**ВИЗУАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ПРИЗНАКОВ НЕДОСТАТКА ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ У РАСТЕНИЙ**

Для благоприятного протекания всех процессов жизнедеятель­ности сельскохозяйственных растений требуются элементы ми­нерального питания в различном соотношении. Часто недостаток или избыток того или иного элемента или целого их ряда имеет внешние признаки. Любые отклонения в содержании питательных элементов от оптимального уровня вызывают нарушения биохимических и физиологических процессов в растениях, вследствие чего изменяется окраска листьев, появляются некротические пятна, может произойти потеря тургора. Изменения внешнего вида растений бывают настолько характерны, что могут служить признаком для определения различных нарушений минерального питания.

Голодание растений часто наблюдается при краткосрочном сдвиге оптимального соотношения элементов; оно может иметь место даже на высоком питательном фоне при неблагоприятном сочетании внешних факторов роста - освещенности, влажности, температуры, аэрации.

В практике достаточно часто имеет место избыточное поступление в растение таких элементов, как аммонийный азот, хлор, марганец, и некоторых других.

Потребности различных сельскохозяйственных культур в питательных элементах неодинаковы. Так, на одном и том же поле рожь дает хороший урожай и не проявляет признаков калийного голодания, а картофель не может нормально развиваться.

Те растения, по внешнему виду которых легко определить недостаток или избыток какого-либо элемента минерального питания, называют *растениями-индикаторами.*

При избытке азота растениями-индикаторами могут служить огурцы и кабачки, при недостатке - капуста белокочанная и цветная, кукуруза, картофель, черная смородина, яблоня, слива. Азотное голодание замедляет рост, вызывает мелколистность и окрашивание листьев в бледно-зеленый, желто-зеленый или желтый цвета. Начинается хлороз с жилок и межжилковых тканей; в первую очередь поражаются старые листья, затем молодые. О недостатке фосфора наиболее отчетливо сигнализируют такие растения, как томат, яблоня, крыжовник, брюква, турнепс. При этом наблюдаются ухудшение роста и появление мелких листьев. Цвет листьев становится темно-зеленым и голубым, появляются бурые и фиолетовые пятна, на месте которых впоследствии образуются некрозы. Фосфорное голодание чаще проявляется в холодную погоду сначала на старых листьях, потом на моло­дых.

При калийном голодании в значительной степени замедляется рост растений, желтеют, буреют и отмирают края нижних листь­ев. Наиболее заметен недостаток калия на капусте, картофеле, крыжовнике, свекле, люцерне, фасоли, красной смородине и яблоне. В первую очередь страдают старые листья, которые стано­вятся куполообразными, волнистыми, с краевым подпалом.

Недостаток кальция обнаруживается на побегах и корнях, цветках и плодах. Старые листья желтеют и отмирают, а у верх­них белеет кончик; наблюдается гниль плодов.

При магниевом голодании наблюдается характерная светло-зеленая или желтоватая окраска межжилковой ткани, в то время как сами жилки остаются интенсивно-зелеными. От недостатка магния в первую очередь страдают капустные, картофель, яблоня, крыжовник, черная смородина, виноград. Дефицит магния вы­зывает у проса оранжевую окраску листьев, а у черной сморо­дины и хлопчатника - пурпурно-красную.

Отсутствие необходимого количества железа характеризуется бледно-зеленой или желтой окраской верхушечных листьев плодо­вых деревьев с четкой сеткой зеленых жилок, но нижние листья остаются без изменений. Отмечается ослабление роста растений.

Недостаток бора более всего заметен на брюкве, турнепсе, сахарной и кормовой свекле, подсолнечнике, цветной и кормовой капусте, бобовых, плодово-ягодных, томатах, сельдерее, льне, ржи. Характерные признаки борного голодания - хлороз и от­мирание верхушечной точки роста, в результате чего растения при­обретают кустовидную форму. Корнеплоды поражаются сухой гнилью и дуплистостью, лен - бактериозом, цветная капуста - коричневой гнилью, бобовые культуры желтеют, у табака на­блюдается усыхание верхушки, а у подсолнечника отмирает точка роста.

