

КРЕМНИЙ – 180 ЛЕТ НА СЛУЖБЕ АГРОНОМИЧЕСКОЙ НАУКИ

Тяжкороб Андрей Романович, студент 2 курса магистратуры института Агробиотехнологии,

*Научный руководитель: Лазарев Н.Н., д.с.-х.н., профессор кафедры растениеводства и луговых экосистем
ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева»*

Аннотация: В данной работе актуализирована роль кремния, как неотъемлемого компонента растительной клетки, и как удобрения. На основе анализа отечественной и зарубежной научной литературы рассмотрена история изучения данного элемента, а также приведены исследования по изучению эффективности его применения в растениеводстве.

Ключевые слова: микроэлементы, кремний, кремниевые удобрения, растения, урожайность

Введение. Как известно, для нормального роста и развития растений им требуются различные химические элементы в соответствующих количествах. В современном представлении существует порядка 20 элементов питания, которые необходимы растениям. И все они, в зависимости от количественного содержания в растении подразделяются на макро- и микроэлементы [1,2,3].

Цель. В рамках данной статьи хотелось бы обратить внимание читателя на важность кремния (Si) в жизни и питании культурных растений, что весьма актуально в современном растениеводстве. Несмотря на то, что первые серьезные исследования по кремнию начал еще в 1840 году Юстус Либих, до сих пор об этом микроэлементе забывали.

Материалы и методы. В историю вошли отдельные попытки введения в производство данного элемента. Так, в 1856 году на Ротамстедской полевой опытной станции (Англия) были начаты первые полевые эксперименты с ежегодным внесением кремния в виде силиката натрия. Был заложен опыт под названием «Grass Park», который после трудов Ю. Либиха положил начало исследованию и практическому научно-обоснованному применению кремниевых удобрений [4]. Не отставали от европейских коллег и отечественные ученые. А. К. Чугунов, профессор Казанского университета, изучил и систематизировал данные по содержанию кремния в золе большинства растений средней полосы России. Это позволило получить данные о доле элемента в сухом веществе. Определенных успехов в изучаемом вопросе добились и за океаном. В США в 1881 году было запатентовано первое в мире минеральное кремнийсодержащее удобрение, впоследствии пущенное в производство и занявшее свою нишу на рынке. На Гавайских островах в 1936 году А. S. Ayres впервые в мире применил кремнийсодержащие удобрения на сахарном

тростнике в рамках полевого опыта [3]. Известна также история одного японского биолога I. Onodera, который побывал в 1915-1917 годах в Кёнигсбергском и Кембриджском университетах, после чего у себя на родине начал работать с кремниевыми удобрениями [3,4]. Его исследования положили начало активному применению данного элемента в культуре риса. В 70-80-х годах прошлого столетия в СССР также уделяли внимание перспективам использования кремния в сельском хозяйстве. Над этим вопросом активно трудились как минимум 4 научных центра: МГУ имени Ломоносова, Тимирязевская сельскохозяйственная академия (ТСХА), ВНИИ Риса (г. Краснодар) и Свердловский сельскохозяйственный институт [4,5]. Итогом этих исследований стало широкое применение в сельском хозяйстве некоторых отходов промышленности (цементной пыли, шлаков) и кремнийсодержащих минеральных удобрений (цеолитов).

Результаты и их обсуждение. Как видно из вышеприведенных данных, кремний имеет довольно богатую историю в научных трудах различных исследователей по всему миру. Далее приведем достоверные факты, указывающие на современное представление о важности кремния в жизни культурных растений и формировании качественного урожая. Физиологическая роль данного элемента состоит главным образом в том, что он является компонентом клеточных стенок, а значит, придает прочность механическим тканям растения. В растениеводстве эта особенность проявляется в защите культур от полегания. Обнаружено присутствие кремния в рибосомах, митохондриях, хлоропластах и микросомах, он способствует улучшению азотного и фосфорного питания растений. Кроме того, хорошо известна способность кремния бороться с грибковыми заболеваниями злаковых, такими как мучнистая роса ячменя или пшеницы. Более подробно применение кремния в сфере защиты растений описано в одной из статей международного научного журнала *Plants*. Биологи F. Alhousari и M. Greger утверждают: «Изначально считалось, что кремний обеспечивает устойчивость исключительно двудольных растений от исключительно грибковых болезней. Уже позднее ученые обобщили это утверждение и для однодольных видов, а также выявили способность кремния противостоять различным вредителям и патогенам». Механизм “кремниевой” защиты состоит в следующем: растения поглощают доступные формы данного элемента, который затем оседает в виде оксида в клетках эпидермы листьев, стеблей и корней. Слой кремния толщиной всего около 2,5 мкм находится непосредственно под кутикулой, чем существенно увеличивает прочность листовой пластинки (рисунок). Это многократно затрудняет процесс питания жующих насекомых, паразитирующих на обработанном растении. Повышенная твердость и абразивность вегетативных органов растений приводит к износу ротового аппарата насекомых, что и является методом борьбы [4]. Существует предположение, что кремниевые удобрения способны повысить устойчивость растений к нематодам и другим корневым вредителям. Достаточное кремниевое питание способствует увеличению массы корней, их объема, а следовательно – увеличению площади всасывающей поверхности.

