

**ВЛИЯНИЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ НА  
ОСНОВЕ ДИАТОМИТА И КУРИНОГО ПОМЕТА НА  
ПИТАТЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ  
ЯЧМЕНЯ**

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

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

**ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ**

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

**Козлов А.В., доктор биологических наук, доцент,**

**Наумова А.С., аспирант,**

**тел. 89201111314, a\_v\_koslov@mail.ru**

**РГАУ-МСХА имени Тимирязева**

***Ключевые слова:** диатомит, куриный помёт, питательный режим почвы, ячмень, урожайность*

*В работе приведены результаты изучения влияния комплексного органоминерального удобрения на основе диатомита и куриного помёта на содержание основных элементов питания в пахотном слое чернозема типичного и урожайность ячменя. Показано, что органоминеральное удобрение по улучшению питательного режима почвы превосходит минеральные. При этом доза экспериментального удобрения в 250 кг/га обеспечило формирование урожайности ячменя на уровне полной дозы NPK (по 40 кг д.в./га), в 500 кг/га – превышающее минеральные удобрения на 0,18 т/га.*

**Введение.** Использование удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур является неотъемлемым фактором повышения их урожайности. Однако в связи с резким повышением цен на минеральные удобрения и возможными негативными последствиями их применения, а также с ограниченностью ресурсов и высокой затратностью на транспортировку и внесение органических удобрений в виде классического навоза необходим поиск местных дешевых

источников биофильных элементов. В этом отношении большой интерес представляют широко распространенные в природе (в том числе Ульяновской области) кремнистые породы и отходы сельскохозяйственного производства, в частности, птицеводства.

К кремнистым породам относятся чрезвычайно широко распространенные природные образования различного происхождения, отличающиеся высоким содержанием диоксида кремния (до 80-85%), в том числе аморфного (до 50-65%). К ним относятся, в первую очередь диатомиты, цеолиты, трепелы, опоки, бентониты. В связи с высоким содержанием аморфного (доступного) кремния они, прежде всего, являются кремниевым удобрением. Важно отметить, что кремний является таким же необходимым растениям элементом как азот, фосфор, калий и потребляется растениями в количестве, превышающем в сумме последние, что свидетельствует о важнейшей роли кремния в живом организме. Многочисленные исследования подтверждают сказанное [1,2,3,4,5]. Кроме того, в кремнистых породах содержится ряд элементов питания (фосфор, калий, сера, кальций, магний, марганец), необходимых растениям. Сказанное подтверждает, что высококремнистые породы, особенно в регионах широкого распространения, как, например, Ульяновская область, могут стать местным источником элементов питания (прежде всего, кремния).

Птичий помет – ценное органическое удобрение с высоким содержанием азота, фосфора, калия, кальция, магния, серы, которые находятся в нем в усваиваемых растениями соединениях. Однако птичий помет имеет неудовлетворительные физико-механические свойства: высокую влажность, вязкопластичную консистенцию, что затрудняет его хранение, транспортировку и внесение. В связи с этим он чаще всего концентрируется вблизи птицеводческих комплексов и утилизация его становится серьезной экологической проблемой. В этом отношении органоминеральное удобрение на основе диатомита и птичьего помета позволит значительно экологически безопасно утилизировать птичий помет, улучшить минеральное питание растений сельскохозяйственных культур за счет местных источников биофильных элементов, повысить земледелие на новый уровень.

В связи с вышеизложенным целью исследований являлось – разработать состав и изготовить комплексное органоминеральное

удобрение на основе диатомита Инзенского месторождения Ульяновской области и куриного помета птицефабрики «Ульяновская», изучить его влияние на питательный режим чернозема типичного и урожайность ячменя.

#### **Объекты и методы исследования**

Объектами исследований являлись:

- диатомит Инзенского месторождения Ульяновской области с содержанием  $\text{SiO}_2$  общ – 82,53%,  $\text{SiO}_2$  аморф. – 41,00%, CaO – 0,28%,  $\text{K}_2\text{O}$  – 1,06%, MgO – 0,76%,  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 0,05%;
- куриный помёт птицефабрики «Ульяновская» с содержанием  $\text{N}_{\text{общ}}$  – 5,33%,  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 4,12%,  $\text{K}_2\text{O}$  – 1,67%;
- органоминеральное удобрение на основе диатомита Инзенского месторождения и куриного помета птицефабрики «Ульяновская» с соотношением компонентов 4:1;
- почва опытного поля чернозем типичный среднесуглинистый с содержанием гумуса в пахотном слое 4,0%, доступных фосфора и калия (по Чирикову) 154 и 90 мг/кг соответственно;
- ячмень сорта Камашевский селекции ТатНИИСХ ФНУ КазНЦ РАН (г. Казань).

