

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КЛИНОПТИЛОЛИТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ

АРЕФЬЕВ Александр Николаевич, Пензенский государственный аграрный университет

КУЗИНА Елена Евгеньевна, Пензенский государственный аграрный университет

КУЗИН Евгений Николаевич, Пензенский государственный аграрный университет

ВЛАСОВА Татьяна Алексеевна, Пензенский государственный аграрный университет

ЗУЕВ Валентин Васильевич, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

ПАНАСОВ Михаил Николаевич, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

Максимальный эффект на продуктивность зернопропашного севооборота оказало совместное внесение клиноптилолита в сочетании с мелиоративной нормой навоза и эквивалентной нормой минеральных удобрений. Суммарная продуктивность севооборота на фоне совместного внесения клиноптилолита и повышенных норм удобрений возрастала на 33,9–38,0 %. Коэффициент энергетической эффективности от использования клиноптилолита совместно с удобрениями варьировал от 1,51 до 2,08. Максимальный условный чистый доход 22,70–23,41 тыс. руб. обеспечивало совместное внесение клиноптилолита с мелиоративной нормой навоза.

Важной задачей земледелия является разработка технологических приемов, повышающих урожайность сельскохозяйственных культур. В современной земледелии актуальным становится вовлечение в сферу растениеводства местных минеральных ресурсов, позволяющих повысить эффективное плодородие почвы.

Местные агоруды являются сырьем многоцелевого назначения. Эффективно их применение в растениеводстве путем внесения в почву совместно с органическими или минеральными удобрениями. При этом существенно повышается эффективное плодородие почвы и значительно возрастает продуктивность зерновых, кормовых и овощных культур [1–9, 11]. В связи с этим определение эффективности использования местных агоруд в качестве химических мелиорантов на черноземах выщелоченных лесостепного Поволжья имеет большое научное и практическое значение [12].

На территории Пензенской области выявлено восемь месторождений цеолитовых агоруд с различным содержанием в них клиноптилолита. Из них с учетом геолого-промышленных типов агоруд для изучения рекомендуется Новодемкинское, Лунинское, Бессоновское и Малосердобинское месторождения [10].

Цель работы заключалась в энергетической и экономической оценке использования клиноптилолита Бессоновского и Лунинского месторождений Пензенской области и его сочетаний с навозом и минеральными удобрениями на черноземах выщелоченных лесостепи Среднего Поволжья; в разработке агроприемов применения

клиноптилолита для повышения эффективного плодородия почвы и увеличения продуктивности сельскохозяйственных культур.

Методика исследований. Для реализации поставленной цели был заложен полевой опыт по следующей схеме: 1 – без мелиорантов и удобрений (контроль); 2 – клиноптилолит (Бессоновское месторождение) 10 т/га; 3 – клиноптилолит (Лунинское месторождение) 10 т/га; 4 – навоз 35 т/га + клиноптилолит (Бессоновское месторождение) 10 т/га; 5 – навоз 35 т/га + клиноптилолит (Лунинское месторождение) 10 т/га; 6 – навоз 70 т/га + клиноптилолит (Бессоновское месторождение) 10 т/га; 7 – навоз 70 т/га + клиноптилолит (Лунинское месторождение) 10 т/га; 8 – НРК эквивалентно 35 т/га навоза + клиноптилолит (Бессоновское месторождение) 10 т/га; 9 – НРК эквивалентно 35 т/га навоза + клиноптилолит (Лунинское месторождение) 10 т/га; 10 – НРК эквивалентно 70 т/га навоза + клиноптилолит (Бессоновское месторождение) 10 т/га; 11 – НРК эквивалентно 70 т/га навоза + клиноптилолит (Лунинское месторождение) 10 т/га.

Полевой опыт был заложен методом рендомизированных повторений, повторность опыта трехкратная, учетная площадь одной делянки 24 м². Почва опытного участка представлена черноземом выщелоченным среднегумусным среднемощным тяжелосуглинистого гранулометрического состава. В качестве химических мелиорантов в опыте использовались агоруды Бессоновского и Лунинского месторождений. Нормы внесения агоруд рассчитывали по со-





держанию в них клиноптилолита. Содержание клиноптилолита в агроруде Бессоновского месторождения составляет 30 %, Лунинского – 41 %. В качестве органических удобрений использовали полуперепревший навоз КРС нормами 35 т/га (удобрительная норма) и 70 т/га (мелиоративная норма). Дозы минеральных удобрений были эквивалентны содержанию азота, фосфора и калия в навозе и составляли в первом случае $N_{172}P_{98}K_{196}$ кг/га, во втором – $N_{344}P_{196}K_{392}$ кг/га.

