Земледелие

Еланский Сергей Николаевич

Микроэлементы

Кальций

- Стимулирует рост растения и развитие корневой системы.
- Усиливает обмен веществ, активирует ферменты.
- Укрепляет клеточные стенки. Повышает вязкость протоплазмы.
- Играет важную роль в фотосинтезе и передвижении углеводов, в процессах усвоения азота растениями.

- *Кальцефилы: капуста, свекла, бобовые*

ДЕФИЦИТ КАЛЬЦИЯ

Недостаток кальция сказывается, прежде всего, на состоянии корневой системы растений: рост корней замедляется, не образуются корневые волоски, корни ослизняются и загнивают.
При дефиците кальция тормозится рост листьев, у них появляется хлоротичная пятнистость, затем они желтеют и преждевременно отмирают.

Кальций в отличие от азота, фосфора, калия не может реутилизироваться, поэтому признаки кальциевого голодания проявляются сначала **на молодых листьях.**

Кальциевые удобрения

нейтрализующие

Используются на кислых почвах

Молотый мел ($CaCO_3$).
Мергель ($CaCO_3$, часто с $MgCO_3$).
Молотый известняк (известняковая мука) ($CaCO_3$).
Доломитовая известь (доломитовая мука) ($CaCO_3$ до 56% $MgCO_3$ до 42%).
Жжёная известь (негашёная) CaO.
Гашеная известь (пушонка) $Ca(OH)_2$.
Известковый туф ($CaCO_3$).
Торфяная зола. Силикаты и карбонаты.
Цементная пыль (CaO, $Ca(OH)_2$ и силикаты кальция).
Мартеновский шлак (силикаты кальция).
Нитрат кальция (кальциевая селитра) $Ca(CO_3)_2$. Содержит 22% кальция.

не нейтрализующие

Используются на нейтральных и щелочных почвах

Гипс (сульфат кальция) $CaSO_4$.

Хлорид кальция ($CaCl_2$).

Нейтрализующие кальциевые удобрения

Молотый мел ($CaCO_3$), имеет нейтрализующую способность 100%. В составе присутствуют примеси в виде глины, песка +SiO_2.
Мергель ($CaCO_3$, часто с $MgCO_3$). Нейтрализующая способность 25…75%. Примеси: глина с песком до 25…75%.
Молотый известняк (известняковая мука) ($CaCO_3$), обладает нейтрализующей способностью 85…95%. Примеси: глина, песок до 25%.
Доломитовая известь (доломитовая мука) ($CaCO_3$ до 56% $MgCO_3$ до 42%). Нейтрализующая способность 85…108 %. Примеси в составе: глина, песок до 1,5…4%.
Жжёная известь (негашёная) CaO. Нейтрализующая способность до 178%. Примесей в составе практически нет.
Гашеная известь (пушонка) $Ca(OH)_2$. Нейтрализующая способность до 135%. Примесей в составе незначительное количество.
Известковый туф ($CaCO_3$). Нейтрализующая способность 75…95%. Примеси: глина с песком 5…25%.
Торфяная зола. Химический состав: силикаты и карбонаты. Нейтрализующая способность 14…27%. Примеси: MgO, K_2O, P_2O, SiO, R_2O_3.
Печная зола. Нейтрализующая способность печной золы 50…65%.
Яичная скорлупа молотая. Нейтрализующая способность 90…95%.
Нейтрализующая способность 10…50%. В качестве примесей содержится торф 50% и более.
Цементная пыль (CaO, $Ca(OH)_2$ и силикаты кальция). Нейтрализующая способность 80…90%.
Мартеновский шлак (силикаты кальция). Нейтрализующая способность 60…90%. Примеси: SiO_2, P_2O_5, Mn и другие элементы.
Шлаки обычно содержат некоторое количество бора.
Карбидная известь. Нейтрализующая способность 100…140%.
Белитовая мука (шлам) $Ca(OH)_2$, $CaCO_3$ и силикаты кальция.
Нитрат кальция (кальциевая селитра) $Ca(CO_3)_2$. Содержит 22% кальция.

Магний

- Входит в состав хлорофилла,
- Участвует в передвижении фосфора в растениях и углеводном обмене,
- Влияет на активность окислительно-восстановительных процессов.
- Входит также в состав основного фосфорсодержащего запасного органического соединения — фитина.

