



ВЛИЯНИЕ ЦЕОЛИТОВ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ ВЛАГИ В ПОЧВЕ И РОСТ РАСТЕНИЙ ЯРОВОГО РАПСА

Р. В. ШУЧКА, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
 В. А. КРАВЧЕНКО, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
 В. А. ГУЛИДОВА, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
 О. А. ДУБРОВИНА, научный сотрудник,
 Ю. В. БРЫКИНА, научный сотрудник,
 Елецкий государственный университет имени И. А. Бунина
 (399770, г. Елец, ул. Коммунаров, д. 28; тел.: 8 (47467) 6-59-71; e-mail: agrodekan@yandex.ru),
 С. М. МОТЫЛЕВА,
 кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующая лабораторией,
 М. Е. МЕРТВИЩЕВА, научный сотрудник,
 Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства
 (115598, г. Москва, ул. Загорьевская, д. 4)

Ключевые слова: цеолитсодержащая порода, мелиорант, природные минералы, физико-химические свойства, агрохимическая характеристика, динамика роста, минералогический состав, атомно-абсорбционная спектрометрия.

Всестороннее изучение сырьевых ресурсов Липецкой области необходимо для получения новых фундаментальных сведений о микроструктурных, технологических, экологических свойствах тербунских цеолитов и поиска новых областей их использования. Исследования морфологии поверхности позволили теоретически обосновать возможность использования цеолитсодержащей породы Тербунского месторождения в качестве мелиоранта при выращивании масличных культур – рапса и подсолнечника – для получения гарантированно экологически безопасной продукции масличных культур в Липецкой области. В модельных опытах оценено влияние природных минералов Тербунского месторождения на величину максимальной гигроскопической влажности почвы и рост ярового рапса. Наблюдается тенденция к увеличению накопления почвенной влаги на всех вариантах с внесением природных цеолитов как в чистом виде, так и совместно с минеральными удобрениями относительно контрольного варианта. Вносимые цеолиты, как и минеральные удобрения, положительно влияли на рост и развитие рапса, однако неодинаково – в зависимости от их доз. Внесение в почву только одних цеолитов в объеме 3 и 5 т/га увеличивает высоту по фазам вегетации неодинаково. Это обуславливает сорбирующие свойства цеолитов в отношении воды как мелиоранта. Такая же закономерность наблюдается на вариантах с совместным внесением минеральных удобрений и цеолитов в разных дозах. Проведенные исследования позволяют рекомендовать внесение цеолитсодержащей породы Тербунского месторождения как мелиоранта на черноземе выщелоченном при посеве масличных культур (рапса ярового) в чистом виде в дозе 3 т/га и применение полного минерального удобрения совместно с внесением цеолитов в дозах $N_{60}P_{60}K_{60} + 3$ т/га цеолита.

INFLUENCE OF ZEOLITES AND FERTILIZERS ON SOIL MOISTURE AND PLANT GROWTH OF SPRING RAPE

R. V. SHCHUCHKA, candidate of agricultural sciences, associate professor,
 V. A. KRAVCHENKO, candidate of agricultural sciences, associate professor,
 V. A. GULIDOVA, doctor of agricultural sciences, professor,
 O. A. DUBROVINA, research worker,
 Yu. V. BRYKINA, research worker, Yelets State University of I. A. Bunin
 (28 Communarov Str., 399770, Elets; tel.: +7 (47467) 6-59-71; e-mail: agrodekan@yandex.ru),
 S. M. MOTYLEVA,
 candidate of agricultural sciences, associate professor, head of laboratory,
 M. E. MERTVISHEVA,
 research worker, All-Russian Horticultural Institute for Breeding, Agrotechnology and Nursery
 (4 Zagor'evskaya Str., 115598, Moscow)

Keywords: zeolite-containing rocks, meliorant, natural minerals, physical and chemical properties, agrochemical characteristics, growth dynamics, mineralogical composition, atomic absorption spectrometry.

