.8 ± 0.1	0.0	120.0 ± 0.1	0.0	11.9 ± 0.09	0.0	81.0 ± 0.9	0.0

В первый кластер вошел контроль обоих опытов и Байкал (опыт № 1). Во второй кластер вошли варианты с использованием Гумата + 7 микроэлементов (опыт № 1 и № 2), имеющие наибольшие значения практически по всем показателям (табл. 4). К третьему кластеру были отнесены варианты опыта № 1 с использованием Циркона (3 и 6 ч.) и Байкала, а также вариант опыта № 2 с Цирконом (6 ч.). Вариант опыта № 2 с Цирконом занимал отдельный, четвертый кластер.

Дисперсионный анализ показал, что на достоверном уровне различается только высота одно- и двухлетних сеянцев между опытами и контролем ($p < 0.05$).

ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований выявлено, что использование в качестве предпосевной обработки семян сосны обыкновенной замачивания в стимуляторе Гумат + 7 микроэлементов дает положительный эффект не только для увеличения грунтовой всхожести семян, но и при дальнейшем росте сеянцев. Также доказано пролонгированное действие предпосевной обработки на усиление роста и числа сеянцев на единице площади при совместном применении указанного стимулятора и фунгицида Трихоцин в двухлетнем возрасте посадочного материала. Средняя высота однолетних сеянцев сосны обыкновенной по вариантам опыта № 1 составила 4.2 см, контроля — 4.1 см. Здесь нет сравнения, идет констатация факта. В опыте № 2 средняя высота сеянцев была 4.01, причем контрольные сеянцы превосходили средний показатель роста опытных растений. Но в двухлетнем возрасте средняя высота сеянцев в опыте № 1 составила 11.2 см, в опыте № 2 — 10.9 см, что превышало высоту контрольных сеянцев соответственно на 20.8 и 1.4%. Следовательно, для предпосевной обработки семян сосны обыкновенной в условиях ленточных боров Прииртышья среди исследованных стимуляторов наиболее оптимальным способом является замачивание семян в Гумате + 7 микроэлементов в течение 12 ч в концентрации 1.5 г/л и совместно с Трихоцином (12 + 2 ч) в концентрации 1.5 г стимулятора и 0.6 г фунгицида на 1 литр воды). Данное утверждение подтверждается ранговым и кластерным анализами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Борисова В.В. Применение агrostимулина при выращивании семян лиственницы европейской // Селекция, генетические ресурсы и сохранение генофонда лесных древесных растений (Вавиловские чтения): Сб. науч. трудов ИЛ НАН Беларуси. Вып. 59. Гомель: ИЛ НАН Беларуси, 2003. С. 215–217.

Гродницкая И.Д. Влияние химического и биологического способов обработки на прорастание семян хвойных // Лесное хозяйство. 2008. № 5. С. 39–40.

ГОСТ 13056.2-89. Семена деревьев и кустарников. Методы определения чистоты. <https://docs.cntd.ru/document/1200025563#7D20K3>

ГОСТ 13056.4-67. Семена деревьев и кустарников. Методы определения массы 1000 семян. <https://docs.cntd.ru/document/1200025565#7D20K3>

ГОСТ 13056.6-75. Семена деревьев и кустарников. Методы определения всхожести. <https://docs.cntd.ru/document/1200140121>

Данченко А.М., Кабанова С.А., Кибиш И.В. Лесные культуры. Томск: ТМЛ-Пресс, 2010. 304 с.

Данченко А.М., Кабанова С.А., Данченко М.А. Древоводство. М.: Юрайт, 2019. 249 с.

Кабанова С.А., Данченко М.А., Кочегаров И.С., Кабанов А.Н. Опыт интенсивного выращивания однолетних сеянцев сосны обыкновенной в Павлодарской области Республики Казахстан // Лесной журн. 2019. № 6. С. 104–117.

