Микроэлементы

Микроэлементы – это группа химических элементов, которые содержатся в организме человека и животных в очень малых количествах, в пределах 10-3-10-12%. Единственной характерной чертой микроэлементов является их низкая концентрация в живых тканях (3).

Способы применения микроэлементов могут быть различными: некорневая подкормка в течение вегетации, предпосевная обработка семян путем опыления или увлажнения и внесения микроэлементов в почву. Самыми рациональными и экономически выгодными являются первые два приема. Путем применения этих двух приемов растения используют 40-100% всех микроэлементов, но пр внесение их в почву растения усваивают лишь несколько %, а в некоторых случаях даже десятые доли % от внесенного в почву микроэлемента. Внесение в почву легкорастворимых солей оказалось нецелесообразно (5).

Накопление микроэлементов в пищевых продуктах растительного происхождения происходит в зависимости от вида почвы, ее физических свойств и химического состояния, географического расположения района, климатических условий, от вида, сорта и стадии вегетации растений, применяемых удобрений, источников орошения и других факторов (38).

Роль микроэлементов в обменных процессах у растений.

Изучение значения микроэлементов в обмене веществ растений необходимо для выявления новых возможностей управления их продуктивностью, поскольку микроэлементы могут выступать и как специфические и как неспецифические регуляторы обмена веществ.

Во многих жизненных процессах, происходящих в растениях на молекулярном уровне, микроэлементы принимают самое активное участие. Действуя через ферментную систему или непосредственно связываясь с биополимерами растений, микроэлементы могут стимулировать или ингибировать процессы роста, развития и репродуктивную функцию растений.

Составной частью общебиологической проблемы выяснение значения микроэлементов в отдельных звеньях обмена веществ является вопрос о взаимодействии микроэлементов с ДНК. Актуальность этого аспекта определяется действием ионов металлов во многих биологических процессах, происходящих с участием нуклеиновых кислот. Ионы металлов можно рассматривать как фактор, участвующий в создании необходимой для выполнения биологической функции конформации макромолекулы.

В связывании цинка (11) молекулой ДНК участвует атом N1 гуанина и N7 аденина. При возрастании концентрации ионов металлов в полинуклеотидных тяжах возникают одиночные разрывы, которые являются централями деспирализации биополимера. Взаимодействие марганца (11) с фосфатными группами и с гуанином, структурирование гидратной оболочки обусловливает сложную зависимость параметров конформационных переходов от количества ионов металла (12).

Удаление молибдена из питательной среды вызывает понижение активности нитратредуктазы, совершенно отличное от понижения активности, вызванного удалением молибдена из интактного фермента, например диализом против цианида. В последнем случае активность инактивированного фермента может почти полностью восстанавливаться, добавляя металл к белку, тогда как в случае недостаточности молибдена добавление металла к бесклеточному экстракту не оказывает никакого действия (32).

Проведенные исследования дают основание заключить, что молибден оказывает ингибирующее действи на ДНК-азы и РНК-азы за счет образования комплексов молибдат-ионов с функциональными группами ДНК-азы и РНК-азы. Образование комплексов молибдат-ионов с ДНК и РНК, по-видимому, защищает фосфодиэфирные связи полинуклеотидов от атакуемости их гидролизирующими ферментами(12). Молибден такжевлияет на фосфорный обмен у растений, являясь ингибитором кислых фосфатид, в результате чего у высших растений недостаточность его влияет на

Под влиянием бора в растениях увеличивается сумма флавинов за счет флавинадениндинуклеотида (ФАД), что свидетельствует о частичном превращени рибофлавина в флавиновые нуклеотиды, а также об усилении активности фавиновых ферментов, содержащих ФАД в качестве кофермента. Количество общего рибофлавина в листьях салата под влиянием бора увеличилось в 4 раза, прочно связанной с белком формы – в 3,8 раза, ФАДа – в 4 раза.