магний

При недостатке магния снижается содержание хлорофилла в зеленых частях растений и развивается хлороз между жилками листа (жилки остаются зелеными). Острый дефицит магния вызывает «мраморовидность» листьев, их скручивание и пожелтение.

Недостаток магния

ДЕФИЦИТ МАГНИЯ

Магниевые удобрения

Основным источником для производства магний содержащих удобрений являются природные соединения этого элемента.

Магниевые удобрения различаются по степени их растворимости на:

1) **нерастворимые в воде** - тонко размолотые природные материалы или породы (дунит, серпентинш, вермикулит, доломит, магнезит, брусит и доломитизированные известняки), которые при взаимодействии с кислой почвой выделяют в почвенный раствор магний;

2**) растворимые в воде** - сырые соли и продукты их переработки - эпсомит (сульфат магния), каинит, карналлит;

3) **растворимые в слабых кислотах** и усвояемые растениями - магниевый плавленый фосфат.

Магниевые удобрения

Магниевые удобрения по составу делят на:

простые (магнезит, дунит)

сложные, содержащие два и более питательных элемента: **азотно-магниевые** (аммошенит, доломит-аммиачная селитра); **фосфорно-магниевые** (магниевый плавленый фосфат);
калийно-магниевые (калийно-магниевый концентрат, калимагнезия, полигалит, каинит, карналлит);
бормагниевые (борат магния);
известково-магниевые (доломит, доломитизированные известняки и продукты их переработки);
азотно-фосфорно-магниевые (магний-аммонийфосфат).

Применение магнийсодержащих известковых удобрений для химической мелиорации кислой почвы приводит к обогащению ее подвижными соединениями магния и является практически самым действенным и дешевым способом решения проблемы снабжения магнием песчаных и супесчаных почв.

Марганец

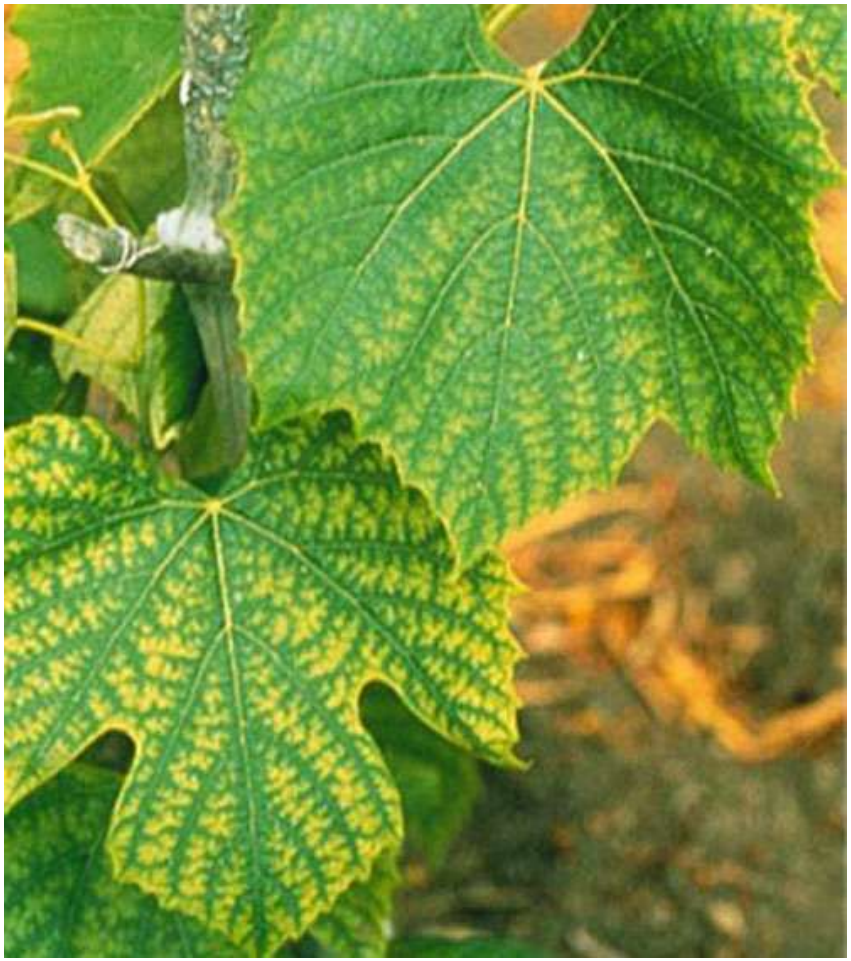
Роль марганца в обмене веществ у растений сходна с функциями магния и железа.

