

М. С. Ежкова, Л. М.-Х. Биккинина, В. О. Ежков

ВЛИЯНИЕ МЕСТНЫХ АГРОМИНЕРАЛОВ (ФОСФОРИТОВ, ГЛАУКОНИТОВ И ЦЕОЛИТОВ) НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ЧЕРНОЗЕМА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Ключевые слова: фосфорит, глауконит, цеолит, агроминерал, выщелоченный чернозем, калий.

Проведены исследования по выявлению эффективности влияния местных агроминералов (фосфоритов, глауконитов, цеолитов) на структурно-функциональные свойства выщелоченного чернозема.

Keywords: phosphorite, glauconite, zeolite, agromineral, leached black earth, potassium.

Conducted research to identify the effectiveness of the influence of local agromineralov (phosphorite, glauconite, zeolites) on the structural and functional properties of the leached chernozem.

Введение

В условиях современного экономического кризиса резкое снижение применения удобрений и химических мелиорантов в нашей стране ведет к деградации плодородия почв, снижению производства сельскохозяйственной продукции, ухудшению ее качества. Поэтому, очевидно, что альтернативы химизации аграрного сектора нет, и это направление требует незамедлительного развития на государственном уровне [1].

В решении задач повышения плодородия почв, увеличения урожайности сельскохозяйственных культур и улучшения качества продукции существенное значение имеет использование в земледелии местных агроруд в качестве удобрений и химвелиорантов.

Особо остро вопросы использования местного минерального сырья стали подниматься за последние годы в связи с резким повышением цен на минеральные удобрения, с одной стороны, и необходимостью вовлечения в производственную деятельность полезных ископаемых с новыми качественными показателями, нужными для улучшения физико-химических свойств почвы, для производства экологически безопасной продукции.

Агрохимическое минеральное сырье – это полезные ископаемые, содержащие питательные для растений вещества или способствующие улучшению агрохимических, физико-химических и агрофизических свойств почвы [2].

Российская Федерация богата разнообразными природными минеральными ресурсами. Запасы фосфоритов составляют 22 млн т, бентонитов – 13 млрд т, цеолитов – 2,7 млрд т, глауконитов – 36 млрд т, вермикулитов – 200 млн т, сапропеля – 100 млрд т [3].

Республика Татарстан имеет богатые месторождения местного нерудного сырья – цеолитов (300 млн т), бентонитов (120 млн т), фосфоритов (> 6 млн т), глауконитов (65 млн т), сапропелей (около 100 млн т) и т.д. [4].

Все фосфориты Поволжья пригодны для переработки на фосфоритную муку. Однако их эксплуатация связана с мощностью вскрышных пород, фосфоритовых горизонтов, степенью их обводненности, близостью подъездных путей и энергетических источников. Идеальным в этом отношении является Сюндюковское

месторождение фосфоритов в Республике Татарстан, где функционирует малое предприятие по производству сыромолотого фосфорита с годовым объемом 30 – 40 тыс.т. [5].

По своим химическим показателям фосфоритная продукция Сюндюковского месторождения характеризуется как комплексное удобрение, содержащее углекислый кальций (CaCO_3), углекислый магний (MgCO_3), фосфор (P_2O_5) и микроэлементы. С 1 т фосфоритов в почву на 1 га поступает 350–370 г цинка, до 1 г молибдена, 51–64 г меди, 25–28 г кобальта и 280–313 г марганца.

По данным Б.А. Сушеница (2007), применяемая в качестве удобрения фосфоритная продукция (местная и промышленная), показала одинаковую эффективность, обеспечив прибавку урожая зерна озимой ржи к фону на уровне 6 ц/га. [6].

Исследованиями выявлена эффективность применения в качестве мелиорантов минерал из группы слюд – глауконит.

Специфические свойства глауконита – наличие красящих окислов, присутствие в его составе питательных элементов, катионообменная способность, широкая распространенность и приуроченность к породам различного возраста – позволяют рассматривать его как ценное и дешевое сырье для многих отраслей народного хозяйства.

В значительных количествах этот минерал содержится в кварцево-глауконитовых породах (в частности песках), сопутствующих в ряде случаев месторождениям конкреционных фосфоритовых руд. По материалам Всероссийского НИИ экономики минерального сырья и геологоразведочных работ (ВИЭМС) кварцево-глауконитовые пески Волго-Камского района содержат до 50% минерала глауконита. Последний может иметь до 9% калия (K_2O) в бесхлорной форме и квалифицироваться как калийное удобрение. Поскольку пески сопутствуют конкреционным фосфоритам, их можно отнести и к фосфорному удобрению с содержанием P_2O_5 до 3–5%.