A comprehensive study of the natural resources of the Lipetsk region is necessary to obtain new fundamental information about the microstructure, technological, environmental properties of Terbunsky zeolites and the search for new areas of use. Research of surface morphology allowed to theoretically justify the use of zeolite-containing rocks of Terbunskoe field as a soil improver for growing oilseed crops – rape and sunflower – for guaranteed environmentally friendly products of oilseeds in the Lipetsk region. In model experiments evaluated the impact of natural minerals of Terbunskoe field in the amount of the maximum absorbent soil moisture and growth of spring rape. There is a tendency to increase the accumulation of soil moisture at all options with the introduction of natural zeolites, both in pure form or in conjunction with mineral fertilizers relative to a control option. Insertion zeolites as fertilizers positively influence the growth and development of rape, but not the same – depending on the dose. Introduction to the soil only zeolites in the amount of 3 and 5 t/ha increases the height of the phases of the growing season differently. This causes the sorbent properties of zeolites regarding to water as a soil improver. The same pattern is observed in the cases with the joint application of mineral fertilizers and zeolite in various doses. The research allow to recommend the introduction of zeolite rocks of Terbunskoe field as a soil improver on leached chernozem at sowing of oilseeds (rapeseed spring) in its pure form at a dose of 3 t/ha and application of complete fertilizer in conjunction with the introduction of zeolites in doses $N_{60}P_{60}K_{60} + 3$ t/ha of zeolite.

Положительная рецензия представлена В. В. Карпачевым, доктором сельскохозяйственных наук, профессором, директором Всероссийского научно-исследовательского института рапса.



Всестороннее изучение сырьевых ресурсов Липецкой области необходимо для получения новых фундаментальных сведений о микроструктурных, технологических, экологических свойствах тербунских цеолитов и поиска новых областей их использования.

Регулирование водного режима почв преследует цель – поддерживать в корнеобитаемом слое в течение всего вегетационного периода достаточное количество продуктивной влаги. При этом очень важно, чтобы часть почвенных пор оставалась занятой воздухом, необходимым для жизни растений и нормальной деятельности микроорганизмов. Достигается это системой агротехнических и агро-мелиоративных мероприятий [8, 9, 10]. Ранее нами было установлено, что минералогический состав цеолитсодержащей породы Тербунского месторождения представлен преимущественно монтмориллонитом и каолинитом, меньшая доля приходится на гидрослюды и глинистые составляющие. Монтмориллонит – представитель слоистых силикатов с разбухающей структурой, обладает высокими сорбционными свойствами. Исследования морфологии поверхности позволили теоретически обосновать возможность использования цеолитсодержащей породы Тербунского месторождения в качестве мелиоранта при выращивании масличных культур – рапса и подсолнечника – для получения гарантированно экологически безопасной продукции масличных и других культур в Центрально-Черноземном регионе [1, 2, 4, 5, 6].

Параллельно с исследованиями физико-химических свойств цеолитсодержащей породы Тербунского месторождения Липецкой области в 2013 г. были начаты исследования агроэкологических свойств с целью разработки теоретических основ использования тербунского цеолита как природной системы, обладающей наносвойствами в народном хозяйстве Липецкой области (в рамках исследований по гранту 13-04-97541 р_центр_а) [3, 7].

Цель и методика исследований. Цель настоящих исследований – изучить влияние цеолитсодержащей породы Тербунского месторождения на содержание влаги в почве в условиях полевого опыта при выращивании рапса ярового (в рамках исследований по гранту 13-04-97541 р_центр_а).

В задачи исследования входило изучение влияния условий опыта на агрохимические показатели пахотного слоя чернозема выщелоченного (рН КС1, Нг, сумму поглощенных оснований, степень насыщенности основаниями, содержание подвижных фосфора и калия).

Объектом была почва (выщелоченный чернозем Липецкой области) слоя 0–20 см с делянок агроэкологического опыта по выращиванию рапса ярового,

заложенного с внесением возрастающих доз цеолитсодержащей породы Тербунского месторождения (средний размер частиц 3–5 мм) в дозах 3 и 5 т/га на фоне и без фона $N_{60}P_{60}K_{60}$. Площадь делянок 20 м², расположение рендомизированное. Отбор проб почвы проводили в соответствии с ГОСТ 28168-89.