Марганец активирует многочисленные ферменты, особенно при фосфорилировании.

Благодаря способности переносить электроны путем изменения валентности он участвует в различных окислительно-восстановительных реакциях.

В световой реакции фотосинтеза он участвует в расщеплении молекулы воды.

Недостаток марганца



Поскольку марганец активизирует ферменты в растении, его недостаток сказывается на многих процессах обмена веществ, в частности на синтезе углеводов и протеинов.

Признаки дефицита марганца у растений чаще всего наблюдаются на карбонатных, сильноизвесткованных, а также на некоторых торфянистых и других почвах при pH выше 6,5.

Характерный симптом марганцевого голодания — точечный хлороз листьев. На листовых пластинках между жилками появляются мелкие желтые хлоротичные пятна, затем пораженные участки отмирают.

В качестве ***марганцевых удобрений*** применяют:

Сернокислый марганец ($MnSO_4$) - мелкокристаллическую сухую безводную смесь с содержанием марганца 32,5%, хорошо растворимую в воде.

Марганизированный суперфосфат — гранулы светло-серого цвета, содержащие 1,0—2,0% марганца и 18,7—19,2% P_2O_5. Получаемого путем добавления при грануляции к обычному порошковому суперфосфату 10—15% марганцевого шлама.

Марганизированная нитрофоска кроме азота, фосфора и калиясодержит в своем составе около 0,9% марганца, который хорошо усваивается растениями.

Марганцевые шламы - отходы марганцевого производства с содержанием марганца от 10 до 17%.

Внесение марганцевых удобрений

Марганцевые шламы можно вносить до посева под основную обработку почвы (300—400 кг/га) или в почву при подкормках пропашных культур (50—100 кг/га).

Марганизированный суперфосфат используют в основном для припосевного внесения в рядки.

Сульфат марганца — растворимая соль, ее применяют для предпосевной обработки (намачивания или опудривания) семян (50—100 г/ц семян) и для некорневой подкормки (0,05%-ный раствор соли при норме расхода 400—500 л/га).

Железо

Входит в состав окислительно-восстановительных ферментов растений. Каталитическое действие железа связано с его способностью менять степень окисления. Атом железа окисляется и восстанавливается сравнительно легко, поэтому соединения железа являются переносчиками электронов в биологических процессах.

Участвует в синтезе хлорофилла, процессах дыхания и обмена веществ.

Недостаток железа

При недостатке железа вследствие нарушения образования хлорофилла у сельскохозяйственных культур, особенно винограда и плодовых деревьев, развивается хлороз.

Листья теряют зеленую окраску, затем белеют и преждевременно опадают. При острой нехватке железа неизбежно наступает гибель растений. У деревьев и кустарников зеленая окраска верхушечных листьев исчезает полностью, они становятся почти белыми и постепенно засыхают.

Недостаток железа сильно проявляется на карбонатных и переувлажненных почвах.

Недостаток железа

Железо – непременный участник биосинтеза хлорофилла. Поэтому любая причина, ограничивающая доступность железа для растений, приводит к тяжелым заболеваниям, в частности к хлорозу.

Железные удобрения

Железный купорос *$FeSO_4 \cdot H_20$* содержит 47-53% сульфата железа. Это кристаллическое вещество серого цвета, часто с белым, иногда желтым или бурым налетом. Удобрение хорошо растворяется в воде.

Хелаты железа - соединения органических веществ с железом, не поглощаются почвой и легко усваиваются растениями.

В сельском хозяйстве применяют комплекс железа с диэтилэнтриаминпентауксусной (Fe - ДТПО) и полиэтиленполиамин - полиуксусной (Fe - ППО) кислотами.
Это растворы темно - коричневого цвета плотностью 1 - 1,3 г/см^3.
В препарате Fe - ДТПО антихлорозина содержится не менее 10 %, а в Fe - ППО - не менее 7 % железного комплекса.

Железные удобрения применяют для внекорневой подкормки -
0,5-1 % раствор железного купороса или
0,15-0,5 % раствор железного комплекса.

