

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТА ПО ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКЕ СЕМЯН И ВЫРАЩИВАНИЮ СЕЯНЦЕВ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ В ЗАКРЫТОМ ГРУНТЕ

кандидат биологических наук **С.А. Кабанова**¹

В.А. Борцов¹

кандидат географических наук, доцент **М.А. Данченко**²

1 – Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации, г. Щучинск,
Республика Казахстан

2 – ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет», г. Томск,
Российская Федерация

Из-за низкого качества семян, трудностей их сбора и хранения в лесных учреждениях Северного Казахстана наблюдается нехватка посадочного материала березы повислой. Объектом исследований являлись однолетние сеянцы березы повислой, выращенные в лесных питомниках Акмолинской и Северо-Казахстанской областей в условиях закрытого грунта. Предпосевную обработку семян проводили с использованием стимуляторов, в почву были внесены различные ростовые вещества. Сеянцы березы в питомнике Северо-Казахстанской области показали быстрый рост при предпосевной обработке семян Гуматом+7 микроэлементов в течение 6 часов и Цирконом (3 часа). Остальные варианты отставали от контрольных сеянцев, высота которых составила 14,6 см. При совместном использовании стимуляторов и фунгицида Триходермы наибольшая высота сеянцев наблюдалась у варианта с замачиванием семян в Байкале+Триходерма (1+2 часа). Все варианты опыта превышали высоту контрольных сеянцев. Внесение азота и фосфора в почву благоприятно повлияло на высоту сеянцев, которая составила соответственно 24,3 и 21,7 см. Средняя высота сеянцев в опыте с замачиванием семян в Гумате+7 микроэлементов и поливом почвы различными веществами составила 22,4 см. Сеянцы в лесном питомнике Акмолинской области значительно отставали по росту – средняя высота составила 2,6 см во всех опытах. Выделялись варианты с замачиванием семян в Байкале (1 и 1,5 часа) и Гуматофосфате, сеянцы которых имели высоту более 3 см. В результате исследований выявлено, что на рост сеянцев березы повислой положительно повлиял полив почвы ростовыми веществами после посева семян, также можно отметить замачивание их в стимуляторах. Из испытанных стимуляторов можно рекомендовать Байкал, т. к. при предпосевной обработке данным ростовым веществом сеянцы имели хороший рост и большое число всходов.

Ключевые слова: береза повислая, сеянцы, стимуляторы, посев, семена, фунгицид

TEST RESULTS ON PRESEEDING TREATMENT OF SEEDS AND GROWING OF EUROPEAN BIRCH SEEDLINGS UNDER COVER

PhD (Biology) **S.A. Kabanova**¹

V.A. Bortsov¹

PhD (Geography), Associate Professor **M.A. Danchenko**²

1 – Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry, Almaty, st. Schuchinsk, Republic of Kazakhstan

2 – FSAEI HE "Tomsk State University", Tomsk, Russian Federation

Abstract

There is a shortage of planting material of European birch in the forest institutions of Northern Kazakhstan due to the low quality of seeds, difficulties in their collection and storage. The object of research was yearling European birch seedlings grown in the forest nurseries of Akmola and North Kazakhstan regions in nursery conditions. Presowing treatment of seeds was carried out using stimulants. Various growth substances were introduced into the soil. Birch seedlings in the nursery of the North Kazakhstan region showed rapid growth during the pre-sowing treatment of seeds with Humate + 7 microelements for 6 hours and Zircon (3 hours). The remaining options lagged behind the control

seedlings, whose height was 14.6 cm. With the combined use of stimulants and Trichoderma fungicide, the highest seedling height was observed in the variant with seed soaking in Baikal + Trichoderma (1 + 2 hours). All the experimental options have exceeded the height of the control seedlings. The introduction of nitrogen and phosphorus into the soil has favorably affected the height of the seedlings, which amounted to 24.3 and 21.7 cm, respectively. The average height of seedlings in the experiment with soaking seeds in Gumat + 7 microelements and watering the soil with various substances was 22.4 cm. Seedlings in the forest nursery of Akmola region were significantly slower in growth. The average height was 2.6 cm in all the experiments. Variants with seed soaking in Baikal (1 and 1.5 hours) and Humate Phosphate are worth to be noted. The seedlings had a height of more than 3 cm. As a result of the studies, it was revealed that the growth of European birch seedlings was positively affected by watering the soil with growth substances after sowing the seeds and soaking them in stimulants. Baikal stimulant can be recommended, because the seedlings had good growth and a large number of sprouts during pre-sowing treatment with this growth substance.

