

тур второй ротации севооборота. Агрохимия. 2008. № 7. с. 31–35.

4. Колсанов Г.В., Куликова А.Х., Хвостов Н.В., Влияние ячменной соломой на микробиологическую активность почвы и продуктивность гороха в условиях лесостепи Поволжья. В кн. Актуальные вопросы аграрной науки и образования. Материалы Международной конференции. Т.1. Агрономия и агроэкология. Ульяновск, 2008 г. С. 239–243.

УДК 631.8

КРЕМНИЙ В РАСТЕНИЯХ SILICON IN PLANTS

А.Х. Куликова

А.Н. Kulikova

Ульяновская ГСХА

Ulyanovsk state academy of agriculture

The data on the silicon content in plants have been given. It has been shown, that its main function, is the increase of plant productivity to any unfavourable conditions.

Присутствие кремния в растениях открыто в 1790–1792 гг. при исследовании табака – аморфного кремнезема, выделяемого бамбуком, а впервые определение кремнезема в растениях осуществили в конце XVIII века А. Гумбольдт, Л. Воклен и Г. Деви. В XIX веке количество анализов, подтверждающих присутствие кремния в растениях быстро росло и кремний вошел в число стандартных элементов, определяемых в золе. Огромный экспериментальный материал систематизирован, составлены сводные таблицы содержания Si в растениях и обобщен в целом ряде обзоров, наиболее известным из которых в нашей стране является книга «Кремний и жизнь», изданный издательством Зинатне в Риге (3).

Кремний обнаружен во всех растениях и является непременной их составной частью. Содержание его в разных растениях колеблется в пределах 0,3–10 % от сухой массы, а круговорот Si в биосфере по объему массопереноса уступает только углероду, кислороду и водороду (5).

Растения, интенсивно ассимилирующие кремний из почвы, называются «кремнефилами». Особенно высоким содержанием кремнезема (более 50 % в золе) отличаются хвощи, папоротники и злаки. Зола вересковых и осоковых содержит более 40 % SiO_2 . В отдельных случаях в золе хвощей найдено до 96 % SiO_2 , зола хвой может содержать до 84 % кремнезема. Рекордсменом среди наземных растений также является рис – основной продукт питания многих народов Азии. В его сухом веществе содержится до 20 % кремнезема, а в золе шелухи – до 93 %. Последняя используется для получения двуокиси кремния, силиката натрия, карбида кремния, а также наполнителя полимерных материалов и как источник кремнезема при изготовлении керамики (по 3).

В сухом веществе основных зерновых культур, возделываемых в средней полосе России, содержание кремния варьирует от 0,70 до 12,7 %, в том числе пшеницы до 5,5 %, озимой ржи до 3,5 %, овса до 12,7 %, ячменя до 6,7 %, сахарной свеклы до 0,7 %, люцерны до 0,75 %.

Тем не менее, долгое время исследователи считали кремний ненужным растениям. И даже до настоящего времени в учебниках по агрохимии кремний относится к элементам, условно необходимым растениям. Доводом при этом являлось то, что растения удавалось выращивать на питательных средах без кремния. Только исследования, проведенные с тщательно очищенными реактивами и в парафинированных (или платиновых) сосудах позволили установить, что кремний необходим растениям и без него растения плохо развивались, развивались различные заболевания и т.д. В 1922 году В.И. Вернадский отнес кремний к элементам – биофилам, безусловно необходимым растениям (2).

Однако, невзирая на то, что кремний поглощается растениями в количествах, часто превышающих величину поступления азота, фосфора и калия, количество исследований, касающихся механизмов поступления в растения и его функциональной роли в растениях крайне мало.

Ассимиляция кремния растениями носит как пассивный (механический), так и активный (метаболический) характер. В первом случае кремний в форме водного раствора кремниевой кислоты (монокремниевой кислоты) попадает в транспирационные потоки чисто физическим путем за счет пассивной диффузии и переноса массы, концентрируясь вдоль проводящих сосудов и в периферийных тканях растений. Во втором случае его ассимиляция является физиологическим процессом, приводящим к образованию органических производных кремния и его отложению в специфических тканях растений.

Исследования В.В. Матыченкова (2008) показали, что растения поглощают низкомолекулярные кремниевые кислоты и их анионы не только через корневую систему, но и поверхность листьев, если опрыскивать их кремнийсодержащими водными растворами (таблица).

Содержание общего кремния в различных органах ячменя (% от сухой массы). Матыченков В.В., 2008 г.

Орган растения	Контроль	Поглощенный Si через корни	Поглощенный Si через листья
Лист	1,32 ± 0,02	1,52 ± 0,02	1,58 ± 0,02
Стебель	0,92 ± 0,02	1,03 ± 0,02	1,05 ± 0,02
Корень	1,54 ± 0,02	1,93 ± 0,02	1,84 ± 0,02

Этот же автор обращает внимание на высокую химическую активность растворимых соединений кремния. Известно, что матрицы геля кремниевых кислот могут играть роль катализатора для ряда реакций, которые необходимы при органическом синтезе: реакций циклизации, перестановки функциональных групп, восстановления, окисления, конденсации, гидратации, дегидратации, формулирования, защиты функциональных групп и т.д.

