ТРУДЫ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО
ИНСТИТУТА ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

www.journal.spb-niilh.ru
ISSN 2079-6080

DOI 10.21178/2079-6080.2024.1.79
УДК 631.53.011

Оценка влияния биопрепаратов на лабораторную всхожесть и энергию прорастания семян хвойных пород

© Н.М. Тазмеев[1], А.Р. Мухаметшина[2], С.Б. Усманов[2], В.И. Чернов[2], Н.И. Мирсияпов[2]

Evaluation of the effect of biopreparations on laboratory germination and germination energy of conifer seeds

N.M. Tazmeev, A.R. Mukhametshina, S.B. Usmanov, V.I. Chernov, N.I. Mirsiyapov (FGBOU VO «Kazan State Agrarian University»; GKU «Kzyl-Yulduz forestry)

Research on pre-sowing seed treatment with growth stimulants for growing conifers is becoming an important trend in forestry. This approach helps to increase seed germination, improve plant resistance to unfavorable conditions and contributes to the successful cultivation of forest crops. Such research is relevant for optimizing afforestation and reforestation of forest areas, and has the potential to improve the efficiency of forestry in general. The aim of the study was to evaluate the efficacy of different biopreparations in seed treatment of European spruce, common pine and western thuja. Laboratory experiments were conducted at the Department of Forestry and Forest Crops of Kazan State Agrarian University. The experiments included treatment of seeds with potassium humate, mixture of potassium humate with phytosporin and Zircon R. The results showed that application of potassium humate and combination of potassium humate with phytosporin significantly increased seed germination: European spruce and common pine – up to 95.0–99.8 %, western thuja – up to 58.5–63.2 %, respectively. Zircon R preparation showed relatively low germination rates: 64 % for European spruce, 67 % for common pine and 43.8 % for western thuja.

Application of potassium humate and its combination with phytosporin caused some increase in the intensity of seedling development in spruce seeds, almost 3-fold – in thuja seeds, pine seeds showed a decrease in this indicator.

The conclusions are important for further studies on optimization of composition and application of preparations, improvement of seed production and ensuring successful cultivation of coniferous plants.

Key words: conifer seeds, european spruce, common pine, western thuja, biopreparations, germination, growth stimulants, laboratory tests

Оценка влияния биопрепаратов на лабораторную всхожесть и энергию прорастания семян хвойных пород

Н.М. Тазмеев, А.Р. Мухаметшина, С.Б. Усманов, В.И. Чернов, Н.И. Мирсияпов

Исследования по предпосевной обработке семян стимуляторами роста для выращивания хвойных пород становятся важным направлением в лесном хозяйстве. Этот подход способствует увеличению всхожести семян, повышению устойчивости растений к неблагоприятным условиям и содействует успешному выращиванию лесных культур. Такие исследования актуальны для оптимизации процесса лесоразведения и восстановления лесных площадей, а также имеют потенциал для улучшения эффективности лесного хозяйства в целом.

Цель исследования – оценка эффективности различных биопрепаратов при обработке семян ели европейской, сосны обыкновенной и туи западной. Лабораторные эксперименты проводились на кафедре лесоводства и лесных культур Казанского государственного аграрного университета. Эксперименты включали обработку семян гуматом калия, смесью гумата калия с фитоспорином и Цирконом Р. Результаты показали, что применение гумата калия и комбинации гумата калия с фитоспорином существенно повысило всхожесть семян: ели европейской и сосны обыкновенной – до 95,0–99,8 %, туи западной – до 58,5–63,2 % соответственно. Препарат Циркон Р продемонстрировал относительно низкие показатели всхожести: 64 % для ели европейской, 67 % для сосны обыкновенной и 43,8 % для туи западной.

Применение гумата калия и его комбинации с фитоспорином вызвало некоторое увеличение интенсивности развития проростков у семян ели, практически 3-кратное – у семян туи, у сосны наблюдалось снижение этого показателя.

Выводы представляют важное значение для дальнейших исследований по оптимизации состава и применения препаратов, улучшения семеноводства и обеспечения успешного выращивания хвойных растений.

Ключевые слова: семена хвойных пород, ель европейская, сосна обыкновенная, туя западная, биопрепараты, всхожесть, стимуляторы роста, лабораторные исследования

Тазмеев Нияз Маратович – руководитель-лесничий

Мухаметшина Айгуль Рамилевна – доцент кафедры лесоводства и лесных культур, кандидат с.-х. наук, доцент
E-mail: aigulsafina@yandex.ru

Усманов Салават Булатович – аспирант

Чернов Василий Иванович – доцент кафедры лесоводства и лесных культур, кандидат с.-х. наук

Мирсияпов Наиль Ильясович – аспирант

[1]ГКУ «Кзыл-Юлдузское лесничество»
422667, Россия, Республика Татарстан, Рыбно-Слободский район, с. Кзыл-Юлдузский Лесхоз, ул. Парковая, 9
Телефон: +7 (917) 245-27-91, +7 (843) 613-22-14
E-mail: kzleshos@mail.ru

[2]ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»
420015, Россия, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Карла Маркса, д. 65
Телефон: +7 (843) 236-66-71, 567-45-00
E-mail: info@kazgau.com

Введение

Вопросы искусственного лесоразведения невозможно решать без получения высококачественного посадочного материала, который обеспечивает в дальнейшем высокую приживаемость и интенсивность роста лесных культур [1]. Одним из путей решения данной проблемы является введение в технологию выращивания посадочного материала современных физиологически активных веществ – стимуляторов роста [10]. При выращивании сеянцев в лесных питомниках высокую эффективность данные препараты оказывают при предпосевной обработке семян. Установлено, что эти биостимуляторы повышают грунтовую всхожесть семян, стимулируют образование корневой системы, обеспечивают устойчивость растений к неблагоприятным условиям среды и болезням, нарастание репродуктивных органов, биомассы и выход посадочного материала с единицы площади [3, 18].

