

УДК 666.9-13

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ И ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ СТЕКЛОВИДНЫХ ФОСФАТНЫХ УДОБРЕНИЙ

Карапетян К.Г., Красноухова Д.Ю.

Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, e-mail: dashkent1998@mail.ru

Авторами статьи проведен и представлен анализ возможности использования стекловидных фосфатных удобрений пролонгированного действия в водоохраных зонах. Использование сельскохозяйственных минеральных удобрений наносит непоправимый ущерб почвам и водоемам. Это осуществляется за счет высокой скорости растворения традиционных удобрений, высвобождения токсичных веществ и вымывание их грунтовыми водами. В результате физико-химических исследований по изучению строения и свойств фосфатных стекол были разработаны составы, предлагаемые для использования в качестве комплексных неорганических стекловидных фосфатных удобрений с определенной скоростью растворения, безопасных для окружающей среды и человека. Ранее исследования были реализованы в эколого-курортном регионе Российской Федерации – Кавказские Минеральные Воды, показавшие безопасность использования данных материалов в водоохраных зонах. На данный момент рассматриваются условия растворимости данных удобрений в средах с различным значением pH при различных температурах, соответствующих определенным типам почвы.

Ключевые слова: фосфатные удобрения, фосфатные стекла, водоохраные зоны, защита окружающей среды

RESEARCH OF PROPERTIES AND POSSIBILITIES OF APPLICATION OF ENVIRONMENTALLY SAFE GLASSY PHOSPHATE FERTILIZERS

Karapetian K.G., Krasnoukhova D.Y.

Saint-Petersburg mining university, Saint-Petersburg, e-mail: dashkent1998@mail.ru

The authors of the article conducted and presented an analysis of the possibility of using glassy phosphate fertilizers of prolonged action in water protection zones. The use of agricultural mineral fertilizers causes irreparable damage to soils and reservoirs. This is due to the high rate of dissolution of traditional fertilizers, the release of toxic substances and the leaching of groundwater. As a result of physico-chemical researches on the structure and properties of phosphate glass, the compositions proposed for use as complex inorganic glassy of phosphate fertilizers with a certain speed were developed. Dissolution, safe for the environment and human. Earlier researches were realized in the ecological-resort region of the Russian Federation – Caucasian Mineral Waters, showed safety of use of these materials in water protection zones. At present, the solubility conditions of these fertilizers in media with different pH values are considered at different temperatures corresponding to certain types of soil.

Keywords: Phosphate fertilizers, phosphate glass, water protection zones, environmental protection

Проблемы охраны окружающей среды имеют первостепенное значение в решении экологических проблем, стоящих перед человечеством в XXI веке. К одной из таких проблем относится применение удобрений. Развитие современного сельского хозяйства невозможно без внесения минеральных удобрений. Хорошо известно, что рациональное применение удобрений способствует более экономному использованию воды растениями, усиливает их питание, повышает урожай и улучшает его качество, способствует улучшению плодородия почвы. Однако разумное использование большого ассортимента современных удобрений требует знаний агрохимических свойств почвы, физиологических особенностей возделываемых культур, а также знаний о составе, видах и качестве самих удобрительных веществ.

Фосфатные удобрения – это обширная категория минеральных стимуляторов, глав-

ной отличительной чертой которых является способность к сохранению необходимого уровня влаги как в травянистой части растения, так и в грунте. Некоторые растения содержат до 1,6% фосфора. Они получают фосфор в виде фосфатов. Фосфорное голодание проявляется в изменении окраски листьев на пурпурную, бронзовую, задержке цветения и созревания. Белки участвуют в процессе деления клеточного ядра, в образовании новых органов растения, в созревании плодов и ягод, способствуют накоплению крахмала, сахара и жира. Одно из основных свойств удобрений – получение растениями необходимых элементов. Они заполняют свою потребность в питательных веществах за счет природных веществ, содержащихся в почве. Количество недостающих веществ должно поступить из удобрений.

Фосфор в природе встречается только в виде соединений, важнейшее из которых –

фосфат кальция – минерал апатит. Апатит является одним из самых распространенных биоминералов. В России для создания удобрений преимущественно используются апатитовые руды с содержанием P_2O_5 около 40%. Также возможным источником являются фосфоритовые руды. Фосфориты – осадочная горная порода, основным компонентом которой является скрытокристаллические или микрокристаллические фосфаты кальция из группы апатита. Они представлены низкокачественными труднообогатимыми концентратами с содержанием P_2O_5 около 12–13%.

На территории России находится огромная разновидность почв, многие из которых непригодны для земледелия. Леса занимают половину территории страны, болота 22,1%. В то время как пашни занимают всего 6,3%. Также большие территории имеют закисленные почвы. В связи с этим необходимо проводить известкование и мелиоративные работы, чтобы сделать почвы более плодородными. Но внесение элементов должно соответствовать составу почвы и ее свойствам.

