

УДК 631.445.4+631.82+631.86

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕСТНЫХ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩИХ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

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

Ключевые слова: *кремнийсодержащая порода, удобрения, урожайность, клейковина.*

В исследованиях, проведенных в учебно-производственном центре Пензенского ГАУ (Пензенская область, Мокшанский район) установлено положительное влияние действия разных доз диатомита и удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур. Применение навоза в норме 16 т/га севооборотной пашни на фоне разных доз диатомита увеличивают урожайность первой культуры – озимой пшеницы на 69,8–86,3 %, урожайность второй и третьей культуры от 13,7 до 26,5 %. Дозы диатомита от 2,0 до 8,0 т/га в чистом виде увеличивали урожайность культуры на 8,9-18,4 %.

Введение. Проведенные исследования, посвященные роли кремния и его соединений в почвенных процессах, расширили круг возможных областей применения природных кремнеземов в сельском хозяйстве. Минералы кремния рассматривают как источник растворимого кремнезема, который играет важную роль в формировании плодородия почв, повышении продуктивности растений и их устойчивости к болезням и вредителям [1, 2, 12, 15]. В.М. Дьяков и его коллеги ссылаются на опыт использования в качестве удобрений диатомитов, внесение в почву которых увеличивает ее буферность и адсорбционные свойства, а также способствует снижению железной и алюминиевой интоксикации растений, что особенно актуально для кислых почв. Однако механизм действия диатомитов и их участия в почвенных процессах еще недостаточно изучен [3].

Исследования, проведенные с применением природных диатомитов, расширили возможности применения кремния и его соединений в сельском хозяйстве [1, 3, 7, 10, 15]. В настоящее время механизм действия кремнийсодержащих пород в почвенных процессах еще недостаточно изучен [2, 4, 6, 8].

В России запасы кремнийсодержащих агроруд (диатомитов) встречаются в Ульяновской и Пензенской областях, а также на Урале и в Сибири [2, 15, 15]. На территории Пензенской области выявлены три месторождения диатомитов (Ахматовское, Холеневское и Коржевское) с запасами сырья соответственно 3,5, 2,8 и 5,5 млн. м³. В этом свете становится особенно интересной перспектива использования местных кремнийсодержащих пород, добываемых в Пензенской области (Никольский район, Коржевское месторождение), для воспроизводства плодородия почв и повышения продуктивности сельскохозяйственных культур [11, 13, 15].

Материалы и методы исследований. Исследования с целью изучения влияния местных кремнийсодержащих пород на продуктивность сельскохозяйственных культур 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 кремнийсодержащей породы (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 – нормы внесения органических и минеральных удобрений: 1. Без удобрений (контроль); 2. Навоз 48 т/га; 3. N₈₀P₄₀K₉₆ ежегодно (эквивалентно 16 т/га навоза). Размещение вариантов опыта – методом рендомизированных повторений. Повторность четырехкратная. Общая площадь делянки 36 м². Учетная площадь 25 м².

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднегумусный среднемощный тяжелосуглинистый. Содержание гумуса в слое 0-30 см – 6,11-6,48%, легкогидролизуемого азота 105,0-125,0, подвижного фосфора – 54,0-81,0, обменного калия – 105,0-133,0 мг на кг почвы, реакция почвенного раствора кислая и слабокислая (4,8-5,02), гидролитическая кислотность – 5,85-7,57 мг-экв. на 100 г почвы, сумма поглощенных оснований – 34,4-38,2 мг-экв. на 100 г почвы.

Исследования проводились на опытном участке с чередованием культур: озимая пшеница (2015 г.), яровая пшеница (2016 г.), горох (2017 г.).

Химический состав диатомита из Коржевского месторождения Пензенской области следующий: SiO₂ – 78,8 %; Al₂O₃ – 6,9 %; Fe₂O₃ – 3,8 %; TiO₂ – 0,48 %; CaO – 0,39 %; MgO – 0,89 %; SO₃ – 0,27 %; Na₂O – 0,30 %; K₂O – 1,8 %; P₂O₅ – 0,04 %.

Результаты исследований и их обсуждение. Урожайность сельскохозяйственных культур определилась в зависимости от внесения доз диатомитсодержащей породы и удобрений. Наибольшую урожайность

зерна озимой пшеницы в 2015 году наблюдали на вариантах с внесением разных норм диатомита по фону использования навоза. Прибавки урожая озимой пшеницы по сравнению с контрольным вариантом составили 1,41-2,07 т/га. Это, в основном, связано с тем, что с нормой навоза 48 т/га внесли 240 кг азота, 120 кг фосфора и 288 кг калия (табл. 1).

В 2016 году урожайность зерна яровой пшеницы на вариантах опыта составила 2,22-3,05 т/га. В зависимости от доз диатомита прибавки урожая составили 0,24-0,5 т/га. Наибольшие прибавки были на вариантах с применением минеральных удобрений. Урожайность на вариантах с ежегодным применением минеральных удобрений с нормами $N_{80} P_{40} K_{96}$ составили от 2,75 до 3,05 т/га.

