

УДК 631.82.811.93:633.854.78

## **ВЛИЯНИЕ ДИАТОМИТА НА ПИТАТЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ ПОДСОЛНЕЧНИКА**

**Яшин Е.А., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,  
тел. 8(8422) 55-95-68, yashin.yevgeniy@mail.ru**  
**Куликова А.Х., доктор сельскохозяйственных наук, профессор,  
тел. 8(8422) 55-95-68, agroec@yandex.ru**  
**Волкова Е.С., аспирант, тел. 8(8422) 55-95-68,  
volkova-ivinaelena@yandex.ru**  
**ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ**

***Ключевые слова:** питательный режим почвы, диатомит, подсолнечник, урожайность и качество продукции.*

*Работа посвящена изучению влияния диатомита Шарловского месторождения Ульяновской области на питательный режим почвы (чернозема выщелоченного), урожайность и качество семян подсолнечника. Установлено, что применение диатомита в системе удобрения подсолнечника агрономически и экономически эффективно. Работа выполняется в рамках задания МСХ РФ «Разработка комплексного сложного органоминерального удобрения на основе местных источников минерального питания растений, отходов промышленного и сельского хозяйства пролонгированного действия».*

**Введение.** Основой формирования высокой урожайности культур при всех других равных условиях является питание растений. И, как правило, недостаток элементов питания в любых почвенно-климатических условиях компенсируется внесением удобрений, прежде всего, минеральных. Однако постоянный рост их стоимости и возможные негативные последствия применения для окружающей среды, в том числе качества продукции, требуют изыскания более дешевых, экологически безопасных и экономически целесообразных источников биофильных элементов. Таким ресурсом в условиях Ульяновской области являются высококремнистые породы такие, как диатомиты, трепелы, цеолиты, опоки. Из них в области наиболее широко распространены диатомиты, запасы которых составляют почти четверть запасов России.

Диатомит — чрезвычайно широко распространенная порода (мировые запасы составляют около 1 млрд. тонн), состоящая из остатков диатомовых водорослей (*Diatomeae*), которые относятся к группе панцирных водорослей. По сути это мельчайшие микроскопические растения с внешним

панцирным скелетом. Панцири диатомовых водорослей полые внутри и придают породе очень высокую пористость и вытекающие отсюда физико-химические свойства: высокую адсорбционную и ионообменную способность. Характерной особенностью диатомитов является наличие аморфной, активной кремнекислоты, обладающей достаточно высокой растворимостью (более 40 % и выше), что обуславливает использование диатомита в качестве кремниевого удобрения. Кроме того, в составе его более 1 % присутствует оксид калия, а также магния, фосфора, серы и других элементов, что весьма важно с точки зрения питания растений. Однако, прежде всего, это кремниевое (силикатное) удобрение. Кремний является неотъемлемым компонентом растений и наравне с другими элементами питания определяет высоту урожайности сельскохозяйственных культур [1,2,3]. Вовлечение почв в сельскохозяйственное производство сопровождается снижением содержания в пахотном слое монокремниевой кислоты доступной растениям. Следует отметить, что масштабы ежегодного отчуждения Si с урожаем культур очень большие и достигают 210-224 млн. тонн [3]. Последнее, несомненно, обуславливает необходимость применения кремниевых удобрений. В связи с вышеизложенным целью исследований являлось изучение влияния диатомита Шарловского месторождения Ульяновской области на питательный режим чернозема выщелоченного и урожайность семян подсолнечника.

**Объекты и методы исследования.** Исследование проводили путем постановки полевых экспериментов в производственных условиях СПК (колхоз) им. Калинина Вешкаймского района Ульяновской области. Почвенный покров данного хозяйства представлен в большей степени черноземами типичными и выщелоченными (3859 га), темно-серыми (1338 га), серыми (1338 га) и светло-серыми лесными почвами (838 га). Производственные опыты проведены на черноземах выщелоченных с содержанием гумуса 4,7 %, доступных фосфора и калия соответственно 130 и 65 мг/кг почвы, рН<sub>ккл</sub> 5,4 единиц. Погодные условия вегетационного периода 2021 года характеризовались высокими температурами и малым количеством осадков в течение вегетации. Последнее привело к ускоренному прохождению фаз развития культурами, и в целом, к снижению их урожайности.

