

МЕСТНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Куликова А.Х., доктор сельскохозяйственных наук, профессор,

Яшин Е.А., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,

тел.: 8(8422) 55-95-68, agroec@yandex.ru

Смирнов П.П., аспирант

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Ключевые слова: *диатомит, куриный помет, органоминеральное удобрение, ячмень, урожайность.*

В работе показано, что местными источниками элементов питания сельскохозяйственных культур в условиях Ульяновской области могут являться высококремнистые породы, в частности, диатомит и отходы птицеводства (куриный помет). Установлено благоприятное влияние диатомита, а также органоминерального удобрения на его основе и куриного помета на урожайность и качество зерна ячменя.

Введение. В условиях жестких санкционных ограничений, резкого повышения цен на минеральные удобрения и другие материальные ресурсы очень важно изыскивать местные источники элементов питания, в том числе нетрадиционные, позволяющие эффективно вести сельскохозяйственное производство. В этом отношении Ульяновская область обладает большими запасами кремнистых пород, в том числе диатомита, составляющего почти четверть запасов нашей страны.

Кремнистые породы отличаются высоким содержанием кремния – до 85 %, больше половины которого находится в аморфной форме. Следует отметить, что кремний играет важнейшую роль как в живой, так и неживой природе [1]. В живых организмах кремний определяет иммунную систему растений и обеспечивает защиту посевов в любых критических ситуациях (вредные организмы, содержание в почве токсикантов: тяжелые металлы, остаточное количество пестицидов и т.

д.) [2, 3, 4]. Кроме того, кремний является одним из основных питательных элементов, необходимых растениям и недостаток подвижных его соединений в почвенном растворе может стать лимитирующим фактором урожайности культур [3, 5, 6]. Следует также отметить, что кремнистые породы содержат в своем составе ряд элементов, необходимых растениям, как фосфор, калий, кальций, магний, сера, марганец. Однако, прежде всего, он является источником для растений кремния, то есть кремниевым (силикатным) удобрением.

Другим ценнейшим источником элементов питания растений в местных условиях являются отходы птицеводства – птичий помет. Птичий помет – органическое удобрение с высоким содержанием азота (5 и более %), фосфора (более 4 %), калия (до 2-х и более %). Богат птичий помет микроэлементами. Все питательные вещества находятся в птичьем помете в усваиваемых растениями соединениях. Следует так же отметить, что отходы птицеводства – постоянно возобновляемый ресурс. Недостатком птичьего помета являются неудовлетворительные физико- механические свойства (высокая влажность, вязкопластическая консистенция, неприятный запах) в связи с чем он накапливается вблизи птицеводческих комплексов и представляет экологическую угрозу окружающей среде.

Таким образом, оба источника элементов питания растений имеют несомненные положительные свойства с точки зрения применения в качестве удобрения сельскохозяйственных культур. Однако имеются и недостатки: в первом случае (кремнистые породы) присутствие элементов питания, кроме кремния, в небольшом количестве и полное отсутствие азота, во втором (птичий помет) – неблагоприятные физико- механические свойства для транспортировки и внесения в почву. Последнее явилось теоретической основой для создания на их основе органоминерального удобрения, что позволило бы в наилучшей степени использовать и усилить их полезные свойства.

В связи с вышеуказанной целью наших исследований являлось создание на основе диатомита Инзенского месторождения Ульяновской области и куриного помета птицефабрики «Ульяновская» комплексного органоминерального удобрения и изучение его эффективности в технологии возделывания ячменя.

Объекты и методы исследования. Исследование проводилось на опытном поле Ульяновского ГАУ им. П. Столыпина в 2022- 2023 гг. Объектами исследования при этом являлись:

– диатомит Инзенского месторождения Ульяновской области с содержанием общего кремния в оксидной форме 82,53 %, в том числе аморфного – 42 %. В составе его так же присутствуют (в оксидной форме): калий 1,00 %, магний 0,76 %, кальций 0,28 %, фосфор 0,05 %, сера 0,21 %.