В настоящее время широко признано, что предпосевная обработка семян оказывает значительное влияние на последующий рост и развитие растений. Глубокие изменения, происходящие во время такой обработки, играют ключевую роль в формировании фенотипических и физиологических характеристик растений. Важно отметить, что использование микроэлементов в предпосевной обработке семян приводит к ускорению появления всходов на 2–4 дня [3]. Дружный рост также является одним из наблюдаемых эффектов, который обусловлен более согласованным и синхронным развитием всходов. Важным аспектом является также повышение устойчивости проростков к неблагоприятным погодным условиям на уровне 20–40 % [18]. Это связано с активацией различных защитных механизмов в растениях, которые могут справиться с экстремальными температурами, недостатком влаги или другими неблагоприятными факторами. Применение микроэлементов в предпосевной обработке семян является обоснованным стратегическим подходом, способствующим улучшению роста и развития растений в условиях переменных и неблагоприятных окружающих условий [7].

Одними из самых распространенных способов подготовки семян хвойных пород к посеву является стратификация под снегом (снегование) и дополнительно – последующая предпосевная обработка активаторами роста, такая практика распространена в Республике Татарстан и других регионах России [17].

Научные разработки последних лет показали, что при выращивании сеянцев и саженцев ценных хвойных пород можно успешно использовать стимуляторы роста, такие как циркон, крезацин, хлорабис, фумар, СИЛК, агат-25К, альбит, амбиол, гумат, эпин – на различных стадиях их развития, как при предпосевной обработке семян, так и для внекорневой обработки сеянцев [15, 16, 19]. В современной литературе приводятся данные об увеличении всхожести семян за счет предпосевной обработки от 15 до 33 % [9, 3, 21].

Одной из задач научных исследований в лесном хозяйстве является изучение возможности использования имеющихся регуляторов роста, а также поиск и испытание новых биостимуляторов. Ученые отмечают ряд проблем, связанных с применением биопрепаратов, среди которых нехватка современной техники для обработки почвы, отсутствие специалистов, высокий фон инфекционной нагрузки во многих регионах и резистентность патогенных организмов в условиях изменения климата [14]. Недостаточен ассортимент зарегистрированных в России биопрепаратов. Наиболее часто используются ризоплан, псевдобактерин, фитоспорин М, бактороденцид, бактофит, глиокладин, в основном производства Россельхозцентра. Доля биологических фунгицидов в структуре биопрепаратов составляет 68,4 %, а инсектицидов – 31,6 % [5]. Производству необходимы доступные стимуляторы роста, обладающие широким спектром эффективных концентраций, исключающим возможность отрицательных последствий при неправильном разведении препарата, они должны быть нетоксичными, дешевыми и экологически безопасными.

Цель исследований – оценка эффективности биопрепаратов относительно лабораторной всхожести и энергии прорастания семян хвойных пород.

Объекты и методы исследования

Объект исследований – семена ели европейской (*Picea abies* L.), сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и туи западной (*Thuja* *occidentalis* L.), которые представляют особую ценность в озеленении городов и населенных пунктов. Лабораторные исследования проводились на кафедре лесоводства и лесных культур факультета лесного хозяйства и экологии Казанского государственного аграрного университета.

В опытах были использованы семена ели и сосны I класса качества, семена туи западной были собраны на территории г. Казани. На проращивание семена закладывались по 100 шт. каждого вида в четырех повторностях.

Процедура эксперимента включала в себя проращивание семян в чашках Петри с использованием фильтровальной бумаги. Были созданы необходимые условия для прорастания каждого вида, что включало в себя поддержание оптимальной температуры, влажности и освещения, соответствующих биологическим требованиям растений. Эти условия играют важную роль в прорастании и обеспечивают надлежащий рост и развитие проростков. Наблюдение и дальнейшая оценка результатов производилась в соответствии с ГОСТом 13056.6-97 «Семена древесных и кустарниковых пород. Методы определения всхожести» [4].

Полученные цифровые данные были обработаны методом дисперсионного анализа, был рассчитан НСР (наименьшая существенная разница).

Опыт по определению всхожести семян был заложен 12 и 19 апреля 2023 г. Семена были предварительно замочены в водном растворе стимуляторов роста в течение 12 часов. Затем их размещали на фильтровальной бумаге, увлажненной дистиллированной водой, и поддерживаемой во влажном состоянии в течение опыта. Для определения эффективности воздействия стимулятора ежедневно подсчитывали количество проросших семян. В качестве контроля служили семена, выдерживаемые в дистиллированной воде.

В ходе исследований были использованы следующие биопрепараты: гумат калия концентрат (100 мл в 1 л), гумат калия + фитоспорин, циркон Р (0,025 мл/100 мл воды на 1 г семян).

