

УДК 631.415.2

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЦЕОЛИТА В СИСТЕМЕ УДОБРЕНИЯ КУКУРУЗЫ*

*А. Х. Куликова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
тел.: 8(8422) 55 – 95 – 68 e-mail: agroec@yandex.ru
ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА*

Ключевые слова: кукуруза, удобрение, цеолит, урожайность.

Работа посвящена изучению возможности использования цеолита Юшанского месторождения Ульяновской области в качестве удобрения кукурузы. Показано, что наиболее эффективно совместное применение цеолита в дозе 500 кг/га и мочевины (N60), что позволило повысить урожайность зерна на 1,04 т/га (44 %).

Введение. В настоящее время, особенно в условиях экономических санкций, особое значение приобретает обеспечение устойчивого функционирования системы «почва – растение», следовательно, АПК в целом. При этом становится важным вовлечение в сферу сельскохозяйственного производства местных нетрадиционных минерально-сырьевых ресурсов, которые по эффективности зачастую не уступают традиционным минеральным удобрениям [1, 2, 3]. В этом отношении справедливо высказывание У. Г. Дистанова [4] о том, что использование нетрадиционного минерального сырья можно «по праву считать барометром научно-технического прогресса».

Ульяновская область обладает богатейшими запасами кремнийсодержащих пород, прежде всего, диатомитов [5]. Исследования, проведенные нами [6] с начала нашего века, показали, что высококремнистые породы (диатомиты), являются высокоэффективным, многофункциональным, экологически безопасным удобрением пролонгированного действия для применения как в чистом виде, так и для производства удобрений нового поколения на их основе. Так, урожайность озимой пшеницы с использованием в технологии ее возделывания диатомита не уступала варианту с применением полных доз минеральных удобрений и прибавка ее в зависимости от дозы его внесения в отдельные годы достигала 0,6 – 1,3 т/га (15 – 33 %), в среднем – 0,3 – 0,8 т/га (3 – 25 %). Очень отзывчивым на применение диатомита является ячмень,

* Работа выполнена при финансовой поддержке ООО «Керамзит» (г.Ульяновск)

отличающийся из зерновых культур наиболее высокой потребностью в кремнии: прибавка урожайности зерна составляла от 0,5 до 0,93 т/га (30 – 52 %). Высокоотзывчивыми на применения диатомита в качестве удобрения являются пропашные (кукуруза, картофель, сахарная свекла) и овощные (свекла, морковь, томаты, огурцы) культуры.

Кроме диатомитов, Ульяновская область обладает значительными запасами цеолитов – высококремнистых пород, представленных водными каркасными алюмосиликатами щелочных и щелочноземельных металлов. К ним относятся: клиноптилолит, изоструктурный ему гейландит, морденит, шабазит, эрионит, филопит и другие минеральные виды. Именно они придают цеолитам полезные свойства (адсорбционные, ионообменные, каталитические и др.). В процессах адсорбции и ионного обмена цеолиты проявляют тенденцию к избирательному поглощению одних ионов или молекул перед другими («молекулярные сита»). При изменении внешних условий адсорбированные молекулы могут быть удалены, а обменные катионы заменены другими. При этом обработка растворами кислот, щелочей и солей позволяет модифицировать цеолиты и целенаправленно изменять их свойства применительно к решению той или иной задачи. Отличительные особенности и свойства цеолитов позволяют широко использовать их в сфере сельскохозяйственного производства. Однако соответствующие исследования в нашем регионе практически отсутствуют. В связи с вышеизложенным целью нашей работы являлось изучение эффективности цеолита Юшанского месторождения Ульяновской области в системе удобрения кукурузы на зерно.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований являлись:

- цеолит Юшанского месторождения Ульяновской области;
- чернозем выщелоченный среднемогучный среднегумусный среднесуглинистый;

– кукуруза на зерно, гибрид Воронежский Оржица 237 МВ

Схема опыта включала в себя следующие варианты: 1. Контроль, 2. Цеолит 500 кг/га, 3. Цеолит 2000 кг/га, N60P60K60 (NPK), 5. NPK + цеолит 500 кг/га, 6. NPK + цеолит 2000 кг/га, 7. N60 + цеолит 500 кг/га, 8. N60 + цеолит 2000 кг/га.

Площадь учетной делянки 60 м², учет урожая сплошной поделочный, повторность опыта четырехкратная, аналитическая – двухкратная, размещение делянок рендомизированное. В качестве минерального удобрения применяли азофоску с содержанием азота, фосфора и калия по 16 кг д. в./га и мочевины с содержанием азота 46 %. Испытываемые удобрения и цеолит вносили вручную с последующей заделкой

под основную обработку. Метеорологические условия вегетационного периода были благоприятными для роста и развития культур.

Опыт принят методической комиссией академии с оценкой «отлично», что подтверждает проведение его в строгом соответствии с требованиями, статистическая обработка данных – достоверность результатов исследований.