Была обнаружена положительная корреляция между активностью ферментной системы синтеза индолилуксусной кислоты и наличием в инкубационной среде цинка и индолилпировиноградной кислоты (12).

Показано, что содержание углеводов в тканях растений тесно связано с поступлением бора с питательными веществами. Листья растений с недостаточностью бора содержат обычно много сахаров и других углеводов, по-видимому, эти вещества по какой-то причине не переместились из листьев.

Гош и Даггер высказали предположение, что основная функция бора заключается в перемещении сахаров, которое осуществляется благодаря образованию углеводно-боратного комплекса, облегчающего прохождение сахара через мембрану. Авторы допускают, что либо углеводно-боратный комплекс может перемещаться из клетки в клетку, либо бор представляет собой компонент мембран, вступающий во временную связь с углеводом и осуществляющий таким образом его прохождение через мембрану. Авторы считают последний механизм действия бора более вероятным (37).

Марганец активирует обратное карбоксилирование ди- и трикарбоновых кислот, способствует восстановительному карбоксилированию пировиноградной кислоты в яблочную или щавелевую кислоту. Повышает активность фермента аргиназы, катализирующей превращение аргинина в орнитин, из которого синтезируется пирролидоновое кольцо тропановых алкалоидов. Он активирует фосфатглюкомутазу, энолазу, лецитиназу, аминопептидазу (11). Под влиянием марганца отмечено понижение содержания РНК в ядрах и увеличение в рибосомах. Отмечается также тенденция к повышению содержания ДНК под влиянием марганца. По-видимому, ДНК в данном случае слабее утилизируется (21).

Взаимосвязь микроэлементов и накопления в растениях биологически активных веществ.

Для дикорастущих лекарственных растений изучение влияние геохимических факторов на продуцирование растениями действующих веществ позволило разработать рекомендации по заготовке сырья именно в тех районах ареалов, где они отличаются высоким содержанием БАВ, а при возделывании лекарственных растений это создает предпосылки для направленного влияния на биогенез действующих веществ путем использования соответствующих микроудобрений.

Уже в 1955 г. Г. Бертранд отмечал, что наперстянки, выросшие на почве, богатой марганцем, отличаются повышенной биологической активностью. А проведенные исследования выявили, что представители рода наперстянки избирательно накапливают марганец, молибден и хром.

Введение марганца и молибдена вызывает стимуляцию активности фермента, ответственного за синтез коэнзима А, что в свою очередь приведет к увеличению содержания сердечных гликозидов (18).

Лучшими дозами бора для мяты перечной являются 0,1-0,3 мг/кг почвы, в результате чего урожай листьев увеличивается на 11%, а содержание эфирных масел – на 0,24%. Дальнейшее увеличение бора в питательной смеси снижает урожай листьев, а содержание эфирных масел находится на прежнем уровне. Для цинка оптимальная доза – 2,2 и 8,8 мг/кг. Урожай мяты в этих вариантах повышается на 19%, дальнейшее увеличение доз цинка приводит к понижению веса листьев и повышению содержания эфирных масел на 0,5% (8).

Особую ценность для красавки представляет наличие микроэлементов – железа, марганца, кобальта, меди. Как и для других алкалоидоносных растений, для красавки характерно значительное накопление меди. Наиболее эффективным их микроэлементов является бор, вызывающий значительное увеличение содержания алкалоидов, затем следует молибден и марганец. Одновременно в обработанных растениях увеличивается и содержание микроэлементов. Установлено, что качественный состав алкалоидов в контрольных и обработанных микроэлементами растений на меняется (17).

В случае подкормки черной смородины микроэлементами снижение концентрации аскорбиновой кислоты при созревании составило 10-20%. В результате этого при подкормке микроэлементами в зрелых ягодах сохраняется необычно большое содержание аскорбиновой кислоты, особенно в случае подкормки йодом (до 510 мг%), тогда как при отсутствии подкормки при созревании ягод содержание аскорбиновой кислоты снижается почти до обычных значений (255 мг%) (10).