Среди местного минерального сырья, наряду с фосфоритами, цеолитсодержащие породы имеют важное значение для земледелия республики.

Природные цеолиты – новый, нетрадиционный, чрезвычайно перспективный тип неметалличе-

ских полезных ископаемых, использование которых в промышленности, сельском хозяйстве началось в 60-е годы прошлого столетия. До этого времени промышленные месторождения природных цеолитов не были известны и применялись их синтетические аналоги, стоимость которых относительно высока.

Специфической особенностью цеолитосодержащих пород является их высокая сорбционная способность в отношении к катиону аммония. Поглощая в полости кристаллической решетки аммоний, цеолиты предохраняют их от процессов нитрификации и потерь из почвы, постепенно отдавая растениям в течение вегетации. Под влиянием этого сорбента значительно увеличиваются в почве количество минерального азота, особенно аммиачного. Учитывая, высокие адсорбционные свойства, содержание питания для растений, цеолитосодержащие породы могут быть наряду с фосфоритами, одним из компонентов комплексного удобрения.

Исследованиями была установлена эффективность влияния комплексных удобрений, полученных на основе цеолитосодержащих пород Шатрашанского месторождения Республики Татарстан и стоков животноводческих комплексов, на агрохимические показатели почвы и на суммарную достоверную прибавку урожая зерна гречихи. Сдвиг $pH_{\text{пол.}}$ в сторону нейтрализации почвенной среды увеличился на 0,5 единицы. Содержание подвижного фосфора под воздействием комплексного удобрения на фоне минеральных удобрений увеличилось на 9,8-20,6% по отношению к фону и на 4,8-10,5% в варианте без минеральных удобрений к контролю. Доступность обменного калия на фоне NPK повысилась на 6,6-14,6% к фону и на фоне без минеральных удобрений - на 8,07-13,5% к контролю. Урожай зерна гречихи под влиянием комплексных удобрений на фоне минеральных удобрений возрос на 28-55% по сравнению с фоном NPK и на фоне без минеральных удобрений - на 18-37% по сравнению с контролем [7].

Учеными проводятся многолетние фундаментальные и прикладные исследования по повышению эффективности использования местных нетрадиционных агротруд не только в земледелии и растениеводстве, но и в животноводстве как диетические добавки в корма животных, птиц и пушных зверей, что приводит к уменьшению заболеваемости, увеличению сохранности поголовья и продуктивности, улучшению качества продукции [8,9,10].

Так, использование бентонитов Тарн-Варского месторождения Республики Татарстан способствовало повышению сохранности поголовья и живой массы к убойному периоду у цыплят-бройлеров на 3,6-5,3%, улучшению показателей крови в пределах физиологической нормы, снижению содержания солей кадмия в белом мясе до 36,8%, в красном - до 37,8%, в печени - до 35,9%, в почках - до 13,0% [11].

Включение в рацион откармливаемых бычков Биклянского бентонита РТ в дозе 0,5 г/кг живой массы в течение 90 дней в период пастбищного содержания увеличило среднюю живую массу на 4,1 кг. Скармливание растущим белым крысам мяса бычков, рацион которых содержал кормовую добавку бентонитовой

глины, не вызвало патологических изменений у лабораторных животных [12].

А.М. Ежкова и др. (2008) отмечают, что использование бентонитового порошка в дозе 3% от массы корма позволило снизить влияние тяжелых металлов на организм экспериментально затравленных белых мышей [13].

Таким образом, в подавляющем большинстве исследований приводятся положительные результаты, подтверждающие целесообразность и экономическую эффективность использования местного агроминерального сырья.

Целью работы являлось изучение влияния местных агроминералов (фосфоритов, глауконитов, цеолитов) на структурно-функциональные свойства выщелоченного чернозема при возделывании яровой пшеницы.

Материалы и методы исследования

В качестве объекта исследования использовали фосфоритную муку в дозах 4 и 6 т/га и глауконитовый песок - 15 и 20 т/га Сюндюковского и цеолитосодержащую породу - 10 и 15 т/га Татарско-Шатрашанского месторождений Республики Татарстан.

