

AGRO KIMYO HIMOYA VA O'SIMLIKLAR KARANTINI

ISSN 2181-8150

Илмий-амалий журнал

№4. 2022



11-бет

ОРОЛ ТУБИ ХУДУДИ
ТУПРОҚЛАРИДА ЧЎЛ ВА
ЯЙЛОВ ЎСИМЛИКЛАРИНИНГ
УНИШИ ВА РИВОЖЛАНИШИГА
БИОПРЕПАРАТЛАРНИНГ
ТАЪСИРИ

26-бет

МАРЖОН
(*SAMBŪCUS NÍGRA*)
ДАРАХТИНИ
КЎПАЙТИРИШ
УСУЛЛАРИ



51-бет



СОЯ ДЕФОЛИАЦИЯСИ –
ҲОСИЛНИ СИФАТЛИ
ЙИҒИБ ОЛИШНИНГ
ЗАМОНАВИЙ ЕЧИМИ

ПРОБЛЕМЫ ФОСФОРНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Йулдошев Шокир Уринович,

Институт химии растительных веществ АН РУз им. акад. С.Ю. Юнусова,

Джуманиязова Гульнора Исмаиловна,

Тошкент Давлат Техника Университети, биотехнология кафедраси,

Ниязметов Умидбек Худайберганович,

Министерство сельского хозяйства Республики Узбекистан.

Аннотация. Ҳозирги кун талаблари даражасида фосфат қазилма заҳиралари ва жамиятнинг фосфат жинсларига умумий боғлиқлиги муаммолари ўрганилди. Фосфор ўсимликларнинг ўсиши, ривожланиши ва кўпайиши учун зарур бўлган асосий озиқа минерал бўлиб, ҳосилдорликни чекловчи макроэлемент сифатидаги аҳамияти ва анъанавий фосфорли ўғитлар билан боғлиқ муаммолар ўрганилди. Муаммони ўрганиши натижасида анъанавий физик-кимёвий усулларга нисбатан арзонроқ ва юқори самарали усул таклиф этилди.

Калим сўзлар: Фосфат заҳиралари, фосфор, фосфорли минерал ўғитлар, ўзлаштирилмайдиган фосфат, фосфорни мобилизация қилувчи микроорганизмлар, *Bacillus subtilis* BS-26, ҳужайраларнинг физиологик фаолиги, фосфорнинг мобилизацияси, иммобилизацияси.

Abstract. The problems associated with phosphate fossil reserves at the current rate of consumption and the general dependence of society on phosphate rock have been explored. The importance of phosphorus for plants as a yield-limiting macronutrient from mineral nutrients necessary for the growth, development and reproduction of plants and the problems associated with traditional phosphorus fertilizers have been studied. A solution to the problem of the environment of existing possibilities is proposed as a less costly and highly efficient method compared to conventional physicochemical methods.

Key words: Phosphate reserves, phosphorus, phosphate mineral fertilizers, indigestible phosphate, phosphorus mobilizing microorganisms, *Bacillus subtilis* BS-26, physiological activity of cells, phosphorus mobilization, immobilization.

Проблемы, связанные с фосфатными запасами. Несмотря на некоторые краткосрочные колебания цен на фосфатные породы, мировое производство фосфорных удобрений неуклонно возрастало со скоростью 3-4% ежегодно [1] и в течение половины второго столетия до 2011 года увеличилось более чем в четыре раза [2]. Извлекаемая фосфатная порода является невозобновляемым ресурсом, и при нынешних темпах потребления человечество может исчерпать известные ископаемые запасы уже через 40 лет [3-5].

Общая зависимость общества от фосфоритов должна быть дополнительно исследована. С одной стороны, это связано с крайне неравномерным распределением мирового производства и запасов фосфатных пород, что может привести к дальнейшему увеличению зависимости регионов и стран-импортеров фосфора только от нескольких стран-производителей, таких как Китай, Марокко и Россия. С другой стороны, все более нестабильные цены на фосфатные породы и удобрения могут представлять опасность, особенно для стран исчерпавших свои фосфоритовые запасы. Ценовой шок на фосфорные удобрения может привести к более серьезным последствиям для сельского хозяйства [6,7]. Следовательно, проблема фосфора требует разумных решений не только в науке, но и в политике. Поскольку необходимо понять, что фосфат становится более дорогим и может со временем исчерпаться, он не только создает угрозу продовольственной безопасности страны, но и может вызвать политический кризис между богатыми фосфатом странами-импортерами.

