

С.К. Наекова¹, М. Сатканов¹, А.У. Исаева², К.М. Аубакирова¹, М.Т. Мырзабаева³, З.А. Аликулов¹, Ургалиев Ж.Ш.¹, Арыстанова Ш.Е.¹

¹ Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

² Южно-Казахстанский государственный университет имени М. Ауезова, Шымкент, Казахстан

³ Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина, Астана, Казахстан
(E-mail: n-saltan@mail.ru, 19mereke99@mail.ru, akysaeva@mail.ru, aubakirova_km@enu.kz, malikamyr@gmail.com, zer-kaz@mail.ru)

Сравнительная характеристика различных образцов Мугалжарского диатомита

Аннотация: В данной работе дана характеристика разных образцов диатомита, добытых из Мугалжарского месторождения Актюбинской области. Для определения химического состава диатомита и содержания основных элементов в процентных соотношениях была использована растровая электронная микроскопия. Полученные данные показывают, что все образцы диатомита содержат одни и те же химические элементы, но в различных количествах. Основным химическим элементом был Si (кремний) и его содержание достигало 30 - 40%. Высокое содержание подвижной формы кремния найдено в диатомите образца С и его содержание коррелировалось с концентрацией моносалициловой кислоты. Для изучения прорастания зерен и развития проростков концентрации водной суспензии диатомита для предпосевного прайминга семян ячменя были оптимизированы. Полученные атомно-эмиссионным спектральным методом результаты показали, что после прайминга в суспензии диатомита образца С всхожесть семян достигла 100% и устойчивость проростков к засолению и засухе повышалась.

Ключевые слова: химический состав диатомита, атомно-эмиссионный спектральный метод, прайминг семян, подвижные формы кремния, кислоторастворимый кремний, моносалициловая кислота

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-7034-2018-125-4-33-40>

Введение.¹ Деградация почвы, загрязнение окружающей среды, снижение качества сельскохозяйственных продуктов требуют использования новых природных, экологически безопасных и вместе с тем высокоэффективных удобрений для сельского хозяйства. Основным последствием деградации грунта является то, что сельскохозяйственные угодья становятся непригодными для выращивания культур. Снижение гумусового горизонта почвы на 1 см может привести к падению урожайности зерновых на 1 ц/га, при этом полностью компенсировать потери гумуса трудно из-за недостаточного использования органических удобрений [1].

Кроме того, сельскохозяйственные растения в Казахстане подвержены таким абиотическим стрессам как засоленность почвы и засуха. Для нашей страны проблема засоления почвы и засуха весьма актуальна, так как 62,2 процента территории заняты природными полупустынями и пустынями. В настоящее время из 182 млн. га пастбищных земель Казахстана 14 млн. га полностью выведены из оборота, а общая площадь деградации превысила 50 млн. га. Из 90 миллионов гектаров сельхозугодий около трети подвержены процессам дефляции и эрозии, включая территории степей и лесостепей.

Засухи — это длительный период без дождей, сопровождаемый снижением относительной влажности воздуха, влажности почвы и повышением температуры, когда не обеспечиваются нормальные потребности растений в воде. В связи с тем, что именно в сухих и засушливых районах производится основная часть сельскохозяйственной продукции Казахстана, опустынивание этих регионов ставит под угрозу продовольственную безопасность государства

¹Работа выполнена в рамках проекта грантового финансирования МОН РК АР 05130166 «Изучение биохимических механизмов улучшения солеустойчивости и засухоустойчивости растений предпосевным праймингом семян в присутствии казахстанского диатомита»

[2]. Тем не менее, засушливые земли активно используются в сельскохозяйственном производстве.

В сельскохозяйственном производстве основным методом борьбы с засолением является мелиорация засоленных почв, создание надежного дренажа и промывка почв после сбора урожая. Повышение устойчивости растений к засолению и засухе с использованием природного удобрения представляет большой интерес. На сегодняшний день все чаще говорят о применении в сельском хозяйстве новых, нетрадиционных методов повышения урожайности культурных растений. И в первую очередь речь идет о диатомитах – осадочной горной породе, которую еще называют кизельгур, горная мука.

