تغذیه درختان میوه

عناصر مورد نیاز گیاهان به دو گروه، عناصر پر مصرف (Macroelements) و کم مصرف یا ریز مغذی (Microelements) تقسیم میشوند.

گیاهان برای رشد و نمو و تکمیل چرخه زندگی خود به یک اندازه، وابسته به وجود عناصر پر مصرف و کم مصرف می باشند و تنها فرق آنها در این تقسم بندی، مقدار مصرف این عناصر توسط گیاه می باشد. از آنجاییکه عناصر پر مصرف عمدتاً در ساختار سلول های گیاه حضور دارند لذا مقدار مصرف آنها بیشتر می باشد و معمولاً به صورت درصد بیان می شوند. در صورتیکه نقش غالب عناصر کم مصرف در فعالیت های آنزیمی متمرکز شده است. نیاز گیاهان به این عناصر بسیار اندک بوده و معمولاً به صورت قسمت در میلیون (parts per million) بیان می شوند. غیر از اکسیژن، کربن و هیدروژن که از هوا یا آب گرفته می شوند، عناصر نیتروژن، پتاسیم، فسفر،کلسیم، منیزیم و گوگرد پرمصرف و عناصر آهن، مس، منگنز، روی، بُر، مولیبدن و کلر کم مصرف نامیده می شوند.

عناصر پر مصرف

نیتروژن (N)

نیترات و آمونیم منابع عمده نیتروژن غیر آلی هستند که به وسیله ریشه گیاهان عالی جذب می شوند. بخش زیادی از آمونیوم باید در ریشه ها به ساختمان ترکیبات آلی وارد شود در حالیکه نیترات درون آوند چوبی متحرک است و نیز می تواند در درون واکوئل های ریشه، ساقه و اندام های ذخیره ای نگهداری شود.

حدود ۲٪ وزن خشک برگ درختان میوه را نیتروژن تشکیل میدهد. نیتروژن برای تولید پروتئین، آنزیمها، اسیدهای نوکلئیک و کلروفیل ضروری است. اثر سوء کمبود نیتروژن در تمایز جوانه های گل بسیاری از درختان میوه به اثبات رسیده است. نیتروژن یک عنصر متحرک در سیستم هادی گیاه است. از اینرو کمبود نیتروژن با عدم تشکیل کلروفیل و زردی برگهای مسن درختان مشخص میشود. کاهش شدید رشد و عملکرد، باریک و چوبی شدن گیاه، از دیگر علایم کمبود نیتروژن می باشد. از آنجاییکه نیتروژن در ساخت مولکول های پروتئین نقش کلیدی دارد. در بعضی گیاهان از جمله در هسته‌داران، تجمع آنتو سیانین و ظهور رنگ ارغوانی یکی از علامت های کمبود نیتروژن است. زیرا برای سنتز پروتئین از مواد اولیه کربوهیدرات، نیاز به نیتروژن می باشد و کمبود نیتروژن موجب تجمع مواد قندی و متعاقب آن تولید بیش از حد آنتو سیانین می‌شود. در بسیاری از موارد هر عاملی که موجب اختلال در پروتئین سازی گیاه شود، با ظهور رنگ ارغوانی خودنمایی می‌کند. هوای خنک در اوایل فصل رشد و گاهی تنش کم آبی مثال‌هایی از سنتز آنتوسیانین در گیاهان است. در شرایط کمبود نیتروژن، میوه‌ها بویژه هسته‌داران کوچکتر مانده و زودتر از موعد می‌رسند.

زیادی نیتروژن در درختان میوه عوارضی را ایجاد می‌کند. رشد بیش از حد سرشاخه‌ها همراه با رنگ سبز تیره برگ‌ها که در پاییز خزان دیررس دارند از علایم زیادی این عنصر است. اگر سطح نیتروژنِ درخت بیش از حد طبیعی باشد، رنگ میوه‌ها تضعیف و رسیدگی آنها به تاخیر می‌افتد. ارقام میوه قرمز، رنگ کمتری می‌گیرند و ارقام زرد تمایل به سبز باقی ماندن نشان می دهند. زیادی نیتروژن در سیب و گلابی باعث کاهش عطر و طعم شده و عمر انباری آنها را کاهش می‌دهد. علاوه بر اثرات زیانبار مستقیم، زیادی نیتروژن و عدم تعادل آن در رابطه با کلسیم، باعث تشدید ناهنجاری‌های فیزیولوژیکی از قبیل چوب‌پنبه‌ای شدن و لکه‌تلخ در سیب و گلابی می‌شود. به‌طور کلی زیادی نیتروژن باعث حساسیت درخت به آفات و امراض می‌شود.