Гумат калия, также известный как калиевый гумат, является продуктом высокотехнологичной переработки низинного торфа, угля. Он содержит калий в форме гумата. Препарат широко используется в качестве удобрения и биостимулятора растений. Применение гумата калия способствует улучшению качества почвы, увеличению ее плодородия и урожайности. Он способен удерживать влагу в почве, предотвращая ее испарение, и тем самым помогает растениям лучше переносить засушливые условия [12]. Гумат калия также способствует развитию корневой системы растений, улучшению поглощения питательных веществ и их использования. Он также может повышать резистентность растений к болезням и вредителям, что позволяет сократить применение химических пестицидов [6].

Гумат калия доступен в разных формах, включая порошок, гранулы, жидкость или таблетки. Он может использоваться как при посеве растений, так и при поливе или опрыскивании. Дозировка и способ применения могут варьироваться в зависимости от типа почвы, культуры и конкретных условий выращивания [10]. Важно отметить, что гумат калия является натуральным продуктом и не несет вреда для окружающей среды и здоровья человека при правильном использовании.

Препарат, содержащий гумат калия и фитоспорин, является комбинацией двух компонентов. Фитоспорин – это биологический фунгицид, содержащий живые антагонистические микроорганизмы, такие как бактерии *Bacillus subtilis* или *Pseudomonas fluorescens.* Он используется как биопестицид для защиты растений от болезней и обладает антагонистическим действием. Микроорганизмы, содержащиеся в фитоспорине, конкурируют с патогенами за ресурсы и место обитания, что помогает снизить риск возникновения и развития различных грибковых и бактериальных заболеваний растений, таких как пятнистость листьев, фитофтороз и корневая гниль, способствует активации иммунной системы растений. Это приводит к усилению устойчивости растений к патогенам и стрессовым условиям. Комбинированное применение гумата калия и фитоспорина позволяет одновременно стимулировать рост растений и обеспечивать им защиту от болезней, что может привести к повышению урожайности и улучшению качества растений [2, 20].

Циркон Р, в составе которого имеются гидроксикоричные кислоты, является мощным индуктором болезнеустойчивости, обладает фунгицидным действием, обеспечивает защиту растений от засухи, нормализует обмен веществ растений. Изготавливается из природного сырья – эхинацеи пурпурной. Кроме перечисленной пользы от применения удобрения для растений, следует выделить и его безопасность для окружающей среды. Состав добавки совершенно не влияет на жизнедеятельность насекомых и его можно использовать даже в пчеловодческих хозяйствах. Согласно инструкции применения, рекомендуемое время замачивания семян в растворе составляет 2–4 часа [8, 11]. В целях соблюдения условий опыта семена замачивались нами в течение 12 часов.

Результаты исследования и их обсуждение

Первый учет всхожести семян был проведен 24 апреля (рис. 1). Уже на 6-е сутки были получены положительные результаты замачивания семян в растворах препаратов гумат калия + фитоспорин (996,8 %) и гумат калия (93,0 %).

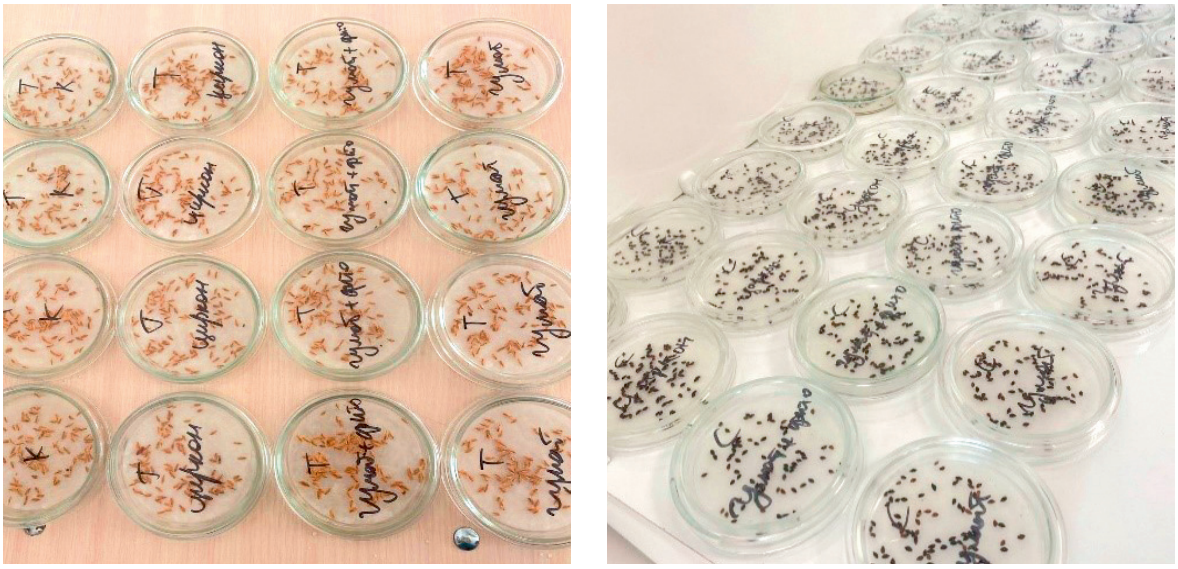

Рис. 1. Определение всхожести семян ели в лабораторных условиях

Согласно требованиям ГОСТ 13056.6-97, на 10-е сутки (29.04) была определена энергия прорастания семян ели. Анализ данных (табл. 1) показал, что наибольшее количество проросших семян было зафиксировано в вариантах с использованием препаратов гумат калия + фитоспорин (98,2 %) и гумат калия (97,5 %). Эти результаты свидетельствуют о положительном влиянии данных препаратов на всхожесть семян и энергию прорастания.