Значение фосфора. Фосфор в виде P_2O_5 является лимитирующим элементом из минеральных питательных веществ, является основным компонентом фундаментальных макромолекул, таких как нуклеиновые кислоты и фосфолипиды, а также играет важную роль в передаче энергии и регуляции

ферментативных реакций и метаболических путей [8,9]. Он принимает участие в контроле и регуляции главных ферментативных реакций и метаболических путей как на уровне растительных клеток, так и на организменном уровне [10]. Дефицит фосфора приводит к снижению урожайности [16-11]. Чтобы обеспечить сбалансированное питание одного человека, современному сельскому хозяйству требуется добыча в 22,5 кг фосфоритов в год [11].

Проблемы фосфорных удобрений. По оценкам результатов химических и агрохимических исследований последних лет выявлено, что, в зависимости от типа почвы, ее существующего физического состояния и химического статуса, не более 8-10% фосфора, внесенного в почву с удобрениями, усваивается сельскохозяйственными культурами [6, 12]. При внесении водорастворимых форм фосфорных удобрений в почву около 30-40% P_2O_5 уже через 15 минут переходит в водонерастворимое состояние [13]. Почти полный переход пяти окиси фосфора (95,5%) в нерастворимую форму происходит в течение месяца после внесения фосфорных удобрений в почву. В итоге в зависимости от вида, состояния и биологической активности почв в них может накапливаться до 0,2-0,4% (к весу почвы) неусвояемых закрепленных фосфатов, что в пересчете на один гектар пахотного горизонта составит от 3 до 6 и более тонн P_2O_5 [6, 14]. Тем не менее для предотвращения недобора урожая внесение фосфорных удобрений в сельскохозяйственные почвы ежегодно увеличивается на 3,2% и более в зависимости от состояния почв [6, 15].

Ныне существующие традиционные виды удобрений не обеспечивают их рентабельное производство и применение, в результате его закрепления в почвах [13-16]. Все легко-растворимые формы фосфора, вносимые с минеральными удобрениями, в почве быстро переходят в нерастворимые

соединения фосфатов. Особенно это наблюдается в почвах с pH=8 и более, в которых водорастворимые соли фосфорной кислоты минеральных удобрений химически связываются с кальцием (Ca) и магнием (Mg) и превращаются в двух и трехзамещенные фосфаты - трикальций фосфат $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ и тримагний фосфат $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$. В конечном счете, эти соединения превращаются - в гидроксилapatит $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$, что приводит к зафосфаченности, затем к засолению почв и в дальнейшем - к опустыниванию [1,13-17].

Экологические проблемы фосфорных удобрений. Поскольку растения могут поглощать только небольшое количество фосфата, большая часть фосфорных удобрений скапливается в почве и попадает в водоемы, что чревато экологическими, санитарными и финансовыми проблемами [18]. Отрицательное действие удобрений на окружающую среду связано прежде всего с несовершенством свойств и химического состава удобрений. Существенными недостатками многих минеральных, в том числе и фосфорных удобрений являются: наличие остаточной кислоты (свободная кислотность) вследствие технологии их производства; наличие в них тяжелых металлов (кадмия, свинца, никеля и др.). В среднем с каждой тонной необходимого растениям фосфора на поля поступает около 160 кг фтора [18, 19]. Повышенные дозы фтора угнетают развитие животных, приводят к отравлению; у человека при содержании в воде фтора больше 2 мг/л разрушается эмаль зубов, а при 8 мг/л развивается остеосклероз [18].

Таким образом проблемы фосфорных удобрений является одним из самых критических проблем, связанной с политической, экономической, экологической и продовольственной безопасностью страны и устойчивой интенсификацией сельского хозяйства. Небрежное отношение и расточительство фосфатных запасов страны непременно приведет в ближайшем будущем к ряду непоправимых ошибок, связанных с фосфором таких как:

- истощение запасов фосфоритов, недостаток фосфора, падение урожайности сельхоз культур;
- рост цен на фосфорные удобрения, экономическая зависимость государства от стран поставщика сырья;
- экологические проблемы, связанные с чрезмерным использованием фосфорных удобрений - зафосфачивание, засоление и загрязнение почв тяжелыми металлами. Избыток фосфора в почве может нарушить соотношение между питательными веществами и иногда снижает доступность растениям цинка и железа, что наблюдается в почвах Узбекистана;
- угрозы политической, экономической, экологической и продовольственной безопасности страны, а также здоровья людей и животных (расширение производства и применение фосфорных удобрений ведет к загрязнению почвы и сельхоз продуктов соединениями фтора и мышьяка).

