# МИКРОУДОБРЕНИЯ

План занятия:

1. Значение микроэлементов для растений, необходимость их применения.

2. Для основных микроэлементов (бор, медь, цинк, марганец, молибден, кобальт) - роль в питании растений и повышение устойчивости к болезням; содержание в почвах; основные микроудобрения; применение в связи с почвенными условиями и биологическими особенностями растений.

**1. Значение микроэлементов для растений, необходимость их применения.**

Микроэлементы – это необходимые элементы питания, находящиеся в растениях в тысячных-стотысячных долях процентов и выполняющие важные функции в процессах жизнедеятельности. Микроэлементы принимают участие во многих физиологических и биохимических процессах, являются обязательной частью многих ферментов, витаминов, ростовых веществ, поэтому недостаток того или иного из них отрицательно сказывается на величине урожая и его качестве. Влияют на поступление NРК. Какие же предпосылки применения микроэлементов?

Недостаток микроэлементов вызывает ряд болезней растений и нередко приводит к гибели. Применение соответствующих микроудобрений не только устраняет возможность болезней, но и обеспечивает получение более высокого урожая лучшего качества.

Применение высоких доз азотных, фосфорных и калийных удобрений часто не дает ожидаемых прибавок урожая из-за недостатка в почве микроэлементов.

Систематическое применение минеральных удобрений, увеличивая вынос основных элементов питания, приводит постепенно к снижению содержания микроэлементов в почве.

При современных технологиях имеется возможность совмещения применения микроэлементов с другими обязательными агротехническими приемами – предпосевным протравливанием семян, применением гербицидов и фунгицидов, некорневых подкормок минеральными удобрениями, то есть дополнительные затраты будут практически равняться стоимости микроудобрений.

Главными критериями степени обеспеченности растений микроэлементами является наличие подвижных форм микроэлементов. К сожалению содержание в подвижной форме чаще всего составляет Сu, Mo, Co и Zn - 10 – 15 % их валового содержания в почве и для В – 2 – 4 % и зависит от типа почвы, характера материнской породы, растительности и микробиологической активности почвы.

При нарушении питания растений микроэлементами происходит снижение поступления основных элементов питания, в частности NН4 – NО3 азота.

При насыщенности 1 га севооборота 5 т навоза культуры практически полностью обеспечиваются всеми микроэлементами.

**2. Для основных микроэлементов (бор, медь, цинк, марганец, молибден, кобальт) - роль в питании растений и повышение устойчивости к болезням; содержание в почвах; основные микроудобрения; применение в связи с почвенными условиями и биологическими особенностями растений.**

К основным микроэлементам, применяемым в сельском хозяйстве относятся В, Мn, Mo, Co, Zn и Cu.

Бор. При отсутствии ничтожных количеств этого элемента в доступном для растений состоянии в почве ни одна культура не заканчивает своего развития, т.е. не образует семян, потому что бор усиливает рост пыльцевых трубок, прорастание пыльцы, увеличивает количество цветков и плодов и тем самым обеспечивает процесс оплодотворения у цветовых. Среди физиологических функций бора отмечены: участие в кислородном дыхании тканей и транспорте углеводов из пластин, предотвращение отмирание точки роста и желтение листьев у отдельных культур, нарушение анатомического строения растений, регулирует синтез азотистых веществ нуклеиновый обмен, повышает содержание хлорофила в листьях, положительно влияет на активность ферментов.

Бор необходим растениям в течение всей их жизни. Он не может реутилизироваться в растениях, поэтому при его недостатке страдают прежде всего молодые растущих органы.

Содержание бора в растениях колеблется от 2 до 60 мг на кг сухого вещества. Особенно чувствительны к недостатку бора – подсолнечник, кормовые корнеплоды, сахарная свекла, люцерна, рис, овощные и ягодные культуры.

Симптомы борного голодания разнообразны, однако имеется ряд общих признаков: остановка роста корня и стебля, хлороз верхушечной части роста, за погорым следует ее отмирание. Растение сильно кустится, но вновь образовавшиеся побеги вскоре также приостанавливаются в росте.

Бор повышает устойчивость их к различным заболеваниям: бактериозу, сухой гнили, дуплистости, усыханию верхушек, гнили сердечка и порче корнеплодов, пожелтение у люцерны, отмирание точек роста, белой и серой гнили у подсолнечника.