Сера

Основное количество серы в растениях находится в составе **белков** (сера входит в состав аминокислот цистеина, цистина и метионина) и других органических соединений — **ферментов, витаминов, горчичных и чесночных масел**.

Сера принимает участие в азотном, углеводном обмене растений и процессе дыхания, синтезе жиров.

Любят серу растения из семейства бобовых и крестоцветных, а также картофель.

ДЕФИЦИТ СЕРЫ

При недостатке серы образуются мелкие, со светлой желтоватой окраской листья на вытянутых стеблях, ухудшаются рост и развитие растений

Дефицит серы

Дефицит серы

Серные удобрения

Элементарная сера – удобрение дорогостоящее, ее трудно вносить. Элементарная сера доступна растениям только после ее перевода микроорганизмами в сульфатную форму. Элементарная сера слабо вымывается из пахотного слоя почвы.

Минеральные удобрения

К минеральным серосодержащим удобрениям (сера в составе удобрения присутствует в виде иона SO_4^{2-}). Они легко вымываются из почвы. К ним относят:

Суперфосфат $(CaH_2PO_4)_2 \times H_2O + 2CaSO_4 \times 2H_2O$

Сульфат аммония $(NH_4)_2SO_4$

Сульфат аммония-натрия $(NH_4)_2SO + Na_2SO_4$ или $Na(NH_4)SO_4 \times 2H_2O$

Сульфат калия K_2SO_4

Калимагнезия $K_2SO_4 \times MgSO_4$

Сульфат магния $MgSO_4$, $MgSO_4 \times 7H_2O$.

Марганец сернокислый пятиводный $MnSO_4 \times 5H_2O$

Азотосульфат (селитра аммиачная с серой)

Сульфат цинка $ZnSO_4 \times 7H_2O$

Органические удобрения

Навоз содержит около 1 кг SO_3 в одной тонне.

Способы внесения серных удобрений

Сроки и способы применения серосодержащих удобрений зависят от биологических особенностей культур:

Под озимые зерновые рекомендуется допосевное основное внесение.

Под яровые зерновые внесение под предпосевную культивацию.

Под клевер ранней весной по подрастающим растениям.

Пропашные культуры (картофель, турнепс, кормовая капуста) одинаково реагируют как на предпосевное, так и на подкормки.

Бор

•Регулирует опыление и оплодотворение, углеводный и белковый обмен.

•Повышает устойчивость к болезням.

•При недостатке бора нарушаются синтез и передвижение углеводов, формирование репродуктивных органов, оплодотворение и плодоношение.

•Бор не может реутилизироваться в растениях, поэтому при его недостатке прежде всего страдают молодые растущие органы, происходит отмирание точек роста.

Недостаток бора

Очень чувствительны к недостатку бора корнеплоды, подсолнечник, бобовые, лен, картофель и овощные растения.

Корнеплоды - поражение сердцевинной гнилью, появление дуплистости корней.