Решение проблемы. Среды существующих возможностей, проблему можно решить микробиологическим методом, как менее затратного и высокоэффективного метода по сравнению с обычными физико-химическими способами. Метод основывается на применении микроорганизмов, способных растворять и повышать усвояемость растениями фосфора химически связанного в почвах с кальцием (Ca) и магнием (Mg) [19-22]. Еще в начале века было установлено, что некоторые микроорганизмы, в особенности микоризные грибы и некоторые бактерии, способны растворять фосфаты кальция и усиливать поступление фосфора в растение [20,21].

Основным механизмом, обеспечивающим мобилизацию труднодоступных соединений фосфора, является выработка

микроорганизмами различных органических кислот. Набор таких кислот чрезвычайно разнообразен, микроорганизмы продуцируют глюконовую, пировиноградную, уксусную, щавелевую, уксусную, яблочную, молочную, лимонную кислоты. Кроме того, продукция органических кислот часто сопряжена с выработкой фосфатаз, чаще всего щелочных, а также других биологически активных метаболитов, таких как ИУК, сидерофоры, антифунгальные метаболиты [19-22]. Накопленные данные позволяют сделать вывод о фундаментальном вкладе фосфатмобилизирующих микроорганизмов в фосфорном питании растений и их влиянии на показатели роста. Эффективность растворения минеральных соединений фосфора может быть достаточно высокой, данные по количеству доступного фосфора могут полностью удовлетворить потребности растительного организма [21-27].

Учитывая вышесказанное, одним из эффективных путей в решении проблемы зафосфаченности почв является создание, на базе выпускаемых фосфорных удобрений, более эффективных и экологически совершенных их форм путем биологизации гранул фосфорсодержащих минеральных удобрений микробиологическими удобрениями на основе эффективных фосфатрастворяющих штаммов бактерий и получения новых видов биоминеральных удобрений. Данный способ является на сегодняшний день одним из самых перспективных и действенных способов повышения эффективности использования фосфорных удобрений, который позволяет, снизить дозы применения фосфорных удобрений, повысить окупаемость минеральных удобрений прибавкой урожая на 50 -60% [24, 26]. Биоминеральные удобрения - это более эффективные и экологически совершенные формы минеральных удобрений. Их применение позволяет повысить биологическую активность почвы, а также урожайность с/х культур, рентабельность производства, окупаемость затрат на приобретение и внесение удобрений. Важным условием эффективного применения бактериальных удобрений является также правильное их сочетание с минеральными удобрениями [24-27].

В рамках хоз. договора с АО «АММОФОС-МАКСАМ» и Институтом химии растительных веществ АН РУз № 648 юр от 24.03.2017 г. «Изучение способа улучшения активации неусвояемых фосфатов» и Дополнительного соглашения №01-02/19/Ю от 14.02.2018 к договору № 648 юр от 24.03.2017 г. на выполнение работ по «Изучению способа улучшения активации неусвояемых фосфатов» по созданию новых видов биофосфорных удобрений были получены следующие результаты:

- для получения биофосфорного удобрения был отобран штамм почвенной бактерии, обладающий полифункциональными свойствами *Bacillus subtilis* BS-26 [56];

- изучена адсорбирующая способность трех видов фосфорных удобрений - «Аммофос», «Супрефос-NS» и «PS-Agro»;

- выявлена самая высокая степень адсорбции у «Аммофос» - 94,6 %, затем у «PS-Agro» - 88,5 % и «Супрефос-NS» - 87,5%;

- проведена иммобилизация клеток бактерий фосформобилизирующего штамма *Bacillus subtilis* BS-26 на трёх видах фосфорных удобрений «Аммофос», «Супрефос-NS» и «PS-Agro»;

- выявлена хорошая приживаемость и жизнеспособность клеток *Bacillus subtilis* BS-26 в виде спор в Аммофосе с титром клеток 7,8 lg KOE/r, в Супрефосе - NS с титром клеток 4,7 lg KOE/r) и в PS-Agro - с титром клеток 5,0 lg KOE/r;

Полученные предварительные результаты испытаний биофосфорных удобрений в вегетационных опытах с хлопчатником показали, что иммобилизация гранул фосфорных удобрений фосформобилизующим штаммом *Bacillus subtilis* BS-26 повышает усвояемость фосфора растениями на 11-13%. При этом усвояемость фосфора растениями контрольных вариантов, при использовании фосфорных удобрений без бактерий, заметно снизилась на 22-23 % от внесенных удобрений.

Полученные результаты опытов подтверждают необходимость продолжения исследований в этом направлении с целью разработки высокоэффективных биофосфорных удобрений нового поколения с высоким КПД и способностью мобилизации закрепленных в почве фосфатов.

1. Carly Cassella. The World Could Soon Run Out of a Crucial Resource And Nobody Is Talking About It. *Environ. Sci. Technol.* 2019. 53. 8479–848.

- №4. 2022**