Keywords: European birch, seedlings, stimulants, sowing, seeds, fungicide

Введение

Из-за низкого качества, некоторых трудностей сбора и хранения семян в лесных учреждениях неохотно занимаются выращиванием сеянцев березы. Поэтому в Северном Казахстане к настоящему времени возникла проблема острой нехватки посадочного материала березы повислой для целей лесовосстановления и лесоразведения. В научной литературе ближнего и дальнего зарубежья широко освещены результаты исследований по получению посадочного материала сосны и ели с использованием ростовых веществ, причем применяются самые разнообразные виды стимуляторов – Гумат, «Биоплант Флора» [8], Экстрасол [5], Эмистим-С [10], ПАБК [1] и многие другие. Все авторы указывают на увеличение лабораторной и грунтовой всхожести семян с указанной предпосевной обработкой и ускорение роста по высоте сеянцев хвойных растений. Кроме того, разработаны способы интенсификации агротехники получения посадочного материала путем подкормки сеянцев минеральными удобрениями в фазах интенсивного роста корневой системы и формирования боковых почек [4] и уточнены нормы высева семян, которые для условий Западного Урала составляют 0,5-0,8 г/пог. м [2]. Но имеется небольшое число статей по результатам усовершенствования выращивания сеянцев березы в лесных питомниках. Указывается на влияние погодных условий при завязывании семян и появлении всходов [14]. Для минимизации неблагоприятных климатических факторов предлагается использовать укрывной материал Лутрасил [7], Спандбонд [11] и Агротекс [6], а также предварительно

замачивать семена в растворах Крезацина и Силипланта [7], ССС [12]. Различаются сроки посева семян, так, Якимовым и др. [11] предлагается ранний посев семян сразу после сбора, в летний период, это повышает грунтовую всхожесть на 40-50 %, что для березы является важным фактором. Результаты подобных работ используются при создании лесных культур, в процессе лесовосстановления и лесовозобновления, а также для разработки моделей прогнозирования роста и развития древостоев [14, 15]. В настоящее время Казахским НИИ лесного хозяйства и агролесомелиорации начаты исследования по повышению качества семян березы с применением стимуляторов и удобрений и ускорению роста сеянцев в условиях Северного Казахстана.

Объекты и методы

Исследование роста однолетних сеянцев березы повислой, выращенных в закрытом грунте, проводилось в лесных питомниках Акмолинской (КГУ «УЛХ «Букпа») и Северо-Казахстанской областей (КГУ «УЛХ Есильское»). Почвенно-климатические условия районов расположения питомников практически идентичные – климат резкоконтинентальный, почвы черноземные. В лесном питомнике Северо-Казахстанской области кислотность почвы составила 7,3, в Акмолинской области – 6,32, что для роста посадочного материала березы повислой является оптимальными показателями.

Изучение влияния ростовых веществ на всхожесть семян и высоту сеянцев проводилось по 4 опытам: предпосевная обработка семян стимуляторами; предпосевная обработка семян стимулято-

рами и полив почвы фунгицидом Триходермой; внесение сухих ростовых веществ в почву до посева семян; полив почвы ростовыми веществами и посев предварительно замоченных семян в Гумате+7 микроэлементов. Семена замачивались в различных стимуляторах на срок до 6 часов. Сухие вещества вносились в почву до посева семян и заделывались небольшим слоем почвы, жидкие вещества вносились путем полива почвы после посева. Кроме общеизвестных, испытывались ростовые вещества, изобретенные в Казахстане, – KZ Грунт, KZ Грунт (NPK), KZ Культуры и Гуматофосфат. Контролем служили семена, высеянные без предпосевной обработки.

Посев производился 20 мая в питомнике Северо-Казахстанской области и 29 мая – в питомнике Акмолинской области. В Северо-Казахстанской области для посева были подготовлены деревянные коробки высотой 20 см и шириной 1,3 м, в которых неочищенные семена разбрасывались по поверхности почвы и укрывались нетканым полотном Агротексом. В питомнике Акмолинской области коробки не изготавливались, вдоль посевных лент были уложены жерди, на которые натягивался Агротекс. На 1 м² площади высевалось по 45 г неочищенных семян березы повислой 3 класса качества. Посевы не мульчировались и не отенялись. Полив осуществлялся тракторным поливным устройством поверх Агротекса. Осенью проведены наблюдения за высотой однолетних сеянцев, в питомнике Северо-Казахстанской области изучена протяженность и масса корней и стволиков растений по методике Н.А. Смирнова [9]. В питомнике Акмолинской области длина и масса надземной и подземной частей не определялась. Результаты наблюдений обрабатывались с помощью статистического анализа [3].