Таблица 1

Всхожесть семян ели европейской в лабораторных условиях

Вариант	Показатели всхожести семян по датам учета, %					
	Энергия прорастания				Лабораторная всхожесть	
	24.04		29.04		04.05	
	Всхожесть	Отпад	Всхожесть	Отпад	Всхожесть	Отпад
Контроль	90,8	0,2	93,8	0,0	95,0	5,0
Циркон Р	19,0	0,0	26,4	0,0	64,0	36,0

Вариант	Показатели всхожести семян по датам учета, %					
	Энергия прорастания				Лабораторная всхожесть	
	24.04		29.04		04.05	
	Всхожесть	Отпад	Всхожесть	Отпад	Всхожесть	Отпад
Гумат калия	93,5	1,0	97,5	0,8	99,0	1,0
Гумат калия + фитоспорин	96,8	0,0	98,2	0,0	99,8	0,2
$НСР_{05}$	3,90	-	4,16	-	1,51	-

Однако стоит отметить, что при использовании Циркона Р всхожесть составила лишь 26,4 %. Это говорит о недостаточной эффективности данного препарата при предпосевной обработке семян ели европейской. Данный результат получен в результате увеличения времени замачивания семян до 12 часов, вместо 3–4 часов.

На 15-й день наблюдения высокие показатели всхожести семян ели отмечены в следующих вариантах: гумат калия + фитоспорин – 99,8 % (с 0,2 % пустых семян), и гумат калия – 99,0 % (с 1,0 % загнивших семян). В контроле всхожесть характеризовалась также хорошим показателем – 95,0 % (с 5 % загнивших семян), что значительно превышает результат с применением препарата Циркон Р.

Полученные результаты свидетельствуют о высокой успешности применяемых препаратов, при этом отмечается лишь незначительное количество непроросших семян. В этих вариантах наблюдаем увеличение лабораторной всхожести в среднем на 4,0 %. Увеличение времени замачивания семян в растворе препарата Циркон Р привело к увеличению количества непроросших семян до 36,0 %.

Показатели интенсивности роста проростков ели представлены в таблице 2. Из полученных данных видно, что максимальная длина проростков к концу опыта составила 4 мм (в вариантах гумат калия и гумат калия + фитоспорин). Несколько уступали им показатели в контроле, где длина равнялась 3 мм. Препарат Циркон Р оказывал ингибирующее действие на проростки, в результате чего их длина не превысила 0,5 мм.

Таблица 2

Интенсивность развития проростков семян ели европейской

Вариант опыта	Длина проростков по дням учета, мм		
	24.04	29.04	04.05
Контроль	2,6	2,2	3,0
Циркон Р	0,1	0,1	0,5
Гумат калия	1,2	3,8	4,0
Гумат калия + фитоспорин	2,2	3,0	4,0
$НСР_{05}$	0,62	1,32	1,71

Опыты по определению эффективности предпосевной обработки семян сосны обыкновенной биостимуляторами были начаты 12 апреля, первый учет всхожести проведен 17.04, а на 7-й день (19.04) – определена энергия прорастания. Полученные данные представлены в таблице 3.

Таблица 3

Показатели всхожести семян сосны обыкновенной в лабораторных условиях

Вариант опыта	Показатели всхожести семян по датам учета, %							
	Энергия прорастания						Лабораторная всхожесть	
	17.04		19.04		27.04		5.05	
	Всхожесть	Отпад	Всхожесть	Отпад	Всхожесть	Отпад	Всхожесть	Отпад
Контроль	45,2	0,0	47,0	0,2	49,2	0,0	53,0	1,0
Циркон Р	3,8	0,2	19,8	0,5	37,0	0,0	67,0	1,2
Гумат калия	68,0	1,2	90,8	0,0	92,0	0,0	96,2	1,2
Гумат калия + фитоспорин	77,8	0,0	92,0	0,5	94,0	0,2	95,0	2,8
НСР05	2,0	-	2,38	-	3,0	-	3,87	-

Согласно результатам, обработка смесью препаратов гумат калия + фитоспорин на протяжении всего опыта демонстрировала положительный эффект, всхожесть в разные даты учета достигала 77,8—95,0 %, что несколько превышало так же хорошие показатели другого варианта — с применением гумата калия, и значительно, чуть ли не вдвое — в контроле. В варианте с использованием стимулятора роста Циркона Р были получены очень низкие результаты по энергии прорастания — всего 19,8 %. К последнему сроку учета показатель всхожести поднялся до 67 % (33 % непроросших семян), что несколько превышало величину этого показателя в контроле (53 %), однако был недостаточным для положительной оценки результата.

Таким образом, эксперимент показал, что применение биостимулятора гумат калия+фитоспорин оказало положительное влияние на всхожесть семян сосны обыкновенной, в то время как использование стимулятора роста — Циркона Р, не достигло желаемых результатов.

Интенсивность развития проростов семян сосны обыкновенной представлена в таблице 4 и на рисунке 2.

