

Наука и жизнь

№ 8, 2015г., стр.28-31

Кремний питает растения

Доктор биологических наук Владимир Матыченков (Институт фундаментальных проблем биологии РАН, г. Пущино), кандидат биологических наук Елена Бочарникова (Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г. Пущино), Владимир Ходырев (ООО «ЦеоТрейдРесурс», Москва)

Для большинства современных огородников, агрономов, цветоводов, ботаников соседство терминов «кремний» и «растение» звучит необычно. Более привычно с ростом и развитием растений сочетаются такие элементы, как азот, фосфор, калий, кальций, железо, цинк. Но кремний... Однако в последнее время интерес к этому элементу со стороны биологов, агрохимиков, медиков возрастает. Впрочем, как это обычно бывает, новое — хорошо забытое старое.

Современное сельское хозяйство и наука о выращивании растений основываются на законах о питании растений, открытых ещё в середине XIX века. Необходимость в таких знаниях в конце XVIII века стала критической для Западной Европы. Деграция почвенного покрова, высокая плотность населения и низкая скорость естественного восстановления плодородия почв создали необходимые предпосылки для развития агрохимии. Основатели этих исследований (Александр фон Гумбольдт, Гемфри Дэви, Антуан Лавуазье) логически пришли к выводу, что устойчивое и продуктивное земледелие (эти слова использовались и в то время) возможно, если вернуть в почву всё то, что было вынесено с урожаем. Результатом исследований стал труд отца современной агрохимии Юстуса фон Либиха — «Химия в приложении к земледелию и физиологии растений». На основе анализов и многочисленных экспериментов Ю. Либих декларировал, что для повышения урожайности сельскохозяйственных культур и предотвращения деграции почв нужно вносить активные формы азота, фосфора, калия и... кремния. Один из первых классических полевых экспериментов с кремниевым удобрением начали на первой в мире опытной станции Ротамстед (Великобритания) в 1856 году. Этот эксперимент продолжается до сих пор (!), и вариант, когда вносят кремниевые удобрения, является самым продуктивным. В 1870 году Д. И. Менделеев, который уделял большое внимание развитию сельскохозяйственной науки, предложил в качестве кремниевых удобрений использовать твёрдые формы — минералы. Кремниевые удобрения и кремнийсодержащие мелиоранты активно применялись в 10—20-х годах XX века в странах Западной Европы, США.

Дальнейшее развитие агрохимии и земледелия в силу ряда субъективных и объективных причин привело к вытеснению кремнийсодержащих препаратов как из научной литературы, так и из практики. Чрезмерная вера в химию как в инструмент для решения продовольственной проблемы планеты привела к катастрофической деграции (биологической, химической) сельскохозяйственных угодий Западной Европы, обеих Америк, Австралии, Юго-Восточной Азии.

Сейчас интерес к кремнию как к элементу, который совместно с углеродом формирует почвенное плодородие и является экологически чистой альтернативой пестицидам, очевиден. Стремление к потреблению экологически чистых продуктов, набравшее силу в последние 10—15 лет, вынуждает активизировать поиск природных материалов, которые могли бы удовлетворить как фермера (производителя продуктов питания), так и потребителя.

Зачем же нужен растению такой элемент, как кремний? Наши исследования и работы коллег в России и за рубежом показали, что основная функция кремния в растении — формирование и поддержка природной защиты от внешних неблагоприятных факторов — загрязнения, болезней, насекомых-вредителей, заморозков, нехватки воды и питательных элементов и др. Исследователи из Японии и Канады доказали, что эта функция кремния заложена на генетическом уровне. Те фермерские хозяйства, которые активно используют кремниевые удобрения и кремнийсодержащие почвенные мелиоранты, снижают дозы внесения пестицидов на 50—70%. Кроме того, активные формы кремния способствуют формированию корневой системы растений, ускоряют образование цветков, увеличивают количество сахара и витаминов в плодах растений.

В качестве источника кремния можно использовать кремнийсодержащие минералы с недавно открытого в Орловской области Хотынецкого месторождения цеолитсодержащего трепела (см. «Наука и жизнь» № 9, 2010 г.). Используя традиционные и новые методы исследования, было показано, что этот минерал обладает уникальными свойствами.

Во-первых, он является источником активного, то есть легко усвояемого растениями кремния, образованного биогенным кремнезёмом.

Во-вторых, кроме кремния этот минерал содержит фосфор, калий, микроэлементы, необходимые для нормального развития растений.

В-третьих, трепел Хотынецкого месторождения обладает высокой адсорбционной способностью благодаря содержанию в нём природного сорбента — цеолита (клиноптилолита) с пористой структурой, обладающего ионообменными свойствами.

Эти особенности позволяют при его внесении в почву снижать потери питательных веществ и воды из корнеобитаемого слоя. Таким образом, трепел Хотынецкого месторождения — природный материал, который не только можно, но и необходимо использовать при выращивании растений.