در خاکهای آهکی و متمایل به قلیایی برای رفع نیاز نیتروژن درختان میوه کود شیمیایی سولفات آمونیم به عنوان منبع نیتروژن توصیه می‌شود. زیرا به دلیل سرعت جذب بخش آمونیمِ کود که به صورت کاتیون جذب می‌شود، موجب آزاد سازی پروتون توسط ریشه‌ی درخت در خاک شده، pH را تا حدی کاهش و حاصلخیزی خاک را بهبود می‌بخشد. محلول پاشی با کود نیتروژنی اوره یکی از روشهای سریع و مؤثرِ رفع کمبود نیتروژن در بسیاری از درختان میوه است. در تحقیقی که ناصری و کرکان در دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه انجام دادند، نشان دادند که محلول‌پاشی اوره موجب افزایش عملکرد و بهبود کیفیت میوه‌های سیب گردید. در این تحقیق درختان سیب ارقام زرد لبنانی و قرمز لبنانی با محلول ۶ در هزار اوره، طی دو نوبت در خرداد ماه با فاصله زمانی یک هفته محلول‌پاشی شده بودند.

جدول : شاخص‌های معمولی تشخیص وضعیت نیتروژن درختان میوه

شاخص	کمبود نیتروژن	نیتروژن طبیعی	زیادبود نیتروژن
رشد شاخشاره ها	کمتر از ۲۵–۲۰ سانتیمتر	به‌طور متوسط ۵۰ سانتیمتر	به‌طور متوسط ۱۰۰–۸۰ سانتیمتر
اندازه برگ	کوچک و نازک	متوسط و طبیعی	بزرگ، ضخیم، اغلب با نوک چروکیده
رنگ برگ	رنگ‌پریده سبز مایل به زرد	سبز طبیعی	سبز خیلی تیره
خزان برگ	زودهنگام با رگبرگ‌های قرمز	طبیعی، با رنگ سبز تا سبز روشن	دیرهنگام، برگها سبز تیره تا یخبندان
رنگ پوست	قهوه‌ای روشن تا قهوه‌ای مایل به قرمز	خاکستر تا قهوه‌ای مایل به خاکستر ی تیره	خاکستری مایل به سبز تا خاکستری
تشکیل میوه	ضعیف، ریزش خرداد ماه فراوان	طبیعی، ۱تا ۳ میوه در هر خوشه	کم اثر یا بی اثر
رنگ رویی میوه	رنگ‌گیری خوب و زودتر از موقع	رنگ گیری متوسط	رنگ‌گیری ضعیف
رنگ زیری میوه	زرد، زودتر از موقع	سبز مایل به زرد موقع بلوغ	سبز تا سبز مایل به زرد در زمان برداشت
رسیدگی میوه	زودتر از موقع	طبیعی	۱۰–۵ روز دیرتر

فسفر (P)

برخلاف نیترات و سولفات، فسفات در درون گیاهان احیاء نمی‌شود، بلکه در بالاترین شکلِ اکسیده شده باقی می‌ماند. فسفر پس از جذب [که در pH فیزیولوژیک به طور عمده، به صورت فسفات یک ظرفیتی ($H_2PO_4^-$) انجام می‌گیرد] یا به صورت فسفات غیر آلی بر جای می‌ماند (Pi) و یا به وسیله گروه هیروکسیل (-OH) به یک زنجیره‌ی کربن اِستری می‌شود (C-O-P) و به صورت استر فسفات ساده (برای نمونه فسفات

قند) در می‌آید و یا به پیوند پرانرژی فسفات جهت تولید ATP می‌چسبد. تبدیل فسفر معدنی به آلی و بالعکس به سرعت در درون گیاه انجام می‌گیرد.