Диатомит – белая, светло-серая, очень легкая порода, состоящая из слабоцементированных частиц. Диатомит относится к группе кремнеземистых пород органогенного происхождения, образовавшихся из скорлупок диатомей и спикул кремниевых губок. Диатомиты, являясь образованиями морского и озерного генезиса, палеоген-неогенного или четвертичного возраста, более чем на 50% состоят из кремнистых скелетов микроскопических водорослей – диатомей. Для диатомовых характерно наличие особого состоящего из кремнезема покрова – «панциря». У морских планктонных диатомей вещество панциря содержит 95,6 % SiO_2 и 1,5 % Al_2O_3 или Fe_2O_3 . Пористость диатомита достигает 75%, удельная поверхность - до 50- 100 м² на грамм осадка, содержание раковин до 600 млн. В куб. см, объемный вес 1-0,25 г/см³. Поэтому, диатомит, помимо того, что он является отличным сорбентом, он обладает и свойством поддержания влажности.

В настоящее время известно большое количество работ по изучению свойств диатомита и разработке технологий его использования в различных отраслях агропромышленного комплекса, в частности в растениеводстве и животноводстве [3]. Лидером по использованию диатомита, главным образом при культивировании пшеницы и других злаков, является Австралия [*mtsylviaadiatomite.com.au*]. В Австралии и Иране уже проводятся финансируемые государством научные исследования в направлении установления механизмов воздействия диатомита на высшие растения [4]. Некоторыми учеными, к примеру А.В. Камским (2007), проведены научно-исследовательские работы по изучению свойств диатомита как минерального удобрения при культивировании злаков, сахарной свеклы и др. сельскохозяйственных культур [5].

Минералы кремния рассматривают как источник растворимого кремнезема, который играет важную роль в формировании плодородия почв, повышении продуктивности растений и их устойчивости к болезням и вредителям. Указано, что при внесении в почвы диатомитов увеличивает ее буферность и адсорбционные свойства, а также способствует снижению железной и алюминиевой интоксикации растений, что особенно актуально для кислых почв.

В Мугалжарском районе Актюбинской области имеется большой запас диатомита - около 3 млрд тонн. Эти запасы представляют собой одну массивную гору. Наши предварительные исследования показали, что образцы различных частей этой горы различаются по составу. Поэтому, целью данной работы является сравнительное изучение состава различных образцов казахстанского диатомита и их эффекты на засухоустойчивость и солеустойчивость проростков растений после предпосевного прайминга их семян.

Методы исследования. Для оптимизации различных концентраций диатомитового раствора для прайминга семян необходимо было исследовать химический состав трех образцов (А, Б и С) мугалжарских диатомитов и выявить отличия между ними, а также влияние на рост и развитие растений.

Был проведен отбор проб 3-х различных видов диатомита, отличающихся по цвету, физической и химической структуре. Отобранные пробы были проанализированы с помощью современных инструментальных методик: химический состав диатомита был определен с помощью электронно-растрового микроскопа JSM 649LV (JEOL, Япония) с системой энергодисперсионного микроанализа INCA Energy 350 (OXFORD Instruments, Великобритания) а также с помощью атомно-эмиссионного спектрального анализа при содействии с ТОО «Азимут Геология».

Содержание водорастворимого кремния определяли посредством модифицированной методики Бочарникова и других [5,6]. Для этого получили вытяжку из 6 г материала в 30 мл бидистиллированной воде, после экстракции в течение 24 ч или 4 суток. Определяли кислоторастворимый кремний в вытяжке из 2 г материала в 20 мл 0.1 н. HCl после экстракции в течение 24 ч. Для исследования поверхностной структуры использовали сканирующий электронный микроскоп JSM-6390 A (JEOL, Япония)

Перед выращиванием растений проводили прайминг семян в диатомитовой суспензии в различных концентрациях (2г, 5г, 10г, 15г) в 100мл дистиллированной воде [5,6]. В надземной биомассе ячменя, используя щелочно-перекисное разложение органического вещества [7], измеряли общее содержание кремния [8]. Статистическую обработку групп данных проводили в приложении Excel. Значимость различий оценивали по p-value ($p \leq 0.05$).