Научные исследования проводили на базе опытного хозяйства ООО «Урожай» Буинского района в Предволжской зоне Республики Татарстан с использованием методики постановки опытов (Б.А. Доспехов 1985г.).

Исследования проводили в стационарном однофакторном опыте, заложенном в 2010 г.

Согласно схемы опыта, перед посевом внесли фосфоритную муку в дозах 4 и 6 т/га и глауконитовый песок - 15 и 20 т/га Сюндюковского и цеолитосодержащую породу - 10 и 15 т/га Татарско-Шатрашанского месторождений Республики Татарстан.

Фоновые минеральные удобрения, согласно схемы опыта ($N_{60}P_{60}K_{60}$), вносили ежегодно под предпосевную обработку почвы.

Результаты исследований и обсуждение

Результаты анализа почвенных образцов свидетельствуют о последствии сыромолотого фосфорита, глауконитового песка и цеолитосодержащей породы на агрохимические свойства выщелоченного чернозема (табл.1).

На третий год после внесения 4 и 6 т/га сыромолотого фосфорита значения $pH_{\text{пол.}}$ по сравнению с фоном были выше на 0,4 и 0,6 ед., а показатели гидролитической кислотности ниже на 1,1 и 1,5 мг-экв./100 г почвы соответственно.

Под влиянием сыромолотых фосфоритов отмечали достаточную обеспеченность почвы подвижным фосфором, количество которого по сравнению с фоном было больше на 45,0 и 92,0 мг/кг, а в динамике калия разница по сравнению с фоном составила 1,0 и 5,0 мг/кг соответственно дозам.

Таблица 1 - Влияние агроминералов на агрохимические свойства выщелоченного чернозема

Варианты	pH	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг	S _{по} , мг-экв./ 100 г
Контроль б/у	5,0	155	147	52,6
N ₆₀ K ₆₀ – фон	4,9	152	153	53,2
Фон+фосфорит 4 т/га	5,3	197	154	56,2
Фон+ фосфорит 6 т/га	5,5	244	158	56,8
N ₉₀ – фон	4,8	150	150	54,0
Фон + глауконит 15 т/га	5,2	166	178	54,4
Фон + глауконит 20 т/га	5,5	184	183	56,4
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ – фон	4,9	155	160	53,8
Фон + цеолит 10 т/га	5,3	163	164	55,7
Фон + цеолит 15 т/га	5,3	165	165	54,2

Сумма поглощенных оснований в зависимости от доз фосфорита и на третий год исследований была выше фонового варианта на 3,0 и 3,6 мг-экв./100 г.

Катионообменная способность глауконита способствовала снижению почвенной кислотности на 0,4 и 0,7 единицы pH_{сол.}, а гидролитической – на 1,1 и 1,9 мг-экв./100 г почвы соответственно дозам 15 и 20 т/га к фону.

Последствие глауконита выражено повышенными показателями подвижного фосфора и калия на 16,0 и 34,0 мг/кг и на 28,0 и 33,0 мг/кг соответственно дозам к фону. Аналогичное влияние глауконитового песка наблюдали и в отношении суммы поглощенных оснований: разница по отношению к фону выше на 0,4 и 2,4 мг-экв./100 г почвы соответственно внесенным дозам 15 и 20 т/га.

По истечении трех лет реакция почвенной среды под влиянием цеолита в дозах 10 и 15 т/га оставалась слабокислой (5,3 ед. pH_{сол.}) с превышением исходного показателя на 0,3 единицы pH_{сол.}.

Пролонгирующее действие цеолитов отмечали и на гидролитической кислотности исследуемой почвы, где ее показатели уменьшились с 4,7 мг-экв./100 г почвы (на фоне N₆₀P₆₀K₆₀) до 3,7 и 3,5 мг-экв./100 г почвы.

Последствие цеолитов положительно сказалось на количестве подвижных фосфора и калия в исследуемой почве: разница по отношению к фону была выше на 8,0 и 10,0 мг/кг и на 4,0 и 5,0 мг/кг соответственно внесенным дозам 10 и 15 т/га.

Сумма поглощенных оснований под влиянием цеолитов в обоих вариантах была выше на 1,9 и 0,4 мг-экв./100 г соответственно дозам к фону.

