

تغذیه گیاهان با میکروالمنتها



PTMP/SK/R&D/A/ Micro element02 /01052022

مقدمه

عناصر غذایی معدنی همواره بین موجودات زنده و محیط زندگی آن‌ها در گردش هستند. جذب و آسیمیلاسیون مواد معدنی در گیاهان طی هر مرحله از رشد آن‌ها، بخشی از چرخه مواد غذایی در بیوسفر است. عناصر غذایی معدنی از طریق سیستم‌های ریشه‌ای و به کمک بخشی از ریزموجودات خاکزی مانند باکتری‌ها و برخی از قارچها (مایکوریزا) به گیاه وارد می‌شوند. پویایی و ارتباط زیاد سیستم ریشه‌ای با خاک، در فراهم‌سازی آب و مواد غذایی محیط اطراف آن‌ها برای رشد مهم است. بررسی‌ها نشان داده است که ۶۷٪ کل سطح ریشه با ریشه‌های موئین اشغال شده است. نوع سیستم ریشه‌ای نیز در گسترش آن اهمیت دارد؛ برای نمونه، در تکلیف‌ها گسترش ریشه با خروج ۳ تا ۶ ریشه بذری از بذر در حال جوانه‌زدن شروع می‌شود. با ادامه رشد، ریشه‌های نابجه‌ای جدید، که ریشه‌های گره‌ای یا ریشه‌های هوایی نامیده می‌شوند، سیستم ریشه‌ای افشان را تشکیل می‌دهند. در دولپه‌ای‌ها، سیستم ریشه در طول یک محور با نام ریشه اصلی توسعه یافته و ضخامت آن نیز در نتیجه فعالیت کامبیوم ثانویه افزایش می‌یابد.

تغذیه گیاهان با میکروالمنتها

آهن: در شرایط هوازی حلالیت آهن بسیار ضعیف است و برای تامین ریشه گیاهان کافی نیست. ریشه‌ها و میکروارگانیزم‌های زیادی باید برای متحرک شدن آن همکاری کنند تا میزان آهن بیشتری قابل استفاده شود. قارچها و باکتری‌های بسیاری قادر به ساخت حامل ویژه آهن یعنی زیدروفور (Siderophore) هستند. این مواد به کمپلکس‌های آهن سه‌ظرفیتی متصل شده و به این وسیله، از رسوب شدن آن جلوگیری می‌کنند. برخی از گیاهان پروتون (H^+) زیادی از ریشه ترشح می‌کنند تا با کاهش pH خاک، ترکیبات آهن‌دار موجود در محیط ریشه بیشتر محلول شده و آن را جذب کنند. آهن بیشتر از نوک ریشه جذب می‌شود، نوک ریشه فیتوزیدروفور ترشح کرده و آهن را به شکل ترکیب فیتوزیدروفور- آهن جذب می‌کند. بخش بزرگی از آهن موجود در سلول به صورت ذخیره‌ای است (فرم فریتین) و تامین تدریجی گیاهان را با آهن تضمین می‌کند. تغذیه ناکافی با آهن، به سبب کاهش سنتز کلروفیل، خود را به شکل بی‌رنگ و زرد شدن برگ‌ها نمایان می‌سازد. برای سنتز ماده اولیه کلروفیل آهن نیاز است، همچنین در نبود تغذیه با آهن، سنتز پروتئین‌های مختلف کلروپلاستی هم کاهش می‌یابد (پروتئین‌های که در فتوسیستم I و II و کمپلکس سیتوکروم b/f قرار دارند). در تغذیه با آهن، مقدار کلروفیل و پروتئین کلروپلاستی بیشتری ساخته شده و سبب سبز شدن دوباره گیاه می‌شود. کمبود فیزیولوژیکی آن در خاک‌های آهکی (کربناتی و شور) و به‌ویژه در گیاهان انگور، میوه‌های



تغذیه گیاهان با میکروالمنتها



PTMP/SK/R&D/A/ Micro element02 /01052022

مختلف، مرکبات، ذرت و سویا دیده می‌شود. در شرایط پرباران، تجمع HCO_3^- سبب کلروز آهن می‌شود و گیاهان می‌توانند با ترشح H^+ در ریشه، HCO_3^- را خنثی کنند. برای کاهش کلروز آهن، استفاده از کودهای آلی ثمربخش بوده، همچنین برای جلوگیری از کلروز آهن استفاده از کلات آهن توصیه می‌شود. این ماده را میتوان از طریق برگ یا از خاک به گیاه داد. عرضه آن از طریق برگ باید در چندین نوبت انجام شود. به‌تازگی گزارش شده است که استفاده از کمپوست‌های آهن‌دار و یا کود دامی، در مبارزه با کلروز آهن با ارزش هستند.