Объектами исследования являлись:

- диатомит Шарловского месторождения Ульяновской области;
- подсолнечник гибрид НК Брио.

Изучение влияния диатомита карьерного и диатомита модифицированного на агрохимические показатели почвы,

продуктивность и качество семян подсолнечника проводились по следующей схеме:

1. Контроль (фон NPK).
2. Диатомит карьерный 3 т/га на фоне NPK.
3. Диатомит модифицированный 0,5 т/га на фоне NPK.

Площадь опытных делянок 10000 м<sup>2</sup>, урожайность семян определяли на учетных делянках размером 60 м<sup>2</sup>, повторность опыта трехкратная, размещение делянок систематическое. Фоновым минеральным удобрением являлась азофоска в дозе 80 кг/га в физическом весе. Диатомит карьерный вносили навозоразбрасывателем, диатомит модифицированный (высушенный при температуре 400 °С) и минеральные удобрения — самоходным разбрасывателем минеральных удобрений. Удобрения в почву заделывали культиваторами на глубину 8-10 см.

**Результаты и их обсуждение.** Динамика содержания минеральных форм азота в пахотном слое почвы (0-30 см) под посевами подсолнечника представлена в таблице 1.

**Таблица 1 — Содержание аммонийного (в числителе) и нитратного (в знаменателе) азота в слое 0-30 см почвы под посевами подсолнечника, мг/кг**

Вариант	Фазы развития растений			Среднее за вегетацию
	всходы	цветение	полная спелость	
Контроль	3,25/6,32	6,22/13,14	2,33/5,63	3,93/8,36
Диатомит карьерный, 3 т/га	3,38/6,35	6,52/17,36	2,48/5,80	3,00/9,84
Диатомит модифицированный, 0,5 т/га	3,36/6,36	6,59/17,33	2,52/5,89	4,16/9,86
NCP <sub>05</sub>	0,16/0,21	0,12/0,17	0,13/0,21	

Как свидетельствуют данные таблицы, обеспеченность пахотного слоя почвы нитратной и аммиачной формами азота под посевами подсолнечника на протяжении вегетационного периода заметно отличалась как по фазам развития растений, так и вариантам опыта. Прежде всего, следует отметить, что уже в начале всходов появилась тенденция улучшения питания растений. В дальнейшем, по мере возрастания времени взаимодействия породы с почвой в фазу цветения содержание минерального азота в почве экспериментальных вариантов составляло максимальное за вегетационный период, причем, прежде всего, нитратного. Превышение содержания N-NO<sub>3</sub> по отношению к контролю составило 32 %. К концу вегетации в связи с

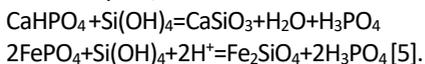
интенсивным потреблением элемента на формирование урожайности культуры содержание минерального азота в пахотном слое почвы закономерно снижалось. В среднем при внесении в почву диатомита в течение всей вегетации культуры в пахотном слое почвы поддерживался более высокий уровень азотного питания растений (на 5-9 %). Последнее, несомненно, обусловлено неоднократно нами отмечаемым благоприятным влиянием высококремнистых пород на свойства почвы (агро-воднофизические, биологические) [4].

Динамика содержания подвижного фосфора ( $P_2O_5$ ) и обменного калия ( $K_2O$ ) в почве под посевами подсолнечника в течение вегетации культуры представлена в таблице 2.