Результатами исследований влияния агроминералов на динамику форм калия в исследуемой почве установлено, что сыромолотые фосфориты, глаукониты и цеолиты способствовали увеличению содержания

в почве водорастворимого калия для растений (табл. 2).

Количество обменного калия по методу Масловой под влиянием сыромолотого фосфорита увеличилось с 29,4 мг/100 г до 30,6 и 38,5 мг/100 г почвы, глауконитового песка – с 30,0 мг/100 г до 35,6 и 36,6 мг/100 г почвы, цеолитсодержащих пород – с 32,00 мг/100 г до 34,4 и 35,3 мг/100 г почв, соответственно внесенным дозам.

Установлено, что между формами калия в почве существует подвижное (динамическое) равновесие и если, например, растение поглощает водорастворимый калий, то количество его в растении пополяется за счет обменного, а уменьшение последнего через некоторое время может в значительной степени возобновиться за счет необменного, фиксированного, калия. Таким образом, по мере потребления растениями подвижного калия запасы его будут пополняться за счет труднообменного, а также калия кристаллической решетки минералов.

Таблица 2 - Влияние агроминералов на содержание и формы калия, мг/100 г

Варианты	Водорастворимый	Обменный по методу Масловой
Контроль б/у	1,05	29,4
N ₆₀ K ₆₀ – фон	1,08	30,6
Фон+фосфорит 4 т/га	1,10	38,5
Фон+ фосфорит 6 т/га	1,72	39,5
N ₉₀ – фон	1,05	30,0
Фон + глауконит 15 т/га	1,16	35,6
Фон + глауконит 20 т/га	1,19	36,6
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ – фон	1,53	32,0
Фон + цеолит 10 т/га	1,50	34,4
Фон + цеолит 15 т/га	1,55	35,3

Результаты исследований свидетельствуют о том, что наибольшую удобрительную ценность в повышении подвижных форм калия особый интерес представляют местные глауконитсодержащие пески, хотя они не могут конкурировать с водорастворимыми минеральными удобрениями.

Улучшение агрохимических свойств выщелоченного чернозема под влиянием местных агроминералов способствовало повышению урожайности яровой пшеницы сорт Люба (табл.3).

Наибольший урожай яровой пшеницы был получен в варианте с применением сыромолотого фосфорита (6 т/га) – 2,67 т/га, а наименьший в контроле – 1,65 т/га.

На третьем году после внесения (последствие) местных фосфоритов, глауконитов и цеолитов суммарные прибавки урожая в звене севооборота от возрастающих доз агроминералов на выщелоченном черноземе по отношению к фону составили в вариантах с фосфоритами 0,49 и 0,59 т/га, с глау-

конитами – 0,43 и 0,55 т/га, с цеолитами – 0,28 и 0,50 т/га соответственно.

Таблица 3 - Влияние агроминералов на урожай яровой пшеницы сорт Люба, т/га

Варианты	Урожайность	Прибавка к фону
Контроль б/у	1,65	-
N ₆₀ K ₆₀ – фон	2,08	-
Фон+фосфорит 4 т/га	2,57	0,49
Фон+ фосфорит 6 т/га	2,67	0,59
N ₉₀ – фон	1,95	-
Фон + глауконит 15 т/га	2,38	0,43
Фон + глауконит 20 т/га	2,50	0,55
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ – фон	2,13	-
Фон + цеолит 10 т/га	2,41	0,28
Фон + цеолит 15 т/га	2,63	0,50
НСР _{0,05}	0,24	

Наибольший прирост урожая 0,59 т/га получен в варианте с фосфоритом (6 т/га) – 0,59 т/га к фону, а наименьший с цеолитом (10 т/га) – 0,28 т/га.

По отношению к контролю прибавки урожая яровой пшеницы под влиянием фоновых минеральных удобрений, внесенных под фосфоритную муку, глауконитсодержащий песок и цеолитсодержащую породу составили 0,43, 0,3, 0,48 т/га соответственно.

Максимальные дозы фосфоритов, глауконитов и цеолитов способствовали получению наибольших прибавок урожая по отношению к контролю – 1,02, 0,85, 0,98 т/га соответственно.

Таким образом, учитывая положительные результаты многолетних исследований агроминерального сырья Республики Татарстан, применение агроминералов по предлагаемым технологиям способствует повышению плодородия почв, урожайности сельскохозяйственных культур.

