МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

и школа молодых ученых по измерениям, моделированию
и информационным системам для изучения окружающей среды

избранные труды

ENVIROMIS 2020

INTERNATIONAL CONFERENCE

and Early Career Scientists School on Environmental Observations,
Modeling and Information Systems

selected papers

Enviromis 2020 organizers

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS

Institute of Numerical Mathematics RAS

Moscow Center for Basic and Applied Mathematics

Ugra State University

Организаторы Enviromis 2020

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН

Институт вычислительной математики РАН

Московский центр фундаментальной и прикладной математики

Югорский государственный университет

WCEDAI 2020 organizers

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS

Research Computing Center of Moscow State University

Institute of Numerical Mathematics RAS

Magdeburg-Stendal University of Applied Sciences

Potsdam Institute for Climate Impact Research

Организаторы WCEDAI 2020

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН

Научно-исследовательский вычислительный центр МГУ

Институт вычислительной математики РАН

Магдебург-Стендальский университет прикладных наук

Потсдамский институт по исследованию влияния климатических изменений

Thanks

The conference is supported by RFBR, grant № 20-05-22040

Благодарности за поддержку

Мероприятие проведено при финансовой поддержке РФФИ, проект № 20-05-22040

© ИМКЭС СО РАН 2020

ISBN 978-5-89702-469-8

Издательство Томского ЦНТИ. Лиц. ИД № 05060 от 14.06.2001 г. Отпечатано в Томском ЦНТИ. Лиц. ПД № 12-0084 от 16.04.2001 г.
Подписано в печать 21.08.2020 г. Заказ № 615. Тираж 200 экз. Россия, 634021, г. Томск, пр. Фрунзе, 115/3.

The selection of Scots pine seedlings' growth stimulants in extreme conditions of the Northern Kazakhstan steppe zone

[1]Kabanova S.A, [2]Musoni W., [2]Zenkova Z.N., [2]Danchenko M.A.

[1]Kazakh Forestry Research Institute, Shchuchinsk, the Republic of Kazakhstan
[2]Tomsk State University, Tomsk, Russia
E-mail: kabanova.05@mail.ru, t-ekos@mail.ru

The main purpose of this research is to determine the optimal technology for the growth of plant seeds in extreme climate and soil conditions of Northern Kazakhstan using various growth stimulants for pre-sowing of Scots pine seeds treatment and the introduction of growth substances into the soil to increase seed germination and accelerate seedling growth [1].

This research was conducted in the forest nursery of the State Forest Natural Park "Ertis Ormany" in Pavlodar region and the Arykbalyk branch of the State National Natural Park "Kokshetau" in Akmola region. The climate in the regions of interest is sharp continental. The unfavorable climate conditions of the nursery area represented as late spring and early autumn frosts, droughts, strong winds that often turn into dust storms. All these factors create extreme conditions for the growth of woody vegetation.

The main focus of this research were two-year-old Scots pine seedlings. Pre-sowing seed treatment was carried out by various stimulants: GNB, "Humate + 7 trace elements" and "Extrasol". In addition to pre-sowing seed treatment with stimulants, the soil was irrigated with "Extrasol" stimulator and the "AridGrow" soil activator along with the drip irrigation of sowing seeds.

The authors carefully examined the effects of various types of stimulants on the growth of Scots pine seedlings (height in cm) from two different nurseries. The measurements were taken at the end of the first and the second years of the trees' life. The bootstrap resampling method was used to study the significant differences in average plants height (number of repeats M = 50 000) [2]. As a result, it was found that the average height of the pines is normally distributed regardless of the year when the measurements were taken and the stimulants treatment, however, the parameters of normal distributions that depend on nurseries and stimulants were very different. For trees in the forest nursery of "Ertis Ormany", all stimulants helped to increase the trees' height compared to the control group of seeds. The most significant influence of the stimulants was observed after the second year of trees' life. For trees in the forest nursery of "Kokshetau", the stimulants' influence was not so obvious. A stable but not very significant influence was observed for the duration of two years by means of irrigation with soil activators "AridGrow" leading to increase by 7% for the first year and 24.7% for the second year.

