

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 агоруд в качестве удобрений и химмелиорантов. 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 неметаллических 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 цеолитсодержащих 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, цеолитсодержащие породы могут быть наряду с фосфоритами, одним из компонентов комплексного удобрения. Исследованиями была установлена эффективность влияния комплексных удобрений, полученных на основе цеолитсодержащих пород Шатрашанского месторождения Республики Татарстан и стоков животноводческих комплексов, на агрохимические показатели почвы и на суммарную достоверную прибавку урожая зерна гречихи. Сдвиг $pH_{сол.}$ 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 агроруд 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 цеолитсодержащую 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 цеолитсодержащую породу – 10 и 15 т/га Татарско-Шатрашанского месторождений Республики Татарстан. Фоновые минеральные удобрения, согласно схемы опыта (N60P60K60), вносили ежегодно под предпосевную обработку почвы. Результаты исследований и обсуждение Результаты анализа почвенных образцов свидетельствуют о последствии сыромолотого фосфорита, глауконитового песка и цеолитсодержащей породы на агрохимические свойства выщелоченного чернозема (табл.1). На третий год после внесения 4 и 6 т/га сыромолотого фосфорита значения pH_{сол.} 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 рН. P₂O₅, мг/кг K₂O, мг/кг СПО, мг-экв./ 100 г Контроль 6/у 5,0 155 147 52,6 N60K60 – 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 N90 – 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 N60P60K60 – 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 рН_{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. рН_{сол.}) с превышением исходного показателя на 0,3 единицы рН_{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 пополняется 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	N60K60 – фон
1,08	30,6	Фон+фосфорит 4 т/га
1,10	38,5	Фон+ фосфорит 6 т/га
1,72	39,5	N90 – фон
1,05	30,0	Фон + глауконит 15 т/га
1,16	35,6	Фон + глауконит 20 т/га
1,19	36,6	N60P60K60 – 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 глауконитами – 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	Урожай-ность	Прибавка к фону
Контроль	б/у	1,65
N60K60 – фон	2,08	-
Фон+фосфорит 4 т/га	2,57	0,49
Фон+ фосфорит 6 т/га	2,67	0,59
N90 – фон	1,95	-
Фон + глауконит 15 т/га	2,38	0,43
Фон + глауконит 20 т/га	2,50	0,55
N60P60K60 – фон	2,13	-
Фон + цеолит 10 т/га	2,41	0,28
Фон + цеолит 15 т/га	2,63	0,50
НСР0,05	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.