Одной из важных функций активных форм кремния является стимуляция корневой системы. Оптимизация кремниевого питания приводит к увеличению массы корней (6) их общей и рабочей адсорбирующей поверхности (4). В

опытах В.В. Матыченкова при улучшении кремниевого питания растений количество вторичных и третичных корешков увеличивалось на 20–100 % и более.

Оптимизация кремниевого питания положительно влияет на ряд физиолого-биохимических показателей растительной клетки, механизм которых до конца не раскрыт. Предполагается его связь с изменением активности ферментов: Si усиливает фотосинтез растений, повышая устойчивость молекул хлорофилла, воздействует на азотный, фосфорный и калийный обмены (1).

Основной функцией Si в растениях является повышение их устойчивости к любым неблагоприятным условиям. Он способствует повышению засухоустойчивости растений, устойчивости к поражению грибными заболеваниями, насекомыми вредителями, полеганию, низким или высоким температурам. 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 (7).

По мнению В.В. Матыченкова (2008) в растениях существует кроме механической также биохимическая защита, обусловленная подвижными кремниевыми соединениями. 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 комплексов K1 и K2 на его основе в качестве кремниевого удобрения способствовало снижению пораженности растений сахарной свеклы церкоспорозом на 29–36 % в сравнении с контролем, тогда как использование СЗР на фоне минеральных удобрений – только на 11 %. Диатомитовый порошок при применении как отдельно, так и с биологическими перепаратами способствовал снижению заболеваемости корневыми гнилями ячменя до 25 %.

Литература:

1. Алешин Н.Е. Кремниевое питание риса // Сельское хозяйство за рубежом. Растениеводство, 1982. № 6. С. 9–14.
2. Вернадский В.И. Избранные сочинения. М.: Наука, 1954, 1960. Т. 1–4.
3. Воронков М.Г., Зелчан Г.И., Лукевич Э.Л. Кремний и жизнь. Рига: Зинатне, 1978. 587 с.
4. Кудинова Л.И. Влияние кремния на рост, величину площади листьев и адсорбирующую поверхность корней растений // Агрохимия, 1975. № 10. С. 117–120.
5. Матыченков В.В. Роль подвижных соединений кремния в растениях и системе почва–растение. Автореф. на соискание ученой степени доктора биологических наук. Пушино, 2008. 34 с.
6. Adatia M.H., Besford R.T. The effects silicon on cucumber plants grown in recirculating nutrient solution // Ann. Bot., 1986. V. 58. P. 343–351.

7. Yoshida S. Chemical aspects of the role of silicon in physiology of the rice plant // Bull. Nat. Inst. Agric. Sci., 1965. Ser. B. № 15. P. 1–58.

УДК 631.46 + 632.9

РОЛЬ ПОЧВЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ В ПИТАНИИ
РАСТЕНИЙ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ ПРИ
ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР
THE ROLE SOIL MICROORGANISMS IN NOURISHING PLANTS
AND USE OF BIOREMEDIES IN CULTIVATING CROPS

А.Х. Куликова

A.K. Kulikova

Ульяновская ГСХА

Ulyanovsk state academy of Agriculture

The role of microorganisms living in the soil in supporting the stability of ecology (agronomy) systems and circulation of main nutrients has been shown in the article. The data on efficiency of bioremedies on the basis of strains- natural inhabitants of biocenosis or their metabolites in cultivating crops have been given.

Почва – уникальная по своим физическим и химическим свойствам полидисперсная многокомпонентная система, представляющая идеальную среду для существования подавляющего большинства микроорганизмов, причем самых разнообразных по своим потребностям. В любом комочке почвы одновременно присутствуют аэробные и анаэробные, термофильные и психрофильные, кислотофильные и алкалофильные, автотрофные и гетеротрофные, зубактерии и архебактерии, прокариоты и эукариоты.

Современное естествознание признает особую роль почвообитающих микроорганизмов в поддержании стабильности не только наземных экосистем, но биосферы в целом. Столь важная роль почвенных организмов обусловлена следующими особенностями:

- по содержанию биомассы населяющие сушу организмы превосходят океан в 750 раз, хотя на долю последней приходится только одна треть поверхности Земли. «Сгущение» жизни в почвах на несколько порядков выше, чем в других природных средах (Добровольский, Никитин, 1990). Например, в 1 г почвы содержится 3–90 млн. бактерий, 0,1–35 млн. актиномицетов, 8–1000 тыс. микроскопических грибов, 100 тыс. водорослей, 1,5–6 млн. простейших. Масса бактерий примерно составляет 10 т/га; такую же массу имеют микроскопические грибы; масса простейших достигает порядка 370 кг/га и т.д. (Черников и др., 2000);

- 60–90 % биомассы Земли представлено микроорганизмами (бактериями, микроскопическими грибами, водорослями и простейшими), населяющими главным образом почву. При этом плотность заселения почв микроорганизмами во многом определяет численность и видовое разнообразие всех других ее обитателей, в том числе растений и животных (Умаров, 1999);

- микроорганизмы во много раз превосходят растения и животные по сво-