The research proved that even in extreme climate and soil conditions of Northern Kazakhstan, pre-sowing treatment with stimulants positively affected the germination of seeds and the growth of one- and two-year-old seedlings. All the considered options of stimulants used in the nursery of "Ertis Ormany" demonstrated improved growth than that of the control sample of trees. In the climate and soil conditions of the Pavlodar region, authors recommend pre-sowing seed treatment with the "Humat + 7 trace elements" stimulatants and irrigation of soil with the "AridGrow" stimulator, which most effectively affected the growth of seedlings. For the conditions of the Akmola region, we proposed to carry out pre-sowing treatment of pine seeds with "Extrasol" stimulator, spraying with GNB and irrigating the soil with an "AridGrow" stimulator. Thus, the authors established a set of substances for better stimulation of the Scots pine seedlings' growth in the extreme climate conditions of forest nurseries of Northern Kazakhstan.

REFERENCES:

1. *Kabanova S.A., Zenkova Z.N., Danchenko M.A. Regional Risks of Artificial Forestation in the Steppe Zone of Kazakhstan (Case Study of the Green Belt of Astana). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2018, vol. 211, pp. 012055-1-012055-9.*
2. *Efron, B. Bootstrap methods: Another look at the jackknife. The Annals of Statistics 7, 1979, pp. 1–26*

Обоснование подбора стимуляторов роста сеянцев сосны обыкновенной в экстремальных условиях степных районов Северного Казахстана

[1]Кабанова С.А., [2]Мусони У., [2]Зенкова Ж.Н., [2]Данченко М.А.

[1]Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации, Щучинск, Республика Казахстан
[2]Национальный исследовательский институт Томский государственный университет, Томск, Россия
E-mail: kabanova.05@mail.ru, t-ekos@mail.ru

Введение. Лесное хозяйство является одной из форм природопользования, которая имеет исключительное значение в сохранении и улучшении биологического и ландшафтного разнообразия. Как известно, леса играют важнейшую роль в глобальном углеродном цикле, накоплении ресурсов пресной воды, защите почвы от ветровой и водной эрозии. Проблемы лесопользования и лесоуправления становятся все более многообразными и сложными. За последние годы очень сильно изменились стандарты управления лесами, которые должны отвечать возросшим международным, социальным, экологическим и экономическим требованиям [1].

Интенсификация лесного хозяйства резко усилила потребность отрасли в качественном посадочном материале для лесовозобновления в Казахстане. Все вышесказанное обусловливает перевод выращивания посадочного материала на промышленную основу, путем создания постоянных лесных питомников. Пересмотр существующих технологий выращивания посадочного материала и интенсификация использования имеющихся производственных ресурсов является актуальной задачей для Республики Казахстан [2].

Цель исследований – определение оптимальных технологий выращивания посадочного материала в экстремальных почвенно-климатических условиях Северного Казахстана, с применением различных стимуляторов для предпосевной обработки семян сосны обыкновенной и внесением в почву ростовых веществ для повышения всхожести семян и ускорения роста сеянцев.

Объекты и методы исследований. Данное исследование проводились в лесном питомнике Государственного лесного природного парка (ГЛПР) «Ертіс орманы» Павлодарской области. На территории ГЛПР лес является комплексом экологических систем, объединяющим в одно целое растительный и животный мир, земельные и водные ресурсы. Уникальные ленточные боры Прииртышья являются уникальным природным богатством и требуют к себе бережного отношения. Основной задачей лесного хозяйства при проведении различных работ в борах является их сохранение и повышение продуктивности. Резерват расположен в подзоне сухой степи, характеризующейся резко континентальным климатом с жарким сухим летом, суровой малоснежной зимой, большими амплитудными колебаниями температур. Почвы в лесном питомнике боровые песчаные. Также опыты были заложены в Арыкбалыкском филиале государственного национального природного парка (ГНПП) «Кокшетау» Акмолинской области. Климат в районе исследования резко-континентальный, почвы – обыкновенный чернозем. К неблагоприятным особенностям климата района расположения питомников, создающим экстремальные условия для произрастания древесной растительности, следует отнести поздние весенние и ранние осенние заморозки, засухи, сильные ветры, которые часто переходят в пыльные бури [3].

