

УДК 634.717:54.043

**ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
СУБСТРАТА НА ОСНОВЕ ТОРФА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ
ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩЕЙ ДОБАВКИ**

Наталья Андреевна Андреева

студент

fito-klon@yandex.ru

Роман Валериевич Папихин

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры садоводства

rom10@mail.ru

Екатерина Сергеевна Протасова

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биологии и химии

katya.pr07@yandex.ru

Алексей Андреевич Привалов

аспирант

asher_satton@mail.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. В статье рассматривается вопрос применения цеолитсодержащих препаратов для применения в качестве влагоудерживающей добавки к субстрату на основе торфа. Использование данных смесей в питомниководстве при культивировании растений в контейнерах имеет большую перспективу. Установлено, что добавление «DrGrunt» к торфу (10% по объёму) увеличивает скорость насыщения смеси и расширяет диапазон доступной влаги на 8,0% по сравнению с контролем.

Ключевые слова: цеолитсодержащие препараты, кремний, торф, питомниководство.

Дефицит воды или засуха является одним из основных абиотических стрессов, которые резко тормозят рост и снижают урожай сельскохозяйственных культур [10]. Экстремальная засуха приводит к закрытию устьичных щелей, снижению транспирации, фотосинтеза, роста и водного потенциала клеток. Смягчающая роль кремния в отношении растений, столкнувшихся с засухой, положительно коррелирует с уменьшением количества потерянной воды через транспирацию, осмотическим гомеостазом, улучшением минерального поглощения и инициирование реакций антиоксидантной защиты растений [7]. Кроме того, С. Агари с коллегами [5] предположили, что отложение кремния внутри клеточных стенок, также снижает скорость транспирации, чтобы стимулировать внутренние водные запасы растений при дефиците воды. Следует отметить мелиоративную роль кремния на растения, пострадавших от засухи, которую также может быть связана с гидрофильной природой соединений кремния, например, $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, который поддерживает общий водный баланс внутри растений и защищает их от нехватки воды [7].

Как сообщают С. Кайя с коллегами [8], экзогенное применение кремния для растений, пострадавших от засухи, повысило уровень кальция, который необходим для поддержания стабильности и целостности клеточной мембраны. Более того, потеря воды также увеличивало содержание ионов калия в тканях растений после экзогенного добавления кремния, что, вероятно, по мнению авторов, происходит за счет запускающего действия H^+ -АТФаз в клеточной мембране.

В сельском хозяйстве в качестве источника кремния обычно применяют кремний содержащую породу – цеолит.

Цеолиты представляют собой кристаллические гидратированные алюмосиликаты с трехмерной структурой, которые обычно встречаются в магматических, метаморфических и осадочных средах [9]. Первичные строительные единицы в их структуре включают $[\text{SiO}_4]^{-4}$ и тетраэдры $[\text{AlO}_4]^{-5}$, связанные общими атомами кислорода.

Цеолиты по своим физическим свойствам способны легко накапливать и отдавать воду, то добавка данного компонента в субстрат будет являться достаточно эффективной, особенно для тех морфофизиологических процессов, для протекания которых, растениям требуется поддержание определённой и постоянной влажности.

Отечественными исследователями проведены многочисленные опыты по применению цеолитов для акклиматизации растений *in vitro* и дальнейшему их культивированию на специализированных субстратах [1, 2, 3].

Применение специализированных препаратов на основе модернизированной породы цеолита с улучшенными физико-химическими параметрами позволит повысить эффективность питомниководческой отрасли.

В связи с этим, целью исследования являлось определение гидрологических констант субстрата и цеолитсодержащего препарата.

Объекты и методы исследований

За основу исследования брали субстрат на основе верхового торфа Агробалт-С, (производитель ГК «АгроБалт трейд» (Россия).

В качестве влагоудерживающего элемента применяли препарат, произведённый на основе модифицированных минералов трепела/опоки - Dr Grunt (цеолитсодержащий минеральный комплекс ЦМК «Доктор Грунт»), (производитель ООО «Доктор Грунт», Зикеевское месторождение, Калужская область, г. Жиздра, Россия), размер гранул 2-4 мм.