Дефицит марганца характеризуется ярко выраженным хлоро­зом листьев, но жилки остаются зелеными. Признаки недостатка марганца из-за малой подвижности элементами наиболее проявля­ются на молодых листьях. Марганцевое голодание сказывается, прежде всего, на овсе, пшенице, картофеле, столовых и кормовых корнеплодах, кукурузе, капусте, бобовых, подсолнечнике, плодово-ягодных и цитрусовых культурах, ряде овощных культур. Например, у овса наблюдается серая пятнистость листьев, у са­харной свеклы - пятнистая желтуха.

Недостаток меди в большей степени отражается на клевере, луговом просе, бобовых, овощных культурах, овсе, ячмене, пше­нице, злаковых травах, конопле, льне, кормовых и столовых корнеплодах. Дефицит этого элемента обусловливает замедление роста, хлороз, потерю тургора и увядание, задержку цветения и гибель растений. У злаков недостаток меди вызывает усиле­ние кущения и бледно-зеленую окраску, при сильном дефиците меди наблюдается побеление кончиков листьев («белая чума» или «болезнь обработки»), колос не развивается. У плодовых при отсутствии меди развивается суховершинность. Признаки недостатка молибдена у бобовых растений весьма сходны с признаками азотного голодания. При сильном дефиците молибдена резко тормозится рост растений, они имеют бледно-зеленую окраску, происходят деформация и отмирание листьев, плохо развиваются или совсем не образуются клубеньки на кор­нях. Недостаток этого элемента особенно ярко проявляется па цветной капусте, бобовых и зеленных культурах, томатах, цит­русовых. У большей части культур развивается желтая пятни­стость листьев, у огурца - хлороз края листовых пластинок.

К недостатку цинка очень чувствительны плодовые культуры, особенно цитрусовые, а также кукуруза, соя, фасоль, гречиха, свекла, хмель, картофель, клевер луговой. Дефицит цинка вызы­вает мелколистность и розеточность у яблони, персика, айвы, вишни, пятнистость листьев у цитрусовых; побеление или хлороз верхних листьев, укорачивание междоузлий у кукурузы, мелколистность и скручивание листовых пластинок и черешков у томатов.

Внешние признаки голодания появляются на растениях из-за наруше­ния их питания и обусловлены недостатком или токсичным избытком какого-либо элемента. Элементы по их подвижности внутри растения делятся на две группы: реутилизируемые и слабореутилизируемые.

При недостатке реутилизируемых элементов они перемещаются в молодые, формирующиеся, более активно погло­щающие питательные вещества органы. К таким элементам относятся N, Р, К и Mg. Поэтому их недостаток, прежде всего и ярче всего, отражается на состоянии развитых, закончивших рост листьев.

Недостаток всех остальных, нереутилизируемых или слабореутилизируемых элементов сказывается на самых молодых, растущих частях растений. При избытке все элементы накапливаются в сформированных органах, и пото­му изменения их внешнего вида свидетельствуют об избытке, токсичности эле­мента.

Таким образом, прежде всего, следует установить, внешний вид каких частей растения нарушен. Затем уточняют, какого элемента не хватает по признакам, характерным для каждого элемента.

Прежде чем приступить к использованию показателей визуальной диагно­стики, необходимо убедиться, что растения не поражены болезнями или не повреждены вредителями, которые также изменяют внешний вид растений.

Угнетенное состояние растений может быть вызвано также засухой, кис­лотностью или щелочностью, засолением почвы, ухудшением дыхания корней из-за высокой плотности пахотного слоя, переувлажнением и т. д. Поэтому следует учитывать и погодные условия, агротехнику и мелиорацию почвы.

Рассмотрим признаки визуальной диагностики при остром недостатке или токсичном избытке разных элементов у основных сельскохозяйственных куль­тур.

**Недостаток азота.** У всех растений - однолетних, двулетних, многолет­них - при недостатке азота замедляется рост стеблей, ветвей и корней. По­желтение листьев (прежде всего нижних) из-за распада хлорофилла сменяется побурением, и листья засыхают. Заболевание распространя­ется на листья следующего яруса.