شکل ۱- علائم کمبود آهن در گیاهان

منگنز: منگنز موجود در محلول خاک و همچنین منگنزه‌های جذب شده به کلوئیدها، فقط دو ظرفیتی است تا برای گیاهان قابل استفاده باشد. ریشه گیاهان در قابلیت جذب شدن منگنزه‌های سخت محلول شرکت دارند. هرچه pH خاک بالاتر باشد، برای تغذیه خوب گیاهان با منگنز، به منگنز فعال بیشتری نیاز است. مقدار تهویه خاک نیز در آزادسازی منگنز نقش دارد؛ هرچه تهویه خاک نامناسب‌تر باشد، احیای ترکیبات چند ظرفیتی منگنز به ترکیبات دوظرفیتی بیشتر است. در این حالت، قابلیت جذب منگنز بیشتر است و احتمال بروز مسمومیت افزایش می‌یابد. بررسی‌ها نشان داده است که غرقاب شدن خاک برای مدت کوتاهی موجب افزایش بیش از اندازه منگنز در یونجه شده که با کاهش چشمگیر محصول همراه بوده است. علائم مسمومیت در برگ‌های پیر، به‌صورت لکه‌های کلروز و نقطه‌های قهوه‌ای که از رسوبات MnO_2 تشکیل شده ایجاد می‌شود. انواع مختلف گیاهان در مقابل وفور منگنز مقاومت متفاوتی نشان می‌دهند؛ یونجه و خیار در مقابل فراوانی Mn بسیار حساس هستند، درحالی‌که جو و برنج مقاومت زیادی از خود نشان می‌دهند. بیشتر خاک‌ها به‌اندازه کافی منگنز دارند و نیاز به کوددهی مداوم منگنز نیست؛ با این حال، در خاک‌های آلی تغذیه ناکافی با منگنز مشاهده می‌شود. کوددهی به برگ با ترکیبات منگنزدار، می‌تواند در رفع کمبود منگنز تاثیر داشته باشد. به‌طور معمول در خاک‌های کربناتی با pH بالا، موارد کمبود این عنصر دیده می‌شود. علامت کمبود منگنز را



تغذیه گیاهان با میکروالمنتها



PTMP/SK/R&D/A/ Micro element02 /01052022

تعاونی پترو تمدن مهمام پارس

که به شکل کلروز بین‌رگرگی در برگ‌های جوان در اوایل دوره رویشی دیده می‌شود، میتوان با مصرف ۵ تا ۱۰ کیلوگرم منگنز در هکتار مرتفع کرد.

مس: بیشینه مقدار مس در خاک بین ۵ تا ۱۰ میلی‌گرم در یک کیلوگرم خاک است و بیش از پنجاه درصد آن به مواد آلی متصل است. مس به شدت به اکسیدهای منگنز و آهن متصل می‌شود و تحرک مس به سبب شدت پیوند آن با کلوئیدهای خاک بسیار ضعیف است. مس‌هایی که همراه با مصرف محلول‌های پاششی مسدار به خاک داده می‌شود، بیشتر در لایه فوقانی خاک باقی می‌مانند. کمبود مس بیشتر در خاک‌های آلی دیده می‌شود و مواد آلی به شدت مس را تثبیت می‌کنند. گیاهان به مقدار کمی مس را جذب می‌کنند که این میزان به طور معمول برابر با ۲-۲۰ میلی‌گرم مس در یک کیلوگرم ماده خشک گیاهی است. تحرک این عنصر در گیاه کم است. غلظت مس در کلروپلاست زیاد بوده و همچون جزء فلزی در پلاستوسیانین، نیاز الکترونی فتوسیستم I را تامین می‌کند. همچنین آنزیم سوپراکسید دیسموتاز یک پروتئین Cu/Zn دار است که در سمزدایی رادیکال آزاد اکسیژن و تبدیل آن به آب‌اکسیژنه موثر است. کمبود مس در غلات اغلب پس از پنجه‌زنی و از نوک برگ‌ها شروع می‌شود، نوک برگ‌ها سفید می‌شوند و برگ‌ها باریک مانده به دور خود می‌چرخند. رشد میانگره‌ها تضعیف شده و با پیشرفت دوره رویشی، کمبود شدت می‌یابد و در موارد حاد، خوشه‌دهی متوقف می‌شود؛ بنابراین، نوک سفید و تاب‌خورده و تشکیل نیافتن سنبله و خوشه علامت کمبود مس است. در درختان میوه، نشانه‌های کمبود مس به صورت از بین رفتن جوانه‌های کوچک، کلروز و نکروز شدن حاشیه برگ‌ها بوده و مانند غلات، از تولید شکوفه و میوه جلوگیری می‌شود.