Определяли агрохимические показатели по стандартным методикам, подвижные формы кадмия и свинца – на атомно-абсорбционном спектрометре «СПЕКТР-5».

Определение динамики роста растений проводили по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1971) в фазу розетки листьев, бутонизации и перед уборкой ярового рапса.

Результаты исследований. В модельных опытах оценено влияние природных минералов Тербунского месторождения на величину максимальной гигроскопической влажности почвы (табл. 1).

Проанализировав табл. 1, можно сделать вывод, что наблюдается тенденция к увеличению накопления почвенной влаги на всех вариантах с внесением природных цеолитов как в чистом виде, так и совместно с минеральными удобрениями относительно контрольного варианта.

В наших исследованиях процесс формирования высоты ярового рапса находился под влиянием минеральных удобрений и цеолитов (табл. 2). Анализ полученных данных позволил сделать один из основных выводов: вносимые цеолиты, как и минеральные удобрения, положительно влияли на рост и развитие рапса, однако неодинаково – в зависимости от их доз.

Внесение в почву только одних цеолитов в объеме 3 и 5 т/га увеличивает высоту по фазам вегетации по-разному. Это обуславливает сорбирующие свойства цеолитов в отношении воды как мелиоранта. Такая же закономерность наблюдается на вариантах с совместным внесением минеральных удобрений и цеолитов в разных дозах.

Совместное внесение минеральных удобрений и цеолитов положительно влияло на рост и развитие растений рапса ярового.

Выводы. Рекомендации. Экспериментально, в условиях агроэкологического опыта, доказана целесообразность применения природного нанопористого минерала Тербунского месторождения для мелиорации почвы – чернозема выщелоченного.

Проведенные исследования позволяют рекомендовать внесение цеолитсодержащей породы Тербунского месторождения на черноземе выщелоченном при посеве масличных культур (рапса ярового) в чистом виде в дозе 3 т/га и применение полного минерального удобрения совместно с внесением цеолитов в дозах $N_{60}P_{60}K_{60} + 3$ т/га цеолита.



Таблица 1

Влияние цеолитов и минеральных удобрений на содержание влаги в почве, % (2013 г.)

№ п/п	Вариант	Слой почвы, см	Дата отбора				
			06.06.13	27.06.13	12.07.13	30.07.13	30.08.13
1	Контроль	0–20 см	14,9	9,9	6,3	11,1	9,9
		20–40 см	6,9	7,6	6,0	7,6	7,2
2	3 т/га цеолита	0–20 см	19,0	9,8	9,8	12,3	10,1
		20–40 см	7,3	7,7	8,9	7,9	7,5
3	5 т/га цеолита	0–20 см	19,0	6,6	8,7	11,1	9,7
		20–40 см	8,0	5,9	8,2	7,9	6,3
4	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + 3 т/га цеолита	0–20 см	21,0	8,9	12,4	14,9	9,6
		20–40 см	9,6	8,0	9,8	8,1	8,6
5	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + 5 т/га цеолита	0–20 см	17,6	7,4	11,1	11,1	8,4
		20–40 см	8,0	7,4	9,2	7,9	7,0

Table 1

Impact of zeolites and mineral fertilizers on the content of moisture in the soil, % (2013)

№	Variant	The layer of soil, cm	Date of selection				
			06.06.13	27.06.13	12.07.13	30.07.13	30.08.13
1	Control	0–20 cm	14.9	9.9	6.3	11.1	9.9
		20–40 cm	6.9	7.6	6.0	7.6	7.2
2	3 t/ha of zeolite	0–20 cm	19.0	9.8	9.8	12.3	10.1
		20–40 cm	7.3	7.7	8.9	7.9	7.5
3	5 t/ha of zeolite	0–20 cm	19.0	6.6	8.7	11.1	9.7
		20–40 cm	8.0	5.9	8.2	7.9	6.3
4	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + 3 t/ha of zeolite	0–20 cm	21.0	8.9	12.4	14.9	9.6
		20–40 cm	9.6	8.0	9.8	8.1	8.6
5	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + 5 t/ha of zeolite	0–20 cm	17.6	7.4	11.1	11.1	8.4
		20–40 cm	8.0	7.4	9.2	7.9	7.0