Черноземы Юга России отличаются низким содержанием бора и при выносе со средним урожаем с.-х. культур (30 – 150 г/га) растения не находят нужного количества в почвенном растворе. Они нормально растут при содержании бора 0,5 – 1,0 мг/кг почвы в водорастворимом состоянии. Во всех типах и подтипах черноземных и каштановых почв содержание бора колеблется в пределах 1,3 – 6,8 мг/кг почвы и они характеризуются как низкообеспеченные этим элементом питания для всех с.-х. культур. На поглощение бора существенно влияют: рН среды (с увеличением рН поглощение снижается), температура (больше 28°), засухи. Среди источников пополняющим содержание бора в почве можно назвать органические удобрения, печную золу, некоторые калийные удобрения.

Борные удобрения могут быть использованы для внесения в почву, для предпосевной обработки семян и для некорневых подкормок. Для внесения в почву широко применяют: гранулированный боросуперфосфат светло-серые гранулы (18,5 – 19 % Р2О5 и 1,5 % Н3ВО3) и боромагниевые удобрения - рассыпчатый порошок светло-серого цвета (13 % Н3ВО3 и 20 % окиси магния). Доза внесения 3 – 3,5 ц/га, и при рядковом – 0,8 ц/га.

Обработку семян перед посевом проводят 0,05 % раствором борной кислоты в сочетании с протравливанием их ядохимикатами. Внекорневую подкормку в период вегетации проводят борной кислотой из расчета 100 – 200 г/га. Сахарную свеклу подкармливают в период хорошо развитой ботвы, кукурузу – в фазу выметывания метелок, горох – в период бутонизации, подсолнечник – во время образования корзинок.

Борные удобрения значительно повышают урожайность и качество продукции – сах. Свеклу – на 25 – 50 ц/га, кукурузу – на 4,7 – 6,1 ц/га, подсолнечника – 1,1 – 2,8 ц/га.

Медь. Несмотря на незначительное содержание Сu (около 0,002 %) и небольшой вынос различными растениями порядка 7 – 327 г/га в зависимости от видовых особенностей с.-х. культур элемент играет важную роль в питании растений. 70 % всей меди в листьях сконцентрировано в хлоропластах. Выполняет ряд функций в азотном обмене, повышает устойчивость растений к полеганию, способствует увеличению засухоустойчивости, морозо- и жароустойчивости растений. Медь активизирует деятельность витаминов группы В, влияет на белковый углеводный обмен, повышает энергию фотосинтеза, дыхание растений и их устойчивость к грибным заболеваниям – злаковых головней и ржавчиной, картофеля – к фитофторозу, увеличивает активность защитной реакции Недостаток меди приводит к исключительно резкому снижению урожайности зерна озимой пшеницы и исключает получение сильного зерна озимой пшеницы. Медь способствует формированию клубеньков на корнях бобовых.

Недостаток меди вызывает задержку роста, хлороз, потерю тургора и увядания растений, задержку цветения и гибель урожая. У злаковых растений при остром дефиците меди происходит побеление кончиков листьев и не развивается колос (белая чума), у плодовых при недостатке меди появляется суховершинность.

Особенно чувствительны к недостатку меди злаковые культуры зернобобовые, кукуруза, многолетние травы, овощные и технические. Содержание меди в растениях составляет 1,5 – 26 мг/кг сухого вещества.

Содержание подвижной меди в почвах колеблется от 0,05 до 14 мг/кг почвы. Доступными формами меди является ее водорастворимые соединения инаходящиеся в обменном состоянии, эта часть ее не превышает 1 – 10 % от общего наличия. На черноземах юга России растения испытывают недостаток меди при содержании менее 2 – 5 мг/кг почвы, на почвах каштанового комплекса – менее 1,5 – 4,0 мг/кг почвы. На доступность меди оказывают влияние рН почвенного раствора, содержание кальция. При рН 7,0 или выше свободной Сu2+ в почвенном растворе ничтожно мало. При нарушенных соотношениях в почве между Cu и Fe, Mo, Zn, Mn, возникает антогонизм, нарушающий поглощение корнями элементов питания.

При внесении медных удобрений урожай пшеницы повышается на 2 – 5 ц/га, ячменя – на 2 – 3 ц/га, овса – на – 4 – 6 ц/га, зеленой массы кукурузы – на 21 %, а початков – на 9 – 13 %. Значительно повышается урожайность подсолнечника сахарной свеклы, гороха, овощных и плодово-ягодных культур.