Таблица 4

Интенсивность развития проростков семян сосны обыкновенной

Вариант	Длина проростков по датам учета, мм			
	17.04	19.04	27.04	5.05
Контроль	1,6	6,3	9,1	10,6
Циркон	0,0	0,1	0,1	1,0
Гумат калия	3,5	8,2	9,2	8,0
Гумат калия + фитоспорин	0,3	4,8	7,0	10,2
$НСР_{05}$	3,21	4,20	3,43	4,31

Как видим, обработка семян биопрепаратами не оказала положительного воздействия на развитие проростков: наиболее высокие показатели относятся к варианту «контроль». Несколько уступает ему вариант с применением гумата калия с примесью фитоспорина; эффект от применения гумата калия занимает среднее положение, а препарат Циркон Р вызвал 8—10-кратное подавление ростовых процессов по сравнению с этими вариантами.

Рис. 2. Проростки сосны обыкновенной по состоянию на 27.04.2023 в контрольном варианте

В ходе проведения исследований стимулирующие препараты также применили при проращивании семян туи западной. На 5-й день постановки опыта определяли энергию прорастания, а на 20-й – проводили заключительный учет.

Анализ полученных данных показывает, что наибольшей энергией прорастания обладают семена туи, обработанные препаратом гумат калия+фитоспорин – 26,8 %. Результаты ниже контрольного значения были получены при использовании препарата Циркон Р – 3 % (табл. 5).

Таблица 5

Всхожесть семян туи западной в лабораторных условиях

Вариант опыта	Показатели всхожести семян по датам учета, %									
	Энергия прорастания								Лабораторная всхожесть	
	19.04		21.04		29.04		01.05		11.05	
	Всхожесть	Отпад	Всхожесть	Отпад	Всхожесть	Отпад	Всхожесть	Отпад	Всхожесть	Отпад
Контроль	-	17,2	-	6,5	14,5	5,5	36,2	1,5	49,0	-
Циркон Р	-	6,2	3,0	2,5	19,0	7,2	40,5	3,2	43,8	0,5
Гумат калия	7,2	15,0	19,8	4,8	38,8	5,8	46,0	1,2	58,5	-
Гумат калия + фитоспорин	8,0	12,5	26,8	4,0	43,0	5,5	55,2	1,0	63,2	-
НСР05	2,31	-	2,65	-	3,53	-	3,27	-	2,85	-

На 20-й день наблюдения наибольшую лабораторную всхожесть семян туи западной обеспечили варианты с использованием гумата калия + фитоспорин (63,2 %, что превышает значения контрольного варианта на 14,0 %) и гумата калия (58,5 %). Применение Циркона Р оказало отрицательное воздействие на всхожесть семян, которая была ниже, чем в контроле.

Интенсивность развития проростков туи западной представлена в таблице 6. Наибольшую эффективность обеспечили варианты с обработкой семян гуматом калия и гуматом калия + фитоспорин – 9 и 8,5 мм, что практически втрое превышало показатели в контроле и вдвое – в варианте с Цирконом Р.

Таблица 6

Интенсивность развития проростков туи западной

Вариант опыта	Длина проростков по датам учета, мм				
	19.04	21.04	29.04	01.05	11.05
Контроль	0,0	0,0	1,8	2,9	3,0
Циркон	0,0	1,0	2,2	2,7	4,5
Гумат калия	1,5	4,5	5,6	6,6	9,0
Гумат калия + фитоспорин	0,3	1,6	6,2	6,5	8,5
$НСР_{05}$	1,16	1,53	4,23	3,10	4,65

Выводы

В результате проведения лабораторных опытов установлено, что у ели европейской обработка семян препаратами гумат калия и гумат калия + фитоспорин привела к некоторому увеличению и без того потенциально высоких показателей энергии прорастания – с 93,8 в контроле до 97,5–98,2 % – при применении данных стимуляторов роста. Лабораторная всхожесть в опыте также ненамного отличалась от исходных показателей и составила 99,0 и 99,8 против 95,0 % в контроле.

Длина проростков семян ели в контроле была незначительной – всего 3 мм. Обработка препаратами гумата калия в обоих вариантах вызвала небольшое ее увеличение – до 4 мм. Циркон Р оказал ингибирующее действие на развитие проростков, что вызвало уменьшение их длины до 0,5 мм.

Семена сосны обыкновенной обладали невысоким потенциалом энергии прорастания и всхожести, характеризующимся показателями в 47,0 и 53,0 %. Обработка гуматом калия и гуматом калия с добавлением фитоспорина привела к их увеличению до 90,8–92,0 и 96,2–95,0 % соответственно.

Исходные показатели интенсивности развития проростков у семян сосны были самыми высокими в сравнении с елью и туей – 10,6 мм, обработка гуматом калия и его смесью с фитоспорином вызвала снижение этого показателя до 8,0–10,2 мм. Под влиянием Циркона Р длина проростков составила всего 1 мм.

У туи западной при невысоких показателях в контроле (всхожесть – 49,0 %) обработка биостимуляторами привела к некоторому их увеличению, однако абсолютная величина энергии прорастания составила всего лишь 19,8 и 26,8 %, а лабораторной всхожести –58,5 и 63,2 %, что нельзя назвать удовлетворительным результатом.

При довольно низких значениях длины проростков семян туи в контроле (3 мм) воздействие всех испытываемых биостимуляторов оказалось положительным: под влиянием гумата калия и его комбинации с фитоспорином наблюдалось практически 3-кратное увеличению этого показателя, под влиянием Циркона Р – 1,5-кратное.