Объектами исследования являлись двухлетние сеянцы сосны обыкновенной. Семена для выращивания посадочного материала были местного происхождения и собраны в насаждениях нормальной селекционной категории, 1-го класса качества. Предпосевная обработка семян проводилась различными стимуляторами – ГНБ, «Гуматом + 7 микроэлементов» и «Экстрасолом». Замачивание семян в растворах стимуляторов производилось в течение разного времени – от 5 минут до 24 часов согласно рекомендациям производителей ростовых веществ. После замачивания семена промывались водой и просушивались до воздушно-сухого состояния. Контролем служили семена, замоченные в чистой воде в течение 6 часов, как принято при производственном посеве в учреждениях лесного хозяйства. Посев семян выполнялся соответственно принятым в учреждениях лесного хозяйства требованиям. Контроль закладывался в двукратной повторности в конце каждого цикла вариантов опыта. Кроме предпосевной обработки семян стимуляторами производился полив почвы стимулятором «Экстрасолом» и активатором почвы «ЭридГроу». В питомнике применялось капельное орошение посевов, шланги для которого прокладывались одновременно с посевом.

За посевами проводились наблюдения за грунтовой всхожестью, которая определялась путем перечета всходов на учетном одном погонном метре во время массовых всходов. За учетный отрезок всегда принималась третья строчка на посевной ленте. Осенью производился перечет сохранившихся растений и определялась выживаемость сеянцев в процентном отношении от грунтовой всхожести и замеры высоты у растущих сеянцев линейкой с точностью до 0,1 см, от поверхности почвы до верхушечной почки. Все полученные данные заносились в журнал наблюдений.

Результаты и обсуждение. В данной работе исследовалось влияние различных видов стимуляторов на рост сеянцев сосны обыкновенной (высота в см), которые выращивались в двух различных питомниках, измерения производились в конце первого и второго годов жизни деревьев. Так как результаты измерений были округлены или недостаточно точны (точность составляла 5 мм), а объемы выборки не всегда велики, то классические статистические тесты не позволили выявить нормальность рядов данных. Это не просто сузило, а фактически, ликвидировало возможности применения традиционных статистических процедур проверки гипотез о различии средних значений. Тест Манна-Уитни показал наличие значимых различий в ряде случаев, когда его применение было допустимо, но не их характер. В итоге, для детального изучения значимости различий в средней высоте растений был применен метод размножения выборок бутстреп с параметром моделирования $M = 50\,000$ [4,5]. В результате было выявлено, что средняя высота сосен распределена нормально вне зависимости от того, в какой год произведены измерения, обрабатывались ли семена стимуляторами или нет, однако параметры нормальных распределений оказались весьма различны [6]. В таблицах 1-4 представлены результаты бутстреп-анализа применения стимуляторов: полив почвы стимулятором «Экстрасол» разной концентрации (Ex 0.05 и 0.1 shower) и активатором «ЭридГроу» (ErGrw shower), опрыскивание препаратом ГНБ (GNB spray), предпосевная обработка семян стимуляторами – ГНБ (GNB 5 min), «Гумат + 7 микроэлементов» (Gum+7 18 h и Gum+7 24 h) и «Экстрасол» (Ex 0.1 5 min и Ex 0.05 5 min).