Обеспечение фосфатными удобрениями возделываемых земель в России недостаточно. На данный момент составляет: $N: P_2O_5: K_2O = 1:0,6:0,6$ при норме: $N:P_2O_5:K_2O = 1:0,9:0,7$. За несколько лет количество вносимых фосфатных удобрений увеличилось, но оно все еще далеко от нормы. Миллионы тонн макроэлементов и микроэлементов ежегодно теряются во время сбора урожая. В то же время не более 30–50% от большинства элементов традиционных удобрений усваивается, а остальные вымываются, загрязняя окружающие водоемы и подземные воды. Комплексный состав традиционных удобрений не всегда достаточен для полноценного питания растений, так как они не содержат микроэлементов.

Особо важными проблемами являются: низкий процент усвояемости элементов удобрений, вымывание и выветривание полезных веществ из почвы и загрязнение тем самым окружающей среды. Это особенно опасно в регионах, расположенных вблизи водоемов. При попадании минеральных веществ в воду, начинается развитие водорослей и планктонов, так называемое цветения воды (чаще всего цветут пресные водоемы). Это опасно как для человека, так и для живой природы. В воде уменьшается количество кислорода, жизненно необходимого для подводных обитателей, что приводит к их вымиранию. Люди при контакте с цве-

тушей водой могут получить заболевания от небольших раздражений до серьезных отравлений. Действие водорослей особенно опасно для детей и может вызвать заболевания с тяжелыми последствиями. Эти предпосылки приводят к необходимости создания новых удобрений, которые не смогут попасть в подземные воды и загрязнить окружающие водоемы.

Одна из перспективных разработок в данной области ведется в Горном университете, которая заключается в изучении медленно растворимых и экологически безопасных стекловидных фосфатных удобрений. Преимуществом этих удобрений является строение схожее с амфотерными материалами. При анализе свойств этих материалов, особенностей строения, комплекса заданных физико-химических свойств, эксплуатационных показателей и технологических параметров, наиболее выгодным в применении оказалось стекло. В качестве объекта исследования были выбраны удобрения, мелиоранты и биосорбенты полученные из сырьевых фосфатных материалов (apatитового концентрата, фосфоритной муки, магнезита и др.), которые в результате высокотемпературных процессов переводятся в стеклообразное состояние (рис. 1). Показано, что стеклообразные фосфаты наряду с низкой химической устойчивостью характеризуются высокой биохимической активностью, что позволяет крайне эффективно их использовать в качестве удобрений.

К настоящему времени создана эффективная технология производства стеклообразного удобрения пролонгированного действия и его модификаций. Исследованы различные формы и модификации удобрений, отличающиеся набором макроэлементов и микроэлементов и скоростью растворения. Они активно влияют на корневую систему и усваиваются растениями на 90–95%, не загрязняя окружающую среду.

Предложена промышленная технология получения стекловидных фосфатов для использования в виде удобрений и мелиорантов, особенно перспективными в этом отношении оказались метафосфатные и пирофосфатные соединения с управляемой скоростью растворения. Данные свойства позволили создать стеклообразные фосфатные удобрения с заданным соотношением компонентов для эффективного питания растений. Правильно подобранные концентрации фосфатов, щелочных и щелочноземельных металлов, в определенной области

составов, позволяют добиться оптимальных параметров растворения и кислотно-щелочных характеристик в полученном материале, варьировать эти параметры в соответствии с поставленными агрохимическими задачами. В результате комплексных исследований по изучению стекол базисной системы $K_2O - (Mg, Ca)O - P_2O_5$ были созданы составы (рис. 2) для использования в качестве не-

органических удобрений пролонгированного действия, содержащие (в масс. %):

48 – 55 % P_2O_5 ;

14 – 25 % K_2O ;

8 – 14 % CaO ;

4 – 12 % MgO ;

3 – 5 % микродобавок, включающих следующие десять элементов: Si, B, S, Fe, Co, Mo, Zn, Cu, Mn, Se.



