

РОЛЬ КРЕМНИЯ И КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ В ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ И БОЛЕЗНЕЙ

А.Х. Куликова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина»
Тел. 8(8422) 55-95-68, agroec@yandex.ru

Ключевые слова: кремний, диатомит, средства защиты растений, сельскохозяйственные культуры

Работа посвящена анализу литературных сведений о роли кремния в иммунной системе растений и результатов собственных исследований по изучению влияния диатомита (высокремнистых пород) на состояние посевов сельскохозяйственных культур. Показано, что диатомит обладает несомненными защитными свойствами.

В научной литературе имеются многочисленные сведения о том, что кремний способствует повышению устойчивости растений к поражению грибковыми заболеваниями, насекомыми вредителями, полеганию, то есть формирует защитные функции организма [1,2,3,4]. Особенно широко исследовано благотворное влияние кремния на сопротивляемость злаковых растений грибным заболеваниям: глазковой пятнистости (вызываемой грибом *Helminthosporium oryzae*), стеблевой гнили (*Leptosphaeria saevini*), мучнистой росе (*Erysiphe graminis*) [цит. по 5].

При этом доминирующей гипотезой является способность кремния укреплять стенки эпидермальных клеток растений, создавая механический барьер на пути насекомых-вредителей, предотвращая полегание и способствуя более экономному расходованию воды.

Результаты современных исследований показывают, что физический барьер на пути патогена является лишь частью комплексной защитной реакции растения, в которую вовлечен кремний. В работе Fawe A. и др. [6] показано, что кремниевое питание приводит к повышению активности ферментов хитиназ, способных разрушать гифы патогенных грибов. Растения, достаточно обеспеченные кремниевым питанием и обработанные спорами *Phytmuctimum* усиливали выработку фенольных соединений. Отмечено, что в пораженных инфекцией участках при присутствии кремния происходит аккумуляция антимикробных соединений. Так же установлено, что листья растений риса, выращиваемых в присутствии кремния, поражаются грибом *Magnaporthe grisea* в значительно меньшей степени, чем на варианте без кремния (19,6 и 63,7 % соответственно) [7]. Авторы считают, что иммобилизованный в клеточных стенках кремний не имеет решающего значения в защите от патогенов. Главная роль отводится мобильному кремнию, способному к перемещению в организме растения в период развития инфекции.

В 2001 году Fawe A. и др. [6] предложили модель возможного участия кремния в защите растений от патогенов. Согласно ей, биологическая активность кремния связана с активаторами системно-приобретенной защиты и определяет время и продолжитель-

ность ответной реакции растений на проникновение инфекции.

По мнению Матыченкова В.В. [2] активные формы кремния способствуют быстрому и направленному синтезу специфических органических молекул внутри растительной клетки, которые помогают растению преодолеть или адаптироваться к стрессу. Последнее частично подтверждается и тем, что содержание кремния возрастает в тканях живых организмов, подверженных стрессу. Разнообразие растений (как кремнефилов, так и некремнефилов), положительно отзывающихся на дополнительное питание кремнием, показывает, что защитная функция кремния универсальна.

Из вышеизложенного вытекает важнейший вывод о возможности частичной замены средств защиты растений кремнийсодержащими удобрениями. Проведенные нами исследования подтверждают данную гипотезу. Так, применение диатомита и кремниевых комплексов на его основе в качестве кремниевого удобрения способствовало снижению пораженности растений сахарной свеклы церкоспорозом на 29–36 % в сравнении с контролем, тогда как использование средств защиты на фоне минеральных удобрений – только на 11 %. Диатомитовый порошок при применении как отдельно, так и биологическими препаратами способствовал снижению заболеваемости корневыми гнилями ячменя до 25 %.

Аналогичные результаты получены при возделывании овощных культур, где в качестве полифункционального удобрения применялся диатомит (рис.1).