Результаты исследований

В лесном питомнике Северо-Казахстанской области (табл. 1) лучше всего взошли семена в опыте с использованием стимуляторов – в среднем 341,4 шт. на 1 м², в опыте со стимуляторами и Триходермой – 286,6 шт./1 м², с внесением сухих веществ в почву – 258,5 шт./1 м², с замачиванием в Гумате+7 микроэлементов и поливе почвы – 207,5 шт./1 м². На контроле число всходов было значительно ниже – 207 шт./1 м². В питомнике Ак-

молинской области наибольшее количество всходов наблюдалось на опыте с замачиванием семян в стимуляторах – в среднем по всем вариантам опыта 401,2 шт./м², наименьшее число – в опыте с замачиванием семян в стимуляторах и Триходерме – 137,0 шт./м². В целом лучшая всхожесть семян по двум регионам была в опыте по предпосевной обработке семян стимуляторами, причем выделялся вариант с применением Байкала.

В лесном питомнике Северо-Казахстанской области в опыте со стимуляторами быстрым ростом отличались варианты с использованием Гумата+7 микроэлементов (6 часов) и Циркона (3 часа) – высота сеянцев составила 16,8 см. Рост растений на остальных вариантах отставал от контрольных сеянцев, высота которых была 14,6 см. При совместном использовании стимуляторов и Триходермы наибольшая высота была у сеянцев на варианте с замачиванием семян в Байкале+Триходерма (1+2 часа). Все варианты опыта превышали рост контрольных сеянцев. Внесение азота и фосфора благоприятно повлияло на рост сеянцев березы повислой, высота которых значительно превышала аналогичный показатель контрольных сеянцев и других вариантов опыта. Опыт с замачиванием семян в Гумате+7 микроэлементов и поливом почвы различными веществами имел наибольшую среднюю высоту, особенно выделялись варианты с применением Гуматофосфата (23,1 см) и KZ Культуры (23,5 см). Изменчивость высоты сеянцев березы повислой варьировалась на очень высоком уровне – 18,1-76,3 %, что говорит о большом разнообразии признака.

Средняя высота березы повислой в Акмолинской области была небольшой и изменялась от 2,1 до 2,6 см во всех опытах. Выделялись варианты с замачиванием семян в Байкале (1 и 1,5 часа) и поливом почвы Гуматофосфатом, сеянцы которых имели среднюю высоту более 3 см. На рис. 1 наглядно видно, что из всех изученных опытов по средней высоте выделялся опыт с предпосевной обработкой семян стимулятором Гумат+7 микроэлементов и поливом почвы ростовыми веществами в питомниках обеих областей. Протяженность корней и стволиков однолетних сеянцев березы повислой в питомнике Северо-Казахстанской области

Природопользование

имела очень различающиеся показатели – коэффициент вариации длины корней изменялся от среднего (13,2 %) до очень высокого уровня (60,4 %), вариабельность длины стволика колебалась на повышенном – очень высоком уровне (27,4-64,4 %) (табл. 2). Длина корней опытных растений в 1,5-1,6 раз превышала длину стволика, следовательно, сеянцы развивались пропорционально. Максимальными суммарными показателями отличался опыт по применению стимуляторов совместно с Триходермой, незначительно отставал опыт

с внесением сухих веществ и поливом почвы. Высокие показатели протяженности частей растений имел также контроль (рис. 2). В результате определения массы корней и стволиков растений выявлено, что безусловным лидером по данным признакам являлся опыт по поливу почвы ростовыми веществами (рис. 3). Также на суммарную массу растений положительно повлияло внесение сухих удобрений. Значения показателей опытных сеянцев и контрольных растений достоверно различаются ($p < 0,05$).