Опыты проводили в зернопропашном севообороте: 1 – чистый пар; 2 – озимая пшеница; 3 – сахарная свекла; 4 – ячмень; 5 – вико-овес на зеленый корм.

Для определения суммарной продуктивности зернопропашного севооборота применяли расчетно-нормативный метод с использованием справочника по переводу зерновой и кормовой продукции в зерновые единицы.

Результаты исследований. Наиболее эффективной оценкой агрономелиоративных приемов является определение их влияния на эффективное плодородие почв и на продуктивность сельскохозяйственных культур.

Суммарная продуктивность зернопропашного севооборота на варианте без мелиорантов и удобрений составляла 16,38 т/га з.е., а продуктивность 1 га севооборотной пашни – 4,10 т/га з.е. (табл. 1).

Внесение в почву 10 т/га клиноптилолита повышало суммарную продуктивность севооборота на 1,06 (Лунинское месторождение) – 1,32 т/га з.е. (Бессоновское месторождение), а продуктивность 1 га севооборотной пашни – на 0,26–0,33 т/га з.е. Суммарная продуктивность зернопропашного севооборота на этих вариантах составляла 17,44–17,70 т/га з.е., а продуктивность 1 га севооборотной пашни – 4,36–4,43 т/га з.е.

При внесении в почву 35 т/га навоза совместно с клиноптилолитом продуктивность зернопропашного севооборота возрастала по отношению к контрольному варианту на 3,79 (Лунинское месторождение) – 4,12 т/га з.е. (Бессоновское месторождение). Продуктивность 1 га севооборотной пашни на этих вариантах изменялась от 5,04 до 5,13 т/га з.е., превышая контроль на 0,94–1,03 т/га з.е. Использование клиноптилолита совместно с нормой минеральных удобрений, эквивалентной 35 т/га навоза, повышало суммарную продуктивность зернопропашного севооборота на 4,17–4,43 т/га з.е., а продуктивность 1 га севооборотной пашни – на 1,04–1,10 т/га з.е.

Максимальная продуктивность зернопропашного севооборота была получена при использовании клиноптилолита совместно с мелиоративной нормой навоза и эквивалентной нормой минеральных удобрений. Суммарная продуктивность от совместного действия клиноптилолита и мелиоративной нормы навоза составляла

21,94–22,19 т/га з.е., а от совместного действия мелиорантов с минеральными удобрениями – 22,36–22,61 т/га з.е. Увеличение по отношению к контролю в первом случае составляло 5,56–5,81 т/га з.е., во втором – 5,98–6,23 т/га з.е. Продуктивность 1 га севооборотной пашни на этих вариантах варьировала от 5,49 до 5,65 т/га з.е., превышая контроль на 1,39–1,55 т/га з.е.

Внедрение в земледелие агрономелиоративных приемов должно быть экономически выгодным и энергетически целесообразным. Для разработок более прогрессивных и менее энергозатратных агрономелиоративных приемов и систем удобрения важна комплексная их оценка с учетом агрономической, экономической и энергетической эффективности.

Расчеты энергетической эффективности показали, что суммарное содержание энергии в дополнительном урожае культур зернопропашного севооборота было наибольшим при использовании минеральных удобрений эквивалентно 70 т/га навоза и клиноптилолита Бессоновского месторождения, которое составило 70,6 ГДж/га и было выше затрат энергии на применение химических мелиорантов. Наименьшее содержание энергии в прибавке наблюдалось при использовании клиноптилолита Лунинского месторождения – 12,3 ГДж/га, что на 2,7 ГДж/га меньше по сравнению с клиноптилолитом Бессоновского месторождения (табл. 2).

Коэффициент энергетической эффективности при одностороннем действии клиноптилолита варьировал от 1,27 до 1,55 ед. На фоне совместного использования клиноптилолита и удобрительной нормы навоза КПД изменился от 1,91 до 1,92 ед., а на фоне клиноптилолита с эквивалентной нормой минеральных удобрений – от 1,54 до 1,62 ед. При внесении клиноптилолита совместно с мелиоративной нормой навоза коэффициент энергетической эффективности составлял 1,83–1,91 ед., а при внесении с эквивалентной нормой минеральных удобрений – 1,51–1,57 ед.