Схема полевого опыта состояла из 6-и вариантов:

1. Контроль (естественный фон);
2. Диатомит 250 кг/га;
3. Диатомит 500 кг/га;
4. Органоминеральное удобрение 250 кг/га;
5. Органоминеральное удобрение 500 кг/га;
6. N40P40K40.

В качестве минерального удобрения применяли аммиачную селитру, суперфосфат двойной, хлористый калий.

Диатомит и удобрение вносили под предпосевную культивацию.

Площадь учетной делянки 20 м<sup>2</sup> (2x10). Расположение их рендомизированное, повторность 4-х кратная. Учет урожая сплошной поделяночный.

Полевой опыт, лабораторные анализы почвенных и растительных образцов проводили в соответствии с методическими требованиями и ГОСТами.

**Результаты и их обсуждение.** Внесение в почву любых удобрений вызывает соответствующие изменения в ее питательном режиме. В таблице 1 приведено содержание макро- и микроэлементов в пахотном слое чернозема типичного под посевами ячменя.

**Таблица 1 – Агрохимические показатели почвы под посевами ячменя в зависимости от применения удобрения, мг/кг**

Вариант	pH <sub>KCl</sub>	мг/кг					
		(N-NO <sub>3</sub> ) + (N-NH <sub>4</sub> )	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Cu	Zn	Mn
Контроль	6,1	11,4	160	80	3,8	0,12	8,9
Диатомит 250 кг/га	6,2	11,9	165	90	3,9	0,13	9,4
Диатомит 500 кг/га	6,2	12,2	170	100	4,1	0,14	9,3
Органоминеральное удобрение 250 кг/га	6,3	13,4	172	90	4,2	0,18	10,5
Органоминеральное удобрение 500 кг/га	6,3	16,6	175	95	4,4	0,20	10,7
N40P40K40	6,2	16,2	175	100	3,9	0,13	9,1
НСР <sub>05</sub>	0,1	0,5	5	3	0,1	0,05	0,3

При анализе данных, приведенных в таблице 1, обращает на себя внимание очень значительное повышение в пахотном слое почвы содержание доступного фосфора: на 5-10 мг/кг при применении диатомита в чистом виде и на 12-15 мг/кг при внесении органоминерального удобрения в почву. Существенное улучшение фосфорного питания растений при взаимодействии кремнистых и фосфорных соединений установлено в ряде исследований [6,7]. Доказано, что кремниевые соединения способствует переводу труднодоступных фосфатов в доступные, а также препятствуют фиксации фосфора (например, вносимых с минеральными удобрениями почвой). Более того, по расчетам В.В. Матыченкова [3] кремниевые соединения могут снизить расход фосфорных удобрений на 30-50%. Нами в полевых опытах установлена прямая связь между повышением количества монокремниевой кислоты в почве при внесении диатомита и увеличением содержания в ней подвижного фосфора. Уравнение связи между ними имеет вид:  $y = 49,46 + 3,33x$  ( $y$  – содержание доступного P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, мг/кг;  $x$  – содержание водорастворимого кремния, мг/кг).

Следует также отметить заметное улучшение азотного питания растений при внесении диатомита: содержание минерального азота (N-NO<sub>3</sub> + N-NH<sub>4</sub>) при этом увеличилось на 0,5-0,8 мг/кг. Аналогичные результаты приводят ряд исследователей [2,3,7]. Авторы объясняют это непосредственным влиянием активных форм кремния на деятельность почвенных микроорганизмов, благодаря чему усиливаются процессы аммонификации, нитрификации, связывание атмосферного азота.

Установлен также синергизм действия азотных и кремниевых удобрений при их совместном применении [7]. При применении органоминерального удобрения на основе куриного помета азотное питание растений ожидаемо существенно улучшилось: содержание минерального азота в пахотном слое увеличилось на 1,0-5,2 мг/кг почвы. Последнее вполне объяснимо, так как второй компонент удобрения (куриный помет) характеризуется высоким содержанием общего, в том числе минерального азота.

