

стью поступления ТМ в растения. Тем не менее, проявляется общая закономерность, чем больше элемента в почве, тем больше поступает его в растения;

– содержание в почвах контролируемых тяжелых металлов (подвижные соединения) на относительно допустимом уровне по кадмию, хрому и цинку. Заметное превышение ПДК в почве наблюдалось по свинцу и, особенно, по никелю, что приводило в ряде случаев к повышенному накоплению их в растительной продукции. По способности аккумуляции ТМ располагаются в следующий ряд $Zn > Cu > Cd > Ni > Pb$.

Литература:

1. Почвенно-экологический мониторинг и охрана почв. – М.: МГУ, 1994. 272 с.
2. Соколов О.А., Черников В.А. Экологическая безопасность и устойчивое развитие. Книга 1. Пушино, 1999. 164 с.

УДК 631.81

ДИАТОМОВЫЕ – ДИАТОМИТЫ – КРЕМНИЕВОЕ УДОБРЕНИЕ DIATOMIC - DIATOMACEOUS EARTH - SILICON FERTILIZER

А.Х. Куликова

А.Н. Kulikova

Ульяновская ГСХА

Ulyanovsk state academy of Agriculture

Results of 10-year-old researches on studying of efficiency of siliceous breeds (diatomaceous earth and Casting box) as silicon fertilizer of agricultural crops are resulted.

Диатомовые водоросли (*Diatomeae*) одни из самых распространенных на земном шаре организмов, которые появились около 120 млн. лет тому назад. Обитают они везде: в морях и океанах, в пресной воде и почвах, и даже на суше. В начале палеогена при наступлении моря диатомей получили огромное развитие и сформировали мощные осадочные отложения. Следует отметить, что их образование происходит и в настоящее время (Байкал, Телецкое озеро, озера Кольского полуострова и т.д.).

Диатомовые примечательны тем, что усваивают соединения кремния и строят из них оболочку-панцирь удивительно красивой формы. Кремний, не считая кислорода и водорода, является в диатомовых доминирующим элементом, превосходя по содержанию углерод.

Диатомитом называется рыхлая, очень легкая, тонкопористая порода, сложенная мельчайшими раковинками диатомей, либо, наряду с ними, содержащая значительное количество их мелких обломков. Количество цельных панцирей в диатомитах в зависимости от месторождений колеблется в широких пределах –

от 1,7 до 30 млн. в 1 см³. Общая пористость породы достигает 80 %, а размер пор – от 1 до сотен нм, т.е. она имеет развитую микро- и нанопористую структуру. Ионнообменная способность диатомитов составляет 0,8–0,12 г-экв/кг, удельная поверхность – от 20 до 50 м²/кг·10³ [3].

Благодаря таким уникальным свойствам диатомиты (как и другие природные сорбенты такие, как цеолиты, бентониты, польгорскитовые глины, глаукониты, вермикулиты) активно используются в десятках отраслей промышленности, в том числе представляют большой интерес для применения в сельском хозяйстве, прежде всего, в качестве кремниевого удобрения.

Кремний является циклическим элементом, совершающим непрерывный круговорот в природе. «Миллионы тонн этого элемента, – писал В.И. Вернадский (1936), – находятся в непрерывном движении – в геохимической миграции».

Главную роль в биохимическом круговороте кремния играли и играют живые организмы: бактерии, грибы, водоросли и лишайники, беспозвоночные (черви, моллюски, членистоногие, насекомые и т.д.), низшие и высшие растения. Все жившие и живые организмы в природе непрерывно извлекают кремний из окружающей среды в ходе своей жизнедеятельности и возвращают его в литосферу (почву) и гидросферу в виде остатков их после отмирания. По объему массопереноса в биосфере кремний уступает только углероду, кислороду и водороду. Достаточно сказать, что за год на дне океанов отлагается 190 миллионов тонн биогенного кремнезема [2].

В последнее столетие в круговорот кремния активно стал вмешиваться человек. Человеческая деятельность вносит диссонанс в биогеохимический круговорот кремния. Например, фосфатные сточные воды вызвали в южной части озера Мичиган столь сильное развитие диатомовых водорослей, что содержание кремния в воде опустилось ниже минимального уровня для диатомей, которое привело к вытеснению их сине-зелеными водорослями [2].