**Таблица 2 — Содержание доступных форм фосфора (числитель) и калия (знаменатель) в черноземе выщелоченном под посевами подсолнечника, мг/кг**

Вариант	Фазы развития растений			Среднее за вегетацию
	всходы	цветение	полная спелость	
Контроль	130/65	137/75	132/73	133/71
Диатомит карьерный, 3 т/га	158/95	152/98	149/92	153/95
Диатомит модифицированный, 0,5 т/га	151/90	155/96	151/89	152/92
НСР05	7/8	3/11	5/8	

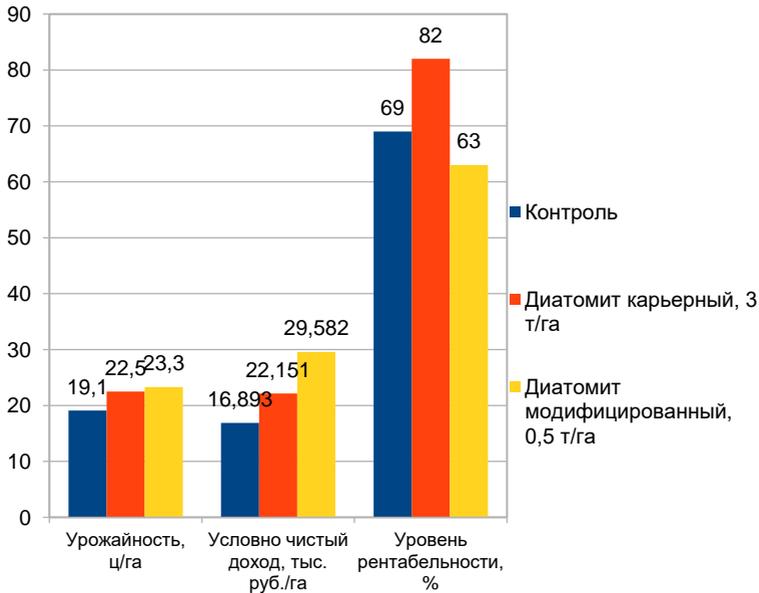
Данные таблицы 2 показывают, что аналогичная закономерность наблюдается и в обеспеченности культуры доступными формами фосфора и калия. На экспериментальных вариантах содержание в пахотном слое доступного фосфора было на 19-20 мг/кг (14-15 %), калия на 21-24 мг/кг (30-34 %) почвы выше. В ряде исследований доказано, что силикат-ионы способны вытеснить фосфат-ионы из трудно растворимых фосфатов с образованием соответствующих силикатов по схеме:



Что касается обменного калия, значительное повышение его при внесении диатомита обусловлено, в том числе, достаточным его содержанием в составе диатомита (от одного до двух процентов и более).

Диатомит карьерный и модифицированный Шарловского месторождения, положительно влияя на питательный режим почвы, способствовал формированию урожайности семян подсолнечника, превышающий

контроль на 3,3 и 4,2 ц/га, или на 18-22 %. Следует отметить, несмотря на достаточно высокую дозу диатомита карьерного (3 т/га), применение его экономически выгодно (рис. 1).



**Рисунок 1 - Влияние диатомита на урожайность семян подсолнечника и экономические показатели**

Наряду с урожайностью, важной характеристикой продукции является ее качество. У подсолнечника оно определяется лужистостью и масличностью, а также кислотным и йодным числом. Основные показатели качества семян подсолнечника приведены в таблице 3.

Анализ семян подсолнечника показал незначительное увеличение лужистости семян при применении в качестве удобрения диатомита, на 2-3 % при этом увеличилось содержание в семенах подсолнечника масла. Одним из важных показателей качества продукции подсолнечника является кислотное число. Оно выражается количеством миллиграмм КОН, расходуемого на нейтрализацию свободных кислот в 1 г продукции. Как правило, свежее масло содержит очень малое количество свободных кислот, но оно может сильно увеличиться при хранении. По данным наших опытов,

применение при возделывании подсолнечника диатомита не привело к изменению кислотного числа.