Общие признаки для всех растений такие: одревеснение стеблей, острый угол расположения листа к стеблю, задержка роста, уменьшение цветков и их быстрый опад, малое число ненормально развитых и окрашенных плодов. Весь цикл вегетации и созревания ускорен.

Соцветия *злаков* укорочены из-за раннего отмирания меристемы: колосья и початки укорочены сверху, а метелки снизу. Плохая озерненность. Зерна щуплые. Растение небольшое, стебель тонкий, жесткий, листья узкие, прижа­тые к стеблю. Стебли снизу могут иметь пурпуровый оттенок.

Характерное пожелтение нижних листьев *кукурузы* начинается с верхнего кончика листа и продолжается вдоль главной жилки, причем края листа неко­торое время остаются зелеными. Початки искривленные.

У *хлопчатника* при недостатке азота задерживаются рост, ветвление, обра­зование плодоэлементов. Листья, начиная с нижних, желто-бурые, потом от­мирают и опадают.

*Лен* имеет одревесневшие тонкие стебли с мелкими листьями, нижние листья желтые, затем становятся бурыми и отмирают.

У *картофеля* дефицит азота проявляется острее недостатков других эле­ментов. Резко задерживается рост: нижние листья сначала светло-зеленые, затем желто-зеленые, края закручены внутрь (чашеобразный лист); клубни мелкие.

Для *капусты белокочанной* и *цветной* недостаток азота характерен розо­во-желтыми нижними листьями, медленным ростом растений.

Общий габитус растений *огурца* и *томата -* веретенообразный; стебли тон­кие, жесткие; листья, начиная с нижних, желто-зеленые, желто-бурые; цветки мелкие, многие опадают. Плоды огурца светло-зеленые, искривленные, к концу заостренные, их кончик загнут. У томатов на обратной стороне желтых нижних листьев появляется антоциановая окраска. Рост задержан. Стебли постепенно краснеют.

*Лук* на недостаток азота реагирует рано. Растение медленно растет, листья мелкие, светло-зеленые, позднее буро-серые.

*Редис* при дефиците азота отличается мелкими желто-зелеными листьями и небольшим корнеплодом.

Из *плодовых* культур резче всех на недостаток азота реагирует персик. У него появляются признаки азотного голодания даже при задернении почвы и плохой ее обработке. У всех плодовых первые признаки недостатка азота проявляются в пожелтении листьев у основания побегов, в задержке приро­ста побегов. Листья расположены под острым углом к ветви. Листопад насту­пает рано. Резко изменяется число цветков и плодов. Побеги коричнево-крас­ные. Плоды мелкие, ярко окрашены.

У *земляники* недостаток азота вызывает слабое образование усов, покраснение и раннее пожелтение листьев.

**Избыток азота.** Проявляется избыток этого элемента у всех растений на нижних листьях: при буро-зеленом их цвете края пластинок буреют, загиба­ются к нижней стороне «обожженными» краями. Распад тканей листа от краев распространяется по всей пластинке, лист гибнет. Вегетация укорачивается.

**Недостаток фосфора.** Физиологическое проявление голодания начинается с нижних листьев. Листья зеленые с голубоватым оттенком (при достаточной обеспечен­ности азотом), но между жилками появляются бурые пятна, которые затем сливаются и листья засыхают. Весь цикл онтогенеза замедляется. Рост надзем­ных частей и корней ослабляется. Часто на стеблях, ветвях и снизу листьев появляется фиолетово-красная окраска. Края больных листьев при фосфорном голодании загибаются кверху.

Резко уменьшается образование и развитие репродуктивных органов. Цветки мелкие, опадающие, соцветия мелкие, плохо озерненные, обсемененные.

Початки у *кукурузы с* кривыми рядами зерен; сверху початок заострен, верхушка засыхает.

*Хлопчатник* карликового роста с темно-зелеными, бурыми нижними листьями. Коробочки мелкие, поздно созревают.

У *картофеля* ухудшается качество клубней, в мякоти образуются бурые пятна, которые при варке затвердевают.

У всех видов *капусты* вдоль жилок снизу старых листьев пурпуровая ок­раска. Рост задерживается.