Результаты и их обсуждение. Влияние цеолита и минеральных удобрений на агрохимические показатели почвы

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного и их изменение под влиянием цеолита и минеральных удобрений представлены в таблицах 1 и 2.

Анализ данных таблиц показывает, что по содержанию минерального азота вариант с внесением цеолита 500 кг/га совместно с азотом 60 кг/га превосходит вариант с внесением полной дозы минеральных удобрений. Последнее обусловлено, по видимому, не только внесением в почву азота в виде мочевины (60 кг д. в./га), но и улучшением микробиологической деятельности при применении цеолита, как высококремнистой породы, что сопровождается усилением в ней процессов нитрификации и аммонификации [7,8,9,10]. По содержанию доступного фосфора и калия преимущество имеют варианты с внесением полной дозы минеральных удобрений и цеолита на их фоне. Тем не менее, по отношению к контролю применение цеолита в чистом виде позволяет поддерживать более высокий режим минерального питания растений

Таблица 1 – Динамика содержания минерального азота ($N-NH_4 + N-NO_3$) в 0-30 см слое почвы под посевами кукурузы, мг/кг

№	Вариант опыта	Фазы вегетации растений кукурузы		
		всходы	цветение початков	полная спелость
1	Контроль	11,5	9,1	3,6
2	Цеолит 500 кг/га	12,2	9,2	3,7
3	Цеолит 2000 кг/га	12,2	9,3	3,7
4	N60P60K60	15,6	12,3	5,1
5	N60P60K60Цеолит 500 кг/га	15,6	12,9	5,2
6	N60P60K60 Цеолит 2000 кг/га	15,9	12,9	5,2
7	N60 + Цеолит 500 кг/га	16,6	13,0	5,4
8	N60 + Цеолит 2000 кг/га	16,3	13,0	5,4
НСП ₀₅		0,3	0,3	0,2

Таблица 2 – Динамика содержания подвижного фосфора (P_2O_5 , числитель) и калия (K_2O , знаменатель) в 0-30 см слое почвы под посевами кукурузы, мг/кг

№	Вариант опыта	Фазы вегетации растений кукурузы		
		всходы	цветение початков	полная спелость
1	Контроль	182/137	156/119	146/130
2	Цеолит 500 кг/га	183/141	160/132	150/143
3	Цеолит 2000 кг/га	182/147	166/135	149/141
4	N60P60K60	209/163	187/147	166/160
5	N60P60K60Цеолит 500 кг/га	212/166	183/156	167/167
6	N60P60K60 Цеолит 2000 кг/га	213/170	188/160	169/169
7	N60 + Цеолит 500 кг/га	185/134	151/123	142/136
8	N60 + Цеолит 2000 кг/га	185/151	154/135	151/147
НСР ₀₅		11/8	6/11	7/8

Таблица 3 – Урожайность зерна кукурузы, т/га

№ п/п	Вариант	Повторения				Средняя	Отклонение от контроля	
		1	2	3	4		т/га	%
1.	Контроль	6,31	5,84	6,22	6,47	6,21	-	-
2.	Цеолит 500 кг/га	7,24	6,87	7,31	8,02	7,36	1,15	18,5
3.	Цеолит 2000 кг/га	7,56	7,84	8,01	8,11	7,88	1,67	26,9
4.	N60P60K60	8,17	8,24	8,45	8,56	8,36	2,15	34,5
5.	N60P60K60 + цеолит 500 кг/га	8,32	9,00	9,23	9,41	8,99	2,78	44,8
6.	N60P60K60 + цеолит 2000 кг/га	8,96	9,09	9,32	10,02	9,35	3,14	50,5
7.	N60 + цеолит 500 кг/га	8,34	8,55	8,64	9,03	8,64	2,43	39,1
8.	N60 + цеолит 2000 кг/га	8,02	9,11	9,13	10,03	9,07	2,86	46,1
	НСР ₀₅	-	-	-	-	0,42	-	-

кукурузы в течение вегетации культуры. Следовательно, для оптимизации режима питания кукурузы на черноземах выщелоченных достаточно вносить в почву цеолит в дозе 500 кг/га и мочевину (или другое азотное удобрение) 60 кг д. в./га.

Урожайность зерна кукурузы. Урожайность сельскохозяйственных культур является интегральным показателем эффективности всех агротехнических приемов, применяемых в технологиях их возделывания. Что касается системы удобрения, она должна обеспечивать сбалансированный всеми элементами режим питания растений в любых почвенно-климатических условиях. Урожайность зерна кукурузы приведена в таблице 3.