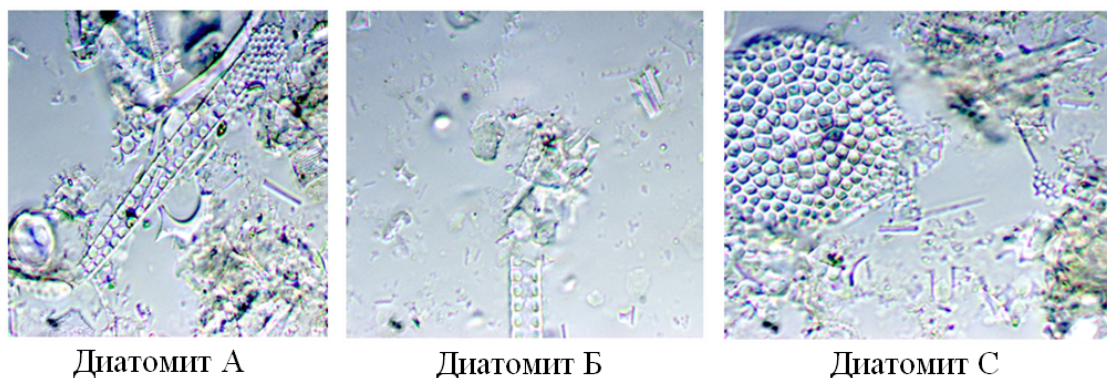


Рисунок 1 – Микроскопическая структура диатомита из Мугалжарского источника

Результаты. Микроскопическое изучение диатомита показывает что, диатомиты обладают уникальной ультраструктурой, представленной отмершими скелетами диатомовых водорослей (рис. 1).

Макроскопически изученные диатомиты А белого цвета, диатомит Б светло-серого цвета и диатомит С с желтоватым оттенком, все слабосцементированные. Все диатомиты состоят из многочисленных фрагментов и целых створок диатомовых водорослей. Присутствуют обломки кварца, хлоритовых и гидрослюдистых минералов. Структура породы биоморфная, тонкозернистая, пелитоморфная, текстура — микрослоистая, микролинзовидная. В породе встречаются редкие спиккулы кремниевых губок. Следует отметить, что видовой состав диатомовых водорослей довольно богат и разнообразен. Очень часто встречаются диатомовые водоросли рода *Thallossiosira*, *Coscinodiscus*, с дисковидными формами, кольцевидные *Lauderia annulata*, полукольцевидные *Rhizosolenia eriensis*, *Diatoma vulgare*, продолговатой формы *Pinnularia*, палочковидные *Denticula valida*, звездоподобные *Actinasteroides*, *Navicula spicula* [8]. В меньшей степени в породе представлены *Trinacria* и аналогичные им диатомовые общей треугольной формы *Pseudotriceratium*. Размеры варьируются от 10 до 60 мкм. Хорошо видимые даже при увеличении 10 крат и 40 (но лучше всего просматриваются при 100).

Поры мелкие, внутрискелетные, размером 0.04–0.6мм. Кроме того, пористость формируется за счет межзернового пространства [9,10]. Порода сложена на 95 % диатомовыми водорослями с хорошей степенью сохранности. В основном это мелкие размером от < 0,005 до 0,037 - 0,059 мм обломки и целые прозрачные створки.

Определение химического состава диатомита. Предварительный анализ элементного состава усредненных отходов показал наличие в них следующих элементов Na, Mg, Al, Si, Cl, K, Ca, Ti, Fe. Во всех видах диатомита основным компонентом химического состава пород является диоксид кремния (SiO_2) – среднее содержание достигает 70%-80% :Si-31%-35% и O-55-60%, в небольшом количестве – оксиды алюминия и железа (III) (Al-7,06%-8% Fe-1,53-1,74%). Нужно подчеркнуть и присутствие таких элементов как Na, Cl, Mg. Это объясняется тем, что диатомиты водоросли морского происхождения.

В рисунке 2 приведены результаты растрового электронного микроскопирования трех различных мугалжарских образцов диатомита. Было установлено, что химический состав диатомитов особо не отличается друг от друга.