При дефиците фосфора у *томата* сначала краснеют снизу старые листья, а позже - все растение. Плоды поздно развиваются, мелкие.

Недостаток фосфора у *бобовых* вызывает задержку роста (растения-кар­лики); покраснение стеблей. Цветение и плодоношение задержаны.

У *плодовых косточковых* культур плоды ненормально зеленые, иногда с ярким румянцем; у *цитрусовых* узкие мелкие листья с побуревшими концами, плоды с толстой бугристой коркой, мякоть мягкая, вздутая, кислая.

**Недостаток калия.** У всех растений появляется «краевой ожог» нижних листьев.

У *зерновых* культур листья морщинистые; стебли полегают. Приостановлен рост междоузлий, листья сближены. Развитие цветков и созревание зерна за­держано.

Для *кукурузы* характерна окраска сформированных листьев: края жел­тые, затем буреют, отмирают; у жилки лист зеленый (при недостатке азота - наоборот). Початки мелкие, щуплые, плохо озерненные, с заостренной верхуш­кой. Растения неустойчивы к полеганию.

У *хлопчатника* нижние листья с «краевым ожогом» свернуты вниз, на них крапчатость, а затем появляются бурые пятна отмерших тканей, так называе­мая хлопковая ржавчина при калийном голодании, листья становятся красно-бурыми, отмирают преждевременно, опадают. Коробочки недозревшие, мелкие, не раскрываются, волокно низкого качества. Высокое содержание кальция в почве обостряет калийное голодание, а натрия - смягчает его.

*Картофель* имеет узкие нижние листья, они плотно прилегают к стеблю, морщинистые, бронзово-зеленые с «краевым ожогом», свернуты вниз, края рваные. Рост замедляется, кусты мелкие. Столоны короткие, клубни мелкие.

У *овощных* культур нижние листья серовато-желтые с «краевым ожогом». Растения слабые, неустойчивые к болезням. Резко замедлен рост, снижается уро­жай. Ослаблен синтез крахмала и его передвижение в другие органы.

*Капуста:* становятся бронзовыми - края старых листьев, а затем листья бу­реют целиком.

*Огурец:* края листьев бронзовые, плоды одутловатые к верхушке и узкие к ветви.

*Томат:* листья мелкоморщинистые, мелкие плоды с темными пятнами на кожуре и в мякоти, плоды некрепкие.

*Лук:* старые листья с кончиков серовато-желтые или соломенно-желтые, позже лист подсыхает.

*Морковь:* нижние листья бледно-серые, закрученные.

*Свекла:* слаборазвитый, сбежистый корнеплод.

У *бобовых* после известкования обостряется потребность в калии. При остром дефиците калия отношение Са:К = 8:1 (норма Са:К < 4:1). Края нижних листьев с «краевым ожогом», рваные. У сои семена плохого качества. У люцерны, клевера рост останавливается раньше, чем появятся признаки калийного голодания. У люцерны в этом случае в листьях 1-1,25% калия, а она может содержать его до 4%.

У *плодовых* и *ягодных* культур листья голубовато-зеленые.

*Яблоня:* «краевой ожог» старых листьев от серого к бурому и коричнево­му цвету; плоды деревянистые, кислые; листопад поздний.

*Груша:* листья с темно-коричневым оттенком, края черные.

*Слива* - индикатор на дефицит калия. У нее раньше, чем у других расте­ний, проявляется «краевой ожог» нижних листьев.

*Земляника:* на листьях красная кайма, ягоды плохого качества, плохо хра­нятся, слабо окрашены.

*Крыжовник:* листья пурпурные.

*Смородина черная:* листья с красно-пурпурным оттенком.

*Малина:* листья свернуты вверх, цвет насаждений серый из-за опушенной нижней стороны листьев.

*Виноград:* листья с «краевым ожогом», сильно деформированы, гроздья с мелкими ягодами, к осени могут быть сморщенными, сухими.

*Цитрусовые:* рост задержан; листья мелкие с «краевым ожогом»; плоды мелкие с тонкой гладкой кожурой, на которой заметны темные пятна.

**Избыток калия** (при недостатке магния) вызывает образование на плодах горькой гнили. У цитрусовых - плоды крупные, бугристые с толстой кожурой.