آشکارترین نقش قسفر، به عنوان جزیی از ساختار مولکول‌های درشت در اسیدهای نوکلئیک است که به صورت واحدهای DNA ناقل اطلاعات ارثی و به عنوان واحدهای RNA مسؤول ترجمه اطلاعات وراثتی هستند.

نقش فسفولیپیدها به ساختمان مولکولی آنها مربوط است. در هر مولکول، یک بخش چربی دوست و یک بخش آب دوست وجود دارد؛ در حد فاصل سطح میان چربی و آب، مولکول‌ها به گونه‌ای جا می‌گیرند که لایه‌ی حدواسط پایدار می‌شود. بارهای مربوط به بخش آب‌دوست در واکنش‌های دوسویه، میان سطوح غشاهای زنده و یون‌های موجود در محیط بیرون نقش مهمی بازی می‌کنند.

در درختان میوه، کمبود شدید فسفر که با علایم ظاهری بروز نماید، به ندرت اتفاق می‌افتد. در صورت بروز، کمبود ابتدا به صورت رشد محدود انتهایی و استوانه‌ای شاخساره‌ها با برگ‌های سبز تیره نمود پیدا می‌کند. بعلاوه قسمت تحتانی برگ‌های جوان بویژه در طول حاشیه و رگبرگ اصلی، تغییر رنگ متمایل به ارغوانی دیده می‌شود. برگ‌ها ممکن است حالت چرمی پیدا کرده و به طور غیر طبیعی با شاخساره، زاویه‌ی تنگ داشته باشد. علایم برگی غالباً در اوایل فصل رشد دیده می شود و در پایان فصل علایم زایل می شود. در شرایط خاکهای کم رطوبت عموماً نتیجه‌ی تجزیه‌ی برگی، سطوح پایین فسفر را آشکار می‌کند.

سمیت فسفر: زیادی فسفر معمولاً به صورت کمبود یک یا چند عنصر فلزی سنگین از قبیل مس، روی، آهن و منگنز ظاهر می‌شود. از آنجاییکه کمبود این عناصر با زیادی فسفر اشتباه می‌شود لذا علایم ظاهری کمبود این عناصر غیر قابل اطمینان می‌باشد.

پتاسیم (K)

پتاسیم کاتیونی است یک ظرفیتی که جذب آن بسیار انتخابی و با فعالیت سوخت و سازی رابطه نزدیک دارد. از ویژگی‌های آن ، تحرک زیاد در همه سطوح گیاه است. جابه‌جایی پتاسیم در مسافت دور درون آوندهای چوبی و آبکش صورت می‌گیرد. پتاسیم فراوان‌ترین کاتیون موجود در سیتوپلاسم است و پتانسیل اسمزی یاخته‌ها به‌طورعمده به وسیله پتاسیم تنظیم می‌گردد. غلظت زیاد پتاسیم در سیتوپلاسم و کلروپلاست‌ها، برای خنثی کردن آنیون‌ها و تنظیم pH بویژه برای فعالیت آنزیم‌ها لازم است. بیش از ۵۰ گونه آنزیم وجود دارند که یا به‌طور کامل به پتاسیم وابسته هستند و یا به‌وسیله‌ی آن تحریک می‌شوند. وجود عنصر پتاسیم برای حرکت سلول‌های محافظ روزنه و سایر اندام‌های حرکتی سریع گیاه، مانند جمع شدن برگچه‌های گیاه حساس (میموزا) ضروری است. به همین خاطر وجود مقادیر کافی پتاسیم گیاه را با کاهش تعرق (به‌وسیله بستن روزنه‌ها) در شرایط کم آبی پایدار می‌کند.

علایم کمبود پتاسیم عموماً در برگ‌های مسن و پایینی شاخساره‌ها، به صورت سوختگی حاشیه برگ‌ها بروز می‌کند. در هسته‌داران، پیچیدگی به سمت بالای برگ‌های جانبی به همراه کلروز و توسعه سوختگی آنها نیز از علایم کمبود می‌باشد. معمولاً باردهی سنگین، علایم کمبود را تشدید می‌کند. تحقیقات نشان می‌دهد که بین میزان محصول درخت و مقدار پتاسیم برگ رابطه معکوس برقرار است. همانند فسفر، در شرایط رطوبت کم خاک، تجزیه برگ، سطح پتاسیم را پایین نشان خواهد داد. مقدار کافی یتاسیم، درختان میوه را علاوه بر شرایط کم‌آبی، در برابر آفات و بیماریها نیز متحمل خواهد کرد.