– органоминеральное удобрение на основе диатомита и куриного помета птицефабрики «Ульяновская» (соотношение компонентов 4:1). Содержит: общий азот 1,07 %, оксид фосфора 0,82 %, калия 1,13 %, кальция 1,1 %, магния 0,8 %;

– ячмень яровой. Сорт Камашевский селекции ТатНИИСХ ФИЦ Каз НЦ РАН;

– почва опытного поля – чернозем типичный среднесиловый среднесуглинистый. Агрохимическая характеристика его следующая: содержание гумуса 4,0 %, подвижных форм фосфора и калия по Чирикову 145 и 90 мг/кг почвы соответственно;

– минеральные удобрения: аммиачная селитра (N 34 %), суперфосфат (P₂O₅ 45 %), хлористый калий (K₂O 60 %).

Схема полевого опыта включала 10 вариантов: 1. Контроль (без удобрений); 2. Диатомит 250 кг/га; 3. Диатомит 500 кг/га; 4. Органоминеральное удобрение 250 кг/га; 5. Органоминеральное удобрение 500 кг/га; 6. N₄₀P₄₀K₄₀ (NPK); 7. Диатомит 250 кг/га + NPK; 8. Диатомит 500 кг/га + NPK; 9. Органоминеральное удобрение 250 кг/га + NPK; 10. Органоминеральное удобрение 500 кг/га + NPK.

Учетная площадь делянки составляла 20 м² (2*10), расположение их рендомизированное, повторность 4-кратная. Урожай убирали с площади всей делянки прямым комбайнированием. Результаты их обработаны статистическими методами [7].

Полевой опыт, лабораторные анализы почвенных и растительных образцов осуществляли по соответствующим методическим требованиям и ГОСТам. Результаты исследований были представлены на 23-й Российской агропромышленной выставке «Золотая осень» (2023 г.) и отмечены золотой медалью.

Результаты и их обсуждение. Минеральное питание растений – основа формирования урожайности сельскохозяйственных культур. Использование удобрений при их возделывании, прежде всего, направлено на улучшение питательного режима почвы и, соответственно, на повышение урожайности. Результаты изменения урожайности зерна ячменя в зависимости от применения удобрений (в том числе диатомита) представлены в таблице 1.

Анализируя данные таблицы 1, следует отметить значительное повышение урожайности зерна при внесении в почву диатомита в чистом виде, пропорционально дозе внесения породы: в оба года исследований прибавка зерна на одном гектаре при удвоении дозы повышалась в 2 раза. Последнее свидетельствует, что ячмень, как одна из самых кремнелюбивых культур, нуждается в оптимизации кремниевого питания. По результатам наших исследований в почве наблюдается низкий уровень дефицита доступного для растений кремния (<30 мг/кг) [8]. В связи с этим внесение в почву диатомита даже в небольшой дозе (250 кг/га) способствовало улучшению кремниевого питания растений ячменя. Последнее сопровождалось повышением урожайности ячменя в среднем за 2 года на 0,17 т/га, а при удвоении дозы (500 кг/га) – на 0,32 (т/га).

Таблица 1 – Урожайность ячменя в зависимости от применения удобрений

№	Вариант	Урожайность, т/га			Отклонение от контроля	
		2022 г.	2023 г.	средняя	т/га	%
1.	Контроль	4,28	3,27	3,78	-	-
2.	Диатомит 250 кг/га	4,40	3,50	3,95	+0,17	5
3.	Диатомит 500 кг/га	3,54	3,66	4,10	+0,32	8
4.	Органоминеральное удобрение 250 кг/га	4,78	3,80	4,29	+0,57	13
5.	Органоминеральное удобрение 500 кг/га	5,01	4,17	4,59	+0,81	21
6.	N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ (NPK)	4,83	4,19	4,57	+0,73	19
7.	Диатомит 250 кг/га + NPK	4,95	4,25	4,60	+0,82	22
8.	Диатомит 500 кг/га + NPK	5,03	4,33	4,71	+0,93	25
9.	Органоминеральное удобрение 250 кг/га + NPK	5,21	4,41	4,81	+1,03	27
10.	Органоминеральное удобрение 500 кг/га + NPK	5,32	4,52	4,92	+1,17	30
	HCP ₀₅	0,14	0,10			