<https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2019.6.104>

Кабанова С.А., Кочегаров И.С., Данченко М.А. Применение стимуляторов для предпосевной обработки семян сосны обыкновенной в ленточных борах Прииртышья // Лесной вестник. 2019. Т. 23. № 6. С. 13–19.

<https://doi.org/10.18698/2542-1468-2019-6-13-19>

Кабанова С.А., Данченко М.А., Борцов В.А., Кочегаров И.С. Результаты предпосевной обработки семян сосны обыкновенной стимуляторами роста // Лесотехнический журн. 2017. Т. 7. № 2. С. 75–83.

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

<https://doi.org/10.22363/2312-797X2020-15-1-40-50>

Кириенко М.А., Гончарова И.А. Влияние концентрации стимуляторов роста на грунтовую всхожесть семян и сохранность сеянцев главных лесообразующих видов Средней Сибири // Сибирский лесной журн. 2016. № 1. С. 39–45.

<https://doi.org/10.15372/SJFS20160104>

Куприянов Н.В., Веретенников С.С. Плантационные культуры ели // Лесное хозяйство. 1995. № 1. С. 40–42.

Мамаев А.А., Ятманова Н.М. Влияние технологий выращивания посадочного материала на грунтовую всхожесть семян и сохранность однолетних сеянцев хвойных пород // Экологические основы рационального лесопользования в Среднем Поволжье: мат. науч.-практ. конф. (9–12 апреля 2001 г.). Йошкар-Ола: МарГТУ, 2002. С. 129–130.

ОСТ 56-98-93 Отраслевой стандарт. Сеянцы и саженцы основных древесных и кустарниковых пород. Технические условия, 1993. 27 с.

Скозарева И.А., Чернодубов А.И. Эффективность применения стимуляторов роста при выращивании сеянцев сосны обыкновенной // Лесотехнический журн. 2019. Т. 9. № 3(35). С. 87–95.

Смирнов Н.А. Методическое руководство проведения опытных работ по выращиванию сеянцев в питомниках и лесных культур на вырубках. Пушкино: ВНИИЛМ, 2000. 42 с.

Усов В.Н., Ефремов А.С. Эффективность применения стимуляторов роста для повышения всхожести и энергии роста семян сосны густоцветковой (*Pinus densiflora*)

Siebold. et. Zucc.) // Аграрный вестник Приморья. 2020. № 1(17). С. 37–38.

Brown K.R., Driessche R.V.D. Effects of nitrogen and phosphorus fertilization on the growth and nutrition of hybrid poplars on Vancouver Island // New Forests. 2005. V. 29. P. 89–104.

Canellas L.P., Olivares F.L., Aguiar N.O., Jones D.L., Nebioso A., Mazzei P. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture // Scientia Horticulturae. 2015. № 196. P. 15–27.

DeHayes D.H., Ingle M.A., Waite C.E. Nitrogen Fertilization Enhances Cold Tolerance of Red Spruce Seedlings. Can. J. For. Res. 2011. V. 19. № 8. P. 1037–1043. <https://doi.org/10.1139/x89-158>

De Pascale S., Rouphael Y., Colla G. Plant biostimulants: innovative tool for enhancing plant nutrition in organic farming // European J. Horticultural Science. 2018. V. 82. № 6. P. 277–285. <https://doi.org/10.17660/eJHS.2017/82.6.2>

Fedotov G.N., Shoba S.A., Fedotova M.F. Creating a stimulator to increase sowing qualities of seeds on the basis of yeast autolysate // Moscow University Soil Science Bulletin. 2017. V. 72. P. 51–60. <https://doi.org/10.3103/S014768741702003X>

Ghildiyal S.K., Sharma C.M., Khanduri V.P. Effect of pre-soaking and pre-chilling treatments on seed germination of *Pinus roxburghii* provenances from western Himalaya, India // J. Forestry Research. 2009. V. 20. № 4. P. 323. <https://doi.org/10.1007/s11676-009-0055-6>

Höflich G., Munzenberger B., Busse J. Importance of inoculated rhizosphere bacteria and ectomycorrhizal fungi on growth of pine seedlings in different soils // Forstwissenschaftliches Centralblatt. 2001. V. 120. № 2. P. 68–79.