Максимальную гигроскопичность (МГ) определяли по Николаеву () в эксикаторе над раствором серноокислого калия.

Наименьшую влагоёмкость (НВ) определяли по Николаеву () на гипсовых пластинах. Исследование проводили в двух вариантах: 1 – без замачивания – намокание в течение 30 минут; 2 – с замачиванием в течении 24 часов.

Насыпную плотность определяли в стаканчиках объёмом 100 мл.

Микрофотографирование гранул Dr Grunt и ZION проводили на металлографическом микроскопе Leica 2500.

Результаты исследований

ЦМК Dr Grunt отличается от торфа более высокой плотностью и структурой пор.

В проведённых лабораторных исследованиях установлено, что в ЦМК «Доктор Грунт» преобладают капиллярные поры (рис. 1).

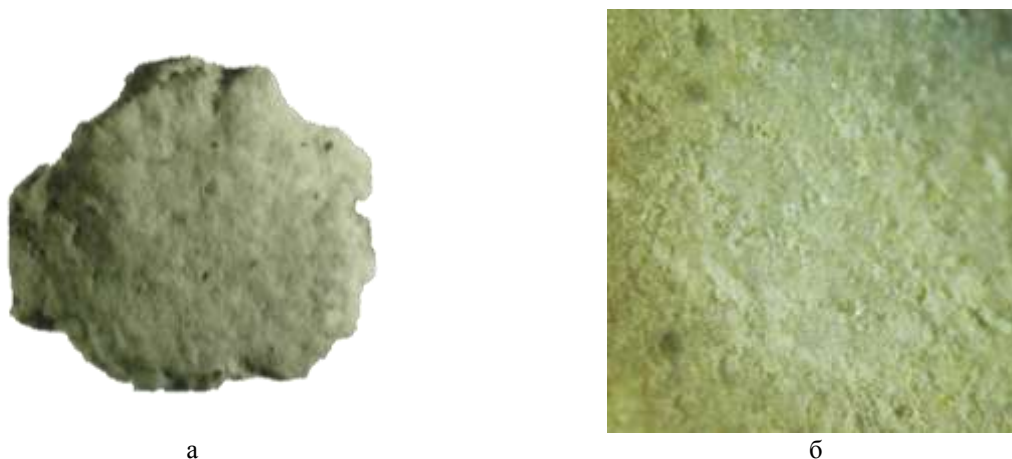


Рисунок 1 - Цеолитсодержащий минеральный комплекс ЦМК «Доктор Грунт»: а - гранула (x10); б – гранула (x 200).

Анализ гидрологических констант торфа и ЦМК Dr Grunt показал, что торф имеет большое количество очень тонких пор, которые насыщаются влагой только после длительного замачивания (наименьшая влагоёмкость после суточного замачивания увеличивается на 30%) (табл. 1).

В ЦМК Dr Grunt преобладают капиллярные поры (наименьшая влагоёмкость после суточного замачивания увеличивается на 12%).

ЦМК Dr Grunt намного быстрее чем торф насыщается водой, добавление его к торфу (10% по объёму) увеличивает скорость насыщения смеси и расширяет диапазон доступной влаги МГ-НВ (торф – 34%, смесь – 42 % от объема).

Таблица 1

Гидрологические константы торфа и ЦМК Dr Grunt

Показатель	Ед. измерения	Торф	Dr Grunt	Смесь
Насыпная плотность	г/см ³	0,14	0,59	0,27
ГВ (гигроскопическая влажность)	% от m	4,13	1,57	2,45
	% от V	0,58	0,93	0,67
МГ (максимальная гигроскопичность)	% от m	34,99	24,51	30,27
	% от V	4,91	14,44	8,22
НВ (наименьшая)	% от m	194,77	67,71	130,17

влагоёмкость замачивания)	без	% от V	27,35	39,90	35,35
НВ (наименьшая влагоёмкость суточным замачиванием	с	% от m	282,79	76,87	184,62
		% от V	39,71	45,30	50,44

Заключение

Таким образом, применение цеолитсодержащего минерального комплекса Dr Grunt позволит повысить эффективность питомниководческой отрасли. Использование модифицированных минералов трепела/опоки в основе Dr Grunt позволит поддерживать достаточную влажность в субстрате, как при культивировании растений с закрытой корневой системой, так и в полевых условиях. Данный препарат позволят сократить объём полива растений, кроме этого, стабилизированная влага субстрата будет способствовать минимизации почвенной засухи и развитию абиотических стрессов, связанных с ней, что в конечном итоге повышает экономическую составляющую производства.