Анализ экономической эффективности применения агрономелиоративных приемов и удобрений позволяет выявить резервы ее повышения в условиях сельскохозяйственного производства. Проведенные расчеты экономической эффективности показали, что при одностороннем действии клиноптилолита стоимость прибавки урожая составляла 8,13–9,55 тыс. руб. Затраты на прибавку урожая при использовании Бессоновского клиноптилолита составляли 3,84 тыс. руб., а при использовании Лунинского клиноптилолита – 2,79 тыс. руб. Условный чистый доход от одностороннего действия химических мелиорантов варьировал от 5,34 до 5,71 тыс. руб. (табл. 3).

Клиноптилолит, используемый совместно с удобрительной нормой навоза, обеспечивал дополнительную прибыль в размере 16,87–

Влияние клиноптилолита и его сочетаний с удобрениями на продуктивность зернопропашного севооборота, т/га з.е.

Вариант	Суммарная продуктивность севооборота	Отклонение от контроля	Продуктивность 1 га севооборотной пашни	Отклонение от контроля
1. Без мелиорантов и удобрений (контроль)	16,38	–	4,10	–
2. Клиноптилолит (Бессоновское месторождение) 10 т/га	17,70	1,32	4,43	0,33
3. Клиноптилолит (Луниинское месторождение) 10 т/га	17,44	1,06	4,36	0,26
4. Навоз 35 т/га + клиноптилолит (Бессоновское месторождение) 10 т/га	20,50	4,18	5,13	1,03
5. Навоз 35 т/га + клиноптилолит (Луниинское месторождение) 10 т/га	20,17	3,79	5,04	0,94
6. Навоз 70 т/га + клиноптилолит (Бессоновское месторождение) 10 т/га	22,19	5,81	5,55	1,45
7. Навоз 70 т/га + клиноптилолит (Луниинское месторождение) 10 т/га	21,94	5,56	5,49	1,39
8. НРК эквивалентно 35 т/га навоза + клиноптилолит (Бессоновское месторождение) 10 т/га	20,81	4,43	5,20	1,10
9. НРК эквивалентно 35 т/га навоза + клиноптилолит (Луниинское месторождение) 10 т/га	20,55	4,17	5,14	1,04
10. НРК эквивалентно 70 т/га навоза + клиноптилолит (Бессоновское месторождение) 10 т/га	22,61	6,23	5,65	1,55
11. НРК эквивалентно 70 т/га навоза + клиноптилолит (Луниинское месторождение) 10 т/га	22,36	5,98	5,59	1,49
НСР ₀₅	0,89		0,76	

Таблица 2

Энергетическая эффективность использования клиноптилолита и удобрений

Вариант	Прибавка урожая, т/га				Суммарная энергия, ГДж/га	Энергозатраты, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.			
1. Без мелиорантов и удобрений (контроль)	–	–	–	–	–	–	–
2. Клиноптилолит (Бессоновское месторождение) 10 т/га	2,79	0,15	0,55	0,23	15,0	9,7	1,55
3. Клиноптилолит (Луниинское месторождение) 10 т/га	1,71	0,13	0,56	0,22	12,3	9,7	1,27
4. Навоз 35 т/га + клиноптилолит (Бессоновское месторождение) 10 т/га	9,82	0,53	1,45	0,46	46,3	22,3	2,08
5. Навоз 35 т/га + клиноптилолит (Луниинское месторождение) 10 т/га	8,69	0,5	1,46	0,46	42,8	22,3	1,92
6. Навоз 70 т/га + клиноптилолит (Бессоновское месторождение) 10 т/га	12,68	0,88	2,37	0,73	66,7	34,9	1,91
7. Навоз 70 т/га + клиноптилолит (Луниинское месторождение) 10 т/га	11,6	0,88	2,39	0,72	63,9	34,9	1,83
8. НРК эквивалентно 35 т/га навоза + клиноптилолит (Бессоновское месторождение) 10 т/га	11,24	0,52	1,41	0,43	49,0	30,3	1,62
9. НРК эквивалентно 35 т/га навоза + клиноптилолит (Луниинское месторождение) 10 т/га	10,06	0,55	1,43	0,44	46,8	30,3	1,54
10. НРК эквивалентно 70 т/га навоза + клиноптилолит (Бессоновское месторождение) 10 т/га	14,1	0,92	2,36	0,71	70,6	45,1	1,57
11. НРК эквивалентно 70 т/га навоза + клиноптилолит (Луниинское месторождение) 10 т/га	13,01	0,95	2,38	0,70	68,3	45,1	1,51