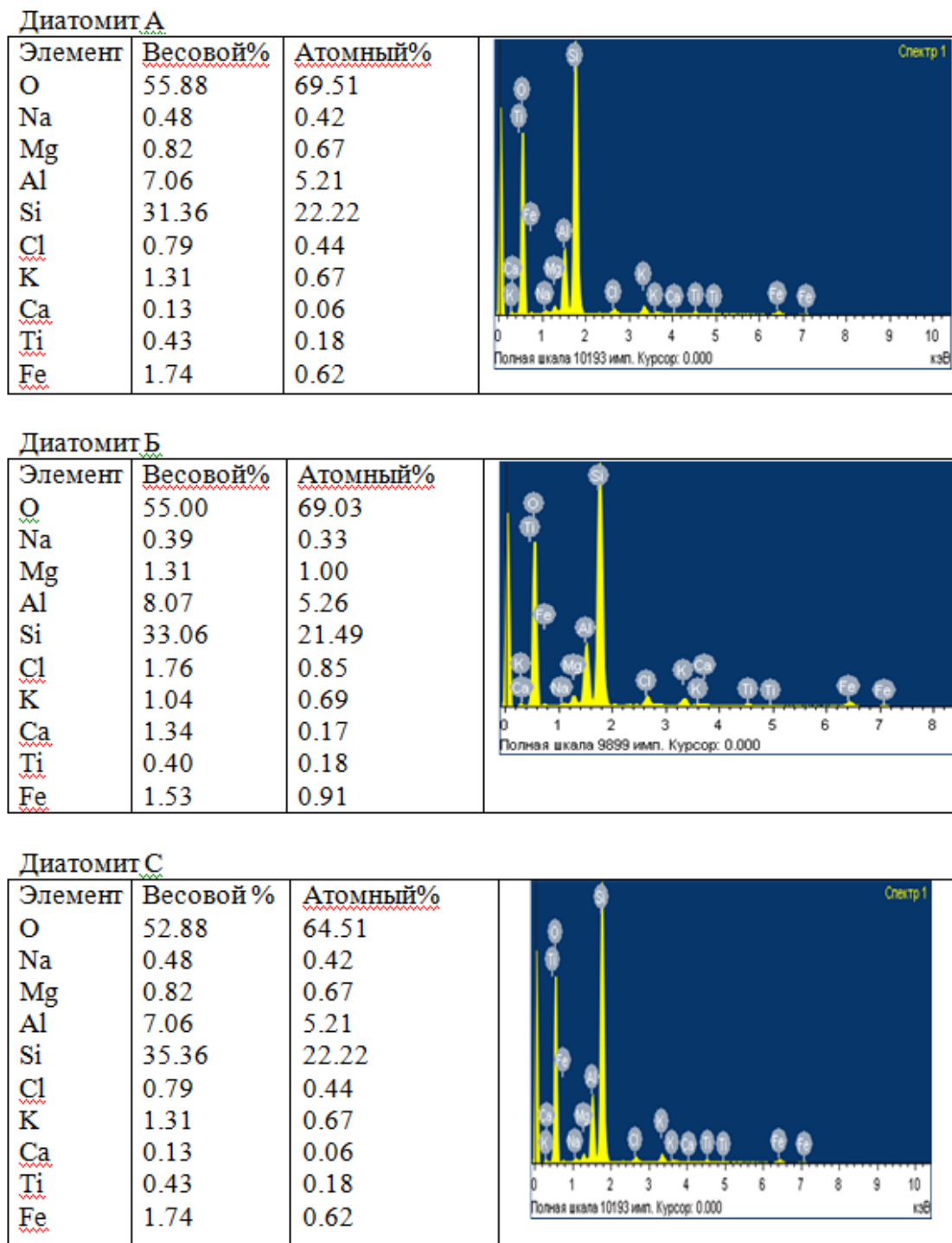


Рисунок 2 – Результаты растрового электронного микроскопирования

Атомно-эмиссионный спектральный метод определения показал, что диатомит образца А в значительном количестве состоит из следующих элементов как: Ва-0,139%, Fe-1,33%, Р-0,06%, Si-34,26%, Ti-0,23%. Диатомит Б: Ва-0,241%, Fe-1,56%, Ni-0,01%, Р-0,193%, Si-33,65%, Ti-0,248, диатомит С Ва-0,103%, Fe-1.95%, Р-0,037%, Si-36,95%, Ti-0,2%. Среди указанных элементов

кремний, железо и фосфор играют большую роль в сбалансированном питании растений, улучшая засухоустойчивость и солеустойчивость проростков семян.