Purohit V.K., Palni L.M.S., Nandi S.K. Effect of pre-germination treatments on seed physiology and germination of central Himalayan oaks? // Physiology and Molecular Biology of Plants. 2009. V. 15. № 4. P. 319. <https://doi.org/10.1007/s12298-009-0036-4>

Toca A., Oliet J.A., Villar-Salvador P., Martinez Catalan R.A., Jacobs D.F. Ecologically distinct pine species show differential root development after outplanting in response to nursery nutrient cultivation // Forest Ecology and Management. 2019. № 451. P. 117562. <https://doi.org/10.1139/x89-158>

Weih M. Delayed growth response of mountain birch seedlings to a decrease in fertilization and temperature // Functional Ecology. 2000. V. 14. № 5. P. 566–572.

Use of Stimulants for Pre-Sowing Treatment of the Scots Pine Seeds

S. A. Kabanova¹, *, A. N. Kabanov¹, I. S. Kochegarov¹, M. A. Danchenko²,
V. A. Bortsov¹, and P. F. Shakhmatov¹

¹A.N. Bukeikhan Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry, 58, Kirov st., Shchuchinsk, 021704 Kazakhstan

²Biological Institute, Tomsk State University, 36, Lenin st., Tomsk, 634050 Russia

*E-mail: kabanova.05@mail.ru

For the cultivation of planting stock of forest-forming species, the measure most often used currently is the pre-sowing treatment of seeds with stimulants, which positively affects the germination of seeds and the growth of seedlings, and for each region of the country the choice of growth substances is different. The aim of the research was to identify the optimal stimulant and soaking time during the pre-sowing treatment of Scots pine seeds (*Pinus sylvestris* L.). The objects of research were one- and two-year-old seedlings, growing in the forest nursery of the Shaldai branch of the State Forest Natural Reserve (SFNR) “Ertis Ormany” in the Pavlodar region. Three stimulants (Baikal, Zircon, Humate-7 trace substances) and the fungicide Trichocine were tested. The field germination of seeds, the number of plants per unit area and the height of seedlings were all studied. In the experiment with a combined usage of the stimulants and the Trichocine, the average height of pine yearlings was lower than that of control seedlings. But at the age of two years, the average height of seedlings in the two experiments exceeded the height of control seedlings by 20.8 and 1.4%. Thus, the prolonged effect of pre-sowing seed treatment with the stimulants and the Trichocine on enhancing the growth and number of preserved seedlings per unit area at the age of two years has been proven. The data obtained from cluster and rank analyses showed that for the pre-sowing treatment of Scots pine seeds in the conditions of ribbon forests of the Irtysh region, the most optimal way was to soak the seeds in the Humate + 7 micro-nutrients for 12 hours together with the Trichocine (12 + 2 hours) in a concentration of 1.5 g of the stimulant and 0.6 g of the fungicide per 1 liter of water.

Keywords: stimulant, fungicide, seedling, planting material, scots pine.

Acknowledgements: This research is funded by the Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan (No BR10263776).

REFERENCES

Borisova V.V., Primenenie agrostimulina pri vyrashchivani semyan listvennitsy evropeiskoi (The use of agrostimulin in the cultivation of European larch seeds), *Selektsiya, geneticheskie resursy i sokhraneniye genofonda lesnykh drevesnykh*

rastenii (Vavilovskie chteniya) (Breeding, genetic resources and conservation of the gene pool of forest woody plants (Vavilov Readings), Gomel: IL NAN Belarusi, Collection of scientific papers of Forest Institute of National Academy of Sciences of Belarus, Vol. 59, pp. 215–217