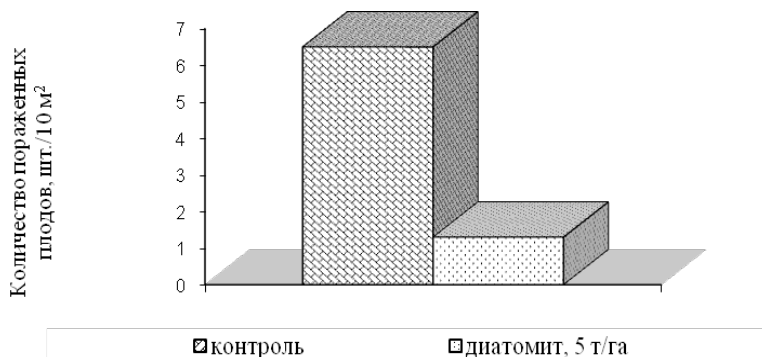


Рис. 1. Влияние диатомита на пораженность плодов томатов вершинной гнилью

Как видно из приведенного рисунка, снижение заболеваемости томатов при внесении в почву диатомита в дозе т/га томатов составляло 80 %, ячменя корневыми гнилями 18–40 % (относительных, рис. 2). В последнем случае по эффективности кремнийсодержащие материалы мало уступали средствам защиты растений.

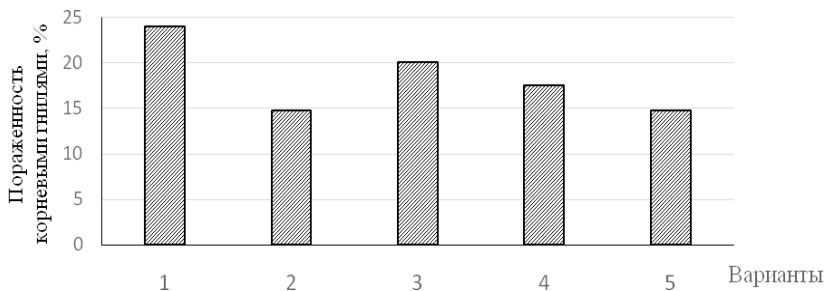


Рис. 2. Влияние кремнийсодержащих материалов и средств защиты растений (СЗР) на поражаемость ячменя корневыми гнилями (2011г.) Варианты: 1)Контроль, 2) СЗР, 3)диатомит 40 кг/га (в рядки), 4)диатомит 30 кг/т (обработка семян), 5 – Мивал – Агро (кремнийорганический регулятор роста).

При возделывании зерновых культур одна из значительных проблем – полегание, которое является крайне нежелательным процессом и приводит до 50 и более % недобора урожая. В связи с этим предлагаются различные препараты, позволяющие увеличить прочность стебля.

В литературе встречается множество примеров повышения прочности стеблей растений и увеличения их устойчивости к полеганию в результате применения кремнийсодержащих препаратов [5,8,9]. В стеблях злаков кремний отлагается в стенках и междоузлиях, что существенно повышает их прочность, сужает просвет стебля и препятствует развитию и передвижению личинок насекомых. Он также внедряется в клетки эндодермы (внутреннего слоя первичной коры в стеблях и корнях), располагаясь во внутренних тангенциальных и радиальных стенках. Кремний в эндодерме находится в виде агрегатов, а также рассредоточен в слоях стенок стебля.

Четырехлетнее (2003–2006 гг.) изучение устойчивости к полеганию яровой пшеницы показало, что внесение диатомита – один из действенных, результативных способов повысить устойчивость растений к полеганию.

Таблица 1. – Устойчивость к полеганию яровой пшеницы (2003 – 2006 гг.),

Вариант	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	Средняя, баллы *
Контроль	4,0	3,8	3,8	4,3	3,9
N40P40K40	3,3	3,0	2,9	3,9	3,3
Диатомит 3 т/га	4,5	4,3	4,2	4,8	4,5
Диатомит 3 т/га + N20	4,4	4,3	4,3	4,7	4,4
Диатомит 3 т/га + N40	4,2	4,1	4,0	4,5	4,2
НСР ₀₅	0,2	0,2	0,2	0,3	

* В СНГ и других европейских странах устойчивость растений к полеганию обычно оценивают в баллах, где неполегающие растения получают 5 баллов; полегшие, но выпрямившиеся или полегшие в слабой степени – 4; со средней степенью полегания

– 3; сильно полегшие, затрудняющие машинную уборку – 2; сильно полегшие задолго до уборки и практически непригодные к машинной уборке–1.

Вследствие повышения урожайности при внесении минеральных удобрений устойчивость растений к полеганию понижается, а при совместном внесении с диатомитом повышается. Следовательно, применение диатомита не только в чистом виде, но и совместно с минеральными удобрениями (прежде всего азотными) позволяет значительно снизить потери зерна из-за полегания культур.