Таблица 1

Высота однолетних сеянцев березы повислой

Наименование стимулятора	Время замачивания, ч	Доза внесения	Средняя высота сеянцев, см		Среднее число шт. на 1 м ²	
			область			
			Акмолинская	Северо-Казахстанская	Акмолинская	Северо-Казахстанская
Замачивание семян в стимуляторах						
Байкал	1	2мл/2л	3,1±0,17	10,0±0,9	525	264
Байкал	1,5	2мл/2л	3,7±0,26	13,2±1,0	558	406
Циркон	3	0,5мл/2л	1,8±0,12	16,8±0,6	363	234
Гумат+7	2	0,5гр/1л	2,1±1,10	12,9±0,8	267	443
Гумат+7	6	0,5гр/1л	2,2±0,11	16,8±0,7	293	360
Контроль			2,3±0,39	14,6±0,6	208	207
Замачивание семян в стимуляторах и Триходерме						
Байкал+Триходерма	1 +полив	2мл/2л	2,6±0,15	21,3±0,9	78	337
Байкал+Триходерма	1,5+полив	2мл/2л	2,7±0,18	19,5±0,8	126	304
Циркон+Триходерма	3+полив	0,5мл/2л	2,4±0,25	12,2±0,5	59	310
Гумат+7+Триходерма	2+полив	0,5гр/1л	1,3±0,09	16,9±0,8	60	252
Гумат+7+Триходерма	6+полив	0,5гр/1л	1,4±0,14	16,5±0,6	19	230
Контроль+Триходерма	2+полив	0,6гр/1л	1,5±0,16	11,8±0,5	21	226
Внесение сухих веществ в почву до посева семян						
КЗ Грунт		0,5 л/2м ²	1,8±0,09	12,0±0,7	45	195
КЗ Грунт (NPK)		0,5 л/2м ²	2,9±0,21	15,3±0,9	263	142
Азот		30кг/га	1,7±0,08	24,3±0,9	230	335
Фосфор		20 кг/га	2,3±0,25	21,7±1,1	343	362
Замачивание в Гумате +7 (6 часов), затем полив высаженных семян						
КЗ Культуры		100мл	1,9±0,10	22,1±0,7	265	209
КЗ Культуры		50мл	2,4±0,15	23,5±0,7	171	266
Гуматофосфат		100мл	3,2±0,18	23,1±0,6	51	196
ЭридГроу		100мл	2,4±0,14	20,8±0,9	61	159

Природопользование

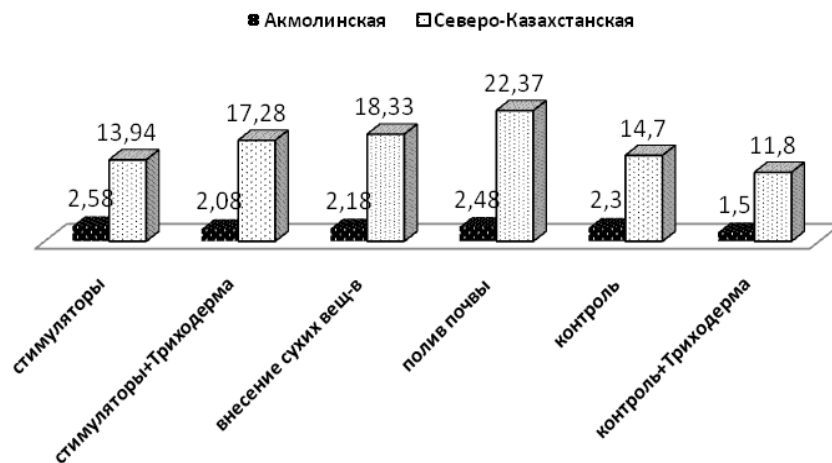


Рис. 1. Средняя высота (см) однолетних сеянцев березы повислой в опытах по областям

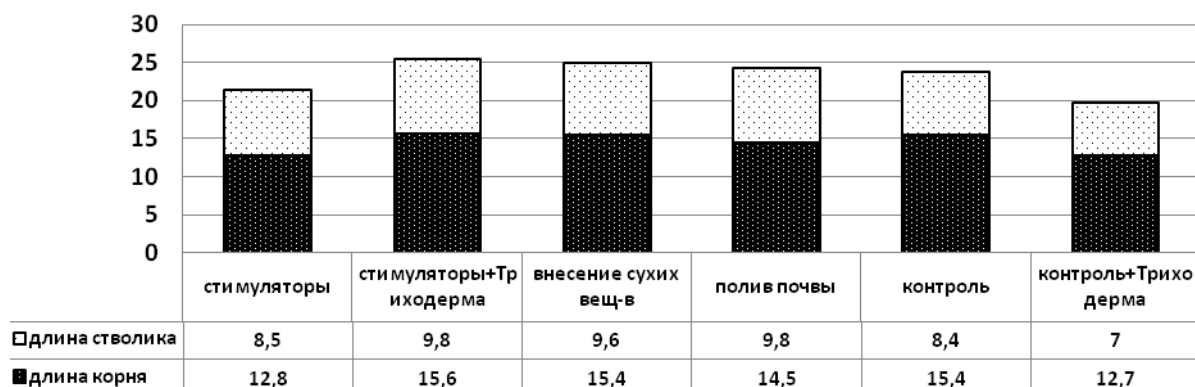


Рис. 2. Длина (см) корней и стволиков однолетних сеянцев березы повислой в лесном питомнике Северо-Казакстанской области