Заметим, что в питомнике ГЛРП «Ертіс орманы» все стимуляторы привели к увеличению роста деревьев по сравнению с контрольной группой семян, которая не подвергалась никакому воздействию, при этом улучшение было более значительным после второго года жизни растений (таблица 1, 2). Наилучшие результаты в течение обоих лет показало применение стимулятора «Гумат + 7 микроэлементов» и полив «ЭридГроу». Через год после обработки полив «ЭридГроу» показал прирост высоты на 14.1%, через два – на 37.2%, в то время как стимулятор «Гумат + 7 микроэлементов» – на 20.2% и 30.4% .

Для питомника в ГНПП «Кокшетау» влияние стимуляторов оказалось не столь очевидным (таблицы 3, 4). Стабильное, хоть и незначительное положительное влияние в течение двух лет дал полив стимулятором «ЭридГроу» – 7% в первый год и 24.7% во второй.

Таблица 1. Параметры бутстреп-распределения высоты сосен в см для питомника ГЛРП «Ертіс орманы», первый год жизни растений.

	Ex 0.05 shower	**Ex 0.1 shower**	**Ex 0.1 5 min**	**Ex 0.05 5 min**	**GNB spray**	**GNB 5 min**	**ErGrw shower**	**Gum+7 18 h**	**Gum+7 24 h**	**Control**
Среднее	2.789	2.627	2.634	2.678	**2.831**	**2.726**	**2.829**	**2.980**	2.569	2.480
Медиана	2.790	2.626	2.634	2.677	2.831	2.726	2.829	2.980	2.569	2.479
Мода	2.795	2.635	2.627	2.669	2.838	2.723	2.830	2.986	2.564	2.482
СКО	0.050	0.051	0.052	0.056	0.054	0.050	0.059	0.062	0.051	0.063
N	202	200	200	202	204	203	203	203	201	200

Таблица 2. Параметры бутстреп-распределения высоты сосен в см для питомника ГЛРП «Ертіс орманы», второй год жизни растений.

	Ex 0.05 shower	**Ex 0.1 shower**	**Ex 0.1 5 min**	**Ex 0.05 5min**	**GNB spray**	**GNB 5min**	**ErGrow shower**	**Gum+7 18 h**	**Gum+7 24 h**	**Control**
Среднее	7.739	7.063	6.350	6.963	7.262	7.337	**8.575**	**8.150**	7.562	6.250
Медиана	7.739	7.062	6.351	6.963	7.261	7.336	8.575	8.149	7.560	6.249
Мода	7.745	7.062	6.322	6.956	7.295	7.330	8.604	8.162	7.554	6.245
СКО	0.189	0.166	0.117	0.116	0.098	0.124	0.126	0.138	0.154	0.165
N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40

Таблица 3. Параметры бутстреп-распределения высоты сосен в см для питомника ГНПП «Кокшетау», первый год жизни растений.

	Ex 0.1 shower	**Ex 0.05 5min**	**GNB spray**	**Ex 0.1 5 min**	**Ex 0.05 shower**	**Gum+7 24 h**	**Gum+7 18 h**	**Control**	**ErGrow shower**	**GNB 5min**
Среднее	4.044	4.481	**4.676**	**5.043**	4.287	4.144	4.228	4.600	**4.939**	4.152
Медиана	4.043	4.481	4.676	5.043	4.286	4.143	4.228	4.600	4.940	4.152
Мода	4.000	4.500	4.680	5.000	4.250	4.167	4.250	4.500	4.942	4.167
СКО	0.070	0.070	0.053	0.088	0.066	0.056	0.052	0.077	0.059	0.049
N	80	80	82	80	75	80	79	75	82	79

Таблица 4. Параметры бутстреп-распределения высоты сосен в см для питомника ГНПП «Кокшетау», второй год жизни растений.