Полученные результаты подчеркивают важность проведения дальнейших исследований и оптимизации применения препаратов для достижения максимально положительных результатов при предпосевной обработке семян хвойных пород. Это позволит повысить эффективность семеноводства и обеспечить более успешное выращивание хвойных растений. Высокая всхожесть семян открывает перспективы для успешного выращивания и восстановления лесных площадей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Борцов, В.А. Влияние предпосевной обработки стимуляторами семян сосны обыкновенной в лесном питомнике Павлодарской области / В.А. Борцов, С.А. Кабанова, М.А. Данченко [и др.] // Карельский научный журнал. – 2016. – Т. 5, № 3 (16). – С. 31–33.
2. Вибе, Е.П. Опыт по применению ростовых веществ и биологических фунгицидов на распространенность полегания всходов сосны обыкновенной / Е.П. Вибе, К.А. Меркель // Леса России и хозяйство в них. – 2019. – № 4 (71). – С. 48–53.
3. Вознесенская, Т.Ю. Влияние обработки семян комплексом аминокислот с микроэлементами на всхожесть, энергию и интенсивность прорастания / Т.Ю. Вознесенская, О.А. Шаповал // Плодородие. – 2020. – № 5 (116). – С. 33–36.
4. ГОСТ 13056.6-97. Семена деревьев и кустарников. Методы определения всхожести. – М. : Изд-во стандартов, 1997. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200025567 (дата обращения: 12.05.2023).
5. Захаренко, В.А. Биопестициды и средства защиты растений с небиоцидной активностью в интегрированном управлении фитосанитарным состоянием зерновых агроэкосистем / В.А. Захаренко // Агрохимия. – 2015. – № 6. – С. 64–76.
6. Кабанова, С.А. Результаты предпосевной обработки семян сосны обыкновенной стимуляторами роста / С.А. Кабанова, М.А. Данченко, В.А. Борцов, И.С. Кочегаров // Лесотехнический журнал. – 2017. – № 2 (26). – С. 75–82.
7. Карпова, Г.А. Активация ранних ростовых процессов семян под действием регуляторов роста как фактор повышения полевой всхожести и урожайности яровой пшеницы / Г.А. Карпова, Л.В. Карпова, Е.Ю. Фролова // Нива Поволжья. – 2016. – № 1 (38). – С. 29–34.
8. Кириенко, М.А. Влияние стимуляторов роста на всхожесть семян и сохранность всходов главных лесообразующих пород / М.А. Кириенко // Вестник КрасГАУ. – 2014. – № 12. – С. 134–139.
9. Лихолат, Т.В. Регуляторы роста древесных растений / Т.В. Лихолат. – М. : Лесн. пром-сть, 1983. – 239 с.
10. Лупова, Е.И. Влияние гуминового удобрения и доз минеральных удобрений на продуктивность ярового рапса / Е.И. Лупова, Д.В. Виноградов // Вестник ОрелГАУ. – 2020. – № 3 (84). – С. 31–36.
11. Острошенко, В.Ю. Эффективность применения стимулятора роста Циркон при проращивании семян сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) / В.Ю. Острошенко, Т.Н. Чекушкина // Известия Самарского научного центра РАН. – 2017. – № 2-3. – С. 491–495.
12. Пашкова, Г.И. Роль гуматов в повышении урожайности зерна яровой пшеницы / Г.И. Пашкова, А.Н. Кузьминых // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». – 2016. – № 5. – С. 48–51.
13. Сретенский, В.А. Влияние минеральных удобрений на рост сеянцев ели в питомниках / В.А. Сретенский // Применение минеральных удобрений в лесном хозяйстве : Тез. докл. всесоюз. совещ., Архангельск, 12–13 августа 1986 г. – Архангельск: АИЛХ, 1986. – С. 65–66.
14. Сыроватко, С.Е. Анализ результата исследований и актуальность практического применения биопрепаратов в системе защиты растений на примере ООО «Грин Голд» питомник «Вергер» в Узловском районе Тульской области / С.Е. Сыроватко // Научный журнал. – 2020. – № 7 (52). – С. 17–19.
15. Тазиев, И.Р. Сравнительный анализ эффективности применения различных препаратов при выращивании сеянцев дуба черешчатого в условиях Республики Татарстан / И.Р. Тазиев, Н.М. Тазмеев, Х.Г. Мусин [и др.] // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2023. – № 2. – С. 45–56. – DOI: 10.21178/2079-6080.2023.2.45.
16. Тазиев, И.Р. Эффективность применения фунгицида «Азорро, КС» при выращивании сеянцев дуба черешчатого в условиях открытого и закрытого грунта / И.Р. Тазиев, А.Р. Мухаметшина, Г.А. Петрова, Н.М. Тазмеев // Лесной вестник / Forestry Bulletin. – 2023. – Т. 27, № 1. – С. 53–59. – DOI: 10.18698/2542-1468-2023-1-53-59.
17. Тюкавина, О.Н. Практика повышения посевных качеств семян сосны обыкновенной (Pinus sylvestris L.) и ели европейской (*Picea abies* L.) / О.Н. Тюкавина, Н.А. Демина // Лесной вестник / Forestry Bulletin. – 2022. – № 6. – С. 75–90.
18. Тютерев, С.Л. Физиолого-биохимические основы управления стрессоустойчивостью растений в адаптивном растениеводстве / С.Л. Тютерев // Вестник защиты растений. – 2000. – № 1. – С. 11–35.
19. Усманов, С.Б. Эффективность влияния биопрепаратов на энергию прорастания и всхожесть семян хвойных пород / С.Б. Усманов, Н.М. Тазмеев, А.Р. Мухаметшина [и др.] // Известия Санкт-Петербургской