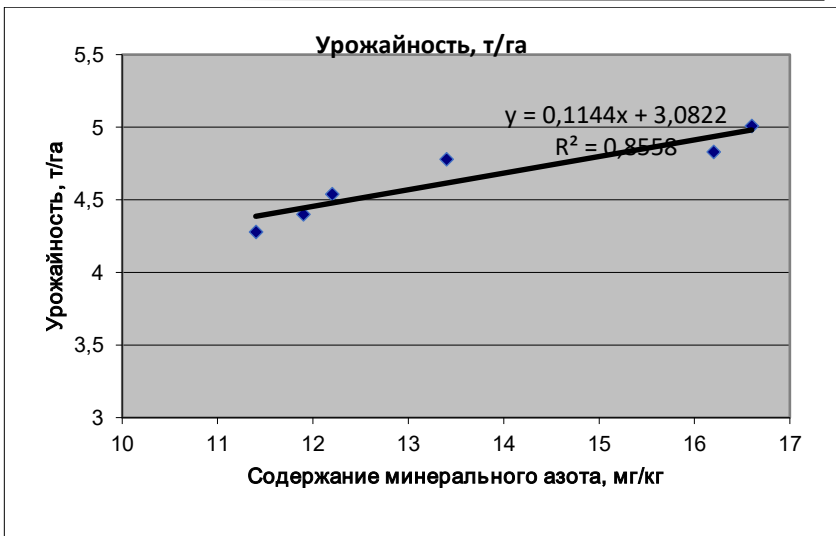
Кремниевые кислоты (моно- и поликремниевые), присутствующие в диатомите способствовали улучшению питания растений не только азотом и фосфором, но и другими элементами. Микроорганизмы, способные воздействовать на минеральную часть почвы, активно разлагают труднорастворимые минералы в почвах, высвобождая ряд элементов в почвенный раствор (ионы калия, водорастворимые формы кремния, подвижные соединения фосфора, микроэлементов), которые таким образом становятся доступными растениям. Поскольку данные элементы питания в достаточном количестве присутствуют в птичьем помете, при внесении органоминерального удобрения на основе диатомита и куриного помета питательный режим почвы при внесении его в почву очень значительно улучшается, превосходя в этом отношении минеральные удобрения.

Минеральное питание растений – один из основных факторов формирования урожайности сельскохозяйственных культур. Несомненно, улучшение питательного режима почвы способствовало существенному повышению урожайности культуры (табл. 2).

**Таблица 2 – Урожайность ячменя в зависимости от применения удобрений**

Вариант	Урожайность, т/га	Отклонение от контроля	
		т/га	%
Контроль	4,28	-	-
Диатомит 250 кг/га	4,40	+0,12	3
Диатомит 500 кг/га	4,54	+0,26	6
Органоминеральное удобрение 250 кг/га	4,78	+0,50	12
Органоминеральное удобрение 500 кг/га	5,01	+0,73	17
N40P40K40	4,83	+0,55	13
НСП <sub>05</sub>	0,14		

Данные таблицы свидетельствуют, что диатомит, как кремниевое удобрение, способствует заметному повышению урожайности зерна ячменя. Следует отметить, что ячмень является одной из самых кремниелюбивым культур и при высокой и повышенной обеспеченности фосфором и калием нуждается в оптимизации кремниевого питания. По нашим данным в почве опытного поля наблюдается низкий уровень дефицита кремния: содержание монокремниевой кислоты (доступной) составляет 25-27 мг/кг почвы. В связи с этим внесение в почву диатомита как кремниевого удобрения даже в небольшой дозе (250 кг/га) способствовало улучшению питания растений кремнием и, соответственно, повышению урожайности ячменя: прибавка ее составила 0,12 т/га. Удвоение дозы диатомита сопровождалось удвоением прибавки урожайности зерна, которая составила 0,26 т/га. Однако в данной почве низкое содержание гумуса (4 %), следовательно, обеспеченность минеральным азотом также низкое и может явиться фактором, лимитирующим урожайность культуры. При внесении органоминерального удобрения азотное питание растений значительно улучшилось и обеспечило прибавку урожайности зерна в 0,50-0,79 т/га. При этом органоминеральное удобрение в дозе 250 кг/га способствовало формированию урожайности зерна на уровне полной дозы минеральных удобрений, а в 500 кг/га – превышающую вариант с NPK на 0,18 т/га. Несомненно, значительное повышение урожайности ячменя при применении диатомита и органоминерального удобрения на его основе обусловлено существенным улучшением питательного режима почвы, о чем свидетельствуют уровни зависимости урожайности от содержания в пахотном слое элементов питания (рисунок).