Определение подвижных форм кремния в диатомитах. Для определения монокремниевой кислоты в почве и диатомите применяли метод Маллена и Райли (1979). Модификация заключалась в замене нестабильного нафтола сульфатом железа и изменением времени воздействия монокремниевой кислоты с молибденовокислым аммонием (Матыченков, 2007) [7].

В начале опыта были определены количества монокремниевой кислоты в различных концентрациях диатомитовой суспензии (2г, 5г, 10г, 15г). Все виды диатомита были суспендированы в 100 мл дистиллированной воде). Диатомитовые суспензии показывали разные значения pH: образец диатомита А: pH=6, диатомит Б: pH=3,8, диатомит С: pH=7. Было установлено что, с увеличением массы диатомита наблюдается повышение концентрации монокремниевой кислоты (рис 3.).

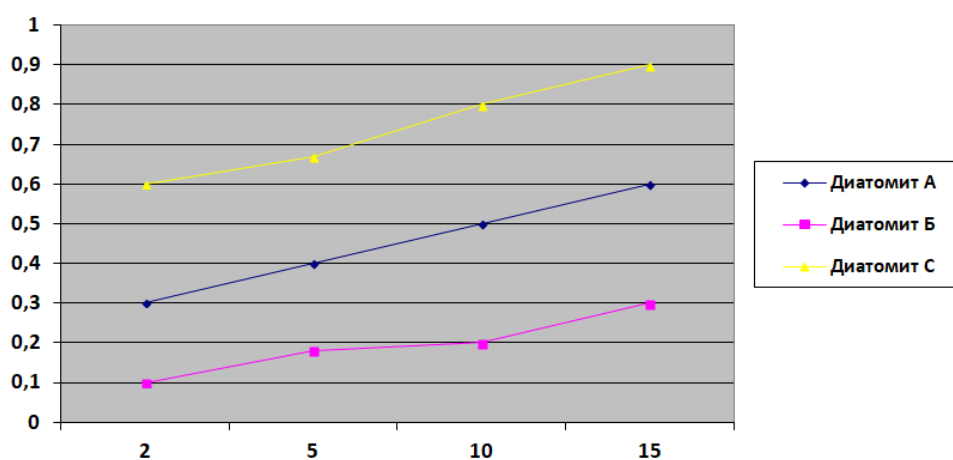


Рисунок 3 – Зависимость концентрации монокремниевой кислоты от массы диатомита разбавленной в 100 мл дистиллированной воды

Для описания эффективности потенциальных кремниевых удобрений по критерию содержания активного кремния в этих соединениях авторами предложено использовать модифицированное выражение:

$$ActSi = 10Ч(AclSi1cyт + AclSi4cyт) + PtnSi, \quad (1)$$

где ActSi – активный кремний, AclSi – актуальный кремний, PtnSi потенциальный кремний. Для выяснения зависимости между содержанием активного кремния и кремниевым состоянием системы почва–растение.

Виды диатомита	Водорастворимый кремний		Кислоторастворимый кремний
	1-сутки	4-сутки	
Диатомит А	30,24	32,04	896
Диатомит Б	25,44	26,44	394
Диатомит С	40,86	41,02	1073
Природная почва	15	15,5	584

Таблица 1 - Сравнительная характеристика трех диатомитов и природной почвы, мг/кг

Высокое содержание данной формы кремния отмечено для диатомита С. Диатомиты А и Б обладали сходными в отношении кремния свойствами. Диатомит Мугалжарского месторождения имеет морское происхождение. Максимальным было содержание

кислоторастворимых форм кремния в диатомитах С 1073мг/кг (табл.1., а содержание монокремниевой кислоты соответствует 20 г диатомит, суспендированной в 100мл Н₂О).