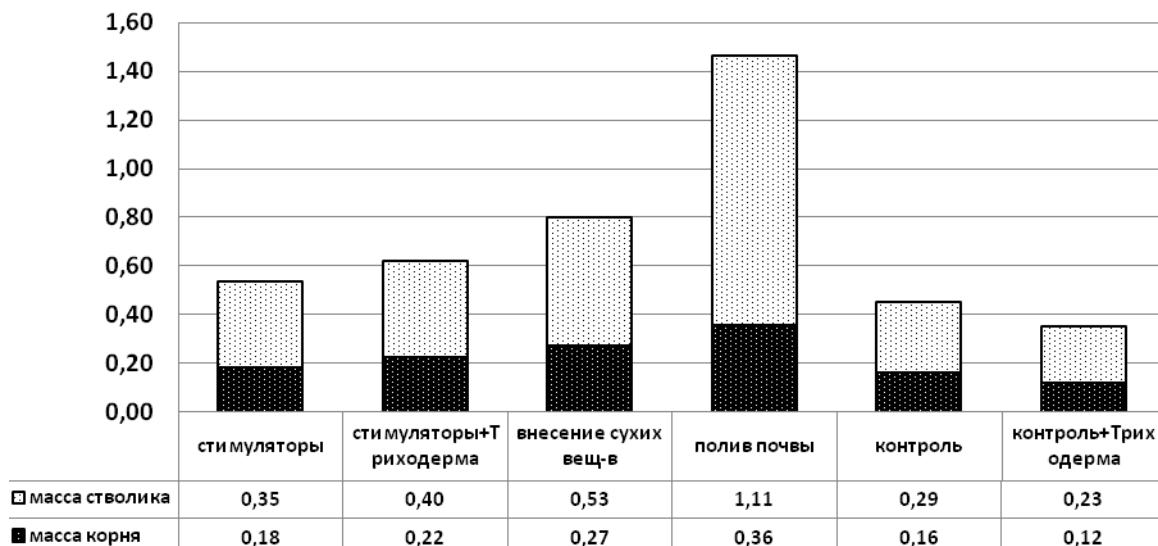


Рис. 3. Масса (г) корней и стволиков однолетних сеянцев березы повислой в лесном питомнике Северо-Казакстанской области

Природопользование

Таблица 2

Биометрические и весовые показатели сеянцев березы повислой в лесном питомнике Северо-Казахстанской области

Стимулятор	Время замачивания, (ч)	Доза внесения	Длина, (см)				Масса, (г)	
			корень		стволик		корень	стволик
			X±m	V, %	X±m	V, %		
Замачивание семян в стимуляторах								
Байкал	1,5	2мл/2л	15,4±4,1	60,4	8,4±2,4	64,4	0,18±0,05	0,32±0,09
Байкал	1	2мл/2л	11,7±1,1	36,4	5,9±1,5	96,0	0,11±0,03	0,21±0,06
Гумат+7	6	0,5г/1л	11,3±1,6	50,5	8,1±0,8	34,6	0,18±0,06	0,35±0,08
Гумат+7	2	0,5г/1л	12,6±0,8	24,0	8,8±0,7	30,5	0,17±0,03	0,34±0,05
Циркон	3	0,5мл/2л	13,0±1,7	44,2	11,1±1,4	41,7	0,28±0,06	0,55±0,12
Контроль			15,4±0,8	18,3	8,4±0,9	40,5	0,16±0,04	0,29±0,10
Байкал+Триходерма	1,5	2мл/2л	15,2±1,2	20,2	8,7±1,0	29,1	0,15±0,05	0,30±0,08
Байкал+Триходерма	1	2мл/2л	18,5±1,0	13,2	12,3±1,9	35,7	0,32±0,10	0,51±0,14
Гумат+7 + Триходерма	6	0,5г/1л	14,1±0,8	15,6	9,8±1,1	31,8	0,20±0,05	0,35±0,08
Гумат+7 + Триходерма	2	0,5г/1л	12,0±1,1	26,2	7,5±1,5	55,6	0,11±0,05	0,26±0,12
Циркон+ Триходерма	3	0,5мл/2л	18,2±1,7	22,9	10,6±2,0	46,8	0,33±0,10	0,58±0,16
Внесение сухих веществ в почву до посева семян								
KZ Грунт		0,5л/2м ²	15,6±2,6	41,6	8,8±1,8	50,3	0,27±0,10	0,57±0,21
KZ Грунт (NPK)		0,5л/2м ²	15,0±1,0	20,5	9,2±1,0	31,5	0,27±0,05	0,55±0,13
Агроперлит		8л/2м ²	15,8±1,4	22,2	10,8±1,8	41,6	0,33±0,10	0,61±0,21
Азот (N)		30кг/га	16,8±2,4	32,1	9,3±2,1	51,1	0,30±0,12	0,48±0,18
Фосфор (P)		20кг/га	13,9±1,3	24,4	9,8±1,3	33,9	0,19±0,04	0,43±0,12
Замачивание семян в Гумат+7 микроэлементов (6ч) + полив								
KZ Культуры		100мл/10л	14,9±1,1	18,8	9,3±2,0	53,2	0,37±0,13	0,54±0,19
KZ Культуры		50мл/10л	14,3±0,8	15,3	9,0±0,9	27,4	0,24±0,08	0,34±0,16
Гуматофосфат		100мл/10л	14,4±2,0	31,8	9,8±1,8	41,4	0,34±0,14	0,54±0,18
ЭридГроу		100мл/10л	14,6±1,6	27,1	11,4±2,2	48,6	0,47±0,20	3,01±2,36

