

УДК 631.445.4+631.82+631.86

## **ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ ДИАТОМИТА И УДОБРЕНИЙ**

**Чекаев Н.П., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ, г. Пенза, Россия,  
e-mail: chekaev1975@mail.ru**

**Ключевые слова:** диатомит, навоз, минеральные удобрения, кислотность, сумма поглощенных оснований.

Трехлетние исследования показали, что применение разных доз диатомита на фоне внесения навоза с нормой 48 т/га положительно повлияло на физико-химические показатели чернозема выщелоченного. При этом наблюдалось увеличение значений суммы поглощенных оснований, уменьшение гидrolитической кислотности и увеличение показателя  $pH_{\text{сол}}$ . Применение разных доз диатомита в чистом виде и на фоне минеральных удобрений за три года исследований привело к снижению суммы поглощенных оснований, увеличению гидrolитической кислотности и к снижению показателя  $pH_{\text{сол}}$ .

**Введение.** Антропогенные изменения почвенных свойств охватывают практически все известные характеристики и качества почв, начиная от уровня содержания доступных форм питательных элементов до морфогенетического строения почвенного профиля, их гидрoлогического и геохимического режимов [4, 11, 12].

Разработка и внедрение в практику сельского хозяйства комплекса мер по устранению негативных качеств почв будут способствовать решению одной из важнейших проблем – росту продуктивности земледелия [4, 9].

На сегодняшний день все чаще говорят о применении в сельском хозяйстве новых, нетрадиционных методов повышения урожайности сельскохозяйственных культур. И не последнюю роль в этом отводят диатомитам – осадочной горной породе, состоящей из раковин диатомовых водорослей. Породу эту еще называют кизельгур, горная мука [1-3, 5, 14].

Высокая эффективность диатомита в качестве многофункционального удобрения сельскохозяйственных культур несомненна [3, 7, 8, 10]. Однако необходимо отметить, что предлагаемые производству дозы диатомита достаточно высокие (3–5 тонн на 1 гектар) и сопряжены с большими затратами на транспортировку и внесение и, несмотря

на высокую агрономическую эффективность, не всегда оправдываются экономически при однократном внесении [5, 6].

**Методы и материалы.** Исследования с целью изучения влияния разных доз диатомита на физико-химические свойства чернозема выщелоченного проводились в 2014-2017 гг. на опытном поле учебно-производственного центра ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ (Пензенская область, Мокшанский район) по следующей схеме:

Фактор А – нормы диатомита: 1. Без диатомита (контроль); 2. Диатомит 2 т/га; 3. Диатомит 4 т/га; 4. Диатомит 6 т/га; 5. Диатомит 8 т/га.

Фактор В – внесение органических и минеральных удобрений: 1. Фон 1 – без удобрений (контроль); 2. Фон 2 – навоз 48 т/га; 3. Фон 3 –  $N_{80}P_{40}K_{96}$  ежегодно (эквивалентно 16 т/га навоза). Размещение вариантов опыта – методом рендомизированных повторений. Повторность четырехкратная. Учетная площадь делянки 25 м<sup>2</sup>.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднегумусный среднемощный тяжелосуглинистый. Исследования проводились на опытном участке с чередованием культур: озимая пшеница (2015 г.), яровая пшеница (2016 г.), горох (2017 г.).

Диатомит характеризовался следующим составом: SiO<sub>2</sub> – 78,8 %; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 6,9 %; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 3,8 %; TiO<sub>2</sub> – 0,48 %; CaO – 0,39 %; MgO – 0,89 %; SO<sub>3</sub> – 0,27 %; Na<sub>2</sub>O – 0,30 %; K<sub>2</sub>O – 1,8 %; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,04 %.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Количество и состав поглощенных катионов – важнейшее с теоретической и практической точек зрения параметры коллоидного комплекса. Однако они могут изменяться при антропогенном воздействии на почву, в условиях активизации процессов минерализации биогенных остатков и гумуса и миграции соединений по профилю почвы, в том числе тонких коллоидов [13].

Как свидетельствуют результаты исследований, использование навоза в норме 48 т/га способствовало накоплению органического вещества и катионов кальция, что в определенной степени повлияло на состав поглощенных катионов в почвенном поглощающем комплексе чернозема выщелоченного (таблица 1).