**Недостаток кальция.** Он проявляется на верхних, молодых частях расте­ний. Верхние листья белесые, нижние - зеленые. При остром дефиците каль­ция верхушки стеблей теряют тургор и сгибаются вниз вместе с верхними листьями и соцветиями из-за ослабления клеточных стенок молодых тканей, в состав которых входит кальций. Заболевшие ткани ослизняются и листья кон­цами могут слипаться. Точки роста отмирают. Дефицит этого элемента обост­ряется на кислых почвах.

У молодого *хлопчатника* при остром дефиците кальция черешки листьев сгибаются вниз, листья «падают».

У *льна* на 5-10 см ниже верха стебель утончается, переламывается, по­никшая верхушка отмирает. Такое влияние недостатка кальция на переламы­вание верха стеблей связано с тем, что из-за отсутствия его в этих частях не образуется необходимое количество пектата кальция в стенках клеток, обус­ловливающее прочность стебля, тогда как пектиновая кислота вызывает ослизнение тканей и даже склеивание соседних листьев.

Даже у *картофеля,* чувствительного к известкованию, верхние листья с трудом распускаются. Точка роста стебля отмирает. В клубнях, начиная от места их прикрепления, появляются участки отмершей ткани. Корни укорочены, часто со вздутиями.

Плоды *томата* в середине имеют темные пятна отмерших тканей.

*Плодовые* культуры могут характеризоваться значительными поврежде­ниями: после образования пятен отмерших тканей на верхних листьях побег замедляет рост, верхушки его гибнут. Кончики корней отмирают. Косточковые болеют камедетечением (гоммозом).

*Яблоня* при дефиците кальция содержит в листьях плодушек 0,02% Са, а в яблоках образуется «горькая ямчатость», когда отношение (K+Mg) : Са >1.

**Недостаток магния.** Поскольку магний входит в состав хлорофилла, то при недостатке этого элемента хлорофилл распадается, начиная с пластинок ниж­них листьев. Отток магния из старых листьев в молодые происходит по жил­кам. Жилки долго остаются зелеными, а межжилковые участки листа обесцве­чиваются.

У *злаковых* культур при параллельном жилковании нижние листья стано­вятся полосатыми, а у других - выступают зеленые жилки в виде елочки на белесом фоне пластинки. Осветление листа начинается с краев и развивается к середине.

*Просо* сильно реагирует на недостаток магния и потому может служить индикатором на дефицит этого элемента.

У *хлопчатника* и *некоторых овощных* культур листья становятся багряными с зелеными жилками, поникают, затем отмирают.

При дефиците магния заболевают нижние листья *капусты цветной, огурца, кормового боба* и *люцерны.*

*Картофель* реагирует на недостаток магния заболеванием нижних листьев, которое начинается с черешка. Острее магниевое голодание проявляется на легких кислых почвах, при обильном калийном удобрении и обильных осадках.

У *плодовых* культур заболевшие листья у основания побегов опадают, остается только несколько верхних листьев. Деревья не подготовлены к перезимовке, образуют мало плодовых почек. На деревьях с большим урожаем дефицит маг­ния обостряется из-за оттока этого элемента из листьев в семена, листья опа­дают. Бессемянные сорта цитрусовых поэтому страдают меньше.

*Яблоня:* на листьях вблизи плодов пятна желтые, затем буреют.

*Груша и слива:* листья темнеют, становятся почти черными.

У *ягодных* культур листья желтые, красные, пурпуровые. Листопад ран­ний, начинается с нижней части побега.

*Земляника:* образуются ненормально тонкие листья ярко-зеленой окраски; межжилковая пятнистость начинается с краев листьев.

**Недостаток серы.** Сера в растение может поступать как через корни, так и через листья за счет осаждения на листьях ее соединений в воздушной среде. Уменьшение использования каменного угля в качестве топлива снизило коли­чество этого элемента в воздухе, и потому усилилась потребность в нем рас­тений. Хотя сера непосредственно не входит в состав хлорофилла, но при ее недостатке также обнаруживается появление хлороза: листья, начиная с моло­дых, становятся желтыми, иногда оранжевыми или с красноватым оттенком. Рост заторможен. Побеги, особенно у древесных растений, укорочены, твер­дые, тонкие и прямые.