برای زیادی و سمیت پتاسیم علامت بصری و مستقیم وجود ندارد لیکن در صورت زیادی بیش از حد پتاسیم کمبود منیزیم دیده می‌شود.

کلسیم (Ca)

کلسیم یک کاتیون نسبتاً بزرگ است که به آسانی وارد آپوپلاست شده و به شکل قابل تعویض به دیواره‌های سلول و سطح بیرونی غشای سیتوپلاسم می‌چسبد. حضور کلسیم برای فعالیت طبیعی غشاءها ضروری است. میزان جذب آن به درون سیتوپلاسم بی‌اندازه محدود بوده و جابجایی آن با فرآیندهخای سوخت و سازی ارتباط جزیی دارد. تحرک کلسیم از یک سلول به سلول دیگر و در درون آوند آبکشی بسیار کند است. کلسیم به‌طور عمده در دیواره‌های سلولی و تیغه‌ی بین سلولی نقش ساختمانی داشته و عدم وجود کافی کلسیم باعث سستی سلول‌ها و بافت‌ها از جمله گوشت میوه‌ها می‌گردد. کلسیم با پیوند گروه‌های فسفات و کربوکسیلات فسفولیپیدها و پروتئین‌ها، ترجیحاً در سطوح غشاء باعث پایداری غشاهای سلولی می‌گردد. شکلی از کمپلکس پروتئین و کلسیم که به کالمودولین (Calmodulin) معروف است در بسیاری از فرآیندهای متابولیکی، تنظیم کلسیم آزاد سیتوپلاسم و برای فعال کردن بعضی آنزیم‌ها دارای اهمیت است.

رشد لوله گرده نیز به حضور کلسیم در محیط کشت بستگی دارد. اکسین (IAA)، در جابجایی کلسیم در بافت گیاه دخالت دارد و جلوگیری از جابه‌جایی کلسیم یا کاهش در میزان اکسین (با مصرف TIBA) باعث ایجاد نشانه‌های کمبود کلسیم می‌شود.

علامت کمبود کلسیم در برگ درختان میوه نادر است و معمولاً در صورت زیادی سایر عناصر غذایی بروز می‌کند. اگر کمبود حاکم باشد، علامت آن ابتدا در برگ‌های جوان به شکل فنجانی شدن لبه برگ‌ها و کلروز یکدست رگبرها و بین رگبرگ‌های در حال توسعه دیده می‌شود. اغلب علیرغم اینکه برگ درختان، مقدار کافی کلسیم را نشان می‌دهند در میوه کمبود کلسیم دیده می‌شود. کلسیم حتی در غلظت‌های زیاد یک ماده غذایی کانی غیر سمی است و در از میان بردن اثرات سمی غلظت‌های زیاد دیگر عناصر کانی در گیاهان بسیار مؤثر است.

منیزیم (Mg)

منیزیم در فعال سازی آنزیم‌های دخیل در تنفس و فتوسنتز، ساخت DNA و RNA نقش دارد. آشناترین کار منیزیم این است که به عنوان اتم مرکزی مولکول کلروفیل به کار می‌رود زیرا منیزیم جزیی از حلقه پورفیرین کلروفیل است و کمبود آن با زردی (عدم تشکیل کلروفیل) برگ‌ها همراه است.

کمبود: در شرایط کمبود شدید، حاشیه برگ‌ها مشابه حالت کمبود پتاسیم، سوخته می‌شوند. مهمترین علامت کمبود، کم‌رنگ شدن سبزی نوک برگ و توسعه به سمت پایه‌ی برگ و رگبرگ اصلی در برگ‌های مسن است، که یک حالت مشخص به رگبرگ میانی می‌دهد. در برگ‌های گلابی، ممکن است جزایر ارغوانی تیره‌ای که توسط نوارهای سبز احاطه شده‌اند دیده شود. با گذشت فصل رشد، برگهای مسن ریزش کرده و علایم کمبود به برگ‌های جوان‌تر تسرّی می‌یابند.