Рис. 1. Структура гранулы стекловидного удобрения

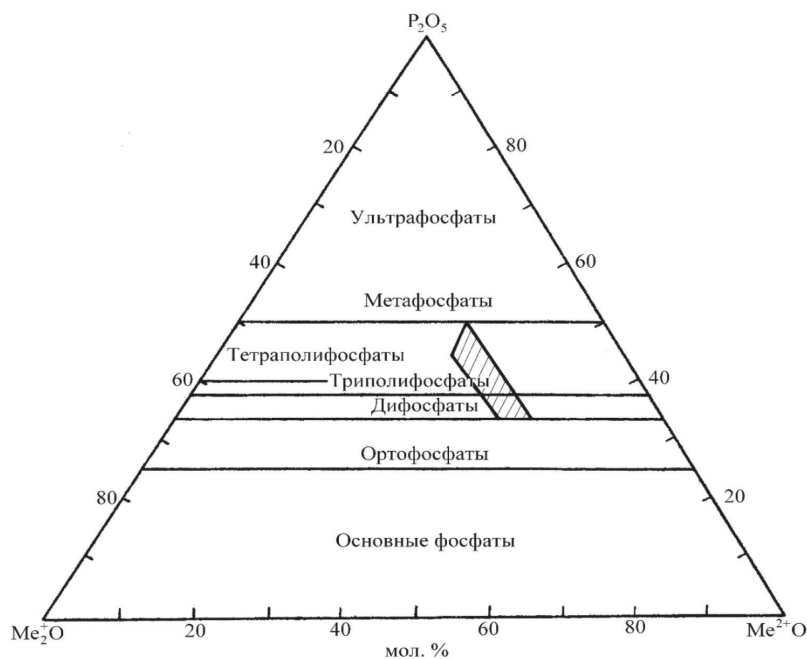


Рис. 2. Область разработанных составов базисной системы $K_2O - (Mg, Ca)O - P_2O_5$ (мол. %) (заштриховано) на схеме тройной диаграммы $Me_2^+O - Me_2^+O - P_2O_5$.

Особые физико-химические свойства гранул заключаются в том, что обеспечивают медленное (в течение нескольких лет) поверхностное растворение удобрений в почве с последовательным высвобождением химических компонентов, необходимых для растения в данный период. Скорость растворения возрастает с увеличением температуры и влажности почвы, таким образом совпадает с периодами активного роста растений, когда потребность в дополнительных питательных веществах максимальна. Однако средняя скорость растворения гранул остается примерно постоянной в течение всего срока действия удобрений, обеспечивая равномерную подкормку растений вплоть до полного растворения. Использование разработанного удобрения в виде гранул стекла препятствует их выветриванию, а физико-химические свойства исключают возможность их вымывания из почвы. Это уменьшает средние потери с существующих 50–60% для традиционных поликристаллических удобрений до 5%, создает более благоприятную экологическую обстановку и способствует восстановлению почвы.

Данная специфика взаимодействия гранул с почвенным раствором, приводит к тому, что для гранул диаметром 4 – 5 мм время растворения на 90% составляет:

- при температуре 15°C – 1278 суток;
- при температуре 20°C – 821 сутки;
- при температуре 27°C – 405 суток;
- ниже 8°C гранулы не растворяются.

Механизм действия новых удобрений в почвенной среде близок к естественному процессу формирования почвы. Кинетика растворения сильно зависит от температуры, что позволяет стекловидным фосфатным удобрениям обеспечивать оптимальное питание растений, а также регулировать процесс высвобождения полезных веществ.

Вследствие чего они не теряются и не переходят в неусвояемые соединения. Удобрения позволяют решить многие проблемы загрязнения окружающей среды и помогают восстановить земли, разрушенные из-за нерационального ведения сельского хозяйства. Из этого можно сделать вывод, о возможности их безопасного использования в водоохранных зонах и территориях, расположенных вблизи водоемов.

Особо важно то, что данный вид удобрений не токсичен и безопасен для человека. При контакте не проявляет никакого взаимодействия.

Перспективой изучения данной темы является рассмотрение условий растворимости данных удобрений в средах с различным значением pH при различных температурах, соответствующих определенным типам почвы.

Список литературы

1. Карапетян К.Г. Перспективы использования современных фосфатных стеклообразных удобрений в водоохранных зонах / К.Г. Карапетян, Н.В. Дджевага. – СПб.
2. Карапетян К.Г. Промышленные технологии получения нефтесорбентов и мелиорантов из стекловидных фосфатных удобрений/ К.Г. Карапетян, Д.О. Ковина // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 2–0. – С. 25–27.
3. Карапетян К.Г., Карапетян Г.О., Лимбах И.Ю. Минеральные удобрения XXI века в свете проблем экологии // Научно-технические ведомости СПбГТУ. – 2001. – №1 (19). – С. 76 – 83.
4. Коган В.Е., Карапетян К.Г. Поликристаллические и стеклообразные фосфорсодержащие удобрения / Санкт-Петербургский горный университет – СПб. – 148 с.
5. Напиков В.В., Коган В.Е., Карапетян К.Г. Некристаллические минеральные удобрения и их промышленное производство // Новые технологии в металлургии, химии, обогащении и экологии / Гл. ред. В.С. Литвиненко. – СПГИ (ГУ). СПб, 2005. С. 123 – 127. Записки Горного института. Т. 165.
6. Патент №2181701. 21.04.02.
7. Биопрепарат «Авалон» для очистки объектов окружающей среды от нефти и нефтепродуктов. Способ его получения.
8. Фосфор / Информационно-аналитический центр «Минерал». – М.: ФГУНПП «Агрохимия» – 8 с.