به‌طور معمول، تمام خاک‌ها نیاز کم گیاه به مس را در تغذیه برطرف می‌کنند. کمبود مس بیشتر در خاک‌های شنی هوموسی و مردابی دیده می‌شود. حساس‌ترین گیاهان به کمبود مس یولاف، جو و گندم هستند و چاودار، کتان، کنف، پنبه، ارزن، شبدر قرمز و اکنش کمتری در مقابل کمبود مس نشان می‌دهند. سیب‌زمینی نسبت به تغذیه با این عنصر کم‌توقع‌ترین است. سولفات مس مانند کود مسی استفاده می‌شود و مقدار آن به‌طور معمول، ۵ تا ۱۰ کیلوگرم مس در هکتار است.

روی: مقدار روی (Zn) در خاک بستگی زیادی به معدنی‌های موجود در خاک (بیوتیت، آمفیبول و پیراوکس) دارد. در غرقابی شدن خاک، مقدار زیادی H_2S ساخته می‌شود که می‌تواند در ترکیب با روی موجود در خاک رسوب ZnS ایجاد کند؛ بنابراین، غرقابی شدن خاک مقدار Zn محلول را به شدت کاهش می‌دهد. این فرایند می‌تواند سبب کمبود روی در برنج شود. قابلیت جذب روی در خاک‌های قلیایی کم است. بیشترین بخش از



تغذیه گیاهان با میکروالمنتها



PTMP/SK/R&D/A/ Micro element02 /01052022

روی محلول به کمپلکس‌های آلی متصل است و این عنصر بیشتر به شکل Zn^{2+} و در pH بالا نیز به شکل $ZnOH^+$ جذب می‌شود. روی از طریق آوند چوبی و آبکش به قسمت‌های دورتر و به شکل Zn^{2+} و کمپلکس‌های آلی روی دار منتقل می‌شود. فسفات تاثیر روی را کاهش می‌دهد و تغذیه زیاد با فسفات می‌تواند منجر به کمبود روی شود. جلوگیری از سنتز IAA در کمبود روی، مهمترین عامل برای تضعیف رشد محسوب می‌شود. در این حالت، اندام‌های گیاهی به‌ویژه برگ‌ها کوچک می‌مانند و فواصل بین رگبرگ‌ها زرد، سبز کم‌رنگ و گاهی سفید می‌شوند. این نوع کلروز در تک‌لپه‌ها به شکل نواری ظاهر می‌شود. کمبود روی در درختان میوه، کوچک ماندن و تغییر شکل برگ‌ها را در پی دارد و برگ‌ها بیشتر به‌صورت مجتمع در می‌آیند؛ رشد شاخه‌ها کم می‌شود، و جوانه‌های کوچک از بین می‌روند و به‌طور معمول، پیش از موعد مقرر می‌ریزند. کمبود روی در انگور موجب تشکیل برگ‌های کوچک همراه با لکه‌هایی در قسمت میانی شده، شاخه‌های باریک و نیز شاخه‌های فرعی زیادی ایجاد می‌شود و دانه‌های انگور کوچک می‌مانند. از میان مهمترین گیاهان زراعی، ذرت حساسیت ویژه‌ای به کمبود روی دارد. درحالی‌که یولاف، گندم و چاودار غیرحساس هستند. مصرف روی در ذرت سبب افزایش محصول می‌شود. میزان دریافت این عنصر در گیاهان، ۰/۵ کیلوگرم روی در هکتار است و مقدار مصرف کود روی باید چندین برابر بیشتر از مقدار دریافت گیاه باشد. مقدار کود لازم برای خاک‌های سنگین ۱۰-۱۵ کیلوگرم روی در هکتار و در خاک‌های سبک ۵-۸ کیلوگرم روی در هکتار است. برای گیاهان چندساله، محلولپاشی با کودهای روی ۰/۵ تا 1 درصد سولفات روی توصیه می‌شود.