Таблица 2

Изменение биометрических показателей растений по фазам вегетации рапса ярового в зависимости от дозы внесения минеральных удобрений и цеолитсодержащей породы Тербунского месторождения, см

Варианты опыта	Фазы развития растения		
	Розетка листьев	Цветение	Полная спелость
Контроль	6,5	46,8	98,0
3 т/га цеолита	8,0	52,1	123
5 т/га цеолита	7,3	48,4	115
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +3 т/га цеолита	13,7	55,3	128
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +5 т/га цеолита	10,5	51,2	118

Table 2

The change of biometric indicators of plants in phases of vegetation of spring rape depending on the doses of mineral fertilizers and zeolite-containing rocks of Terbunskoe field, cm

Experience's variants	Phase of plant development		
	The rosette of leaves	Flowering	Full ripeness
Control	6.5	46.8	98.0
3 t/ha zeolite	8.0	52.1	123
5 t/ha zeolite	7.3	48.4	115
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + 3 t/ha zeolite	13.7	55.3	128
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + 5 t/ha zeolite	10.5	51.2	118

Авторы выражают благодарность РФФИ за поддержку настоящей работы (грант 13-04-97541 р_центр_а).



Литература

1. Дмитриев Д. А. Оценка перспектив поисков и добычи глауконитсодержащего сырья на территории Центрально-Черноземного региона // Актуальные проблемы геологии, прогноза, поисков и оценки месторождений твердых полезных ископаемых. Судакские геологические чтения III (VIII) : материалы Междунар. науч.-практ. конф. Киев : Академперіодика, 2012. С. 104–106.
2. Мотылева С. М., Гулидова В. А., Мертвищева М. Е., Щучка Р. В., Меренкова Ю. В. Исследование сорбционной способности цеолитсодержащей породы Тербунского месторождения (Липецкая область) // Аграрный вестник Урала. 2012. № 12. С. 22–24.
3. Мотылева С. М., Леоничева Е. В., Роева Т. А., Мертвищева М. Е., Гулидова В. А., Щучка Р. В., Дубровина О. А., Меренкова Ю. В. Физико-химические свойства цеолитсодержащей породы Тербунского месторождения (Липецкая область) // Аграрный вестник Урала. 2012. № 2. С. 24–26.
4. Мотылева С. М., Меренкова Ю. В., Гулидова В. А., Щучка Р. В., Мертвищева М. Е., Кравченко В. А. Влияние природных минералов (цеолитов) Тербунского и Хотынецкого месторождений на морфолого-биохимические показатели растений рапса в условиях агроэкологического опыта // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2013. № 1. С. 76–80.
5. Мотылева С. М., Кузнецов М. Н. Влияние природного цеолита на морфобиохимические показатели листьев крыжовника // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 4. С. 36–38.
6. Рошупкина Ю. С., Бобрешов Е. Ю., Цыкалов А. Н. Влияние бентонитов и глауконитов на урожайность и сахаристость корнеплодов сахарной свеклы в условиях лесостепи ЦЧР // Глинковские чтения : материалы Всерос. студ. науч.-практ. конф., посв. 100-летию факультета агрономии, агрохимии и экологии Воронежского ГАУ. Воронеж, 2013. С. 153–157.
7. Савко А. Д., Дмитриев Д. А. Особенности использования и наращивания минерально-сырьевой базы ЦЧР в условиях интенсивного антропогенного воздействия на окружающую среду // Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы : материалы Второй Междунар. науч.-практ. конф. / под ред. И. И. Косинова. Воронеж, 2011. С. 37–40.
8. Leonicheva E. V., Motyleva S. M., Kuznetsov M. N., Roeva T. A., Leont'eva L. I. Formation of microelement composition in berry plants in the conditions of higher content of heavy metals in the soil // Agricultural Biology. 2010. № 5. P. 31–35.
9. Motyleva S. M., Kuznetsov M. N., Leontieva L. I. Physical and chemical characteristics of zeolite from Khotynetz deposit // Zeolites: synthesis, chemistry and applications / ed. by M. K. Andreyev, O. L. Zubkov. Hauppauge NY : Nova Science Publishers, 2012. P. 285–294.
10. Kuznetsov M. N., Leonicheva E. V., Motyleva S. M., Roeva T. A., Leontieva L. I. Application of zeolite containing rocks in berry crop growing // Zeolites: synthesis, chemistry and applications / ed. by M. K. Andreyev, O. L. Zubkov. Hauppauge NY : Nova Science Publishers, 2012. P. 261–274.