Сочетание кобальта с фосфорно-калиевым удобрением повышает урожай люцерны на 288,4% по отношению к контролю, на 242,7% превосходя действие одного кобальта. Одновременно с ростом урожая шел усиленный синтез азотистых веществ, повысилось содержание протеина и белка (4).

Обработка координационными соединениями меди и кобальта приводила к ускорению наступления фаз развития, увеличилось число вполне сформировавшихся коробочек у хлопчатника. Отмечено повышение урожайности на 10-15%, крепости волокна и его зрелости, а также маслянистости семян (2). Под влиянием цинка происходит увеличение общей суммы углеводов в листьях и плодовых органах хлопчатника. Это увеличение происходит, с одной стороны, за счет моноз и сахарозы, с другой стороны, за счет гемицеллюлозы. Содержание крахмала при этом остается без изменений (26).

Применение марганца и бора существенно улучшает качество проса только в первый год действия за счет увеличения сырого белка в зернах. От внесения марганца количество сырого белка увеличивается на 0,8-1,8%, от бора – 0,1-0,3% (25).

Замачивание раствором сульфата меди (10 мг/л) семян озимой пшеницы с низким содержанием меди значительно повышает содержание свободного триптофана. Следует отметить, что обработка семян медью с относительно высоким естественным ее содержанием была значительно менее эффективной, а в ряде опытов наблюдалось угнетающее действие ее на продуктивность семян (13).

В ранний период роста бор, молибден и цинк увеличивают содержание углеводов, особенно сахарозы в листьях кукурузы. Молибден значительно повышает содержание крахмала. Под влиянием марганца значительно увеличивается содержание ДНК и РНК (10).

Все микроэлементы (марганец, бор, молибден, цинк) повышают урожай шишек хмеля. Прибавка в среднем за два года составила 10-22%. Особенно эффективными оказались молибден и цинк (21-22%). Марганец способствует большему накоплению глютатиона и восстановительной формы аскорбиновой кислоты, также благоприятствует большему накоплению горьких веществ в шишках хмеля, главным образом за счет наиболее ценных компонентов этого комплекса (31). Повышение горьких веществ в шишках вызывают и молибден с бором (повышается на 3,3-3,4%) (24).

В результате анализов выяснилось, что бор, медь и молибден способствует накоплению в корнеплодах моркови каротина, сахаров и минеральных веществ. Так, под влиянием бора содержание каротина в корнеплодах (в зависимости от почвенных и климатических условий) повышается от 0,6 до 2,1 мг%, а количество сахара увеличивается до 0,8%. Причем увеличение шло за счет сахарозы (20).

Таким образом установлена взаимосвязь между содержанием в почве отдельных химических элементов и продуцированием растениями отдельных групп биологически активных веществ (БАВ). Растения, продуцирующие сердечные гликозиды, избирательно поглощают марганец, молибден, хром; продуцирующие алкалоиды – медь, марганец, кобальт; сапонины – молибден, ванадий; терпеноды – марганец; кумарины, флавоноиды и антраценпроизводные – медь; витамины – марганец, медь; полисахариды – марганец, хром (18).

Литература:

1. Д.Т. Абдурахимов, З.А. Ашенов, Т.Э. Астанакулов, Э.П. Узаков «Микроэлементы и продуктивность картофеля»// кн «Микроэлементы в биологии и их применение в сельском хозяйстве и медицине», Самарканд, 1990г.- с 108-109
2. А.А. Абзалов, Р.И. Хасанов, Т.П. Пирохунов «Значение координационных соединений микроэлеменов в питании хлопчатника» // кн «Микроэлементы в биологии и их применение в сельском хозяйстве и медицине», Самарканд, 1990г.- с 109-110
3. А.П. Авцын, А.А. Живоронков, М.А. Реми, Л.С. Строчкова «Микроэлементозы человека», М.: Медицина, 1991г.- 496с.
4. Н.М. Андреева «Влияние микроэлементов на азотистый обмен и развитие люпина» // кн «Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине», Киев: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы Укр ССР, 1963г.- 690с
5. П.И. Анспок «Совершенствование способов применения микроэлементов в растеневодстве» // кн «Микроэлементы в биологии и их применение в сельском хозяйстве и медицине», Самарканд, 1990г.- с 115-116
6. Ш.Х. Балтабаев «Влияние микроэлементов на качество семян хлопчатника и урожай его потомства» // кн «Микроэлементы в биологии и их применение в сельском хозяйстве и медицине», Самарканд, 1990г.- с 122-124
7. «Биологическая роль микроэлементов», М.: Наука, 1983г.- 238с
8. Э.С. Бойченко «Влияние микроудобрений на урожай и качество мяты перечной» // кн «Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине», Киев: Наукова думка, 1968г.- 220с
9. П.Н. Вардья «Роль меди в обмене веществ ячменя» // кн "Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине", Киев: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы Укр ССР, 1963г.- 690с
10. К.Л. Визир, З.М. Климовицкая «действие марганца на рост и развитие растений на различных этапах их онтогенеза» // кн "Микроэлементы в жизни растений, животных и человека", Киев: Наукова думка, 1964г.- 324с
11. П.А. Власюк «Научные исследования и задачи по проблеме «Биологическая роль микроэлементов в жизни растений, животных и человека» // кн "Микроэлементы в жизни растений, животных и человека", Киев: Наукова думка, 1964г.- 324с
12. П.А. Власюк, В.А. Жидков, В.И. Ивченко, З.М. Климовицкая, М.Ф. Охрименко, Э.В. Руданова, Т.Н. Сидоршина «Участие микроэлементов в обмене веществ растений»// кн «Биологическая роль микроэлементов», М.: Наука, 1983г.- 38с
13. М.С. Гамаюнова «Обогащение семян медью и связь ее с динамикой свободного троптофана при их прорастании» // кн "Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине", Киев: Наукова думка, 1966г.- с 97-107
14. Гигиена внешней среды, Ростов-на-Дону, 1977г.- 22с
15. М.Б. Гилис, Н.П. Радченко «Влияние микроэлементов на рост, развитие и некоторые биохимические особенности кукурузы и сахарной свеклы в условиях Западной лесостепи Украины» // кн "Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине", Киев: Наукова думка, 1968г.- 220с
16. О.И. Голяницкий, Р.Н. Туманова «Влияние микроэлементов на содержание аскорбиновой кислоты и катехинов в черной смородине»// кн «Микроэлементы и их применение», Оренбург, 1972г.- 114с
17. Н.И. Гринкевич, Л.И. Боровкова, И.Ф. Грибовская «Влияние микроэлементов на содержание алкалоидов в красавке»// журн Фармация, 1970.- №5.- с 41-47
18. Н.И. Гринкевич, А.А. Сорокина «Роль геохимических факторов среды в продуцировании растениями биологически активных веществ»//кн «Биологическая роль микроэлементов», М.: Наука, 1983г.- 238с
19. П.В. Иванов «Закономерности накопления олова растениями Дальнего востока» // кн "Микроэлементы в биологии и их применение в сельском хозяйстве и медицине", Самарканд, 1990г.- с 33-34
20. Н.Р. Кисис «Влияние бора, меди и молибдена на некоторые овощные культуры в условиях Латвийской ССР"// кн "Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине", Киев: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы Укр ССР, 1963г.- 690с
21. З.М. Климовицкая, М.И. Ковальчук «Нуклеиновый обмен растений в связи с особенностями питания их некоторыми макро- и микроэлементами» // кн "Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине", Киев: Наукова думка, 1966г.- с 60-72
22. З.М. Климовицкая, З.И. Любанова, Л.М. Прокопивнюк «Биосинтез РНК, ДНК и белка в зависимости от условий фосфорного и марганцевого питания» // кн "Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине", Киев: Наукова думка, 1968г.- 220с