Урожайность гороха на третий год действия удобрений и диатомита составила от 1,88 до 2,86 т/га. Действие минеральных удобрений на урожайность гороха проявилось сильнее, чем последствие нормы навоза 48 т/га. Отклонения от контрольного варианта составили 0,75-0,98 т/га. Дозы диатомита повысили урожайность зерна гороха на 0,21-0,32 т/га.

Применение диатомита и органических удобрений, улучшая структурное состояние и оказывая разуплотняющее влияние на пахотный горизонт, увеличивают как общую пористость, так и пористость аэрации. Наибольшее влияние на восстановление утраченной структуры и оптимизацию равновесной плотности наблюдали на варианте с совместным применением 8 т/га диатомита и навоза нормой 48 т/га. За три года действия диатомита и удобрений количество водопрочных агрегатов по сравнению с исходным значением повысилось на 20,9 %.

Исследованиями установлено, что внесение разных доз диатомита на фоне использования навоза и минеральных удобрений оказали определенное влияние на содержание сырой клейковины в зерне озимой и яровой пшеницы.

Содержание клейковины в зерне озимой пшеницы в зависимости от разных доз диатомита на фоне без удобрений варьировало от 17,2 до 19,6%, при значении на контроле 16,8%. На контрольном варианте и на вариантах с внесением 2,0 и 4,0 т/га диатомита без удобрений содержание в зерне сырой клейковины соответствовало 5 классу, с внесением 6,0 и 8,0 т/га соответствовало к 4 классу. Наибольшее количество клейковины отмечалось на вариантах с применением минеральных удобрений. Содержание сырой клейковины на вариантах с разными нормами диатомита по фону минеральных удобрений составило от 25,6 до 28,9%, что выше по сравнению с контрольным вариантом на 8,8-12,1%

Таблица 1 – Урожайность сельскохозяйственных культур в зависимости от применения диатомита и удобрений

| Вариант опыта | Урожайность культур, т/га | | |
|--|---------------------------|--------------------------|-----------------|
| | 2015 г. – озимая пшеница | 2016 г. – яровая пшеница | 2017 г. – горох |
| Фон 1 – без удобрений | | | |
| 1. Без диатомита | 2,02 | 2,22 | 1,88 |
| 2. Диатомит 2 т/га | 2,24 | 2,46 | 2,09 |
| 3. Диатомит 4 т/га | 2,33 | 2,56 | 2,14 |
| 4. Диатомит 6 т/га | 2,40 | 2,64 | 2,17 |
| 5. Диатомит 8 т/га | 2,47 | 2,72 | 2,20 |
| Фон 2 – навоз 16 т/га севооборотной пашни | | | |
| 1. Без диатомита | 3,43 | 2,45 | 2,18 |
| 2. Диатомит 2 т/га | 3,66 | 2,61 | 2,25 |
| 3. Диатомит 4 т/га | 3,96 | 2,83 | 2,40 |
| 4. Диатомит 6 т/га | 4,09 | 2,92 | 2,44 |
| 5. Диатомит 8 т/га | 3,98 | 2,84 | 2,41 |
| Фон 3 – НРК эквивалентно 16 т/га навоза ежегодно | | | |
| 1. Без диатомита | 3,30 | 2,75 | 2,63 |
| 2. Диатомит 2 т/га | 3,47 | 2,89 | 2,66 |
| 3. Диатомит 4 т/га | 3,60 | 3,00 | 2,78 |
| 4. Диатомит 6 т/га | 3,47 | 2,89 | 2,73 |
| 5. Диатомит 8 т/га | 3,66 | 3,05 | 2,86 |
| НСР ₀₅ | | | |
| Фактор А | 0,22 | 0,23 | 0,17 |
| Фактор В | 0,28 | 0,25 | 0,18 |
| Варианты (А+В) | 0,31 | 0,34 | 0,21 |

(таблица 2). Аналогично изменялось содержание сырой клейковины в зерне яровой пшеницы, хотя его содержание по вариантам опыта была выше, чем по озимой пшенице, что связано с сортовыми особенностями сорта Тулайковская 10.

Заключение. Применение навоза в норме 48 т/га в зависимости от разных доз диатомита увеличивает урожайность первой культуры – озимой пшеницы – на 69,8-86,3 %, урожайность второй культуры – яровой пшеницы – на 15,8-26,5 %, а третьей культуры – гороха – на 13,7-22,0 %. При использовании минеральных удобрений нормой $N_{80}P_{40}K_{96}$

Таблица 2 – Содержание клейковины в зерне озимой и яровой пшеницы в зависимости от применения диатомита и удобрений, %

| Варианты опыта | Нормы внесения органических и минеральных удобрений (фактор В) | | |
|--------------------------|--|-----------------------------------|---------------------------------|
| | без удобрений | навоз 16 т/га севооборотной пашни | НРК эквивалентно 16 т/га навоза |
| Озимая пшеница (2015 г.) | | | |
| 1. Без диатомита | 16,8 | 21,8 | 25,6 |
| 2. Диатомит 2 т/га | 17,2 | 21,2 | 26,9 |
| 3. Диатомит 4 т/га | 17,3 | 22,6 | 27,1 |
| 4. Диатомит 6 т/га | 18,1 | 24,8 | 26,9 |
| 5. Диатомит 8 т/га | 19,6 | 24,9 | 28,9 |
| Яровая пшеница (2016 г.) | | | |
| 1. Без диатомита | 20,2 | 22,9 | 25,9 |
| 2. Диатомит 2 т/га | 20,6 | 22,3 | 27,2 |
| 3. Диатомит 4 т/га | 20,8 | 23,7 | 27,4 |
| 4. Диатомит 6 т/га | 21,7 | 26,0 | 27,2 |
| 5. Диатомит 8 т/га | 23,5 | 26,1 | 29,2 |