На вариантах с разными дозами диатомита сумма поглощенных оснований за три года исследований уменьшилась по сравнению с исходными на 0,47-0,65 мг-экв. на 100 г почвы и составила в 2017 году 31,55-33,73 мг-экв. на 100 г почвы. На варианте без удобрений и диатомита наблюдали снижение значения суммы поглощенных оснований на 0,72 мг-экв. на 100 г почвы.

При использовании навоза в норме 48 т/га сумма поглощенных оснований на варианте без применения диатомита за три года возрос-

**Таблица 1 – Сумма обменных оснований в черноземе выщелоченном в зависимости от применения диатомита и удобрений**

Вариант опыта	Сумма обменных оснований, мг-экв. на 100 г почвы		Отклонение от исходных значений, мг-экв. на 100 г почвы
	2014 г. – до закладки опыта	2017 г.	
<b>Фон 1 – без удобрений</b>			
1.Без диатомита	33,22	32,50	-0,72
2.Диатомит 2 т/га	32,08	31,55	-0,52
3.Диатомит 4 т/га	33,88	33,23	-0,65
4.Диатомит 6 т/га	34,28	33,73	-0,55
5.Диатомит 8 т/га	32,52	32,06	-0,47
<b>Фон 2 – навоз 48 т/га</b>			
1.Без диатомита	33,89	35,82	1,94
2.Диатомит 2 т/га	32,72	34,45	1,74
3.Диатомит 4 т/га	32,90	34,63	1,73
4.Диатомит 6 т/га	33,61	35,18	1,57
5.Диатомит 8 т/га	33,62	35,04	1,43
<b>Фон 3 – N<sub>80</sub> P<sub>40</sub> K<sub>96</sub> ежегодно</b>			
1.Без диатомита	33,68	31,51	-2,16
2.Диатомит 2 т/га	32,27	30,70	-1,57
3.Диатомит 4 т/га	32,27	30,70	-1,57
4.Диатомит 6 т/га	33,27	32,24	-1,03
5.Диатомит 8 т/га	33,28	31,75	-1,53
НСП <sub>05</sub>			
Фактор А		0,8	
Фактор В		1,2	
Варианты (А+В)		1,8	

ла на 1,94 мг-экв. на 100 г почвы и составила 35,82 мг-экв. на 100 г почвы. При совместном применении навоза и разных доз диатомита сумма поглощенных оснований за три года исследований увеличилась на 1,43-1,74 мг-экв. на 100 г почвы и составила на третий год исследований 34,45-35,18 мг-экв. на 100 г почвы.

Минимальное значение суммы обменных оснований на третий год исследований было отмечено на вариантах с использованием минеральных удобрений (30,70-32,24 мг-экв. на 100 г почвы). Разницы с

исходными значениями составили 1,03-2,16 мг-экв. на 100 г почвы, что связано с физиологической кислотностью применяемых удобрений.

В проведенных исследованиях без использования удобрений и диатомита произошел сдвиг в сторону насыщения почвенного поглощающего комплекса ионами водорода. Величина гидролитической кислотности за период исследований возросла с 6,34 до 6,60, т.е. на 0,25 мг-экв. на 100 г почвы. Применение разных доз диатомита увеличили гидролитическую кислотность на 0,25-0,27 мг-экв. на 100 г почвы (таблица 2).

**Таблица 2 – Гидролитическая кислотность чернозема выщелоченного в зависимости от применения диатомита и удобрений**

Вариант опыта	Гидролитическая кислотность, мг-экв. на 100 г почвы		Отклонение от исходных значений, мг-экв. на 100 г почвы
	2014 г. – до закладки опыта	2017 г.	
<b>Фон 1 – без удобрений</b>			
1.Без диатомита	6,34	6,60	0,25
2.Диатомит 2 т/га	6,42	6,67	0,26
3.Диатомит 4 т/га	6,32	6,57	0,25
4.Диатомит 6 т/га	6,54	6,81	0,26
5.Диатомит 8 т/га	6,73	7,00	0,27
<b>Фон 2 – навоз 48 т/га</b>			
1.Без диатомита	6,47	5,74	-0,73
2.Диатомит 2 т/га	6,54	5,80	-0,74
3.Диатомит 4 т/га	6,51	5,71	-0,79
4.Диатомит 6 т/га	6,42	5,92	-0,50
5.Диатомит 8 т/га	6,42	6,08	-0,33
<b>Фон 3 – <math>N_{80}P_{40}K_{96}</math> ежегодно</b>			
1.Без диатомита	6,28	6,66	0,38
2.Диатомит 2 т/га	6,60	6,74	0,14
3.Диатомит 4 т/га	6,75	6,96	0,21
4.Диатомит 6 т/га	6,35	6,87	0,52
5.Диатомит 8 т/га	6,35	7,07	0,71
НСП <sub>ос</sub>			
Фактор А		0,07	
Фактор В		0,11	
Варианты (А+В)		0,14	