Заключение

Число всходов и высота однолетних сеянцев березы повислой значительно отличались в различных областях Казахстана. Так, средняя высота растений в питомнике Акмолинской области составила 2,3 см, в питомнике Северо-Казахстанской области – 17,9 см, а число всходов соответственно 206,7 и 273,5 шт/кв. м. Возможно, на такое различие повлияло отсутствие уходов, микроклимат и особенности закрытого грунта в питомнике Акмолинской

области. По наблюдениям, близкое расположение укрывного материала к почве при поливах и осадках негативно сказывалось на состоянии сеянцев, т.к. скапливающаяся вода на Агротекс в середине посевной ленты придавливала растения, угнетая их рост. В питомнике Северо-Казахстанской области стенки коробов были выше и поэтому поливная вода на укрывном материале не мешала росту сеянцев.

В результате проведенных исследований выявлено, что использование стимуляторов для предпосевной обработки семян позволяет повысить число всходов березы, но в дальнейшем не влияет на быстроту роста сеянцев. Из испытанных стимуляторов можно рекомендовать Байкал, т. к. при предпосевной обработке данным ростовым веществом сеянцы имели хороший рост и большое число всходов, причем для Северо-Казахстанской области применение его совместно с Триходермой показало

наилучшие результаты по длине надземной и подземной частей и их весовым показателям.

Для производства посадочного материала можно рекомендовать замачивание семян в Гумате+7 микроэлементов или Байкале и полив почвы после посева семян жидкими удобрениями – KZ Культурой и Гуматофосфатом казахстанского производства. Также нужно отметить увеличение роста сеянцев при внесении азота в почву перед посевом семян из расчета 30 кг д. в. на 1 га.