Медные удобрения можно вносить в почву, использовать для обработки семян и внекорневых подкормок. Для внесения в почву можно использовать пиритные огарки (5 – 6 ц/га) – рассыпчатый порошок красно-коричневого цвета (0,2 – 0,7 % Cu), шлаки медеплавительных заводов (0,2 – 0,5 % Cu).

Семена обрабатывают методом опрыскивается (0,02 – 0,1 %) или опудриванием (100 – 200 г/ц семян медным купоросом (25,4 % Cu) обычно совмещают с протравливанием семян.

При внекорневых подкормках берут 200 – 300 г CuSO4 на 100 л воды или 300 – 400 л при наземном опрыскивании на пропашных культур проводят в ранние периоды развития растений, но при достаточно развитой листовой поверхности.

Марганец. Играет важную роль по поддержанию в клетках растений необходимых окислительно-восстановительных процессов. Марганец способствует избирательному поглощению ионов из внешней среды, влияние на транспорт фосфора из стареющих листьев в молодые. Среднее содержание Mn в растениях 10 мг/кг массы и сосредоточено в основном в листьях и хлоропластах. Участвует в реакциях биологического окисления, в фотосинтезе, увеличивает содержание сахаров, хлорофилла, прочность его связи с белком, улучшает отток сахаров, усиливает интенсивность дыхания.

Марганец положительно влияет на плодоношение растений, на передвижение фосфора к репродуктивным органам, повышает водоудерживающую способность тканей, снижает транспирацию.

При остром недостатке Mn отмечены случаи полного отсутствия плодоношение у капустных, томатов, гороха и других культур. В растения Mn поступает в относительно больших количествах, чем другие микроэлементы (8 – 325 мг/кг сухого вещества).

При недостатке Mn на молодых листьях появляются хлоротичные пятна, края листьев загибаются кверху, потом буреют и ткань отмирает. Особенно чувствительным к недостатку Mn зерновые (овес), корнеплоды, картофель, овощные и технические культуры. Mn ускоряет развитие растений, препятствует проявлению хлороза, серой пятнистости злаков, пятнистой желтухи сахарной свеклы, повышает устойчивость картофеля к фитофторозу, мозаики томата, фурца; хлебных злаков и головневым грибом способен вызывать распад мицелия грибов в тканях растений.

Чернозем Юга России отличаются очень низким содержанием Mn (0,03 – 0,1 %) при значительном поглощении его культурными растениями. На почвах с нейтральной и щелочной реакцией (рН 6 – 8) происходит угнетение с.-х. культур из-за недостатка доступных форм Mn, т.к. его содержание не более 10 % от валового содержания Mn поглощается в виде Mn2+. Его содержание в почвах составляет 8 – 27 мг/кг почвы, что соответствует средней обеспеченности для большинства с.-х. культур.

На содержание в почве Mn оказывает влияние рН почвенной среды – более 8 оказывает угнетающее влияние на поступление его в растение как и при высоких температурах.

Mn удобрения увеличивают урожай зерна озимой пшеницы на 1,5 – 7 ц/га, сахарной свеклы – на 10 – 15,7 ц/га. наряду с повышением урожайности Mn удобрения наряду с повышением урожайности способствуют улучшению качества получаемой продукции, повышают содержание белка, сахаров, клейковины, жиров и витаминов.

В качестве удобрений используют: MnSO4 – мелкокристаллическая соль (32,5 % Mn),марганизированный суперфосфат, гранулы светло-серого цвета (Р2О5 – 18,7 – 19,2 % и 1,5 – 2 % Mn2+; марганизированная нитрофоска (0,9 % Mn).

Под сахарную свеклу, зерновые, масличные и овощные применяют марганизированный суперфосфат – 2 – 3 ц/га под плуг или допосевную культивацию и 0,5 – 1,0 ц/га в рядки при посеве. Предпосевная обработка семян методом опудривания: 50 г MnSO4 + 200 – 300 г талька. При опрыскивании семян – 50 г семян. При внекорневых подкормках расход сернокислого марганца 150 – 200 г/га.