Результаты исследований показали, что нет достоверной разницы между вариантами, где внесены полные минеральные удобрения совместно с цеолитом 500 кг/га и та же доза цеолита с N60, или N60P60K60 + цеолит 2000 кг/га и N60 + цеолит 2000 кг/га. Последнее свидетельствует о том, что при возделывании кукурузы на черноземах выщелоченных при условии использования в качестве удобрения цеолита совместно с азотом нет необходимости вносить фосфорно-калийные удобрения, тем более с высокой обеспеченностью данными элементами самой почвы. Тем не менее, в связи с тем, что кукуруза интенсивная культура, для формирования высокой урожайности зерна необходимо обязательное внесение минеральных удобрений в дозах не менее 60 кг/га каждого элемента (азота, фосфора, калия). Наиболее высокая урожайность зерна кукурузы может быть сформирована при совместном применении цеолита в дозе 2000 кг/га и минеральных удобрений в дозах N60P60K60 и цеолита в той же дозе совместно с мочевиной в дозе N60 кг. д. в./га (в наших опытах соответственно в среднем 9,35 и 9,07 т/га). Однако первый вариант экономически значительно менее оправдан. С экономической точки зрения наиболее эффективно применение цеолита в дозе 500 кг/га на фоне N60. Следует отметить, что применение цеолита в чистом виде также дает возможность получать дополнительно с каждого гектара от 1,15 (доза 500 кг/га) до 1,67 т/га (доза 2000 кг/га) зерна.

Заключение.

1. Для оптимизации режима питания кукурузы на черноземах выщелоченных достаточно вносить в почву цеолит в дозе 500 кг/га и мочевины (или другое азотное удобрение) в дозе 60 кг д. в./га.

2. Применение цеолита в чистом виде дозой 500 кг/га на черноземе выщелоченном позволило повысить урожайность кукурузы (зерно) на 1,15 т/га (19 %). Увеличение дозы до 2000 кг/га способствовало дальнейшему повышению урожайности, но не пропорционально внесенной дозе.

3. Наиболее высокая урожайность кукурузы формируется при совместном применении цеолита с минеральными удобрениями. При этом доза цеолита 500 т/га совместно с азотом (мочевиной) 60 кг д. в./га практически не уступала вариантам с применением его на фоне полных

доз минеральных удобрений и обеспечила повышение урожайности зерна кукурузы на 39 %.

Библиографический список

1. Козлов, А. В. Экологическая оценка влияния диатомита на фитоценоз и состояние почвенно-биотического комплекса светло-серой лесной легкосуглинистой почвы / Козлов Андрей Владимирович / Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. – Нижний Новгород. – 2013. – 182 с.
2. Самсонова, И. Е. Эффективность природного высококремнистого цеолита при выращивании кукурузы в условиях западной части Центрального нечерноземья / И. Е. Самсонова, Ю. В. Козлов, М. В. Капустина, И. И. Денисова, Н. А. Антонова, И. А. Шупинская // *Агрохимия*. – 2016. – № 2. – С. 23 – 31.
3. Ma, J. F. Soil, fertilizer, and plant silicon research in Japan / J. F. Ma, E. Takahashi / – Netherlands: Elsevier. – 2002. – 281 p.
4. Дистанов, У. Г. Перспективы нетрадиционного минерального сырья / У. Г. Дистанов // *Химизация с.-х.* –1989. – № 11. – С. 37 – 41.
5. Минерально-производственный комплекс неметаллических полезных ископаемых Ульяновской области. – Казань. – Издательство Казанского университета. – 2002. – 156 с.
6. Куликова, А. Х. Кремний и высококремнистые породы в системе удобрения сельскохозяйственных культур / А. Х. Куликова / – Ульяновск. –2013. – 176 с.
7. Швейкина, Р. В. Контроль и регулирование содержания макро- и микроэлементов в почвах и растениях на Среднем Урале / Р. В. Швейкина, В. А. Рочев / – Труды Свердловского СХИ. –Пермь – 1979. – Т. 54. – С. 89 – 96.
8. Кцоев, Б. К. Кремний и урожай / Б. К. Кцоев, А. А. Ермолаев/ – Орджоникидзе. – 1990. – 142 с.
9. Рочев, В. А. Влияние кремнезема на агрохимические свойства почвы и урожай сельскохозяйственных культур / В. А. Рочев, Р. В. Швейкина, Г. А. Барсукова, Н. Н. Попова / – Труды Свердловского СХИ. – 1980. – Т. 60. – С. 61 – 68.
10. Самсонова, И. Е. Кремний в почвах и растениях / И. Е. Самсонова // *Агрохимия*. – 2005. – № 6. – С. 76 – 86.

THE EFFECTIVENESS OF THE ZEOLITE IN THE FERTILIZATION SYSTEM OF MAIZE

Kulikova A. H.

Key words: *maize, fertilizer, zeolite, yield.*

The work is devoted to study the feasibility of using zeolite Ushanski deposits of the Ulyanovsk region as fertilizer of corn. It is shown that most effectively combines the use of zeolite at a dose of 500 kg/ha of urea (N60), which increased grain yield by 1.04 t/ha (44 %).