Следует отметить, что в почве опытного поля низкое содержание гумуса (4 %), следовательно, обеспеченность минеральным азотом так же низкая, что может ограничивать высоту урожая культуры. При внесении в почву органоминерального удобрения с содержанием азота более 1 % и значительным содержанием фосфора, калия и других элементов в усвояемой форме обеспечивает благоприятный режим питания растений основными элементами. Соответственно, внесение в почву органоминерального удобрения в дозе 500 кг/га обеспечило прибавку урожайности зерна в среднем за 2 года, превышающую вариант с минеральным удобрением (N₄₀P₄₀K₄₀).

При применении диатомита на фоне NPK в благоприятном по погодным условиям вегетации 2022 году урожайность ячменя достигла 5,00 т/га, органоминерального удобрения – 5,32 т/га, превысив контроль на 1,04 т/га, а вариант с фоном NPK – на 0,49 т/га. Аналогичная закономерность наблюдалась в 2023 и в среднем оба года исследований. Однако расходы на возделывание культуры при этом так же большие и экономически не оправдываются даже с такой высокой прибавкой урожайности (табл. 2).

Таблица 2 – Экономическая эффективность технологии возделывания ячменя с применением экспериментальных удобрений

№	Вариант	Урожайность, т/га		Себестоимость руб./т		Условный чистый доход, руб/га		Уровень рентабельности, %	
		2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.
1.	Контроль	4,28	3,27	6300	7431	11558	8401	43	35
2.	Диатомит 250 кг/га	4,40	3,50	6382	7756	11518	7853	41	29
3.	Диатомит 500 кг/га	4,54	3,66	6561	8185	11075	6641	37	22
4.	Органоминеральное удобрение 250 кг/га	4,78	3,80	6064	7320	14033	10184	48	37
5.	Органоминеральное удобрение 500 кг/га	5,01	4,17	6289	7493	13614	10456	43	34
6.	N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ (NPK)	4,83	4,19	8149	8243	4113	7363	11	21
7.	Диатомит 250 кг/га + NPK	4,95	4,25	8294	8774	3497	5211	9	14
8.	Диатомит 500 кг/га + NPK	5,03	4,33	8400	9250	3054	3148	7	8
9.	Органоминеральное удобрение 250 кг/га + NPK	5,21	4,41	8044	8589	4981	6221	12	16
10.	Органоминеральное удобрение 500 кг/га + NPK	5,32	4,52	8262	9106	3921	4041	9	10

Расчеты экономической эффективности технологии возделывания ячменя проводили с использованием нормативов и расценок, принятых для производственных условий опытного поля ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ. Стоимость зерна соответствовала цене реализации, которая сложилась в 2022 и 2023 годах.

Из данных таблицы следует, что наиболее высокую прибыль в 2022 году обеспечило применение органоминерального удобрения в дозе 250 кг/га, в условиях 2023 года – в дозе 500 кг/га. Соответственно уровень рентабельности производства зерна при этом был на уровне или выше контрольного варианта. Несмотря на значительное повышение урожайности культуры при совместном применении диатомита и органоминерального удобрения совместно с минеральными, происходило очень существенное снижение доходности производства и уровень рентабельности в 3–4 раза ниже. Последнее обусловлено с высокими ценами на минеральные удобрения и невысокими ценами зерна в связи со спецификой сложившихся цен на зерновую продукцию в 2022 и 2023 годы (соответственно 9 и 10 руб./кг)

Таким образом, применение органоминерального удобрения на основе диатомита и куриного помета наиболее эффективно в дозе 250 кг/га. Немного уступает в этом отношении вариант с внесением данного удобрения в дозе 500 кг/га. Последний вариант по получению прибыли с 1 гектара в 2023 году превосходил все остальные.