- Brown K.R., Driessche R.V.D., Effects of nitrogen and phosphorus fertilization on the growth and nutrition of hybrid poplars on Vancouver Island, *New Forests*, 2005, Vol. 29, pp. 89–104.
- Canellas L.P., Olivares F.L., Aguiar N.O., Jones D.L., Nebbioso A., Mazzei P., Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture, *Scientia Horticulturae*, 2015, No. 196, pp. 15–27.
- Danchenko A.M., Kabanova S.A., Danchenko M.A., *Drevovodstvo* (Arboriculture), Moscow: Yurait, 2019, 249 p.
- Danchenko A.M., Kabanova S.A., Kibish I.V., *Lesnye kul'tury* (Forest crops), Tomsk: TML-Press, 2010, 304 p.
- De Pascale S., Roupheal Y., Colla G., Plant biostimulants: innovative tool for enhancing plant nutrition in organic farming, *European J. Horticultural Science*, 2018, Vol. 82, No. 6, pp. 277–285.
DOI 10.17660/eJHS.2017/82.6.2
- DeHayes D.H., Ingle M.A., Waite C.E., Nitrogen Fertilization Enhances Cold Tolerance of Red Spruce Seedlings, *Can. J. For. Res.*, 2011, Vol. 19, No. 8, pp. 1037–1043.
DOI 10.1139/x89-158
- Fedotov G.N., Shoba S.A., Fedotova M.F., Creating a stimulator to increase sowing qualities of seeds on the basis of yeast autolysate, *Moscow University Soil Science Bulletin*, 2017, Vol. 72, pp. 51–60. DOI 10.3103/S014768741702003X
- Ghildiyal S.K., Sharma C.M., Khanduri V.P., Effect of pre-soaking and pre-chilling treatments on seed germination of *Pinus roxburghii* provenances from western Himalaya, India, *J. Forestry Research*, 2009, Vol. 20, No. 4, p. 323.
DOI 10.1007/s11676-009-0055-6
- GOST 13056.2-89, available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200025563#7D20K3>
- GOST 13056.4-67, available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200025565#7D20K3>
- GOST 13056.6-75, available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200140121>
- Grodnitskaya I.D., Vliyanie khimicheskogo i biologicheskogo sposobov obrabotki na prorastanie semyan khvoynykh (The influence of chemical and biological methods of treatment on the germination of coniferous seeds), *Lesnoe khozyaistvo*, 2008, No. 5, pp. 39–40.
- Höflich G., Munzenberger B., Busse J., Importance of inoculated rhizosphere bacteria and ectomycorrhizal fungi on growth of pine seedlings in different soils, *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 2001, Vol. 120, No. 2, pp. 68–79.
- Kabanova S.A., Danchenko M.A., Bortsov V.A., Kochegarov I.S., Rezul'taty predposevnoi obrabotki semyan sosny obyknovЕННОй stimulyatorami rosta (Results of presowing treatment of seeds of Scots pine with growth stimulants), *Lesotekhnicheskii zhurnal*, 2017, Vol. 7, No. 2, pp. 75–83.
- Kabanova S.A., Danchenko M.A., Bortsov V.A., Rezul'taty opytnykh rabot po adaptatsii zarubezhnykh tekhnologii intensivnogo vyrashchivaniya posadochnogo materiala sosny obyknovЕННОй v Kazakhstane (The results of experimental work on the adaptation of foreign technologies for the intensive cultivation of Scots pine planting material in Kazakhstan), *Vestnik Rossiiskogo universiteta družby narodov. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo*, 2020, No. 1, pp. 40–50.
DOI 10.22363/2312-797X2020-15-1-40-50
- Kabanova S.A., Danchenko M.A., Kochegarov I.S., Kabanov A.N., Opyt intensivnogo vyrashchivaniya odnoletnikh seyantsev sosny obyknovЕННОй v Pavlodarskoi oblasti Respubliki Kazakhstan (Experience of intensive cultivation of annual seedlings of Scotch pine in the Pavlodar region of the Republic of Kazakhstan), *Lesnoi zhurnal*, 2019, No. 6, pp. 104–117.