References

1. Dmitriev D. A. Assessment of the prospects for exploration and production glauconyt-containing raw materials on the territory of Central Chernozem region // Actual problems of geology, prognosis, searches and estimation of solid mineral deposits. Sudakskie geological readings III (VIII) : materials of the Intern. scientif. and pract. conf. Kiev : Akademperіodika, 2012. P. 104–106.
2. Motyleva S. M., Gulidova V. A., Mertvishcheva M. E., Shchuchka R. V., Merenkova Yu. V. Investigation of the sorption capacity of the zeolite containing rock Terbunskoe field (Lipetsk region) // Agrarian Bulletin of the Urals. 2012. № 12. P. 22–24.
3. Motyleva S. M., Leonicheva E. V., Roeva T. A., Mertvishcheva M. E., Gulidova V. A., Shchuchka R. V., Dubrovina O. A., Merenkova Yu. V. Physical and chemical properties of zeolite-containing rocks of Terbunskoe field (Lipetsk region) // Agrarian Bulletin of the Urals. 2012. № 2. P. 24–26.
4. Motyleva S. M., Merenkova Yu. V., Gulidova V. A., Shchuchka R. V., Mertvishcheva M. E., Kravchenko V. A. Influence of natural minerals (zeolites) and Terbunskoe and Hotynetskoe fields on morphological and biochemical characteristics of rapeseed plants in agro-ecological practices // Technology and merchandizing of innovative products. 2013. № 1. P. 76–80.
5. Motyleva S. M., Kuznetsov M. N. Influence of natural zeolites on morpho-biochemical parameters of the leaves of the gooseberry // Achievements of science and technology of AIC. 2010. № 4. P. 36–38.
6. Roschupkina Yu. S., Bobreshov E. Yu., Tsykalov A. N. The influence of bentonites and glauconites on yield and sugar content of sugar beet in the conditions of forest-steppe of Central Chernozem region // Glinka readings : materials of All-Russian student scientif. and pract. conf., devoted to 100th anniversary of the faculty of agronomy, agrochemistry and ecology of the Voronezh State Agricultural University. Voronezh, 2013. P. 153–157.
7. Savko A. D., Dmitriev D. A. Features of the use and increasing the mineral resource base of Central Chernozem region in the conditions of intensive anthropogenic impact on the environment // Environmental geology: theory, practice and regional issues : proceedings of the Second Intern. scientif. and pract. conf. / ed. by I. I. Kosinov. Voronezh, 2011. P. 37–40.
8. Leonicheva E. V., Motyleva S. M., Kuznetsov M. N., Roeva T. A., Leont'eva L. I. Formation of microelement composition in berry plants in the conditions of higher content of heavy metals in the soil // Agricultural Biology. 2010. № 5. P. 31–35.
9. Motyleva S. M., Kuznetsov M. N., Leontieva L. I. Physical and chemical characteristics of zeolite from Khotynetz deposit // Zeolites: synthesis, chemistry and applications / ed. by M. K. Andreyev, O. L. Zubkov. Hauppauge NY : Nova Science Publishers, 2012. P. 285–294.
10. Kuznetsov M. N., Leonicheva E. V., Motyleva S. M., Roeva T. A., Leontieva L. I. Application of zeolite containing rocks in berry crop growing // Zeolites: synthesis, chemistry and applications / ed. by M. K. Andreyev, O. L. Zubkov. Hauppauge NY : Nova Science Publishers, 2012. P. 261–274.