Цинк. Вынос цинка с урожаем полевых культур составляет от 75 до 2250 г с 1 га. Входит в состав 30 ферментов, принимает участие в белковом, липоидном, углеводном, фосфорном обмене, биосинтезе витаминов, ростовых веществ, в процессе дыхания, повышает жаро- и морозоустойчивость растений. При недостатке цинка – уменьшается содержание сахарозы и крахмала, увеличивается от 6 до 50 мг на 1 кг сухого вещества. Играет важную роль в формировании органов размножения и плодоношения.

Повышенной чувствительностью к недостатку цинка относятся бобовые многолетние травы, гречиха, кукуруза, свекла, картофель, плодовые. Внешние симптомы недостатка: у злаковых наблюдается побеление или хлороз верхних листьев, у помидоров – мелколистность и скручивание листовых пластинок.

Цинк увеличивает активность защитной реакции, способен инактивировать токсины грибов и вызывать распад мацелия грибов в тканях растений снижают заболеваемость томатов бурой пятнистостью, картофеля к фитофторе.

Черноземы и почвы каштанового комплекса характеризуются очень низким содержанием Zn: валовое – 24 – 90 мг/т почвы, подвижных форм – 2 – 10 мг/кг почвы (10 – 15 % от валового содержания). Растения начинают нуждаются в Zn при содержании в черноземах менее 0,3 – 2,0 и менее 1,4 – 1,8 мг/кг почвы. В крае от 0,4 до 0,9 мг/кг почвы цинка.

С увеличением рН почвенного раствора концентрация подвижных форм Zn снижается. Отмечается антагонизм между содержанием в почве Zn и Р, Мо и Сu.

Внесение Zn удобрений повышает урожай зерна кукурузы на 5 – 7 ц/га, зерна пшеницы – на 1,5 – 2 ц/га. цинковые удобрения применяют путем некорневых подкормок растений и предпосевной обработки семян. Для некорневых подкормок на 1 га посева используют 100 г ZnSO4 (25 %) для подкормки озимой пшеницы и пропашных культур. Подкормку проводят в период бутонизации – цветения растений.

Для предпосевного опудривания 1 т семян используют 30 – 80 г сернокислого цинка и 200 – 400 г талька, цинковые микроудобрения, расходуя 14 семян 400 – 500 г препарата.

Молибден. Содержание элемента в растениях колеблется в пределах 0,1 – 300 мг/кг сухой массы. содержание Мо в количестве 1 г/кг сухой массы с.-х. продукции вредно для здоровья человека и животных.

Способствует биологической фиксации азота атмосферы, положительно влияет на фосфоритный и углеводный обмен, на синтез хлорофилла, каротина, нуклеиновой кислот. При резком дефиците Мо тормозится рост растений, не развиваются клубеньки на корнях, растение приобретает бледно зеленую окраску, листовые пластинки деформируются и листья преждевременно отмирают. Мо снижает поражение растений ржавчиной, головней.

Особенно чувствительны к недостатку молибдена люцерна, соя, горох, корнеплоды, капуста, рапс и др. культуры.

Черноземы и почвы каштанового комплекса юга России характеризуется очень низким содержанием молибдена – валовое колеблется в пределах 0,2 – 2,4 мг/кг почвы, подвижных форм – 0,1 – 0,27 мг/кг почвы. Растения начинают нуждаться в элементе при содержании менее 0,15 – 0,3 и менее 0,2 – 0,55 мг/кг почвы. Растения начинают нуждаться в элементе при содержании менее 0,15 – 0,3 и менее 0,2 – 0,55 мг/кг почвы соответственно. Мо в органической части почвы содержится в несколько раз больше, чем в минеральной.

Количество водорастворимых форм Мо при повышении щелочности почвенного раствора начинает снижаться вследствии увеличения количества молибдатов кальция Мо увеличивает поглощение NH4, фосфора, калия из почвы и удобрений.

Средняя прибавка урожая зерна гороха от применения молибдена составляет 2 – 3 ц/га, сена бобовых трав – 7 – 10 ц/кг Мо удобрения применяют путем обработки семян, некорневой подкормки растений и внесения в почву. Наиболее распространен молибдат аммония – мелкокристаллическая соль белого цвета (50 %), молибденозированный суперфосфат, грануллированный (Р – 18 – 20 и 0,1 – 0,2 % Мо). В почву и в рядки с семенами вносят молибден суперфосфат из расчета 50 кг/га. семена обрабатывают молибденкислым аммонием 50 г/ц семян. Для опрыскивания во время вегетации используют из расчета 200 – 300 г/га.