	Ex 0.1 shower	Ex 0.05 5min	GNB spray	Ex 0.1 5 min	Ex 0.05 shower	Gum+7 24 h	Gum+7 18 h	Control	ErGrow shower	GNB 5 min
Среднее	**15.326**	11.696	11.703	11.294	11.309	12.410	13.638	11.587	**14.452**	13.525
Медиана	15.328	11.697	11.701	11.293	11.309	12.409	13.639	11.587	14.450	13.524
Мода	15.500	11.500	11.705	11.200	11.320	12.500	13.500	11.500	14.500	13.500
СКО	0.272	0.302	0.260	0.203	0.280	0.255	0.172	0.207	0.282	0.222
N	23	31	42	40	42	40	40	40	20	40

Выводы. Исследования показали, что даже в экстремальных климатических и почвенных условиях Северного Казахстана предпосевная обработка стимуляторами положительно воздействовала на всхожесть семян и рост одно- и двухлетних сеянцев. Все изученные варианты использования стимуляторов в питомнике ГЛРП «Ертіс орманы» показали результат лучше контроля. В условиях Павлодарской области можно рекомендовать проведение предпосевной обработки семян стимуляторами «Гумат + 7 микроэлементов», использовать полив почвы стимулятором «ЭридГроу», которые наиболее эффективно повлияли на рост сеянцев. Для условий Акмолинской области предлагается проведение предпосевной обработки семян сосны обыкновенной стимулятором «Экстрасол», опрыскиванием препаратом ГНБ и полив почвы стимулятором «ЭридГроу».

В результате проведенных работ и анализа роста сеянцев сосны обыкновенной в питомниках Северного Казахстана выявлен определенный набор оптимальных ростовых веществ.

ЛИТЕРАТУРА:

1. *Данченко М.А., Кабанова С.А. Особо охраняемые природные территории Республики Казахстан и проблемы их сохранения // Актуальные проблемы лесного комплекса. - 2004. № 9. С. 86–88.*
2. *Kabanova S.A., Zenkova Z.N., Danchenko M.A. Regional Risks of Artificial Forestation in the Steppe Zone of Kazakhstan (Case Study of the Green Belt of Astana). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2018, vol. 211, pp. 012055-1–012055-9.*
3. *Байзаков С.Б., Искаков С.И., Нысанбаев Е.Н. Рекомендации по восстановлению леса на гарях в ленточных борах Прииртышья. Алматы, 2012. 12 с.*
4. *Shapiro S.S., Wilk M.B. An analysis of variance test for normality (complete samples). Biometrika. 52 (3–4): 591–611, 1965, p. 593*
5. *Efron, B. Bootstrap methods: Another look at the jackknife. The Annals of Statistics 7, 1979, pp. 1–26*
6. *De Pascale S., Rouphael Y., Colla G. Plant Biostimulants: Innovative Tool for Enhancing Plant Nutrition in Organic Farming. Eur. J. Hortic. Sci., 2017, vol. 82, pp. 277–285.*

Assessment of the use of reanalyses for the diagnosis of avalanche hazard in the Caucasus mountains

Kuksova N.E., Toropov P.A., Oleinikov A.D., Surkova G.V.

Lomonosov Moscow State University, Department of Geography, Moscow, Russia
E-mail: kuksova_97@mail.ru

Snow avalanches are a widespread natural phenomenon that significantly complicates the economic development of mountainous regions and poses a threat to human life. Avalanches are dangerous glaciological phenomena, and the forecast of future climate changes is inextricably linked with the forecast of associated dangerous phenomena. However, unlike other phenomena, avalanches are local and very complex in the variety of physics of the processes that cause them. Therefore, it is necessary to look for some physically justified methods, but capable of generalizing the forecast for the scale of the region, and not of one valley.

In order to assess the avalanche hazard, winter classification by air temperature and precipitation was performed using 31 HMSs of the Greater Caucasus during the cold period [Oleinikov, 2002]. The classification is based on the principle of a correlation matrix, in which winters are divided into four groups according to temperature conditions and moisture supply [Oleinikov, 2012]. Deviations are calculated through the seasonal