مسمومیت با سطوح زیاد منیزیم علامت ویژه‌ای ندارد اما معمولاً به صورت کمبود پتاسیم یا کلسیم ظاهر می‌شود.

گوگرد (S)

گر چه گاز دی‌اکسید گوگرد موجود در هوا از سوی بخش‌های هوایی گیاهان عالی‌جذب و مصرف می‌شود، اما بهترین منبع گوگرد سولفات است، که از سوی ریشه‌ها جذب می‌شود. میزان گوگرد برای رشد مطلوب گیاه، میان

۰/۲ و ۰/۵ درصد وزن خشک گیاهان متغیر است. جابجایی مسافت دور سولفات، به‌طور عمده در درون آوند چوبی انجام می‌گیرد. گوگرد به صورت احیاء شده و یا احیاء نشده (سولفات) در گیاه مصرف می‌شود. احیاء گوگرد، در کلروپلاست برگ، توسط فرّودکسین صورت می‌گیرد. گوگرد در ساختمان برخی پروتئین‌ها، آنزیم‌ها، کوآنزیمA، تیامین و بیوتین شرکت و نقش دارد. علایم کمبود آن بسیار شبیه کمبود نیتروژن است، مثل تجمع آنتو سیانین وکلروز، زیرا هر دو در ساختمان پروتئین نقش دارند. با این تفاوت که کمبود گوگرد در برگهای جوان دیده می‌شود در حالیکه کمبود نیتروژن در برگهای مسن دیده می‌شود.

عناصر کم مصرف یا ریز مغذی (Micronutrients)

آهن(Fe)

آهن یکی از اجزاء تشکیل دهنده پروتئین‌های هِم شامل سیتوکروم‌ها و پروتئین‌های دارای آهن–گوگرد شامل فرودکسین می‌باشد. سیتوکروم در فرآیندهای انتقال الکترون در درون کلروپلاست و میتوکندری نقش حیاتی دارد، و فرودکسین در شماری از فرآیندهای سوخت و سازی پایه، به عنوان جابه‌جا کننده الکترون عمل می‌کند. از این فرآیندها می‌توان به احیاء $NADP^+$ در فتوسنتز، در نیترات رداکتاز، سولفات رداکتاز و احیاء N_2 اشاره کرد. حضور عنصر آهن برای ساخت کلروفیل ضروری است. از اینرو در شرایط کمبود آهن، به علت عدم ساخت کلروفیل کافی، برگ‌های جوان زرد و حتی گاهی سفید می شوند. آهن در گیاهان، یک عنصر غیر متحرک به‌شمار می‌رود، بنابراین نشانه‌های کمبود آن در برگ‌های جوان دیده می‌شود. کمبود آهن در درختان میوه بویژه در خاک‌هایی که واکنش (pH) متمایل به قلیایی دارند، بسیار شایع است. علامت کمبود به‌صورت زایل شدن رنگ سبز در فواصل بین رگبرگ‌ها دیده می‌شود و این درحالی است که رگبرگ‌ها سبز پررنگ هستند. وقتیکه برگ‌های جوان باز می‌شوند ممکن است به‌طور کامل تهی از رنگ سبز باشد ولی رگبرگ‌ها بعداً سبز می‌شوند.

هر چند که مسمومیت با آهن در باغ نادر است ولی علامت مسمومیت آن شبیه به کمبود منگنز است.

منگنز(Mn)

منگنز برای واکنش هیل– یعنی دستگاه تجزیه‌ی آب و تولید اکسیژن در فتوسنتز الزامی است. در مرکز فتوسیستم ۲ (PS_{II}) دست کم به چهار اتم منگنز نیاز است. تعدادی آنزیم سوپراکسیددیسموتاز حاوی منگنز در گیاهان شناسایی شده‌اند. آنزیم‌های سوپراکسیددیسموتاز در همه‌ی موجودات هوازی وجود دارند و در زنده ماندن این موجودات در حضور اکسیژن نقش ضروری بازی می‌کنند. این آنزیم‌ها، بافت را در برابر اثرات ویرانگر اکسیژن رادیکال آزاد $O_2^{\cdot-}$ (سوپراکسید) محافظت می‌کنند، که در واکنش‌های گوناگون آنزیمی در اثر جابجایی یک الکترون به مولکول اکسیژن به‌وجود می‌آید.