лесотехнической академии. – 2023. – Вып. 245. – С. 112–125. – DOI: 10.21266/2079-4304.2023.245.112-125.
20. Федотов, Г.Н. Аллелотоксины в почвах и стимуляция развития семян / Г.Н. Федотов, В.С. Шалаев, Ю.П. Батырев // Лесной вестник / Forestry Bulletin. – 2019. – № 5. – С. 62–69.
21. Шугуров, А.Г. Разработка способа выращивания сеянцев сосны обыкновенной из семян с улучшенными наследственными свойствами на почвах тяжелого механического состава (на примере Пензенской области) : Дис. … канд. с.-х. наук / А.Г. Шугуров. – Саратов, 2003. – 221 с.

REFERENCE

1. Bortsov V.A. Kabanova S.A., Danchenko M.A., Kochegarov I.S., Kabanov A.N. Vliyanie predposevnoj obrabotki stimulyatorami semyan sosny obyknovennoj v lesnom pitomnike Pavlodarskoj oblasti [The influence of pre-sowing treatment of Scots pine seeds with stimulants in a forest nursery in the Pavlodar region]. *Karel'skiy nauchnyy zhurnal* [*Karelian scientific journal*], 2016, vol. 5, no. 3 (16), pp. 31–33. (In Russian).
2. Vibe E.P., Merkel' K.A. Opyt po primeneniyu rostovykh veshhestv i biologicheskikh fungitsidov na rasprostranennost' poleganiya vskhodov sosny obyknovennoj [The effect of seed treatment with a complex of amino acids and microelements on germination, energy and intensity of germination]. *Lesa Rossii i khozyajstvo v nikh* [*Forests of Russia and farming in them*], 2019, no. 4 (71), pp. 48–53. (In Russian).
3. Voznesenskaya T.Yu., Shapoval O.A. Vliyanie obrabotki semyan kompleksom aminokislot s mikroehlementami na vskhozhest', ehnergiyu i intensivnost' prorastaniya [The effect of seed treatment with a complex of amino acids and microelements on germination, energy and intensity of germination]. *Plodorodie* [*Fertility*], 2020, no. 5 (116), pp. 33–36. (In Russian).
4. GOST 13056.6-97. Semena derev'ev i kustarnikov. Metody opredeleniya vskhozhesti [Seeds of trees and shrubs. Methods for determining germination.]. Moscow, Izd-vo standartov, URL: https://docs.cntd.ru/document/1200025567 (access date: 15.05.2023). (In Russian).
5. Zakharenko V.A. Biopestitsidy i sredstva zashhity rastenij s nebiotsidnoj aktivnost'yu v integrirovannom upravlenii fitosanitarnym sostoyaniem zernovykh agroehkosistem [Biopesticides and plant protection products with non-biocidal activity in the integrated management of the phytosanitary state of grain agroecosystems]. *Agrokhimiya* [*Agrochemistry*], 2015, no. 6, pp. 64–76. (In Russian).
6. Kabanova S.A., Danchenko M.A., Bortsov V.A., Kochegarov I.S. Rezul'taty predposevnoj obrabotki semyan sosny obyknovennoj stimulyatorami rosta [Results of pre-sowing treatment of Scots pine seeds with growth stimulants]. *Lesotekhnicheskij zhurnal* [*Forestry Journal*]. 2017, no. 2 (26), pp. 75–82. (In Russian).
7. Karpova G.A., Karpova L.V., Frolova E.Yu. Aktivatsiya rannikh rostovykh protsessov semyan pod dejstviem regulyatorov rosta kak faktor povysheniya polevoj vskhozhesti i urozhajnosti yarovoj pshenitsy [Activation of early growth processes of seeds under the influence of growth regulators as a factor in increasing field germination and yield of spring wheat]. *Niva Povolzh'ya* [*Niva Volga region*]. 2016, no. 1 (38), pp. 29–34. (In Russian).
8. Kirienko M.A. Vliyanie stimulyatorov rosta na vskhozhest' semyan i sokhrannost' vskhodov glavnykh lesoobrazuyushhikh porod [The influence of growth stimulants on seed germination and the safety of seedlings of the main forest-forming species]. *Vestnik KrasGAU* [*Bulletin of KrasGAU*], 2014, no. 12, pp. 134–139. (In Russian).
9. Likholat T.V. Regulyatory rosta drevesnykh rastenij [Woody plant growth regulators]. Moscow, Lesnaya promyshlennost', 1983, 239 p. (In Russian).
10. Lupova E.I., Vinogradov D.V. Vliyanie guminovogo udobreniya i doz mineral'nykh udobrenij na produktivnost' yarovogo rapsa [The influence of humic fertilizer and doses of mineral fertilizers on the productivity of spring rapeseed]. *Vestnik OrelGAU* [*Bulletin of OrelGAU*], 2020, no. 3 (84), pp. 31–36. (In Russian).
11. Ostroshenko V.Yu., Chekushkina T.N. Ehffektivnost' primeneniya stimulyatora rosta Tsirkon pri prorashhivanii semyan sosny obyknovennoj (*Pinus sylvestris* L.) [The effectiveness of using the growth stimulator Zircon when germinating Scots pine seeds (*Pinus sylvestris* L.)]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN* [*News of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*], 2017, no. 2-3, pp. 491–495. (In Russian).
12. Pashkova G.I., Kuz'minykh A.N. Rol' gumatov v povyshenii urozhajnosti zerna yarovoj pshenitsy [The role of humates in increasing grain yield of spring wheat]. *Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 'Sel'skokhozyajstvennye nauki. Ehkonomicheskie nauki'* [*Bulletin of the Mari State University. Series "Agricultural Sciences. Economic Sciences"*], 2016, no. 5, pp. 48–51. (In Russian).