**Таблица 3 – Изменение  $pH_{\text{сол.}}$  чернозема выщелоченного в зависимости от применения диатомита и удобрений**

Вариант опыта	$pH_{\text{сол.}}$ , ед.		отклонение от исходных значений, ед.
	2014 г. – до закладки опыта	2017 г.	
<b>Фон 1 – без удобрений</b>			
1. Без диатомита	5,02	4,83	-0,19
2. Диатомит 2 т/га	4,89	4,75	-0,14
3. Диатомит 4 т/га	5,10	5,00	-0,10
4. Диатомит 6 т/га	5,18	5,03	-0,15
5. Диатомит 8 т/га	4,98	4,89	-0,10
<b>Фон 2 – навоз 48 т/га</b>			
1. Без диатомита	5,12	5,41	0,29
2. Диатомит 2 т/га	4,99	5,27	0,28
3. Диатомит 4 т/га	5,00	5,35	0,35
4. Диатомит 6 т/га	5,08	5,33	0,25
5. Диатомит 8 т/га	5,08	5,42	0,34
<b>Фон 3 – <math>N_{80}</math>, <math>P_{40}</math>, <math>K_{96}</math> ежегодно</b>			
1. Без диатомита	5,07	4,81	-0,27
2. Диатомит 2 т/га	4,94	4,72	-0,21
3. Диатомит 4 т/га	4,95	4,77	-0,19
4. Диатомит 6 т/га	5,03	4,89	-0,15
5. Диатомит 8 т/га	5,03	4,84	-0,20
$HCP_{05}$			
Фактор А		0,08	
Фактор В		0,10	
Варианты (А+В)		0,11	

Применение навоза без диатомита и с разными дозами диатомита, снижало концентрацию ионов водорода в пахотном горизонте чернозема выщелоченного. Так, за три года исследований величина гидролитической кислотности снизилась на 0,33-0,79 мг-экв. на 100 г почвы, при этом наименьшее снижение гидролитической кислотности наблюдали на варианте с дозой диатомита 8 т/га.

Применение минеральных удобрений без диатомита и с разными дозами диатомита увеличили гидролитическую кислотность на 0,21-0,71 мг-экв. на 100 г почвы.

Величина  $pH_{\text{сол.}}$  за три года исследований на вариантах опыта изменялась в зависимости от применяемых удобрений. На варианте без удобрений  $pH_{\text{сол.}}$  снизилась с 5,02 до 4,83 ед., т.е. почва из разряда слабокислых перешла в группу почв с реакцией кислых. При применении разных доз диатомита также наметилась некоторая тенденция ее сдвига в сторону подкисления (таблица 3).

Использование навоза на фоне применения разных доз диатомита увеличивали значения  $pH_{\text{сол.}}$  на 0,25-0,35 ед.

Внесенный навоз является не только источником органического вещества и элементов питания, но он также содержит значительное количество кальция и магния. Поэтому при внесении его в почву она обогащалась кальцием и магнием, что снижало концентрацию ионов водорода в почвенном поглощающем комплексе.

**Закключение.** Исследования показали, что за период действия и двух лет последствия разных доз диатомита и удобрений в черноземе выщелоченном произошли изменения физико-химических свойств. Применение разных доз диатомита в чистом виде за три года исследований привело к снижению суммы поглощенных оснований на 0,47-0,65 мг-экв./100 г почвы, с минеральными удобрениями на 1,03-1,57 мг-экв./100 г почвы. За этот период гидролитическая кислотность на этих вариантах увеличилась на 0,26-0,27 мг-экв./100 г почвы при внесении диатомита в чистом виде и на 0,14-0,71 мг-экв./100 г. почвы на вариантах с разными дозами диатомита на фоне применения минеральных удобрений. Показатель  $pH_{\text{сол.}}$  снизился на 0,10-0,15 ед. на вариантах с внесением диатомита в чистом виде и 0,15-0,21 ед. на фоне минеральных удобрений. Применение разных доз диатомита на фоне внесения навоза с нормой 48 т/га положительно повлияло на физико-химические показатели чернозема выщелоченного. Поэтому, для восстановления и улучшения физико-химических свойств чернозема выщелоченного диатомит лучше вносить совместно с навозом или с другими органическими удобрениями.