کمبود: نشانه کمبود به‌صورت زردی در بین رگبرگ‌های اصلی که از حاشیه برگ شروع شده و به طرف رگبرگ اصلی پیش می‌رود، دیده می شود. این علامت اغلب با کمبود آهن یا منیزیم مغشوش می‌شود. اما برخلاف آنها، زردی ناشی از کمبود منگنز در پهنک برگ به حدی پیشرفت نمی‌کند که فواصل بین رگبرگ‌ها را پر کند بلکه به حاشیه برگ محدود می‌ماند. تفاوت دیگر کمبود منگنز، عبارت است از ظهور زردی در جوانترین برگ‌ها بدون اینکه رگبرگ‌ها سبز بمانند.

سمیت منگنز به‌صورت علایمی شبیه به سرخک در درختان سیب بویژه در ارقام قرمز لبنانی و جوناتان بروز می کند، که با سطوح پایین کلسیم همراه است.

بُر (B)

بُر در محلول‌های آبی به‌طور عمده، به صورت اسیدبوریک وجود دارد. اسیدی بسیار ضعیف است که به‌جای پروتون (H^+)، هیدروکسیل (OH^-) می‌گیرد:

$$B(OH)_3 + 2H_2O \rightleftharpoons B(OH)^-_4 + H_3O^+$$

در واکنش فیزیولوژیک (کمتر از ۸) به‌طور عمده، اسیدبوریک به همان شکل اجزیه نشده جذب ریشه می‌شود. جابه‌جایی بُر به‌وسیله‌ی گیاهان، در مقایسه با دیگر مواد غذایی کانی، تقریباً محدود است. با وجود این سرعت حرکت آن در گیاهان مختلف بسیار متفاوت است. به‌عنوان مثال حرکت آن در آوندهای بادام بسیار کند ولی در سیب نسبتاً متحرک است. ثابت شده است که در درختان حاوی قندالکل سوربیتول (مثل سیب)، عنصر بُر متحرک است.

شواهدی مبنی بر اینکه بُر جزو ساختمان آنزیم باشد در دست نیست، تنها شواهد اندکی وجود دارد که نشان می‌دهد هر آنزیمی به وسیله بُر افزایش یا کاهش می‌یابد. نقش‌های بُر به‌طور عمده در بیرون از سلول هستند و با تشکیل جوب و تمایز آوند چوبی ارتباط دارند. بُر برای نمو مریستم انتهایی لازم است و کمبود آن ممکن است سبب رشد غیر عادی در انتهای شاخه و سیخک‌ها شود. کمبود بُر، سنتز هورمون سیتوکنین را کاهش می‌دهد.

کمبود: در بیشتر میوه‌ها، کمبود بُر اثر خود را قبل از برگ‌ها در میوه‌ها نشان می‌دهد. علایم کمبود در سیب و گلابی شبیه به هم هستند؛ میوه‌های بدشکل، گره دار و فرورفته، که با بافت چوب‌پنبه‌ای همراه می‌باشند از علایم کمبود بُر در این میوه‌ها است. این علامت اغلب با لکه‌تلخ و یا کمبود کلسیم اشتباه می‌شود. از نظر ظاهری بین کمبود بُر و کلسیم نمی‌توان تمایز قایل شد ولی تحت کمبود بُر، لکه‌های فرورفته از پوست تا مغز میوه ادامه دارد در حالیکه در لکه تلخ سیب، لکه‌های فرورفته اغلب در سر میوه بوده و سطحی هستند. در برخی موارد کمبود بُر، تمام سطح میوه پر از ترک‌هایی می‌شود که به‌وسیله بافت کالوس پوشیده شده و به میوه ظاری زنگارزده می‌دهد.