У *бобовых* культур ухудшается развитие клубеньков и снижается интен­сивность фиксации азота.

Плоды *цитрусовых* бледно окрашены, мякоть суховатая с желеобразным соком.

**Недостаток бора.** Заболевание, вызванное недостатком бора, развивается на верхних частях растений. Особенно сильно страдают точ­ки роста почек стеблей и корней. При остром голодании они отмирают. Много­кратные возобновления и гибель побегов и листьев приводят к образованию густых мелких кустов с «розеточностью» листьев и «ведьминых метел» у древесных растений. На карбонатных и переизвесткованных почвах дефицит бора обостряется, у растений не образуются цветковые почки.

У *колосовых злаков* колосья ветвятся. Борное голодание в период закладки зачатков цветков проявляется в резком уменьшении числа цветков и увеличении их стерильности.

Початки *кукурузы* мелкие, искривленные со сплюснутыми зернами. На листьях появляются белые пятна, затем полосы, и лист засыхает.

У *подсолнечника* развиваются уродливые соцветия (не все цветки раз­виты). При остром борном голодании точка роста стебля отмирает, листья, на­чиная с верхних, бледно-зеленые, неправильной формы.

У *хлопчатника* верхняя почка опадает, растение сильно ветвится, цветко­вые почки хлоротичны, опадают.

*Лен* при недостатке бора до бутонизации образует редуцированные цвет­ки, а при остром дефиците - верхушечная точка роста у него отмирает.

У *картофеля* сначала гибнут точки роста корней, потом верхушечная точка роста стебля, рост замедлен. Клубни мелкие с бурыми пятнами, при варке во­дянистые.

*Капуста цветная* имеет бурую рыхлую головку, у нее повреждены стебель и корни.

У *свёклы, моркови* развивается «гниль сердечка», захватывающая ткани корне­плода, в нем может образоваться дупло.

Верхние листья *люцерны* ярко-желтые, *клевера* - с розовым оттенком. Прекращен рост растений, образуются мелкие недолговечные побеги.

У *плодовых* культур верх побегов засыхает, побег оголяется, а у его ос­нования образуется «розетка» новых листьев измененной формы. Плоды мел­кие, уродливой формы, в мякоти и на кожице - опробковевшая ткань, кожи­ца в трещинах.

**Избыток бора.** По-разному проявляется у различных растений. *Колос пшеницы* мелкий уродливый с сухим листом-«флагом».

Заболевание, вызванное избытком бора у *кукурузы,* на нижних листьях подобно признакам недостатка калия.

*Картофель* плохо прорастает, у него отмирают проростки; растения образуют сла­бую корневую систему, бело-желтые нижние листья. Резко снижается урожай.

Все *овощные* культуры на нижних листьях дают «краевой ожог», листья коробятся, затем засыхают.

**Недостаток меди.** Острее проявляется недостаток этого элемента на кис­лых, песчаных, торфяных почвах. Наиболее ярко дефицит меди заметен у пше­ницы, ячменя, овса, подсолнечника, льна и у плодовых - яблони, сливы, гру­ши и цитрусовых культур.

У *злаков* задержан рост, все растение светло-зеленое, особенно верхние ча­сти; верхние листья сухие, скрученные; затруднено колошение; колосья и ме­телки недоразвиты, со стерильными цветками. При остром дефиците меди колосья и метелки у злаков совсем не развиваются.

Для *подсолнечника* характерно нарушение образования соцветия - оно мелкое, искривленное. Верхние листья бледные.

У *льна* рост междоузлий сокращен, листья образуют розетку, цветки не формируются. Ослабленные стебли полегают.

*Плодовые* растения имеют листья уродливой формы.

Кончики растущих побегов *яблони* завядают и загибаются - «увядание кончиков». Активны боковые почки, они образуют пучки новых побегов «ведьмины метлы». Верхние листья побегов опадают рано, а остающиеся внизу листья как бы мятые.