**Таблица 3 — Качество семян подсолнечника гибрид НК «Брио» в зависимости от применения в качестве удобрения диатомита**

Вариант	Лузжистость, %	Масличность, %	Кислотное число, единиц	Йодное число, единиц
Контроль	23	48	1,7	160
Диатомит карьерный, 3 т/га	26	51	1,7	169
Диатомит модифицированный, 0,5 т/га	24	50	1,7	165
НСР <sub>05</sub>	0,2	2	0,4	2

Качество масла характеризуется не только количеством свободных жирных кислот (кислотным числом), но также йодным числом, показывающим степень неопределенности олеиновой и ленолевой кислот, входящих в состав масла. Применение диатомита способствовало относительному увеличению этого показателя на 5-9 единиц. Таким образом, применение диатомита Шарловского месторождения при возделывании подсолнечника способствовало не только повышению урожайности семян, но и получению масла с хорошим качеством.

**Заключение.** Применение диатомита Шарловского месторождения в системе удобрения подсолнечника способствовало улучшению питательного режима на протяжении всей вегетации культуры. При этом содержание минеральных форм азота в пахотном слое почвы в среднем за вегетацию было выше на 5-9 %, фосфора на 14-15 %, калия на 30-34 %.

Улучшение питательного решения почвы при внесении диатомита сопровождалось значительным повышением урожайности подсолнечника: сбор семян подсолнечника с одного гектара при внесении карьерного диатомита в дозе 3 т/га увеличился на 0,33 т/га, или на 18 %, модифицированного в дозе 0,5 т/га — на 0,42 т/га, или на 22 %. При этом улучшалось качество продукции: в семенах подсолнечника увеличилось (на 2-3 %) содержание масла.

Использование диатомита Шарловского месторождения экономически выгодно: уровень рентабельности технологии возделывания с применением диатомита карьерного составил 164 % (на контроле 159 %), условно чистый доход — 41,92 тыс. рублей с одного гектара ( на контроле — 35,20 тыс. руб.).

### Библиографический список

1. Epstein, E. Silicon / E. Epstein // Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol, 1999. - V.50. - P.641-664.
2. Куликова, А.Х. Кремнистые породы в системе удобрения сельскохозяйственных культур / А.Х. Куликова, А.В. Карпов, Е.А. Яшин. - Ульяновск. - 2020. - 176 с.
3. Матыченков, В.В. Влияние кремнистых удобрений на растение и почву / В.В. Матыченков, Е.А. Бочарникова, Я.М. Аммосова // Агрехимия, 2002. - №2. - С. 86-93.
4. Куликова, А.Х. Цеолиты как кремниевое удобрение сельскохозяйственных культур / А.Х. Куликова // Материалы национальной научно-практической конференции с Международным участием «Кремний и жизнь. Кремнистые породы в сельском хозяйстве». - Ульяновск: ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ. - 2021. – С. 75-82.
5. Бочарникова, Е.А. Влияние диатомита на подвижность и доступность растениям фосфора / Е.А. Бочарникова // Материалы национальной научно-практической конференции с Международным участием «Кремний и жизнь. Кремнистые породы в сельском хозяйстве». - Ульяновск: ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ. - 2021. – С. 20-25.

## THE EFFECT OF DIATOMITE ON THE NUTRITIONAL REGIME AND YIELD OF SUNFLOWER

*Yashin E. A., Kulikova A.Kh., Volkova E.S.*

**Key words:** *soil nutrient regime, diatomite, sunflower, yield and product quality.*

*The work is devoted to the study of the influence of the Sharlovskoye diatomite deposit of the Ulyanovsk region on the nutrient regime of the soil (leached chernozem), yield and quality of sunflower seeds. It has been established that the use of diatomite in the sunflower fertilizer system is cost-effective. The work is carried out within the framework of the task of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation "Development of a complex organomineral fertilizer based on local sources of mineral nutrition of plants, industrial and agricultural waste of prolonged action".*