Список литературы:

1. Мазаева Ю.В. Сравнительная характеристика влияния Цеолитсодержащего минерального комплекса «Доктор Грунт» на зеленую массу растений и клубнеобразование картофеля // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2022. №2 (69). С. 96-101.
2. Папихин Р.В., Муратова С.А. Влияние цеолита на адаптацию микрорастений представителей рода *Rubus* // Достижения науки и техники в АПК Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 12. С. 18-23.
3. Папихин Р.В., Муратова С.А., Ревенко В.В. Влияние цеолитсодержащего минерального комплекса «Доктор грунт» на рост и развитие ягодных культур на этапе адаптации микрорастений, полученных *in vitro* // Вторая Международная научно-практическая конференция «Геномика и современные биотехнологии в размножении, селекции и сохранении растений». 2021. С. 139-140.

4. Терпелец В.И., Слюсарев В.Н. Агрофизические и агрохимические методы исследования почв: учебно-методическое пособие. Краснодар: КубГАУ. 2016. 65 с.
5. Effects of silicon on transpiration and leaf conductance in rice plants (*Oryza sativa* L.) / S. Agarie, H. Uchida, W. Agata, F. Kubota, P.B. Kaufman // Plant Prod Sci. 1998. V.1. P. 89–95.
6. Silicon alleviates oxidative damage of wheat plants in pots under drought / H. Gong, X. Zhu, K. Chen, S. Wang, C. Zhang // Plant Sci. 2005. V. 169. P. 313–321.
7. Influence of silicon on sunflower cultivars under drought stress, I: growth, antioxidant mechanisms, and lipid peroxidation / A. Gunes, D.J. Pilbeam, A. Inal, S. Coban // Commun Soil Sci. Plant Anal. 2008. V. 39. P. 1885–1903.
8. Kaya C., Tuna L., Higgs D. Effect of silicon on plant growth and mineral nutrition of maize grown under water-stress conditions // J. Plant Nutr. 2006. V. 29. P. 1469–1480.
9. Agricultural and agrochemical uses of natural zeolite of the clinoptilolite type / M. Rehakova, S. Čuvanová, M. Dzivak, J. Rimár, Z. Gaval’Ova // Curr Opinion Solid State Mater Sci. 2004. V. 8 (6). P. 397-404.
10. Silicon and Plants: Current Knowledge and Future Prospects / Z. Souri, K. Khanna, N. Karimi, P. Ahmad // Journal of Plant Growth Regulation. 2021. V. 40. P. 906–925.

UDC 634.717:54.043

**STUDY OF THE HYDROLOGICAL PARAMETERS OF A PEAT-BASED
SUBSTRATE USING A ZEOLITE-CONTAINING ADDITIVE**

Natalya A. Andreeva
student

Roman V. Papikhin

Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor

parom10@mail.ru

Ekaterina S. Protasova

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

katya.pr07@yandex.ru

Alexey A. Privalov

postgraduate student

asher_satton@mail.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Abstract. The article discusses the use of zeolite-containing preparations for use as a water-retaining additive to a peat-based substrate. The use of these mixtures in nursery cultivation when cultivating plants in containers has great prospects. It was found, that the addition of "DrGrunt" to peat (10% by volume) increases the saturation rate of the mixture and expands the range of available moisture by 8.0% compared to the control.

Key words: zeolite-containing preparations, silicon, peat, nursery.

Статья поступила в редакцию 10.05.2023; одобрена после рецензирования 15.06.2022; принята к публикации 30.06.2023.

The article was submitted 10.05.2023; approved after reviewing 15.06.2022; accepted for publication 30.06.2023.