**Рис. - зависимость урожайности ячменя от минерального питания азотом**

### **Заключение**

1. В региональных условиях, в том числе Ульяновской области, дешевыми источниками элементов питания растений сельскохозяйственных культур могут явиться широко распространенные в природе кремнистые породы, обладающие уникальными адсорбционными, каталитическими и ионообменными свойствами, а также богатые элементами питания отходы птицеводства, в частности, куриный помет.

2. Полевые испытания показали значительное улучшение питательного режима почвы при применении диатомита как в чистом виде, так и органоминерального удобрения на его основе с куриным пометом. При этом превышение контроля составило: минеральных форм азота ( $N-NO_3 + N-NH_4$ ) на 0,5 и 0,8 мг/кг при применении диатомита и на 2,0 и 5,2 мг/кг – органоминерального удобрения (дозы 250 и 500 кг/га); подвижного фосфора на 5-10 и 12-15 мг/кг и обменного калия соответственно на 10-20 и 10-15 мг/кг; микроэлементов: меди на 0,1-0,3 и 0,4-0,5 мг/кг, цинка – на 0,01-0,02 и 0,06-0,08 мг/кг, марганца – на 0,4-0,5 и 1,6-1,8 мг/кг почвы.

3. Существенное улучшение питательного режима почвы при применении органоминерального удобрения на основе диатомита и куриного помета обеспечило прибавку урожайности зерна ячменя по отношению к контролю на 0,50 (доза удобрения 250 кг/га) и 0,73 т/га (доза удобрения 500 кг/га), что на уровне использования минеральных удобрений при первой дозе и на 0,18 т/га больше – при второй. Следовательно, органоминеральное удобрение на основе диатомита и куриного помета при применении в дозе 500 кг/га превосходит по эффективности минеральные удобрения.

#### **Библиографический список:**

1. Воронков, М.Г. Кремний и жизнь / М.Г. Воронков, Г.И. Зелчан, Э.Я. Лукевич. - Рига: Зинатне, 1978. - 578 с.
2. Самсонова, Н.Е. Кремний в почвах и растениях / Н.Е. Самсонова // Агрехимия. - 2005. - №6. - с. 76-86
3. Матыченков, В.В. Роль подвижных соединений кремния в растениях и система почва-растение: дисс. докт. биол. наук 03.00.12, 03.00.27 / Матыченков Владимир Викторович. - Пушкино, 2008. - 313 с.
4. Heather, A.S. Silica in plants: biological, biochemical and chemical studies / A.S. Heather, C.P. Carole // Annals of Botany. - 2007. - Vol.100(7). - p.1383-1389. Doi. 10. 1093/aob/mcm247.
5. Козлов, А.В. Роль и значение кремния и кремнийсодержащих веществ в агроэкосистемах / А.В. Козлов, А.Х. Куликова, Е.А. Яшин // Вестник Мининского университета, -2015.-№2(10). - с 23-25.
6. Самсонова, Н.Е. Роль кремния в формировании фосфатного режима дерново-подзолистых почв / Н.Е. Самсонова // Агрехимия. - 2005. -№8. - с 11-18
7. Матыченков, И.В. Взаимное влияние кремниевых, фосфорных и азотных удобрений в системе почва-растение: дисс. канд. биол. наук: 06.0104 / Матыченков Иван Владимирович. - Москва, 2014. – 136 с.



---

**THE EFFECT OF ORGANOMINERAL FERTILIZER BASED ON  
DIATOMITE AND CHICKEN MANURE ON THE NUTRIENT  
REGIME OF SOIL AND BARLEY YIELD**

**Kulikova A.H., Yashin E.A., Kozlov A.V., Naumova A.S.**

**Key words:** *diatomite, chicken manure, nutrient regime of soil, barley, yield*

*The paper presents the results of studying the effect of a complex organomineral fertilizer based on diatomite and chicken manure on the content of basic nutrients in the arable layer of typical chernozem and the yield of barley. It is shown that organomineral fertilizer is superior to mineral fertilizers in improving the nutrient regime of the soil. At the same time, the dose of experimental fertilizer 250 kg / ha ensured the formation of barley yield at the level of the full dose of NPK (40 kg a.s./ ha), 500 kg / ha – exceeding mineral fertilizers by 0.18 t / ha.*