Подсчитано, что в мире с урожаем культур ежегодно безвозвратно отчуждается 200–250 млн. тонн кремния [4]. Последнее приводит к обеднению почв доступным кремнием (низкомолекулярные или монокремниевые кислоты) и он становится лимитирующим урожайность культур элементом. Вышесказанное предполагает для восстановления баланса кремния в почве и обеспечения нормального питания растений необходимость применения кремниевых удобрений, или оптимизацию кремниевого питания при возделывании сельскохозяйственных культур.

Необходимость применения кремниевых удобрений неоднократно доказано и вопрос об их производстве ставился еще в 70-е годы прошлого столетия. Однако промышленность их не производила и не производит. Практически силикатные удобрения в земледелии России не применяются. В то же время в качестве кремниевого удобрения, как доказано нашими исследованиями, могут успешно применяться высококремнистые породы, прежде всего, диатомиты.

Кафедра почвоведения, агрохимии и агроэкологии проводит исследования по изучению возможности использования высококремнистых наноструктурированных пород (диатомита и опоки) в качестве полифункционального, экологически безопасного удобрения сельскохозяйственных культур с 2000 года. Проведено более 50 полевых опытов (в том числе 10 производственных). Установлена высокая их эффективность при возделывании овощных, зерновых и пропашных культур, которая не уступала вариантам с применением полных

доз минеральных удобрений. Прибавка урожайности в зависимости от доз диатомита и опки в среднем составляла: озимой пшеницы на 0,3–0,8 т/га (9–25 %), яровой пшеницы соответственно 0,15–0,28 т/га, ячменя 0,5–0,93 т/га (30–52 %), сахарной свеклы 6,5–9 т/га (22–31 %) (в отдельные годы от 8,5 до 10,2 т/га), картофеля 4,8–7,8 т/га (39–42 %), зеленой массы кукурузы 9,6 т/га (19 %), семян подсолнечника – 0,18 т/га (24 %), огурцов 5,1 т/га (20 %), томатов 4,9 т/га (13 %), моркови – 5,9 т/га (14 %), свеклы столовой 7,1 т/га (13 %). Эффективность их возрастает при совместном применении с азотным удобрением в дозе 20–40 кг д.в./га, птичьим пометом, микроэлементами и биопрепаратами. При этом улучшается качество продукции: содержание клейковины в зерне пшеницы повышалось на 2,4–3,3 %, содержание сахара в корнеплодах сахарной свеклы на 1,3–3,6 %, витамина С и крахмала в клубнях картофеля на 5,5–4,4 %. Внесение в почву диатомита способствует получению экологически безопасной продукции всех сельскохозяйственных культур: накопление в ней нитратов снижалось до 15–20 %, поступление тяжелых металлов – по отдельным культурам и элементам до 3-х раз и более. Высокремнистые породы являются удобрением пролонгированного действия (до 4-х лет и более).

Применение высококремнистых пород экономически и энергетически эффективно: рентабельность производства продукции повышалась на 15–30 %, затраты энергии на 1 т продукции снижались до 15 %.

Применение высококремнистых пород в качестве удобрения хорошо вписывается в соответствующие технологии возделывания сельскохозяйственных культур и могут использоваться разными способами и в разные сроки: от предпосевной (предпосадочной) обработки посевного (посадочного) материала и внесения в небольших дозах в рядки до внесения достаточно больших доз (3–5 т/га) с учетом их длительного последствия. В связи с высокой агрономической эффективностью высококремнистых пород в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур в качестве многофункционального удобрения открываются большие возможности для создания новых видов удобрительных смесей, обладающих наиболее рациональным режимом взаимодействия растениями.

Результаты исследований обсуждались на расширенном заседании по развитию нанотехнологий Ульяновской области (15 апреля 2008 г.) и совещании Агропромышленной палаты по использованию наноструктурированных природных материалов в сельском хозяйстве Ульяновской области (11 сентября 2008 г.) и рекомендованы к широкому внедрению.

Литература:

1. Вернадский В.И. Биогеохимическая роль Al и Si в почвах // Докл. АН СССР, 1938. Т-21. С. 127–130.
2. Воронков М.Г., Зелчан Г.И., Лукевич Э.Л. Кремний и жизнь. Рига: Зинатне. 1978. 587 с.
3. Дистанов К.Г., Конюхова Т.П. Природные сорбенты и охрана окружающей среды // Химизация с.-х., 1990. № 9. С. 34–35.
4. Матыченков В.В., Бочарникова Е.А., Аммосова Я.М. Влияние кремниевых удобрений на растения и почву // Агрохимия, 2002. № 2. С. 86–93.