Библиографический список

1. Алиев, Э. В. Влияние предпосевной обработки семян на всхожесть и рост сеянцев сосны обыкновенной ростовыми веществами / Э. В. Алиев, А. И. Сиволапов // Современные проблемы науки и образования, 2013. – № 4. – С. 369.
2. Балков, В. В. Совершенствование агротехники выращивания сеянцев хвойных пород с применением удобрений в лесных питомниках Пермской области / В. В. Балков // Лесохозяйственная информация. – 2002. – № 5. – С. 10–20.
3. Данченко, А. М. Математические методы в лесоводстве / А. М. Данченко. – Томск : ТГУ, 1996. – 99 с.
4. Заре, А. Применение удобрений при выращивании сеянцев хвойных пород с учетом морфогенеза : специальность 06.03.01 «Лесные культуры, селекция, семеноводство» : дис. ... канд. с.-х. наук : защищена 30.05.2007 / Заре Алиреза. – Москва, 2007. – 144 с.
5. Результаты предпосевной обработки стимуляторами семян сосны обыкновенной в Северном Казахстане / С. А. Кабанова, М. А. Данченко, О. Н. Мироненко, А. Н. Кабанов // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2016. – № 3 (44). – С. 99–106.
6. Кабанова, С. А. Результаты опыта по применению стимуляторов и укрывного материала для выращивания сеянцев березы повислой / С. А. Кабанова, М. А. Данченко // Успехи современного естествознания. – 2018. – № 4. – С. 67–71.
7. Пентелькина, Н. В. Выращивание сеянцев березы повислой с использованием стимуляторов роста / Н. В. Пентелькина, Г. И. Иванюшева // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2012. – № 31. – С. 193–197.
8. Сафина, А. Р. Эффективность предпосевной обработки семян и внесения азотных удобрений при выращивании сеянцев ели европейской и сосны обыкновенной в условиях Предкамья Республики Татарстан : специальность 06.01.04 «Агрохимия», 06.03.01 «Лесные культуры, селекция, семеноводство» : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Сафина Айгуль Рамилевна. – Казань, 2012. – 12 с.
9. Смирнов, Н. А. Методическое руководство проведения опытных работ по выращиванию сеянцев в питомниках и лесных культур на вырубках : Пособие для проведения полевых опытных работ / Н. А. Смирнов. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2000. – 42 с.
10. Эффективность предпосевной обработки семян сосны и ели препаратом Эмистим-С / В. В. Носников, А. П. Волкович, А. В. Юренин, В. А. Яромович // Труды БГТУ. – 2014. – № 1 (165). – С. 150–153.
11. Якимов, Н. И. Особенности агротехники выращивания сеянцев березы повислой в лесных питомниках / Н. И. Якимов, Н. К. Крук, А. В. Юренин // Труды БГТУ. – 2013. – № 1. – С. 196–199.
12. Aphalo, P. J. Effect of CCC on the morphology and growth potential of containerised silver birch seedlings / P. J. Aphalo, R. Rikala, R. A. Sanchez // New Forests. – 1997. – Vol. 14. – № 3. – P. 167–177.

13. Materechera, S. A. Influence of pre-sowing seed treatments on the germination of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) / S. A. Materechera // *Acta Horticulturae*. – 2017. – № 1158. – P. 149–158.

14. The effects of soil and air temperature on CO₂ exchange and net biomass accumulation in norway spruce, scots pine and silver birch seedlings / J. Pumpanen, J. Heinonsalo, T. Rasilo [et al.] // *Tree Physiology*. – 2012. – Vol. 32. – № 6. – P. 724–736.

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

References

1. Aliev E. V., Sivolapov A. I. *Vliyanie predposevnoj obrabotki semyan na vsxozhesti rost seyancev sosny obyknovnoy rostovymi veshhestvami* [Influence of pre-sowing seed treatment on the germination and growth of pine seedlings by growth substances]. *Sovremennye problem nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], 2013. № 4. P. 369-372 (in Russian).

2. Balkov V. V. *Sovershenstvovanie agrotexniki vyrashhivaniya seyancev xvojnyx porod s primeneniem udobrenij v lesnyx pitomnikax Permskoj oblasti* [Improvement of agricultural technology of growing coniferous seedlings with the use of fertilizers in forest nurseries of the Perm region]. *Lesoxozyajstvennaya informaciya* [Forest information], 2002. № 5. P. 10-20 (in Russian).

3. Danchenko A. M. *Matematicheskie metody v lesovodstve* [Mathematical methods in forestry]. Tomsk: TGU [Tomsk: Tomsk state University], 1996. – 99 p. (in Russian).

4. Zare A. *Primenenie udobrenij pri vyrashhivanii seyancev xvojnyx porod s uchetom morfogeneza* [The use of fertilizers in the cultivation of coniferous seedlings, taking into account morphogenesis] : *dissertaciya na soisk. stepeni kand. s-x.n.* [PhD dissertation]. – M., [Moscow], 2007. – 144 p. (in Russian).

5. Kabanova S. A., Danchenko M. A., Mironenko O. N., Kabanov A. N. *Rezultaty predposevnoj obrabotki stimulyatorami semyan sosny obyknovnoy v Severnom Kazaxstane* (Results of pre-sowing treatment with stimulators of Scots pine seeds in Northern Kazakhstan). *Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoj selskoxozyajstvennoj akademii. V.R. Filippova* [Bulletin of the Buryat state Academy of agriculture V.R. Filippova], 2016. № 3 (44). P. 99-106 (in Russian).

6. Kabanova S. A., Danchenko M. A. *Rezultaty opyta po primeneniyu stimulyatorov I ukryvnogo materiala dlya vyrashhivaniya seyancev berezy povisloj* [Results of the experiment on the use of stimulants and covering material for the cultivation of birch seedlings]. *Uspexi sovremennogo estestvoznaniya* [Successes of modern natural science], 2018. № 4. P. 67-71 (in Russian).