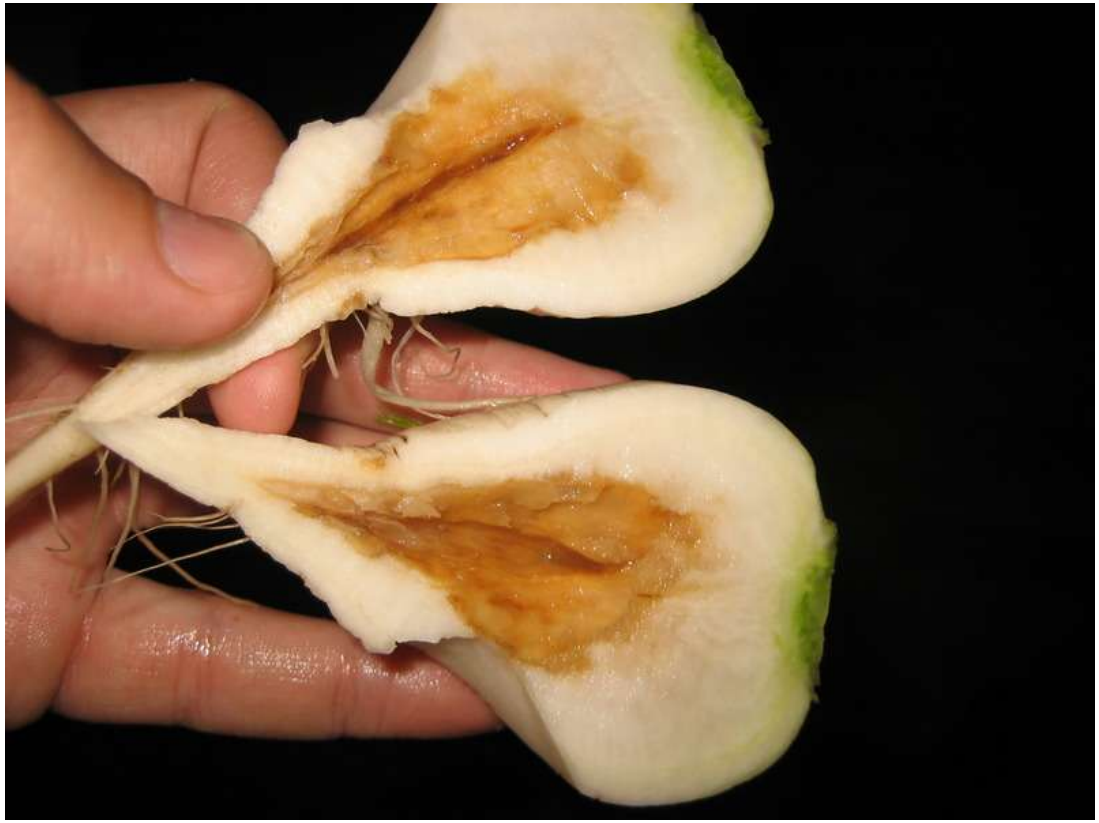
Лен - поражение бактериозом.

Подсолнечник - полное отмирание точки роста; либо при более позднем проявлении недостатка бора наблюдается ненормальное развитие цветков, пустоцвет и снижение урожая семян.

Бобовые - нарушение развитие клубеньков на корнях и снижается симбиотическая фиксация молекулярного азота из атмосферы, замедляются рост и формирование репродуктивных органов. Картофель при недостатке бора поражается паршой.

Недостаток бора

Бор необходим для меристемы. Недостаток бора очень часто вызывает разрушение молодых растущих тканей.
При недостатке бора растения не могут нормально использовать кальций.



Борные удобрения содержат бор в форме хорошо растворимой в воде борной кислоты.

Гранулированный боросуперфосфат - светло-серые гранулы, содержащие 18,5-19,3% P2O5 и 1% борной кислоты (H_3BO_3).

Двойной боросуперфосфат содержит 40-42% P_2O_5 и 1,5% борной кислоты.

Борная кислота - мелкокристаллический порошок белого цвета. Содержит 17% бора. Легко растворяется в воде.

Бормагниевое удобрение - тонкий порошок серого цвета, отход производства борной кислоты. Содержит до 13% борной кислоты и 15-20% окиси магния.

Борнодатолитовое удобрение, которое получают из датолитовой породы ($2CaO \cdot B_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$) путем разложения ее серной кислотой. В результате бор переходит в водорастворимую форму (H_3BO_3).

Борацитовая мука ($CaO \cdot MgO \cdot 3B_2O_3 \cdot 6H_2O$ содержит около 10% B) - размолотые борные руды без предварительной переработки. При мелком размоле бор в этом удобрении переходит в доступное для растений состояние.

Борные удобрения используются для внесения в почву, обработки семян, внекорневой подкормки.

Медь

- Регулирует дыхание, фотосинтез, углеводный и белковый обмен.
- Повышает засухо-, морозо- и жароустойчивость.

Заболевание от недостатка меди начинается с внезапного побеления и засыхания кончиков листьев.

Пораженные растения совсем или частично не образуют колосьев или метелок, а образующиеся соцветия бесплодны либо слабо озернены.

При недостатке меди резко снижается урожай зерна, а при остром медном голодании наблюдается полное отсутствие плодоношения.

Внесение высоких доз азотных удобрений усиливает потребность растений в меди и способствует обострению симптомов медной недостаточности.