Литература

1. Алиев, Ш.А. Приемы применения местных агроруд в качестве удобрений в земледелии Среднего Поволжья / Ш.А. Алиев, Т.Х. Ишкаев, А.Х. Яппаров // Монография. – Казань, Центр инновационных технологий, 2009. – С. 3.
2. Чумаченко И.Н., Сушеница Б.А., Капранов В.Н., Цигуткин А.С. Агрохимическое минеральное сырье: словарь-справочник. – М., РАСХН, 2003. – С. 5, 6, 29, 30.
3. Государственный доклад «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в

2011 году». – Электрон. дан. – 2011. – URL: <http://www.mnr.gov.ru/regulatory/list.php?part=1450>.

- (15.07.2003).
4. Агроминеральные ресурсы Татарстана и перспективы их использования / под ред. А.В. Якимова. – Казань: Фэн, 2002. – 272 с.
5. Алиев, Ш.А. Агрохимическое обоснование использования сыромолотых фосфоритов Сюндюковского месторождения под сельскохозяйственные культуры на выщелоченных черноземах Татарской АССР: автореф. дис... канд. сельхоз. наук – М., 1990.
6. Сушеница, Б.А. Фосфатный уровень почв и его регулирование. – М.: Колос, 2007. – 376 с.
7. Биккинина, Л.М.-Х. Эффективность комплексного удобрения на основе цеолитсодержащих пород и стоков животноводческих комплексов / Л.М.-Х. Биккинина, Ш.А. Алиев, Р.Х. Гизатуллин // РАЕ: Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 6. – URL: www.science-education.ru/100-4981.
8. Ежков, В.О. Влияние разных доз цеолитсодержащего минерала на функциональную морфологию органов иммуногенеза цыплят-бройлеров / В.О. Ежков, М.С. Ежкова, И.А. Яппаров // Материалы Всеросс. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы развития агропромышленного комплекса в Верхневолжье». – Суздаль, 2011. – С. 345-353.
9. Ежкова, А.М. Усовершенствованные приемы получения экологически безопасной продукции животноводства в регионах техногенной нагрузки с применением местных агроминералов для сорбции солей тяжелых металлов из организма сельскохозяйственных животных / А.М. Ежкова, А.Х. Яппаров, В.О. Ежков, И.А. Яппаров, Т.Ю. Мотина, А.Е. Нефедьев, Н.П. Кириллов, Р.Н. Файзрахманов // Приемы, утв. ГНУ ТатНИИХП РАСХН. – Казань, 2012. – 40 с.
10. Тарасова, Е.Ю. Применение нанотехнологий в сельском хозяйстве / Е.Ю. Тарасова, В.П. Коростелева, В.Я. Пономарев // Вестн. Казан. технолог. ун-та. – 2012. – Т. 15. – № 21. – с. 121-122.
11. Мотина, Т.Ю. Влияние бентонитов на показатели продуктивности цыплят-бройлеров, качество их мяса и субпродуктов в регионе техногенеза / Т.Ю. Мотина, А.М. Ежкова, А.Х. Яппаров // Сб. трудов Всеросс. науч.-практ. конф. «Основы формирования адаптивно-ландшафтной системы земледелия, обеспечивающие повышение эффективности сельскохозяйственного производства». – Казань, 2012. – С. 240-251.
12. Ежкова, А.М. Исследование биологической полноценности говядины от животных, получавших кормовую добавку бентонита / А.М. Ежкова, А.Е. Нефедьев, Г.О. Ежкова // Вестн. Казан. технолог. ун-та. – Казань, 2006. – №1. – с. 118-122.
13. Ежкова, А.М. Изучение сорбентных свойств бентонитов Тарн-Варского месторождения Республики Татарстан в организме животных / А.М. Ежкова, А.Х. Яппаров, Р.Ф. Набиев // Сб. докладов: «Фундаментальные исследования в области агроэкологии и химизации земледелия». – Казань: Центр инновационных технологий. – 2008 г. – С. 151 – 155.

© М. С. Ежкова – д-р вет. наук, проф. каф. технологии пищевых производств КНИТУ, niihxp2@mail.ru; Л. М.-Х. Биккинина – канд. с/х наук, зав. лаб. агрохимических и биохимических анализов, ГНУ Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения Российской сельскохозяйственной академии наук В. О. Ежков – д-р вет. наук, проф. каф. пищевой инженерии малых предприятий КНИТУ.