После 2-недельного выращивания ячменя было определено общее содержание монокремниевой кислоты в составе растений. В результате исследования наблюдается эффективное воздействие диатомита С на рост и развитие растений. Также содержание монокремниевой кислоты в тканях выше по сравнению с другими видами диатомита. Опыт проведен в трех повторностях.

Вид и масса диатомита	Сухая биомасса ячменя	Кремний
Диатомит 1		
2г	1,20	0,15
5г	1,30	0,15
10г	1,5	0,16
15г	1,4	0,16
Диатомит 2		
2г	1,2	0,14
5г	1,1	0,14
10г	1,2	0,15
15г	1,3	0,18
Диатомит 3		
2г	1,4	0,16
5г	1,3	0,20
10г	1,3	0,27
15г	1,2	0,28

Таблица 2 - Влияние диатомита на биомассу ячменя и содержание в ней кремния

Закключение. Результаты проведенного исследования показали, что прайминг семян с диатомитовой суспензией можно использовать в аграрном промышленном комплексе. В дальнейших исследованиях будет определена локализация диатомита образца С в Мугалжарском источнике, который будет использован в различных концентрациях для улучшения устойчивости нескольких видов злаковых растений к засолению и засухе.

Список литературы

- 1 Arora A., Sairam R. K., Srivastava G. C. Oxidative stress and antioxidative system in plants// Current Science. -2002.- V.82.- №10.-P. 1227-1245.
- 2 Елишев Е., Иванов А.Л., Садвакасов С.К. Изучение влияния совместного внесения фосфорных и кремнийсодержащих удобрений на фосфатный режим основных типов почв Казахстана//Агрохимия.- 1990.- №10.-С.35-42.
- 3 Куликова А.Х., Яшин Е.А., Данилова Е.В., Юдина И.А., Доронина О.С., Никифорова С.А. Влияние диатомита и минеральных удобрений на урожайность и качество корнеплодов сахарной свеклы//Агрохимия.- 2007.- №6.-С. 27-31.
- 4 Khan H. A., Ayub C. M., Pervez M. A., Bilal R. M., Shahid M. A., Ziaf K. Effect of seed priming with NaCl on salinity tolerance of hot pepper (Capsicum annuum L.) at seedling stage// SoilEnviron. -2009.-V. 28.-P. 81-87.
- 5 Камский А.В. Эффективность кремнийсодержащего сырья - диатомита при возделывании зерновых культур на дерново-подзолистых почвах: автореф. дис. ... к.с./х.н. Немчиновка, 2007. -21 с.
- 6 Бочарникова Е.А., Матыченков В.В., Погорелов А.Г. Сравнительная характеристика некоторых кремниевых удобрений // Агрохимия. 2011. № 11. С.25–30.
- 7 Матыченков В.В., Аммосова Я. М., Бочарникова Е.А. Метод определения доступного для растений кремния в почвах // Агрохимия. -1997.- № 1. -С. 76-84.
- 8 Матыченков В.В. Градация почв по дефициту доступного растениям кремния // Агрохимия. -2007. -№ 7. -С. 22–31.
- 9 Elliot C.L., Snyder G.S .Autoclave-i nduceddigestion for the colorimetric determination of silicon in rice straw // J. Agric. Food Chem. -1991. -V. 39. -P. 1118–1119.
- 10 Файзиева К. А. Микроскопические исследования диатомитов разреза «белая горка» (Свердловская область)//Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН.-2017.-№ 7.-С.38-41.

С.К. Наекова¹, М. Сатканов¹, А.У. Исаева², К.М. Әубәкірова¹, М.Т. Мырзабаева³, З.А. Әліқұлов¹,
Ж.Ш. Урғалиев¹, Ш.Е. Арыстанова¹