Недостаток меди – усыхание кончиков листьев

Медные удобрения

Медный купорос $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (23,7-24,9 % Cu);
Медно-калийные удобрения (1,0 ± 0,2 Cu, 56,8 ± 0.6 K_2O), получаемые смешением и последующим, гранулированием медного купороса с хлоридом калия;
Медный аммофос (0,9 ± 0,1 % Cu, 52 ± 1 % P_2O_5, 12 ± 1 % N);
Медный двойной суперфосфат (0,8 ± 0,05 % Cu, 42-43 % P_2O_5),
Пиритные огарки (0,3 0,5 % Cu) — отходы сернокислотного и бумажно-целлюлозного производств, применяемые в местах их получения.

Медный купорос применяют в виде водного раствора для некорневой подкормки (0,02-0,05 % Cu, 100—300 л/га), а также для обработки семян (0,1-0,02 % Cu, 6-8 л/ц).
Медно-калийные удобрения, медный аммофос и медный двойной суперфосфат используют для внесения в почву (50-120 кг P_2O_5 и 1,0-2,1 кг Cu на 1 га).

Молибден

Регулирует азотный, углеводный и фосфорный обмен, синтез хлорофилла и витаминов.

Молибден участвует в процессах фиксации молекулярного азота (бобовыми в симбиозе с клубеньковыми бактериями и свободноживущими почвенными азотфиксирующими микроорганизмами) и восстановлении нитратов в растениях.

Особенно требовательны к наличию молибдена в почве в доступной форме бобовые культуры и овощные растения — капуста, листовые овощи, редис.

Признаки **недостатка молибдена** сходны с признаками азотного голодания — резко тормозится рост растений, вследствие нарушения синтеза хлорофилла они приобретают бледно-зеленую окраску.

Наблюдается деформация листовых пластинок и преждевременное отмирание листьев, резко снижается урожай и содержание белка в растениях. Недостаток молибдена при больших дозах азота может приводить к накоплению в растениях, особенно овощных и кормовых, повышенных количеств нитратов.

Цинк

Оказывает многостороннее действие на обмен энергии и веществ в растениях, что обусловлено его участием в составе ряда ферментов и в синтезе ростовых веществ — ауксинов.

При недостатке цинка резко тормозится рост растений, нарушается фотосинтез, процессы фосфорилирования, синтез углеводов и белков, обмен фенольных соединений.

Недостаток цинка

Специфические признаки цинкового голодания — задержка роста междоузлий, появление хлороза и мелколиственности, развитие розеточности. От недостатка цинка чаще всего страдают плодовые и цитрусовые культуры на нейтральных и слабощелочных карбонатных почвах с высоким содержанием фосфора.

Розеточность у кукурузы

Цинковые удобрения

Цинковый купорос (сернокислый цинк, сульфат цинка) - $ZnSO_4*7H_20$. Хорошо растворим в воде.

Применяют для предпосевной обработки семян (0,3-0,6 г/кг семян) и для некорневой подкормки (опрыскивания растений) в виде 0,02-0,05 %-ного раствора.

Хлорцинковая грязь Отход промышленности. Применяется для внесения в почву нормой 15-30 г/м^2.

Хлористый цинк - $ZnCl_2$ Используется также, как и цинковый купорос.

Азотнокислый цинк - $Zn(N0_3)_2$ Используется также, как и цинковый купорос.

Питательные вещества делят по повторному использованию в растениях на две группы:

• ***реутилизируемые*** элементы, участвующие в построении мобильных соединений клетки. К ним относятся **азот, фосфор, калий и магний**. При недостатке этих элементов в почве растение транспортирует их во вновь образуемые органы из нижних листьев, при этом нижние листья увядают и отмирают.

• ***нереутилизируемые*** элементы, более прочно связанные с протоплазмой и менее подвижные, которые не используются вторично. К ним относятся **бор, кальций, железо**. При их недостатке в почве старые листья остаются долгое время жизнеспособными, но растение не образует новых органов, то есть не способно развиваться и расти.

Уровень обеспеченности растений микроэлементами в условиях полевого овощеводства и картофелеводства

Класс	Уровень обеспеченности	Содержание в почве, мг/кг			
		Mn	**Cu**	**Mo**	**B**
1	Недостаточный	80	4,5	0,4	Менее 1,5
2	Оптимальный	80 – 90	4,5 – 5,5	0,5 – 0,6	1,5
3	Высокий	Более 90	Более 5,5	Более 0,6	Более 1,5

Оптимальный, или уравновешенный баланс питательных веществ почвы до посева (посадки) культур оценивается по следующему уравнению:

$$P_2O_5 = 10\ (N\text{-}NO_3) = K_2O$$

Оптимальный уравновешенный баланс микроэлементов в почве (мг/кг) выражается уравнением

Mn= 17Cu= 154 Mo = 57 B.