Заключение. 1. В условиях Ульяновской области в качестве местных источников элементов питания растений сельскохозяйственных культур могут явиться кремнистые породы (в частности, диатомит) с высоким содержанием аморфного (доступного) кремния, а также отходы птицеводства (куриный помет), богатый элементами питания. Данные ресурсы представляют большой интерес для создания органоминерального удобрения на их основе.

2. Полевые испытания в течение 2-х лет (2022 и 2023гг) диатомита Инзенского месторождения, органоминерального удобрения на его основе и куриного помета показали высокую эффективность при возделывании ячменя: урожайность зерна в среднем за 2 года повышалась при внесении диатомита в чистом виде на 0,17 и 0,32 т/га (дозы 250 и 500 кг/га), органоминерального удобрения – на 0,51 и 0,81 т/га. При использовании органоминерального удобрения – в дозе

500 кг/га урожайность ячменя превышала вариант с применением минеральных удобрений.

3. Применение органоминерального удобрения на основе диатомита и куриного помета экономически наиболее эффективно в дозе 250 кг/га. Немного уступает вариант с внесением удобрения в дозе 500 кг/га.

Библиографический список:

1. Вернадский, В. И. Биосфера (Избранные труды по биогеохимии). В.И. Вернадский – М.: Мысль, 1967. – 374 с.

2. Пашкевич, Е.Б. Роль кремния в питании растений и в защите сельскохозяйственных культур от фитопатогенов / Е.Б. Пашкевич, Е.П. Кирюшин // Проблемы агрохимии и экологии. – 2008. – № 2. – С. 52-57.

3. Самсонова, Н.Е. Влияние соединений кремния и минеральных удобрений на урожайность яровых зерновых культур и содержание в них антиоксидантных ферментов / Н.Е. Самсонова, М.В. Капустина, З.Ф. Зайцева// Агрохимия. – 2013. – №10. – С. 66-74.

4. Pizzad, A. Zeolite use efficiency variation under water deficit stress in grass pea and lentil / A. Pizzad, S. Mohammadzadeh // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Биология. – 2016. – № 9 (3). – С. 291-303. DOI: 10.17516/1997-1389-2016-9-3-291-303.

5. Козлов, А. В. Роль и значение кремния и кремнийсодержащих веществ в агросистемах/ А. В. Козлов, А. Х. Куликова, Е. А. Яшин// Вестник Мининского университета. – 2015. – № 2 (10). – С. 23-28.

6. Матыченков, В.В. Роль подвижных соединений кремния в растениях и системе почва-растение: автореферат дис.... доктора биологических наук: 03.00.12, 03.00.27 / Матыченков Владимир Викторович [Место защиты: Ин-т фундаментальных проблем биологии РАН]. - Пушино, 2008. – 313 с.

7. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований)/ Б. А. Доспехов. М.: Книга по требованию, 2012. – 352 с.

8. Матыченков, В. В. Роль кремния в организмах и почвах. Материалы национальной научно-практической конференции «Кремний. Кремнистые породы в сельском хозяйстве/ В. В. Матыченков. – Ульяновск. – С. 83–92.

LOCAL FOOD SOURCES AS FERTILIZER FOR CROPS

Kulikova A.H., Yashin E.A., Smirnov P.P.

Keywords: *diatomite, chicken manure, organomineral fertilizer, barley, yield.*

The paper shows that high-siliceous rocks, in particular, diatomite, and poultry waste (chicken manure) can be local sources of nutrients for agricultural crops in the Ulyanovsk region. The beneficial effect of diatomite, as well as organomineral fertilizer based on it and chicken manure on the yield and quality of barley grain has been established.