Экономическая эффективность применения клиноптилолита и удобрений

Вариант	Стоимость прибавки урожая, тыс. руб./га	Затраты на прибавку, тыс. руб./га	Условный чистый доход, тыс. руб./га
1. Без мелиорантов и удобрений (контроль)	–	–	–
2. Клинноптилолит (Бессоновское месторождение) 10 т/га	9,55	3,84	5,71
3. Клинноптилолит (Лунинское месторождение) 10 т/га	8,13	2,79	5,34
4. Навоз 35 т/га + клиноптилолит (Бессоновское месторождение) 10 т/га	28,89	11,10	17,79
5. Навоз 35 т/га + клиноптилолит (Лунинское месторождение) 10 т/га	26,92	10,05	16,87
6. Навоз 70 т/га + клиноптилолит (Бессоновское месторождение) 10 т/га	41,77	18,36	23,41
7. Навоз 70 т/га + клиноптилолит (Лунинское месторождение) 10 т/га	40,04	17,31	22,70
8. НРК эквивалентно 35 т/га навоза + клиноптилолит (Бессоновское месторождение) 10 т/га	30,70	14,17	16,53
9. НРК эквивалентно 35 т/га навоза + клиноптилолит (Лунинское месторождение) 10 т/га	29,19	13,12	16,07
10. НРК эквивалентно 70 т/га навоза + клиноптилолит (Бессоновское месторождение) 10 т/га	44,12	24,50	19,62
11. НРК эквивалентно 70 т/га навоза + клиноптилолит (Лунинское месторождение) 10 т/га	42,59	23,45	19,14

17,79 тыс. руб., а в сочетании с эквивалентной нормой минеральных удобрений – 16,07–16,53 тыс. руб.

Выводы. На черноземах выщелоченных лесостепного Поволжья для повышения продуктивности культур зернопропашных севооборотов можно рекомендовать в качестве химических мелиорантов агроруды Бессоновского или Лунинского месторождений.

Энергетически и экономически наиболее целесообразно использовать данные агроруды в сочетании с навозом или в сочетании с минеральными удобрениями.

Максимальный условный чистый доход был получен при внесении клиноптилолита совместно с мелиоративной нормой навоза и совместно с эквивалентной нормой минеральных удобрений. Его величина на этих вариантах в первом случае составляла 22,70–23,41 тыс. руб., во втором – 19,14–19,62 тыс. руб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зависимость плотности почвы как основного показателя плодородия от других агрофизических факторов / К.Е. Денисов [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 9. – С. 27–30.
2. Изменение плодородия чернозема выщелоченного при использовании природных цеолитов и удобрений / А.И. Алексеев [и др.] // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 3. – С. 4–10.
3. Королев А.А., Кузина Е.Е. Влияние химических мелиорантов и органических удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур // Зерновое хозяйство. – 2007. – № 6. – С. 19–20.
4. Кузин Е.Н., Кузина Е.Е. Изменение урожайности культур зернопропашного севооборота на фоне

последствия природного цеолита и повторного внесения удобрений // Нива Поволжья. – 2013. – № 1. – С. 24–29.

5. Кузина Е.Е., Арефьев А.Н., Кузин Е.Н. Влияние природных цеолитов и их сочетаний с навозом на кислотность и насыщенность чернозема выщелоченного основаниями // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2016. – № 1. – С. 380–391.

6. Кузина Е.Е. Продуктивность сельскохозяйственных культур и изменение плодородия серой лесной почвы при использовании цеолита и удобрений в лесостепном Поволжье: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Пенза, 2008. – 26 с.

7. Макеева Т.Ф., Гудилина М.В. Роль Сосковского цеолита в повышении агроэкологической эффективности органических и минеральных удобрений на серых лесных почвах Орловской области // Вестник ОрелГАУ. – 2008. – № 4. – С. 36–39.

8. Севооборот, удобрения и плодородие почвы / Е.П. Денисов [и др.]. – Саратов, 1999. – 216 с.

9. Система комплексной фитомелиорации в Поволжье / Е.П. Денисов [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2007. – № 5. – С. 13–16.

10. Чекаев Н.П., Янаева Л.Т. Урожайность и качество картофеля в зависимости от применяемой системы удобрений в условиях орошения // Инновационные технологии в АПК: теория и практика: сб. ст. II Всерос. науч.-практ. конф. – Пенза, 2014. – С. 181–186.

11. Черный Е.С. Агроэкологическая эффективность применения цеолитных туфов и отходов производства под ячмень на светло-серых лесных почвах северной лесостепи Центрально-Черноземного региона РФ: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Орел, 2006. – 23 с.