Признаки голодания

Недостающий элемент	Внешний вид растения	Состояние	
		старых листьев	молодых листьев
Азот	Листья чахлые, светло- зеленые с желтизной	Высыхают, коричневеют с краев	-
Фосфор	Листья чахлые, темно- зеленые с пурпурными пятнами	-	-
Калий	Сетчатые листья	Хлороз кончиков и краев распространяется между жилками, образование коричневых пятен, выпадение тканей	
Магний	Светлые пятна на листьях	Хлороз между жилками. Листья не отмирают	
Бор (усиливается при недостатке магния)	Почернение и гибель точек роста	-	Хлороз от основания и краев. Искривление и гибель
Марганец	Светлые и мелкие коричневые пятна на листьях	-	Хлороз между жилками, потом мелкие коричневые пятна
Кальций	Почернение, ослизнение точек роста	-	Хлороз
Железо	Бледная окраска листьев	-	Хлороз между жилками
Медь	Бледная окраска, гибель точек роста, растение кустится	-	Признаки хлороза

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 при внесении их в почву растения усваивают лишь несколько %, а в некоторых случаях даже десятые доли % от внесенного в почву микроэлемента (5).

Культуры предрасположенные к недостатку микроэлементов

Fe	Цитрусовые, фруктовые деревья, виноградники, бобовые, маис, томаты, розы и декоративные растения
Mn	Овес, пшеница, ячмень, горох, вишня, цитрусовые, соя, сахарная свекла, картофель
Zn	Маис, хмель, фасоль, лен, зеленые овощи, цитрусовые, виноград, яблони и груши
Cu	Злаки, цитрусовые, яблони, груши, зеленые овощи, рис, люцерна.
Mg	Сахарная свекла, картофель, орехи, хмель, виноград, парник. культуры.
B	Сахарная и кормовая свекла, сельдерей, овощи, яблони, виноград, рапс, бобовые, люцерна.
Mo	Обычно необходим для пастбищ и бобовых; злаки, крестоцветные, сахарная свекла, томаты.

Факторы снижающие подвижность и усвоение элементов минерального питания корневой системой растений (А.В. Чумаков)

Азот	Фосфор	Калий	Магний	Кальций	Сера
Холодная погода, уплотненная и холодная почва, слабая микробиологическая деятельность, запахивание большого количества соломы, недостаток влаги.	Низкая температура почвы и воздуха, избыток ионов Al, Fe, Mn, хлорид- и нитрат-ионов в почве, низкие значения pH.	Теплая и сухая погода, высокое содержание ионов Ca и Mg в почве.	Высокие дозы удобре- ний, содержащих ионы K, Na, NH_4	Сухая и теплая погода, колебание влажности почвы, изобилие NH_4-ионов, калиевых и магниевых удобрений.	Избыточные дозы фосфорных и азотных удобрений, высокая концентрация селена в почве, низкая температура.

Факторы снижающие подвижность и усвоение элементов минерального питания корневой системой растений (А.В. Чумаков)

Железо	Марганец	Цинк	Медь	Бор	Молибден
Высокая влажность или переувлажнение почвы, обилие P и недостаток K в почве, низкая или высокая температура, избыток растворимых солей тяжелых металлов в кислых почвах, плохая аэрация, высокое содержание органического вещества.	Сухая погода, низкая температура почвы, низкая интенсивность освещения, высокое содержание ионов P, Fe, Cu, Zn в почве, высокое содержание органического вещества.	Высокие дозы фосфорных и азотных удобрений, обильное известкование, низкая температура, уплотненная почва, низкое содержание органического вещества.	Высокая концентрация ионов P, N и Zn в почве, избыток растворимых соединений тяжелых металлов в почве, жаркая погода, высокое содержание органического вещества.	Засуха, избыточная влажность, интенсивное освещение, изобилие азотных и калийных удобрений.	Высокое содержание ионов Mn, Fe, Cu и сульфат-ионов в почве, высокие дозы нитратного азота, высокое содержание органического вещества.

СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