Еще более поразительные результаты приводит В.Н. Капранов (2009, табл. 2) : растения тритикале на фоне внесения диатомита 1200 кг/га (не 3 и 5 тонн/га!) могут выдерживать при неблагоприятных условиях в 2 раза больше механические нагрузки, сохраняя при этом устойчивость.

Таблица 2. – Прочность соломины тритикале в зависимости от диатомита

Фон	Содержание SiO ₂ в соломе, %	Высота растений (L), см	Радиус междоузлия(R), см	L/R	± к контролю	Модуль упругости соломы (E)		Повышение устойчивости
						МПа	критическая сила давления на излом (P _{кр}) МПа/см ²	
Диатомит 0 (контроль)	1,16	132	0,23	574	–	–	1,6×10 ⁻⁴	–
Диатомит 300 кг/га	1,33	131	0,24	546	-28	+51	2,0×10 ⁻⁴	26
Диатомит 600 кг/га	1,55	130	0,25	520	-54	+117	2,6×10 ⁻⁴	60
Диатомит 1200 кг/га	2,12	130	0,25	520	-54	+288	2,9×10 ⁻⁴	84

Таким образом, применение диатомита как кремнийсодержащего удобрения, позволяет формировать не только оптимальные для работы фотосинтетического аппарата, но и устойчивые против болезней, вредителей и полегания посевы.

Библиографический список

1. Водяницкий Ю.Н. Дефицит кремния в некоторых почвах и пути его устранения // Агрохимия, 1984. №8. С. 127–132
2. Матыченков В.В. Роль подвижных соединений кремния в растениях и системе почва-растение / Автореф. дисс. доктора биол. Наук. Пушкино, 2008. 34с.
3. Yoshida S. Chemical aspects of the role of silicon in physiology of the rice plant // Bull.Nat.Jast. Agric Jci., 1965. Jer.B.№ 15. P. 1–58.

4. Yoshida S. The physiology of silicon in rice // Food Fert. Jech. Centr. Jech. Bull. Jaipei. Jaiwan, 1945. № 4. P. 8–12.
5. Воронков М.Г., Зелчан Г.Н., Лукевиц Э.Я. Кремний и жизнь. Рига, 1978. 587 с.
6. Fawe A., Abou-Zail M., Menzies J., Belanger R., Silicon – mediated accumulation of flavonoid phytoalexins in cucumber // Phytopathology, 1998. № 88. P. 396 – 401.
7. Sun W., Zhang J., Fan Q. Silicon – enhanced tolerance to rice blast is attributed to silicon – mediated de fense resistance and its role as physical barrier // Plant Physiol, 1982. №71. P. 141– 144.
8. Уфимов Г.В., Докучан С.А. Анатомио-морфологическое строение эпидермиса листьев риса и повышение его защитной функции под влиянием кремния // Сельскохозяйственная биология, 1986. № 3. С. 52–61.
9. Капранов В.Н. Использование природных агрохимических средств в качестве источников минерального питания полевых культур. Автореф. дисс. докт. с.-х. наук М., 2009. 42 с.
10. Данилова Е.В. Эффективность использования диатомита и его смесей с минеральными удобрениями при возделывании озимой и яровой пшеницы. Автореф. дисс. канд. с.-х. наук. Саранск, 2007. 21 с

УДК 681.2.087:577.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ВСХОЖЕСТИ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕНЦИАЛОВ

О.В. Лукоянычева, аспирант

*Алтайский Государственный Технический Университет, им. И.И. Ползунова
8-903-991-0988, lukoyn@bk.ru*

С.П. Пронин, доктор технических наук, профессор

*Алтайский Государственный Технический Университет, им. И.И. Ползунова
8-913-085-96-65, sppronin@mail.ru*

Ключевые слова: *биоэлектрический потенциал, потенциал действия, переменный потенциал, зёрна пшеницы, амплитуда электрического импульса.*

В работе рассматриваются вопросы использования биоэлектрических потенциалов, возникающих в семенах пшеницы, для определения всхожести зёрен. Показано, что по возникающему переменному потенциалу можно определить процент всхожести зерна, то есть оценить качество зерна пшеницы.

Распространение биоэлектрических сигналов по организму растений хорошо известно и неоднократно описано в электрофизиологической литературе. У растений выделяют несколько типов электрических сигналов – потенциал действия (ПД), переменный