12. Янаева Л.Т., Чекаев Н.П. Урожайность и качество клубней картофеля в зависимости от применяемых удобрений и средств химизации при орошении // Аграрный научный журнал. – 2015. – № 2. – С. 38–41.

Арефьев Александр Николаевич, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Почвоведение и агрохимия», Пензенский государственный аграрный университет. Россия.

Кузина Елена Евгеньевна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Почвоведение и агрохимия», Пензенский государственный аграрный университет. Россия.

Кузин Евгений Николаевич, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Почвоведение и агрохимия», Пензенский государственный аграрный университет. Россия.

Власова Татьяна Алексеевна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Почвоведение и агрохимия», Пензенский государственный аграрный университет. Россия.

440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30.

Тел.: (8412) 62-83-67.

Зуев Валентин Васильевич, аспирант кафедры «Земледелие, мелиорация и агрохимия», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Панасов Михаил Николаевич, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Земледелие, мелиорация и агрохимия», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410012, г. Саратов, Театральная пл., 1.

Тел.: (8452) 23-32-92; e-mail: rector@sgau.ru.

Ключевые слова: клиноптилолит; чернозем выщелоченный; продуктивность севооборота; энергетическая эффективность; экономическая эффективность.

THE EFFICIENCY OF USING CLINOPTILOLITE ON CHERNOZEM SOILS

Arefjev Aleksandr Nikolaevich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the chair "Soil Science and Agrochemistry", Penza State Agrarian University. Russia.

Kuzina Elena Evgenievna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the chair "Soil Science and Agrochemistry", Penza State Agrarian University. Russia.

Kuzin Evgeniy Nikolaevich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Soil Science and Agrochemistry", Penza State Agrarian University. Russia.

Vlasova Tatyana Alekseevna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the chair "Soil Science and Agrochemistry", Penza State Agrarian University. Russia.

Zuev Valentin Vasylyevich, Post-graduate Student of the chair "Agriculture, Amelioration and Agrochemistry", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Panasov Mikhail Nikolaevich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Agriculture, Amelioration and Agro-

chemistry", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Keywords: the clinoptilolite; leached black earth; effectivity of rotation crop; energetical effectivity.

Maximal effect of the influence for productivity of row crops rotation was provided mutual introduction of the clinoptilolite with combination of meliorative norm of manure and equivalent norm of the mineral fertilizers. Total productivity of crop rotation on the background of the mutual introduction of the clinoptilolite and the highest norms of the fertilizers rose by 33,9–38,0 %. The coefficient of energetic effectivity of using of the clinoptilolite mutually with fertilizers varied from 1,51 to 20,08. The calculation of economical effectivity showed that maximal, conditional, clear income provided mutual introduction of the clinoptilolite with meliorative norm of manure (22,70–23,4) thousand rubles.

УДК 633.112.9:631.811.98

ОЦЕНКА ОЗИМЫХ СОРТОВ ТРИТИКАЛЕ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К БОЛЕЗНЯМ

КАСЫНКИНА Ольга Михайловна, Пензенский государственный аграрный университет

ОРЛОВА Нина Семеновна, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

КАНЕВСКАЯ Ирина Юрьевна, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

Дана оценка озимых сортов тритикале по степени поражения болезнями. Показано, что грибковые заболевания вызывают существенный недобор урожая. В годы эпифитотий бурая ржавчина, мучнистая роса, септориоз снижают урожайность восприимчивых сортов на 25–50 %. Из-за поражения растений грибковыми болезнями ухудшаются посевные свойства семян и качество продукции. Успех селекции на комплексную устойчивость к этим болезням зависит от исходного материала, используемого в гибридизации. В результате проведенных исследований выявлено, что большинство изученных сортов тритикале устойчивы к таким опасным заболеваниям, как бурая ржавчина, мучнистая роса, септориоз, снежная плесень.

Правильный выбор сорта для конкретно-го хозяйства и его почвенно-климатических условий имеет первостепенное значение для получения максимальной урожайности зерна с высокими технологическими качествами. Благодаря работе селекционеров постоянно повышается генетический потенциал урожайнос-

ти озимых сортов тритикале, их устойчивость к возбудителям болезней, улучшаются хозяйственно ценные признаки [8].

В настоящее время имеется значительное количество сортов тритикале, пригодных для выращивания высоких урожаев зерна и использования в зеленом конвейере. При пра-