بور: مقدار کل بور (B) در خاک ۲۰-۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک است. به‌طور معمول، خاک‌های شور بور زیادی دارند. بور محلول در خاک، بیشتر به شکل اسید بوریک $B(OH)_3$ است. جذب برات بیگمان به pH بستگی دارد و مطابق با آن، قابلیت جذب برات در گیاهان پس از $pH=6$ با افزایش pH کاهش می‌یابد ولی pH پایین‌تر از ۶/۳ روی قابلیت جذب برات اثر ندارد. مقدار زیادی از ذخیره بور در خاک‌های سبک، در بیشتر مواد آلی یافت می‌شود. گیاهان بور را به‌صورت یونیزه نشده یعنی به شکل H_3BO_3 جذب می‌کنند. آثار کمبود بور در گیاهان بیشتر در قسمت‌های مریستم انتهایی ظاهر می‌شود. بور نقش مهمی در خاصیت ارتجاعی دیواره سلولی و پایداری ممبران‌های سلولی دارد و می‌تواند ATP-از ممبرانی را تقویت کند؛ این نتایج نشان می‌دهد که در کمبود بور، انتقال آسیمیلات از برگ‌ها متوقف می‌شود. بور اهمیت زیادی در متابولیسم RNA گیاهی دارد. در کمبود بور، سنتز اسیدهای نوکلئیک کاهش یافته و در پی آن سنتز پروتئین هم کاهش می‌یابد. در کمبود بور رشد سلول متوقف می‌شود و در تغذیه ناکافی با بور، ریشه مقدار آسیمیلات کمتری در اختیار دارد. کمبود بور سبب توقف در رشد گیاه و توقف در همپیچیدگی برگ‌ها می‌شود، برگ‌ها ضخیم شده و به رنگ



تغذیه گیاهان با میکروالمنتها



PTMP/SK/R&D/A/ Micro element02 /01052022

سبز متمایل به خاکستری می‌آیند و در کل، گیاه کوتاه و کوچک می‌شود. این کمبود ریشه‌ها را نیز ضخیم و کوتاه کرده و سبب می‌شود تا نوک ریشه‌ها نکروزه شده و بافت پوست ریشه شکاف بردارد. گاهی هم اصلا ریشه‌ای ساخته نمی‌شود. مهمترین کودهای بور شامل بربوراکس، اسید بوریک، تترابورات سدیم، پنتا بورات سدیم و مخلوطی از دو ماده اخیر می‌شوند. این ترکیبات محلول در آب هستند و به همین سبب می‌توان آن‌ها را برای کوددهی برگ و همچنین خاک به کار برد. گیاهان بور را به خوبی جذب می‌کنند و در عرضه زیاد آن، دچار مسمومیت ایجاد می‌شوند. چغندر قند به ۱-۲ کیلوگرم بور در هکتار نیاز دارد. لگومینوزها و انگور به بور زیادی نیاز دارند. در صورت نبود بور کافی در انگور، حبه‌های انگور کوچک و ترش می‌مانند و عملکرد انگور کاهش می‌یابد. مصرف بور در بهار بهتر از پاییز است. آزمایش‌ها نشان داده است که استفاده از بور برای هر درخت در مرکبات سبب رفع کمبود بور در آن‌ها شده است. با این همه، باید از مصرف زیاد بور اجتناب کرد زیرا فاصله بین کمبود بور و مسمومیت آن بسیار کوتاه است. گیاهانی مثل چغندر قند، هویج، کرفس، منداب، پنبه، یونجه و انگور به کمبود بور حساس هستند. گیاهانی همچون کتان، ذرت، کلم، اسفناج، توتون، گوجه‌فرنگی و شبدر حساسیت کمتری به بور دارند و از گیاهان غیر حساس به بور، می‌توان گندم، جو، یولاف، سورگوم، سویا، سیب‌زمینی و نیشکر را نام برد. کمبود بور در چغندر قند، سبب پوسیدگی و فساد مرکز رویشی آن می‌شود. pH بالا این بیماری را تشدید می‌کند. برگ‌های جوان قسمت‌های داخلی چغندر قند قهوه‌ای و سیاه می‌شوند و کمی بعدتر، فساد غده آغاز شده و به تدریج از قسمت بالا پوک و سوراخ می‌شود. کرفس نیز همین علائم را نشان می‌دهد. در برخی از چغندرهای ریشه‌ها بیشتر سخت و صابونی شده و حفره بزرگی در غده‌ها ایجاد می‌شود. سطح ناصاف، لکه‌دار و همچنین سوراخ شده و کرکدار در قسمت‌های مختلف گوجه‌فرنگی، گل کلم، و نیز سیب و مرکبات از علائم کمبود بور در آن‌ها است. خشکی کمبود بور را تشدید می‌کند.

منبع

فاضلی کاخکی، سید فاضل. (۱۴۰۰). تغذیه بر اساس مراحل رشد فیزیولوژیکی. تهران: نشر آموزش کشاورزی