¹ Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

² М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент, Қазақстан

³ С.Сейфуллин атындағы қазақ агротехникалық университеті, Астана, Қазақстан

Мұғалжар диатомитінің әртүрлі үлгілеріне салыстырмалы сипаттама

Аннотация: Берілген жұмыста Ақтөбе облысындағы Мұғалжар кен орнынан алынған диатомиттің әртүрлі үлгілеріне сипаттама берілген. Диатомиттің химиялық құрамын және ондағы элементтердің пайыздық қатынастарын анықтау үшін сканерлі электрондық микроскопия қолданылды. Алынған мәліметтер диатомиттің барлық үлгілерінде элементтердің түрлерінің бірдей, бірақ олардың мөлшерінің әртүрлі болатынын көрсетті. Негізгі элемент Si (кремний) екені және оның мөлшері 30 - 40%-ке жететіні анықталды. Кремнийдің қозғалғыш түрі диатомиттің С үлгісінде анықталды және оның мөлшері моносилицил қышқылының мөлшеріне сәйкес болып шықты. Дәндердің өнуі мен өркендердің дамуын зерттеу үшін дәндерді себер алдында праймингпен өңдеуге қажет диатомиттің судағы суспензиясының концентрациялары оңтайландырылды. Алынған нәтижелер диатомиттің С үлгісінің суспензиясында праймингтен кейін дәндердің өну пайызы 100-ге жетті және өркендердің тұздану мен құрғақшылыққа төзімділігі жоғарылады.

Түйін сөздер: диатомиттің химиялық құрамы, атомдық-эмиссиялық спектралдық әдіс, дәндер праймингі, кремнийдің қозғалмалы түрлері, қышқылда еритін кремний, моносилицил қышқылы

S. K.Naekova¹, M. Satkanov¹, A. U. Isaeva², K. M. Aubakirova¹, M.T. Myrzabaeva³, Z.A. Alikulov¹,
Zh.Sh. Urgaliyev¹, Sh.E. Arystanova¹

¹ L. N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

² M. Auezov South-Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan

³ S.Seifullin Kazakh AgroTechnical University, Astana, Kazakhstan

Comparative characteristics of different samples of Mugalzhar diatomite

Abstract: In present work a diatomite samples obtained from different sites of Mugalzhar deposit in Aktobe oblast were characterized. For determination of chemical composition of the diatomite and the content of basic elements in per cent ratios the scanning electron microscopy was used. The obtained data showed that all diatomite samples contain the same chemical elements but in different amounts. The main chemical element was Si (silicium) and its content was 30-40%. High content of mobile form of silicium was found in the sample C and its content correlated with the concentration monosilicic acid. For the study of seed germination and seedling development the concentrations of diatomite water suspension for barley seed priming were optimized. The obtained results showed that after pre-sown priming of barley seeds in suspension of diatomite sample C the percent of germination achieved 100% and seedlings tolerance to the salinity and drought was increased.

Keywords: chemical composition of diatomite, atomic emission spectral method, priming of seeds, mobile forms of silicium, acid-soluble silicium, monosilicic acid

References

- 1 Arora A., Sairam R. K., Srivastava G. C. Oxidative stress and antioxidative system in plants, *Current Science*, **82**(10), 1227-1245 (2002).
- 2 Elishev E., Ivanov A.L., Sadvakasov S.K. Izucheniye vliyaniya sovместnogo vneseniya fosfornykh i kremniysoderzhashchikh udobreniy na fosfatnyy rezhim osnovnykh tipov pochv Kazakhstana [Study of the effect of joint application of phosphorus and silicon-containing fertilizers on the phosphate regime of the main types of soils in Kazakhstan], *Agrokhimiya [Agrochemistry]*, **10**, 35-42 (1990). [in Russian].
- 3 Kulikova A.Kh., Yashin E.A., Danilova E.V., Yudina I.A., Doronina O.S., Nikiforova S.A. Vliyaniye diatomita i mineralnykh udobreniy na urozhaynost i kachestvo korneplodov sakharной svekly [The impact of diatomite and mineral fertilizers on the yield and quality of sugar beet roots], *Agrokhimiya [Agrochemistry]*, **6**, 27-31 (2007). [in Russian].
- 4 Khan H. A., Ayub C. M., Pervez M. A., Bilal R. M., Shahid M. A., Ziaf K. Effect of seed priming with NaCl on salinity tolerance of hot pepper (*Capsicum annum* L.) at seedling stage, *Soil Environ.*, **28**, 81-87, (2009).
- 5 Kamskiy A.V. Effektivnost kremniysoderzhashchego syria - diatomita pri vozdeystvii zernovykh kultur na dervno-podzolistykh pochvakh. PhD diss. [Efficiency of silicon-containing raw materials-diatomite in the cultivation of grain crops on sod-podzolic soils. PhD thesis]. Nemchinovka, 2007. 21 p.
- 6 Bocharnikova E.A., Matychenkov V.V., Pogorelov A.G. Sravnitel'naya kharakteristika nekotorykh kremniyevykh udobreniy [Comparative characteristics of some silicon fertilizers], *Agrokhimiya [Agrochemistry]*, **11**, 25-30 (2011). [in Russian].
- 7 Matychenkov V.V., Ammosova Ya. M., Bocharnikova E.A. Metod opredeleniya dostupnogo dlya rasteniy kremniya v pochvakh [Method for determination of silicon available for plants in soils], *Agrokhimiya [Agrochemistry]*, **1**, 76-84 (1997). [in Russian].
- 8 Matychenkov V.V. Gradatsiya pochv po defitsitu dostupnogo rasteniyam kremniya [Gradation of soils by the shortage of available silicon to plants], *Agrokhimiya [Agrochemistry]*, **7**, 22-31 (2007). [in Russian].
- 9 Elliot C.L., Snyder G.S. Autoclave-induced digestion for the colorimetric determination of silicon in rice straw, *J. Agric. Food Chem.*, **39**, 1118-1119 (1991).