*Слива* - индикатор на недостаток меди: молодые листья желтые, засыха­ют, опадают летом. Плодоношение слабое. Кора ствола растрескивается. На­теки камеди.

*Цитрусовые* при остром дефиците меди не плодоносят. При умеренном недостатке меди на плодах натеки смоловидной камеди, на коре плода глубо­кие трещины. Также образуются «ведьмины метлы».

**Избыток меди.** При избытке этого элемента характерно слабое развитие корней у растений.

У *цитрусовых* угнетен рост деревьев, листья хлоротичны.

**Недостаток железа.** Железо способствует образованию хлорофилла, по­этому при его недостатке появляется белесая, бледно-зеленая, желтая окраска прежде всего верхних листьев, в дальнейшем заболевание распространяется на другие ярусы растений. Жилки листьев сначала зеленые, потом также бе­леют.

Наиболее чувствительны к недостатку железа груша, яблоня, слива, пер­сик, виноград, малина, цитрусовые; из полевых культур - картофель, овес, кукуруза, томат, бобовые - горох, люпин, люцерна и клевер.

Дефицит железа, кроме щелочных почв, где оно находится в связанном, неусвояемом состоянии, наблюдается при высоком содержании марганца, при внесении больших доз фосфора, извести, меди и цинка.

Из-за слабой подвижности железа внутри растения старые листья доль­ше остаются зелеными, тогда как молодые и особенно вновь образующиеся - желтые, белесые, хлоротичные.

Желтеют верхние молодые листья *полевых* и *овощных культур*. Соцве­тия развиваются мелкие, слабые. Хлоротичные ткани растений отмирают, и они гибнут.

У *плодовых* и *цитрусовых* деревьев усыхают концы ветвей и побегов.

**Недостаток марганца.** Рост замедляется, но верхушечные точки роста не от­мирают, на вторых сверху листьях проявляется желтый межжилковый хлороз. Листья свет­ло-зеленые, бело-зеленые, красные или серые («серая пятнистость», «белый вилт»).

Дефицит марганца обостряется на известкованных почвах.

У *картофеля* на обратной стороне пораженных листьев появляются некротичные точки.

У *свеклы столовой* листья темно-красные. Пораженные участки буреют и отмирают.

*Плодовые* культуры, кроме межжилкового хлороза, на листьях отличаются слабой облиственностью дерева, ранним листопадом, особенно верхних ярусов.

**Избыток марганца.** Наиболее часто проявляется на кислых, неизвестко­ванных почвах (рН 4,1-4,3). Нижние листья чашеобразные с «обожженными» краями. Между жилками листа - крапчатость.

На обратной стороне листьев, жилках и черешках *картофеля* бурые точки.

**Недостаток молибдена.** Поскольку молибден связан с азотным обменом растений, то внешние признаки его недостатка сходны с признаками недостат­ка азота лишь с той разницей, что при азотном дефиците, прежде всего, болеют закончившие развитие листья, а при недостатке молибдена заболевают верх­ние молодые органы.

*Бобовые* при недостатке молибдена не реагируют на фосфорное удобрение.

Молибден менее доступен растениям на кислых почвах. Поэтому известко­вание повышает доступность посевам молибдена почвы.

Верхние листья люцерны, клевера, фасоли, гороха и других бобовых ста­новятся светло-зелеными, бледно-желтыми; старые листья вялые, с закручен­ными краями окрашиваются в красно-коричневый цвет. Пораженные ткани затем отмирают.

На дефицит молибдена реагируют томат, капуста, особенно цветная. При этом у *капусты цветной* не развиваются листовые пластинки, особенно у вновь образующихся листьев: у самых молодых почти нет пластинки и остается лишь центральная жилка («хлыст»); соцветия (головки) плохо развиваются, а развившиеся буреют, и постепенно их ткани распадаются.

**Недостаток цинка.** Обнаруживается недостаток этого элемента главным образом на карбонатных, сильно известкованных почвах. Может усиливаться при внесении больших доз фосфора. Сильнее он проявляется весной.

Страдают, прежде всего, молодые органы растений.