DOI 10.17238/issn0536-1036.2019.6.104
- Kabanova S.A., Kochegarov I.S., Danchenko M.A., Primenenie stimulyatorov dlya predposevnoi obrabotki semyan sosny obyknovЕННОй v lentochnykh borakh Priirtysh'ya (Growth stimulants application for pre-sowing treatment of Scotch pine (*Pinus sylvestris*) seeds in the ribbon forest in Priirtyshje), *Lesnoi vestnik*, 2019, Vol. 23, No. 6, pp. 13–19.
DOI 10.18698/2542-1468-2019-6-13-19
- Kirienko M.A., Goncharova I.A., Vliyanie kontsentratsii stimulyatorov rosta na gruntovuyu vskhozhest' semyan i sokhrannost' seyantsev glavnykh lesoobrazuyushchikh vidov Srednei Sibiri (Influence of the concentration of growth stimulants on soil germination of seeds and the safety of seedlings of the main forest-forming species of Central Siberia), *Sibirskii lesnoi zhurnal*, 2016, No. 1, pp. 39–45.
DOI 10.15372/SJFS20160104
- Kupriyanov N.V., Veretennikov S.S., Plantatsionnye kul'tury eli (Spruce plantation crops), *Lesnoe khozyaistvo*, 1995, No. 1, pp. 40–42.
- Mamaev A.A., Yatmanova N.M., Vliyanie tekhnologii vyrashchivaniya posadochnogo materiala na gruntovuyu vskhozhest' semyan i sokhrannost' odnoletnikh seyantsev khvoynykh porod (Influence of technologies for growing planting material on soil germination of seeds and the safety of annual seedlings of coniferous species), *Ekologicheskie osnovy ratsional'nogo lesopol'zovaniya v Srednem Povolzh'e* (Ecological foundations of rational forest management in the Middle Volga region), Yoshkar-Ola, Proc. Sci.-Pract. Conference 9–12 April, 2001 MarGTU, 2002, pp. 129–13.
OST 56-98-93.
- Purohit V.K., Palni L.M.S., Nandi S.K., Effect of pre-germination treatments on seed physiology and germination of central Himalayan oaks? *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 2009, Vol. 15, No. 4, pp. 319.
DOI 10.1007/s12298-009-0036-4
- Skozareva I.A., Chernodubov A.I., Effektivnost' primeneniya stimulyatorov rosta pri vyrashchivanii seyantsev sosny obyknovЕННОй (The effectiveness of the use of growth stimulants in the cultivation of seedlings of Scotch pine), *Lesotekhnicheskii zhurnal*, 2019, Vol. 9, No. 3(35), pp. 87–95.
- Smirnov N.A., *Metodicheskoe rukovodstvo provedeniya opytnykh rabot po vyrashchivaniyu seyantsev v pitomnikakh i lesnykh kul'tur na vyrubkakh* (Experimental guidelines for seedlings breeding in forest nurseries located on clearcuttings), Pushkino: Izd-vo VNIILM, 2000, 42 p.
- Toca A., Oliet J.A., Villar-Salvador P., Martinez Catalan R.A., Jacobs D.F., Ecologically distinct pine species show differential root development after outplanting in response to nursery nutrient cultivation, *Forest Ecology and Management*, 2019, No. 451, pp. 117562.
DOI 10.1139/x89-158
- Usov V.N., Efremov A.S., Effektivnost' primeneniya stimulyatorov rosta dlya povysheniya vskhozhesti i energii rosta semyan sosny gustotsvetkovoi (*Pinus densiflora* Siebold. et Zucc.) (The effectiveness of the use of growth stimulants to increase the germination and growth energy of seeds of densely flowered pine (*Pinus densiflora* Siebold. Et. Zucc.)), *Agrarnyi vestnik Primor'ya*, 2020, No. 1(17), pp. 37–38.
- Weih M., Delayed growth response of mountain birch seedlings to a decrease in fertilization and temperature, *Functional Ecology*, 2000, Vol. 14, No. 5, pp. 566–572.