علایم کمبود در آلوها به صورت فرورفتگی‌های قهوه‌ای در گوشت میوه ظاهر می‌شود. اندازه نقاط فرورفته، از لکه‌های کوچک تا تمام سطح میوه متغیر است. این نوع میوه‌ها معمولاً زودتر از سایرین رنگ می‌گیرند و می‌ریزند. ممکن است قطره‌های صمغ نیز در گوشت میوه‌ها دیده شود. در هلو، گوشت مجاور حفره، قهوه‌ای و چوب‌پنبه‌ای و بعضی مواقع میوه در شکاف آن ترک می‌خورد. مشخص‌ترین علامت کمبود بُر در اعضای رویشی، مرگ نقاط رویشی نوک شاخساره‌ها و جارویی شدن آنها است.

علایم مسمومیت در سیب شامل مرگ شاخه‌های یکساله، گره‌های بزرگ در شاخه‌های یک و دو ساله، رسیدگی زودهنگام میوه، خرابی درونی میوه و ریزش آنها می‌باشد. علایم برگی، ابتدا در برگ‌های مسن با زردی در طول رگبرگ اصلی و سایر رگبرگ‌های جانبی بزرگ دیده می‌شود. در هلو، علایم رویشی شامل بافت مردگی در سطح برگ (لکه‌های نکروز)، پیچیدگی حاشیه و نوک برگ، کاهش تشکیل جوانه گل و میوه بستن و شکافتن هسته می‌باشند.

مس (Cu)

یون مس دو ظرفیتی، به‌طور محکم به اسیدهای هومیک و فولویک (Fulvic) موجود در خاک‌ها چسبیده و ترکیبات پیچیده‌ی مس- ماده آلی را تشکیل می‌دهد. مس در ترکیب برخی از پروتئین‌ها و آنزیم‌ها شرکت دارد. سیتوکروم اکسیداز، یک پروتئین دارای آمیزه‌ای از مس و آهن است و واکنش اکسیداسیون نهایی را در زنجیره‌ی جابه‌جایی میتوکندری‌ها کاتالیز می‌کند.

بیش از ۵۰ درصد از مسی که در کلروپلاست‌ها وجود دارد، به پلاستوسیانین چسبیده است. این ماده از اجزای زنجیره جابه‌جایی الکترون فتوسیستم۱ است. برای ساخت پلاستوکینون و سایر کینون‌ها نیز مس مورد نیاز است. در گیاهانی که کمبود مس دارند، میزان فتوسنتز کاهش می‌یابد. ایزوآنزیم سوپراکسیددیسموتاز دارای مس و روی بوده و برای از میان بردن اثر سمی رادیکال‌های سوپراکسید($O_2^{\cdot-}$) لازم است. از سایر پروتئین‌های مس‌دار می‌توان از سیتوکروم‌اکسیداز، آسکوربیت‌اکسیداز، فنولاز و لاکّاز و اکسیدازهای آمین نام برد.

کمبود: اختلال در چوبی شدن (Lignification) دیواره‌های سلول، در گیاهان عالی آشکارترین اثر کمبود مس است. در صورت کمبود مس دیواره‌های چوبی کیسه‌ی گرده به‌خوبی شکل نگرفته و گرده های رسیده نمی‌توانند بخوبی آزاد شوند. زیرا آزاد شدن گرده، متکی به پاره شدن دیواره‌ی بساک در اثر خشکیدگی و جمع شدگی بافت چوبی آن می‌باشد. علاوه بر این کمبود مس بر تشکیل دانه، بذر و میوه اثر بارزی دارد.

علامت کمبود مس به صورت برگ‌های بازمانده از رشد یا بدشکل، باریک، و کمی بلند با حاشیه موج‌دار قابل مشاهده است. اغلب کمبود مس و روی بویژه در خاک‌هایی با واکنش بالا، با هم رخ می‌دهند.