У *кукурузы* вновь раскрывающиеся листья бело-желто-зеленые - «белые ростки». Затем развивается межжилковый хлороз на верхних и на средних листьях. Рост замедляется, междоузлия короткие. Початки мелкие, плохо развитые. Кукуруза очень чувствительна к цинковому голоданию.

*Подсолнечник* образует чахлые растения с хлоротичными, некротизированными концами листьев.

*Хлопчатник* имеет ярко выраженный хлороз пластинок верхних листьев с зелеными жилками. Обнаруживается хлороз при посевах на щелочных и кар­бонатных почвах, особенно при высоком содержании фосфора в них.

У *картофеля* на верхних, средних, а иногда и на нижних листьях появля­ется серовато-бурый, бронзовый оттенок. Доли листьев узкие, свернутые во­внутрь. Рост заторможен. Клубни мелкие.

Т*оматы, тыква, фасоль* и другие культуры образуют мелкие, хлоротичные, пожелтевшие листья и мало плодов - они мелкие, рано созревают. Это заболевание особенно остро проявляется в защищенном грунте.

У *бобовых* культур появляется крапчатость листьев, заболевшие участки тканей отмирают. Особенно чувствительна к недостатку цинка фасоль, при остром голодании не образуются семена.

*Плодовые* и *цитрусовые* культуры весьма чувствительны к недостатку цин­ка: затормаживается рост побегов, на их верхних концах образуются розетки мелких, узких ивообразных листьев («розеточность»); остальная часть побега либо без листьев, либо они крапчатые. У основания пораженных ветвей появ­ляются новые, недолговечные побеги с крапчатыми листьями. Многолетние ветви плохо ветвятся, поэтому крона становится редкой. Плоды уродливой формы и ненормальной окраски. У цитрусовых плоды толстокожие с сухой мя­котью, преждевременно опадают. Листья белесые, крапчатые, с укороченными междоузлиями на ветвях. При остром голодании появляются узкие листья на прямостоячих побегах.

Плоды *лимона* мелкие, с заостренными концами, низкой товарности.

*Земляника* имеет хлоротичные листья с волнистыми краями, сильно замедляется рост и развитие дочерних побегов растений.

У *винограда* наряду с хлоротичными листьями, ягоды в гроздьях мелкие, деформированные.

Следует обязательно учитывать способность многих питатель­ных элементов, таких, как азот, фосфор, калий, магний, к реути­лизации, т.е. повторному использованию. Недостаток этих эле­ментов в первую очередь проявляется на нижних, более старых листьях. Кальций, сера, хлор, бор и многие другие микроэлементы реутилизируются слабее, поэтому недостаток их проявляется сна­чала в точках роста и на молодых листьях.

При визуальной диагностике оценивают высоту и массу расте­ний, их соответствие фазе развития, окраску листьев по ярусам и внутри яруса, длину междоузлий, упругость стебля, выполнен­ность побега и т.д. По результатам оценки составляют заключение, указывающее все отклонения от нормы, и разрабатывают рекомен­дации, направленные на изменение технологии выращивания куль­туры. Визуальные наблюдения имеют значение и для обеспечения сбалансированного питания сельскохозяйственных культур на конкретном поле в последующие вегетационные фазы. Исправить несбалансированное питание можно лишь частично, поскольку проявление внешних признаков дефицита того или иного элемента минерального питания свидетельствует о том, что в метаболизме растений произошли достаточно глубокие изменения, последствия которых ликвидировать полностью уже невозможно.

В целях своевременного обнаружения недостатка элементов минерального питания применяют методы: химической диагности­ки, инъекции или опрыскивания.

Методы инъекции и опрыскивания позволяют быстро опреде­лить недостаток какого-либо элемента и наблюдать визуально. Путем опрыскивания листа или инъекции в стебель (железку листа) растению вводят предполагаемый недостающий элемент, а затем в течение нескольких дней наблюдают за растением. Часто признак дефицита исчезает не на тех листьях, где он выявлен, а на вновь образующихся.

Для ликвидации недостатка элемента питания применяют 0,5%-ные растворы солей калия и кальция, 0,1%-ные растворы мочевины, монофосфата натрия, сернокислого магния, 0,02-0,1%-ные растворы солей микроэлементов.