на фоне применения диатомита урожайность зерна озимой пшеницы повысилась на 63,4-66,3 %, яровой пшеницы на 27,2-30,5 %, гороха на 28,5-34,2 %. Разные дозы диатомита без применения удобрений повысили урожайность озимой пшеницы на 8,9-18,2 %, яровой пшеницы на 9,7-18,4 %, гороха на 10,0-14,5 %.

В зависимости от разных доз диатомита при внесении навоза в норме 16 т/га севооборотной пашни увеличивают содержание сырой клейковины озимой пшеницы как первой культуры после внесения на 4,4-8,1%, по фону минеральных удобрений на 10,1-12,1%. Содержание сырой клейковины в зерне яровой пшеницы в последствии разных норм диатомита и удобрений увеличивалось по сравнению с контрольным вариантом на 2,1-5,9% по фону навоза и на 5,7-9,0% по фону минеральных удобрений.

Библиографический список:

1. Байбеков Р.Ф. Агроэкологическое состояние почв при длительном применении удобрений М.: ЦИНАО, 2003. 192 с.

2. Голованов Д.Л. Кремний – незаменимый макроэлемент питания природных и культурных злаков // Удобрения и химические мелиоранты в агроэкосистемах. М.: Изд-во МГУ, 1998. С. 247-250.
3. Дабахова Е.В., Забегалов Н.В. Изучение кремнийсодержащих препаратов // Агрохимический вестник, 2011. № 2. С. 28-35.
4. Дистанов У.Г. Геолого-промышленные типы месторождений осадочных кремнистых пород СССР: критерии их прогноза и поисков // Происхождение и практическое использование кремнистых пород: сб. ст. АН СССР. Москва: Наука, 1987. С. 157-167.
5. 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.
6. Матыченков В.В., Кособрюхов А.А., Шабанова Н.И., Бочарникова Е.А. Кремниевые удобрения как фактор повышения засухоустойчивости растений // Агрохимия, 2007. № 5. С.63-67.
7. Кузин Е.Н., Арефьев А.Н., Кузина Е.Е. Влияние природных цеолитов и их сочетаний с удобрениями на урожайность сельскохозяйственных культур // Нива Поволжья, 2016. № 1 (38). С. 42-49.
8. 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.
9. Куликова А. Х. Кремний и высококремнистые породы в системе удобрений сельскохозяйственных культур: монография . Ульяновск: УГСХА им. П. А. Столыпина, 2013. 178 с.
10. Куликова А.Х. Перспективы использование диатомита в сельскохозяйственном производстве // Агроэкологические проблемы сельскохозяйственного производства в условиях антропогенного загрязнения: материалы Всерос. науч.- практ. конф. Ульяновск, 2004. С. 187-191.
11. Лобода Б.П., Яковлева Н.Н. Диатомиты и трепелы как почвоулучшители и источники биогенных элементов // Плодородие, 2003. № 5. С. 11-14.
12. Матыченков В.В. Роль подвижных соединений кремния в растениях и системе почва-растение: автореф. дис. ... доктора биол. Наук: 03.00.12, 03.00.27. Пушино, 2008. 34 с.
13. Алтухов А.И., Силаева Л.П., Винничек Л.Б. и др. Проблемы и перспективы развития агропромышленного производства: монография. Пенза: РИО ПГАУ, 2017. 236 с.

14. 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.
15. Чекаев Н.П., Рябов А.Е. Возможности использования диатомитов Коржевского месторождения Пензенской области // Сборник статей III Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные технологии в АПК: теория и практика». МНИЦ ПГСХА. Пенза: РИО ПГСХА, 2015. С.139-145.

USE OF LOCAL SILICON-CONTAINING MATERIALS MINERAL RESOURCES TO IMPROVE THE PRODUCTIVITY OF AGRICULTURAL CROPS IN THE CONDITIONS OF THE PENZA REGION

Chekaev N. P.

***Key words:** silicon-containing rock, fertilizers, yield, gluten.*

In the studies conducted in the training and production center of the Penza State Agrarian University (Penza region, Moksha district), the positive effect of different doses of diatomite and fertilizers on the yield of agricultural crops was established. The use of manure in the norm of 16 t / ha of crop rotation arable land against the background of different doses of diatomite increases the yield of the first crop – winter wheat by 69.8–86.3 %, the yield of the second and third crops from 13.7 to 26.5%. Doses of diatomite from 2.0 to 8.0 t / ha in pure form increased crop yield by 8.9-18.4%.