- 10 Fayziyeva K. A. Mikroskopicheskiye issledovaniya diatomitov razreza «belaya gorka» (Sverdlovskaya oblast) [Microscopic studies of diatomites of the "white hill" section (Sverdlovsk region)], Vestnik IG Komi NTs UrO RAN [Bulletin of the Institute of Geology, Komi science center URD RAS], **7**, 38-41 (2017). [in Russian].

Сведения об авторах

Наекова С.К. – докторант специальности 6D060700 – Биология, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Астана, Казахстан.

Сатканов М. – студент специальности 5B070100-Биотехнология, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Астана, Казахстан.

Исаева А.У. – доктор биологических наук, профессор, Южно-Казахстанский государственный университет имени М. Ауезова, проспект Тауке хан, 5, Шымкент, Казахстан.

Аубакирова К.М. – кандидат биологических наук, и.о. доцента кафедры биотехнологии и микробиологии, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Астана, Казахстан.

Мырзабаева М.Т. – PhD, старший преподаватель кафедры «Защита и карантин растений», Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина, проспект Победы, 60, Астана, Казахстан.

Аликулов З.А. – кандидат биологических наук, и.о. профессора кафедры биотехнологии и микробиологии, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Астана, Казахстан.

Ургалиев Ж.Ш. – кандидат биологических наук, и.о. профессора кафедры биотехнологии и микробиологии, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Астана, Казахстан.

Арыстанова Ш.Е. – кандидат биологических наук, и.о. доцента кафедры биотехнологии и микробиологии, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Астана, Казахстан.

Naekova S. K. – Doctoral Student of specialty 6D060700 – Biology, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str. 2, Astana, Kazakhstan.

Satkanov M. – Student of specialty 5B070100 – Biotechnology, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str. 2, Astana, Kazakhstan.

Isaeva A. U. – Dr. Sci. of Biology, Professor, M. Auezov South-Kazakhstan State University, Tauke khan ave 5, Shymkent, Kazakhstan.

Aubakirova K. M., – Candidate of Biology Sciences, Assistant Professor of the Department of Biotechnology and Microbiology, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str. 2, Astana, Kazakhstan.

Myrzabaeva M. T. – PhD, S.Seifullin Kazakh AgroTechnical University, Pobeda ave 60, Astana, Kazakhstan.

Alikulov Z. A. – Candidate of Biology Sciences, Professor of the Department of Biotechnology and Microbiology, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str. 2, Astana, Kazakhstan.

Urgaliyev Zh. Sh. – Candidate of Biology Sciences, Professor of the Department of Biotechnology and Microbiology, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str. 2, Astana, Kazakhstan.

Arystanova Sh. E., – Candidate of Biology Sciences, Assistant Professor of the Department of Biotechnology and Microbiology, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str. 2, Astana, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 18.12.2018