روی (Zn)

روی بۀطور عمده، به صورت کاتیون دوظرفیتی (Zn^{2+}) جذب می‌شود. غلظت‌های زیادِ دیگر کاتیون‌های دوظرفیتی، مانند کلسیم، تا اندازه‌ای از جذب روی جلوگیری می‌کنند. جابه‌جایی آن در مسافت دور، به طور عمده، در درون آوند چوبی انجام می‌گیرد. روی یا به عنوان بخش فلزی آنزیم‌ها و یا به‌عنوان فعال کننده‌ی شماری از آنزیم‌ها از نظر نوع کار، ساختمان و یا تنظیمِ نقش آنها عمل می‌کند.

کمبود: علامت کمبود روی، به صورت برگ‌های روزت و یا برگ‌های کوچک توصیف شده است. برگ‌های جدید در حال نمو از حد طبیعی کوچکترند. در اوایل بهار، تأخیر در آغاز رشد، جلب توجه می‌کند که ممکن است با خسارت یخزدگی سرشاخه‌ها دچار اشتباه گردد، لیکن در خسارت یخزدگی کامبیوم (حلقه‌ی زاینده) نیز قهوه‌ای می‌شود.

کمبود روی در درختان سیب، کاهش گل‌آوری را در پی دارد و ممکن است مانع از باز شدن گل‌ها در زمان شکفتن جوانه‌ها شود. روی در چرخه‌ی متابولیسم نیتروژن دخالت می‌کند و کمبود آن سبب کاهش پروتئین‌ها و بطور مشخص، ریبونوکلییک اسید می‌شود. روی در سنتز آکسین دخالت دارد و رشد رویشی روزت که نتیجه فواصل کوتاه بین گره‌ها و عدم وجود غالبت انتهایی می‌باشد، به‌دلیل عدم تولید آکسین کافی می‌باشد.

مولیبدن(Mo)

مولیبدن به صورت آنیون مولیبدات (MoO_4^{2-}) جذب ریشه گیاه می‌گردد. نیاز غذایی به مولیبدن کمتر از دیگر مواد غذایی کانی است. اعمال مولیبدن، به‌عنوان ماده‌ی غذایی گیاه، به تغییرات ظرفیت آن، به عنوان جزو فلزی آنزیم‌ها مربوط است. در گیاهان، تنها چند آنزیم وجود دارد که مولیبدن فعال کننده‌ی آنها است، از جمله نیتروژناز (تثبیت کننده نیتروژن هوا) و نیتراتریداکتاز، که نیترات را به نیتریت تبدیل می‌کند. بنابراین نیاز گیاهان عالی به مولیبدن، به نوع نیتروژنی بستگی دارد که مصرف می‌شود. به نظر می‌رسد که مولیبدن در جابه‌جایی راه دور، به نسبت متحرک است.

کمبود: کلروز و نکروز بین رگبرگی در برگهای مسن، علایم کمبود مولیبدن است. در عین حال، در شمار زیادی از گونه‌های گیاهان، آشکارترین نشانه‌های کمبود مولیبدن با کاهش شدید و ناهنجاری‌هایی در تشکیل پهنک برگ به نام دُم‌شلاق (Whiptail) بروز می‌کند، که در اثر لکه مردگی موضعی در بافت و ناکافی بودن تمایز رشته‌های آوند در مراحل آغازین رشد برگ، به‌وجود می‌آید.

کلر (Cl)

کلر به صورت آنیون (Cl^-)، به آسانی جذب گیاهان می‌شود. مقدار جذب کلر در مقایسه با سایر ریزمغذی‌ها زیاد بوده و در داخل گیاه بسیار متحرک است. نقش کلر در گیاهان، مشارکت در فعالیت سوخت و سازی، جبران بار الکتریکی و تنظیم اسمز، مشارکت در واکنش تجزیه آب در فرآیند فتوسنتز و تولید اکسیژن می‌باشد.

کمبود: پژمردگی نوک برگ‌ها سپس کلروز و نکروز از علایم کمبود کلر است. همچنین در شرایط کمبود کلر، از رشد طولی ریشه به‌شدت جلوگیری می‌شود، ولی تشکیل ریشه‌های جانبیِ کوتاه افزایش می‌یابد و به ریشه ها ظاهری انبوه و پرپشت می‌دهد. بنابراین، ممکن است پژمردگی برگ‌ها به علت جلوگیری از جذب آب و عدم تنظیم تعرق اب از روزنه‌های برگ باشد.