Возможность и эффективность использования трепела Хотынецкого месторождения оценивались в институте фундаментальных проблем биологии РАН (ИФПБ) и в крупных тепличных хозяйствах (ОАО «Галантус», СПТК «Культура», ОАО «Звенигородский» и др.).

Великий врач эпохи Возрождения Парацельс писал: «Нет вредных веществ, есть вредные концентрации», — поэтому при изучении любого материала в качестве удобрения или почвенного мелиоранта необходимо определять как оптимальную дозу, так и максимально возможную. Принцип «не навреди» должен быть не только у врачей, но и у агрономов. Как показали исследования, трепел Хотынецкого месторождения служит высококачественным природным кремниевым удобрением. В этом минерале содержание водорастворимого кремния через одни сутки после внесения составило 40—42 мг на 1 кг трепела, содержание кислоторастворимого кремния — 1420—1435 мг на 1 кг трепела. При определении критических доз, форм и способов внесения трепела было показано, что они во многом зависят от растений. Так, для проращивания фиалок грунт, состоящий на 100% из трепела Хотынецкого месторождения, был наиболее эффективен. Для выращивания пересаженных ростков герани оптимальная доза трепела составила 20%. Большое удивление вызвало использование трепела как грунта для таких деликатных растений, как орхидеи (*Phalaenopsis*). При пересадке в трепел орхидеи выпустили воздушные корни над поверхностью грунта и чувствовали себя лучше, чем при выращивании в официально рекомендованном грунте.

При работе с цветочными культурами выяснилось, что растения, выращенные в грунтах с добавлением трепела Хотынецкого месторождения, намного легче переносят пересадку, раньше зацветают, дольше цветут. При этом расход вносимых удобрений и, главное, расход поливной воды можно уменьшить. Особенно это важно для тех мест, где ухаживание или полив нерегулярны (офис, дача).

Промышленное выращивание роз сорта Ленни в тепличном хозяйстве ОАО «Галантус» показало, что внесение 30% (от объёма субстрата) цеолитсодержащего трепела в контрольный субстрат способствовало ускорению цветения на неделю и увеличению высоты растений в среднем на 15 см. При этом на участке с внесённым трепелом Хотынецкого месторождения листья роз были более интенсивно окрашены, у них быстрее формировались скелетные побеги и более мощная корневая система.

Учитывая, что активные формы кремния ускоряют формирование корней, использование трепела Хотынецкого месторождения особенно важно при выращивании рассады. Действительно, наши исследования показали, что вес и объём корней как томатов, так и рассады огурцов при добавлении трепела намного превышают этот показатель у растений, выращенных на стандартных грунтах. Для томатов оптимальная доза трепела — 20% от объёма грунта, а для огурцов — 30%.

Интересно, что полученный урожай огурцов обладал повышенной лёжкостью. В момент сбора огурцы с опытного и контрольного участков по внешнему виду и размерам не отличались. Однако через месяц плоды, собранные с контрольных участков, уменьшились на 25—30%, были заражены, почернели. Огурцы же, выращенные на грунте с 30% трепела Хотынецкого месторождения, потеряли в весе всего 5—10% и имели хороший товарный вид. Этот феномен согласуется с данными российских и американских исследователей, которые показали, что при оптимизации кремниевого питания томатов снижается содержание нитратов в плодах, а это и является основным механизмом повышения лёжкости плодов, выращенных на грунтах с высоким содержанием активных форм кремния. Хотя концентрация нитратов в плодах снижается, но блокировки их поступления в сами растения не происходит. Мы заинтересовались таким феноменом и в нынешнем году инициировали специальные исследования на томатах, огурцах, капусте, кабачках и перце для изучения повышения лёжкости овощей при использовании трепела Хотынецкого месторождения.

Все вышеизложенные особенности трепела согласуются с последними исследованиями активных форм кремния. Кремний — элемент, отвечающий за иммунную систему растений и плодородие почв, как и его ближайший сосед по периодической системе Д. И. Менделеева — углерод. Как и углерод, кремний способен формировать многочисленные полимеры, обладающие не менее уникальными свойствами, чем углеродсодержащие соединения. Игнорирование кремния как питательного элемента привело к тому, что большинство почв и грунтов, используемых и в промышленном производстве сельскохозяйственных растений, и в индивидуальных хозяйствах, содержат недостаточное количество активных форм этого элемента.

Дефицит же любого из потребных растениям питательных элементов вызывает необходимость дополнительного (сверх нормы) внесения других (недефицитных) питательных элементов для интенсификации растениеводства. В частности, из-за дефицита кремния вносится избыточное количество азотных, фосфорных, калийных удобрений. Но дефицит кремния понижает стрессоустойчивость растений, что приводит к снижению урожайности и к необходимости увеличивать дозы средств химической защиты растений. Всё это отрицательно влияет на качество продукции растениеводства и её экологическую безопасность. В России находятся крупнейшие в Европе месторождения цеолитсодержащих трепелов — источника доступного растениям кремния. Надо только научиться использовать эти природные богатства.