*Библиографический список:*

1. Дистанов У.Г. Геолого-промышленные типы месторождений осадочных кремнистых пород СССР: критерии их прогноза и поисков // Происхождение и практическое использование кремнистых пород: Сборник статей АН СССР / отв. ред. В.Н. Холодов, И.В. Седнецкий. Москва: Наука, 1987. С. 157-167.
2. Дьяков В.М., Матыченков В.В., Чернышев В.А., Аммосова Я.М. Использование соединений кремния в сельском хозяйстве // Актуаль-

- ные вопросы химической науки и технологии и охраны окружающей среды. Вып. 7. Москва: НИИТЭХИМ, 1990. 32 с.
3. Карпухин М. Ю. Эффективность использования диатомита в качестве удобрения при возделывании моркови в условиях Среднего Урала // Аграрный вестник Урала, 2014. № 1 (119). С.17-19.
  4. Кузин Е.Н. Арефьев А.Н., Кузина Е.Е. Изменение плодородия почв: монография. Пенза: РИО ПГСХА, 2013. 266 с.
  5. Куликова А.Х. Яшин Е.А., Данилова Е.В. Эффективность использования диатомита и его смеси с минеральными удобрениями при возделывании озимой и яровой пшеницы // Вестник Ульяновской ГСХА, 2008. № 1 (16). С. 8-14.
  6. Куликова А.Х. Кремний и высококремнистые породы в системе удобрений сельскохозяйственных культур: монография. Ульяновск: УГСХА им. П. А. Столыпина, 2013. 178 с.
  7. Куликова А.Х. Перспективы использование диатомита в сельскохозяйственном производстве // Агроэкологические проблемы сельскохозяйственного производства в условиях антропогенного загрязнения: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Ульяновск, 2004. С. 187-191.
  8. Лобода Б.П., Яковлева Н.Н. Диатомиты и трепелы как почвоулучшители и источники биогенных элементов // Плодородие, 2003. № 5. С. 11-14.
  9. Кузин Е.Н., Гришин Г.Е., Власова Т.А и др. Плодородие почвы и удобрения. Монография. Москва, 2002. 150 с.
  10. Рябов А.Е., Чекаев Н.П. Пищевой режим чернозема выщелоченного и урожайность сельскохозяйственных культур при использовании диатомита и удобрений // Нива Поволжья, 2018. № 1 (46). С.67-74.
  11. Сычёв В.Г., Лунёв М.И., Павлихина А.В. Современное состояние и динамика плодородия пахотных почв России // Плодородие, 2012. № 4. С. 5 – 7.
  12. Чекаев Н.П., Кузнецов А.Ю. Агроэкологическая оценка земель: учебное пособие. Пенза: РИО ПГСХА, 2016. 215 с.
  13. Чекаев Н.П. Арефьев А.Н., Кузина Е.Е., Эркаев В.Н. Физико-химические свойства почв: учебное пособие // Пенза: РИО ПГСХА, 2016.
  14. Checkaev N.P., Semov I.N., Kuznetsov A.Yu., Arefyev A.N., Rylyakin E.G. The use of silicon-containing agro ores for increasing the productivity of agricultural crops // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences, 2019. № 1. P. 114-117.

## CHANGES IN THE PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF CHERNOZEM LEACHED DEPENDING ON THE APPLICATION DIATOMITE AND FERTILIZERS

*Chekaev N. P.*

**Key words:** *diatomite, manure, mineral fertilizers, acidity, amount of absorbed bases.*

*Three-year studies have shown that the use of different doses of diatomite against the background of manure application with a norm of 48 t / ha positively affected the physico-chemical parameters of leached chernozem. At the same time, an increase in the amount of absorbed bases, a decrease in hydrolytic acidity, and an increase in the pHsol index were observed. The use of different doses of diatomite in its pure form and against the background of mineral fertilizers over three years of research led to a decrease in the amount of absorbed bases, an increase in hydrolytic acidity, and a decrease in the pHsol indicator.*