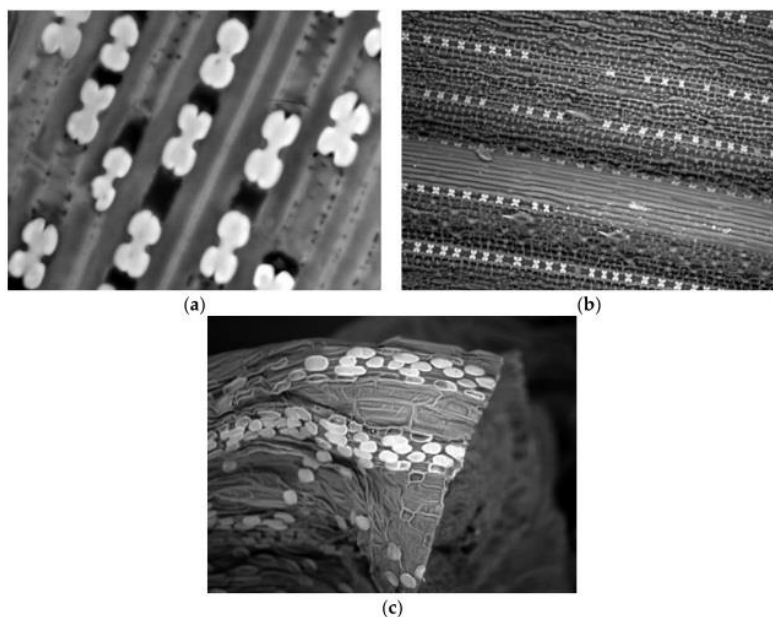


Рисунок - Снимки электронной микроскопии листовой поверхности кукурузы (a), риса (b) и пшеницы (c); частицы кремния окрашены в белый; фото из научного журнала *Plants*

В результате улучшается корневое дыхание растений. Опыты, проведенные в штате Флорида, США исследователями Calvert D.V. и Snyder G.S. демонстрируют увеличение интенсивности роста боковых корней у многолетних трав при внесении кремниевых подкормок. Так же установлено, что монокремниевые кислоты повышают всхожесть семян злаковых и цитрусовых, а также ускоряют их последующий рост. Наблюдается увеличение содержания сахара в сахарной свекле и сахарном тростнике [1, 2]. Компания «ФосАгро» презентовала в 2019 году новое удобрение на основе кремния - АпаСил, являющееся высокоэффективным стимулятором роста растений. В опыте, проводимом в Польше на полях Polish Research Centre for Cultivar Testing, Experimental Station in Masłowice в 2019, рост урожайности при применении АпаСил в дозе 100 г/т перед посадкой клубней составил 16,2 ц/га клубней картофеля [5].

Выводы. В заключение хотелось бы отметить, что кремний представляет собой весьма ценный химический элемент для культурных растений. Этот факт неоспорим и подтвержден множеством научных работ по всему миру, а также длительной историей изучения этого вопроса. Однако, к сожалению, кремниевые удобрения до сих пор являются нетрадиционными и используются весьма ограниченно, в частности в нашей стране. Поэтому, на мой взгляд, всем сельхозпроизводителям, которые идут в ногу со временем и нацелены на постоянное совершенствование результатов, стоит обратить внимание на Si и внедрить препараты на его основе в свои севообороты.

Библиографический список

1. Безручко, Е.В. Кремний–недооцененный элемент питания растений / Е.В. Безручко // Земледелие. – 2020. – № 4.
2. Мнатсаканян, А. А. Изменение показателей плодородия почвы и урожайности озимой пшеницы, сои в зависимости от систем основной обработки

и применения нанокремния / А. А. Мнатсаканян, Г. В. Чуварлеева, О. Б. Быков // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 3(35). – С. 103-111.

3. Рабинович, Г. Ю. Получение новых кремнийорганических удобрений и их апробация при моделировании водных стрессов / Г.Ю. Рабинович, Ю.Д. Смирнова, Н.В. Фомичева // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2020. – Т. 10. – № 2. – С. 284-293.

4. Alhousari, F. Silicon and mechanisms of plant resistance to insect pests / F. Alhousari, M. Greger // Plants. – 2018. – V. 7. – № 2. – P. 33.

5. Химический комплекс России [Электронный ресурс] / Новости химической промышленности. Режим доступа: <http://chemcomplex.ru/фосагро-представила-экомаркировку/> (дата обращения 02.11.2020)

6. Основы агрономии : Учебник для использования в образовательном процессе образовательных организаций, реализующих программы среднего профессионального образования по специальностям "Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования", "Агрономия", "Механизация сельского хозяйства" / И. Г. Платонов, А. В. Шитикова, Н. Н. Лазарев, Ю. М. Стройков. – Москва : Издательский центр "Академия", 2018. – 270 с. – ISBN 978-5-4468-5905-4. – EDN OPSCZA.

7. Агропромышленный комплекс России: Agriculture 4.0 : Монография в 2 томах / Е. Д. Абрашкина, Ю. И. Агирбов, О. П. Андреев [и др.]. – Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. – 379 с. – ISBN 9785449710451(т.2),9785449710437. – EDN LPHBYX.

8. Агробиотехнология-2021 : Сборник статей Международной научной конференции, Москва, 24–25 ноября 2021 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2021. – 1320 с. – ISBN 978-5-9675-1855-3. – EDN NWTQEX.

9. Трухачев, В. И. Об итогах международной научной конференции "Агробиотехнология-2021" / В. И. Трухачев // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 5. – С. 5-18. – DOI 10.26897/0021-342X-2021-5-5-18. – EDN IYBVTK.