7. Pentelkina N. V., Ivanyusheva G. I. *Vyrashhivanie seyancev breezy povisloj s ispolzovaniem stimulyatorov rosta* [Growing of birch seedlings with the use of growth stimulants]. *Aktualnye problem lesnogo kompleksa* [Actual problems of the forest complex], 2012. № 31. P. 193-197 (in Russian).

8. Safina A. R. *Effektivnost predposevnoj obrabotki semyan i vneseniya azotnyx udobrenij pri vyrashhivanii seyancev eli evropejskoj i sosny obyknovnoy v usloviyax Predkamya Respubliki Tatarstan* [Efficiency of pre-sowing treatment of seeds and nitrogen fertilizers in the cultivation of seedlings of European spruce and Scots pine in the conditions of the ancestral Republic of Tatarstan]: *avtoreferat diss. na soiskanie stepeni kand. s-h. nauk* [PhD dissertation in Agriculture]. – Kazan: Kazanskiy GAU [Kazan: Kazan state agricultural university], 2012. – 12 p. (in Russian).

9. Smirnov N. A. *Metodicheskoe rukovodstvo provedeniya opytnyx rabot po vyrashhivaniyu seyancev v pitomnikax i lesnyx kultur na vyrubkax : Posobie dlya provedeniya polevyx opytnyx rabot* [Methodical management of carrying out experimental works on cultivation of seedlings in nurseries and forest cultures on felling : The manual for carrying out field experimental works]. *Pushkino: VNIILM* [Pushkino: VNIILM], 2000. 42 p. (in Russian).

10. Nosnikov V. V., Volkovich A. P., Yurenya A. V., Yarmolovich V. A. *Effektivnost predposevnoj obrabotki semyan sosny i eli preparatom Emistim-S* [Efficiency of pre-sowing treatment of pine and spruce seeds with Emistim-S]. *Trudy BGTU* [Works of BSTU], 2014. № 1 (165). P. 150-153 (in Russian).
11. Yakimov N. I., Kruk N. K., Yurenya A. V. *Osobennosti agrotexniki vyrashhivaniya seyancev breezy povisloj v lesnyx pitomnikax* [Features of agricultural cultivation of birch seedlings hanging in forest nurseries]. *Trudy BGTU* [Works of BSTU], 2013. № 1. P. 196-199 (in Russian).
12. 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. Vol. 14. № 3. P. 167-177.
13. Materechera, S. A. Influence of pre-sowing seed treatments on the germination of moringa (*Moringa oleifera* Lam.). *Acta Horticulturae*, 2017. № 1158. P. 149-158.
14. Pumpanen J., Heinonsalo J., Rasilo T. et al. The effects of soil and air temperature on CO₂ exchange and net biomass accumulation in norway spruce, scots pine and silver birch seedlings. *Tree Physiology*. 2012. Vol. 32. № 6. P. 724-736.
15. Weih M. Delayed growth response of mountain birch seedlings to a decrease in fertilization and temperature. *Functional Ecology*. 2000. Vol. 14. № 5. P. 566-572.

Сведения об авторах

Кабанова Светлана Анатольевна – кандидат биологических наук, заведующая отделом воспроизводства лесов и лесоразведения, Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации, г. Щучинск, Акмолинская область, Республика Казахстан; 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, г. Щучинск, Акмолинская область, Республика Казахстан;

Данченко Матвей Анатольевич – кандидат географических наук, доцент кафедры лесного хозяйства и ландшафтного строительства, Биологический институт ФГБОУ ВО «Томский государственный университет», г. Томск, Российская Федерация; e-mail: mtd2005@sibmail.com.

Information about authors

Kabanova Svetlana Anatolyevna – PhD (Biology), head of the Department of reforestation and afforestation Kazakh Forestry Research Institute, Shchuchinsk, Akmola Region, The Republic of Kazakhstan; e-mail: kabanova.05@mail.ru.

Bortsov Valeriy Anatolyevich – research fellow of the Department of reforestation and afforestation Kazakh Forestry Research Institute, Shchuchinsk, Akmola Region, The Republic of Kazakhstan.

Danchenko Matvey Anatolyevich – PhD (Geography), Associate Professor of the Department of forestry and landscape construction, FSAEI HE "Tomsk State University", Tomsk, Russian Federation; e-mail: mtd2005@sibmail.com.