13. Sretenskij V.A. Vliyanie mineral'nykh udobrenij na rost seyantsev eli v pitomnikakh. Primenenie mineral'nykh udobrenij v lesnom khozyajstve [The influence of mineral fertilizers on the growth of spruce seedlings in nurseries/ Application of mineral fertilizers in forestry: Proc. report All-Union meeting, Arkhangelsk, August 12–13, 1986]. Arkhangel'sk, AILH, 1986, pp. 65–66. (In Russian).
14. Syrovatko S.E. Analiz rezul'tata issledovanij i aktual'nost' prakticheskogo primeneniya biopreparatov v sisteme zashhity rastenij na primere OOO "Grin Gold" pitomnik "Verger" v Uzlovskom rajone Tul'skoj oblasti [Analysis of research results and the relevance of the practical use of biological products in the plant protection system using the example of Green Gold LLC, Verger nursery in the Uzlovsky district of the Tula region]. *Nauchnyj zhurnal* [*Science Magazine*], 2020, no. 7 (52), pp. 17–19. (In Russian).
15. Taziev I.R., Tazmeev N.M., Musin Kh.G., Mukhametshina A.R., Gaifullin A.Kh., Sabirova R.R. Sravnitel'nyj analiz ehffektivnosti primeneniya razlichnykh preparatov pri vyrashhivanii seyantsev duba chereshchatogo v usloviyakh Respubliki Tatarstan [Comparative analysis of the effectiveness of the use of various preparations in the cultivation of English oak seedlings in the conditions of the Republic of Tatarstan]. *Trudy Sankt-Peterburgskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta lesnogo khozyajstva* [*Proceedings of the Saint Petersburg Forestry Research Institute*], 2023, no. 2, pp. 45–56. (In Russian).
16. Taziev I.R., Mukhametshina A.R., Petrova G.A., Tazmeev N.M. Ehffektivnost' primeneniya fungitsida "Azorro, KS" pri vyrashhivanii seyantsev duba chereshchatogo v usloviyakh otkrytogo i zakrytogo grunta [The effectiveness of using the fungicide "Azorro, KS" when growing pedunculate oak seedlings in open and closed ground conditions]. *Lesnoj vestnik / Forestry Bulletin,* 2023, vol. 27, no. 1. pp. 53–59. DOI: 10.18698/2542-1468-2023-1-53-59. (In Russian).
17. Tyukavina O.N. Demina N.A. Praktika povysheniya posevnykh kachestv semyan sosny obyknovennoj (*Pinus sylvestris* L.) i eli evropejskoj (*Picea abies* L.) [Practice of improving the sowing quality of seeds of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Norway spruce (*Picea abies* L.)]., *Lesnoj vestnik / Forestry Bulletin,* 2022, no. 6, pp. 75–90. (In Russian).
18. Tyuterev S.L. Fiziologo-biokhimicheskie osnovy upravleniya stressoustojchivost'yu rastenij v adaptivnom rastenievodstve [Physiological and biochemical basis for managing plant stress resistance in adaptive crop production]. *Vestnik zashhity rastenij* [*Plant Protection Bulletin*], 2000, no. 1, pp. 11–35. (In Russian).
19. Usmanov S.B. Tazmeev N.M., Mukhametshina A.R., Sabirova R.R., Musin Kh.G. Ehffektivnost' vliyaniya biopreparatov na ehnergiyu prorastaniya i vskhozhest' semyan khvojnykh porod [The effectiveness of the influence of biological products on the germination energy and germination of coniferous seeds]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoj akademii* [*News of the St. Petersburg Forestry Academy*], 2023, is. 245, pp. 112–125. (In Russian).
20. Fedotov G.N., Shalaev V.S., Batyrev Yu.P. Allelotoksiny v pochvakh i stimulyatsiya razvitiya semyan [Allelotoxins in soils and stimulation of seed development]. *Lesnoj vestnik / Forestry Bulletin,* 2019, no. 5, pp. 62–69. (In Russian).
21. Shugurov A.G. Razrabotka sposoba vyrashhivaniya seyantsev sosny obyknovennoj iz semyan s uluchshennymi nasledstvennymi svojstvami na pochvakh tyazhelogo mekhanicheskogo sostava (na primere Penzenskoj oblasti) [Development of a method for growing Scots pine seedlings from seeds with improved hereditary properties on soils of heavy mechanical composition (using the example of the Penza region)]: Dis. … kand. s.-kh. nauk [Dis. ...cand. agricultural sci.]. Saratov, 2003, 221 p. (In Russian).

Статья поступила в редакцию 4.12.2023