نقش عناصر ریزمغذی در تغذیه گیاهان

مقدمه

گیاهان مانند سایر جانداران از ترکیبات متنوعی ساخته شده‌اند که درصد بالایی از آن‌ها را آب تشکیل می‌دهد. بخش دیگر ساختمان گیاهان از عناصر مختلف تشکیل شده است. یک عنصر معدنی وقتی برای رشد و توسعه گیاه ضروری تشخیص داده می‌شود که دارای دو شرط اساسی باشد:

الف) در فعالیت‌های متابولیکی نقش منحصر به فرد داشته باشد، بطوری که عنصر دیگری نتواند این نقش را به عهده بگیرد. ب) گیاه بدون حضور این عنصر نتواند چرخه زندگی خود را کامل کند.

۱۷ عنصر تاکنون به عنوان عناصر ضروری رشد گیاه تشخیص داده شده‌اند. عناصر ضروری گیاهان را از دو طریق گروه‌بندی می‌کنند. اول از نظر میزان وجود آن‌ها در گیاه و دوم از لحاظ نقش فیزیولوژیکی که در گیاه ایفا می‌کنند. از لحاظ میزان حضور عناصر غذایی در گیاهان می‌توان عناصر ضروری را عموما به دو گروه اصلی عناصر پر مصرف و کم مصرف تقسیم‌بندی کرد. این دیدگاه ارتباط با اهمیت و نقش عناصر در گیاه ندارد و اولین عنصر و آخرین آن‌ها از لحاظ اهمیت در متابولیسم و ضرورت برای ادامه حیات گیاه یکسان هستند و تنها میزان نیاز گیاهان به آن‌ها متفاوت است.

نکته قابل توجه اینکه عناصر موجود در گیاهان محدود به ۱۷ عنصر ذکر شده نیست به طوری که بیش از ۶۰ نوع عنصر در گیاهان مختلف شناسایی شده‌اند که بسیاری از آن‌ها ضروری نیستند. با خاکستر کردن گیاهان کلیه عناصر ضروری به استثنای N، O، H، C وS که به صورت گاز خارج می‌شوند در داخل آن باقی می‌مانند.

نکته مهم دیگر اینکه میزان عناصر در داخل گیاه به عوامل مختلف دیگری علاوه بر نوع گیاه نیز بستگی دارد. این عوامل شامل خاک، اقلیم و مدیریت زراعی است.

قابلیت دسترسی عناصر کم مصرف در خاک

بسیاری از فاکتورهای خاکی بر روی قابلیت دسترسی عناصر غذایی از جمله عناصر کم مصرف اثر می‌گذارند که pH محلول خاک و میزان مواد آلی از مهمترین این عوامل هستند. pH یا اسیدیته کنترل‌کننده نوع یون‌های عناصر کم مصرف و حلالیت یا رسوب ترکیبات مختلف این عناصر در خاک است.

PTMP/SK/R&D/A/ Micro elements02 /14062021

شکل ۱- تاثیر pH بر قابلیت دسترسی عناصر در خاک

آهن

آهن در حدود ۵ درصد از وزن پوسته زمین را تشکیل می‌دهد که چهارمین عنصر در لیتوسفر (پوسته) است و کانی‌های مختلفی را مانند الیوین، پیریت و ... شامل می‌شود. این میزان در خاک می‌تواند کمتر یا بیشتر باشد به طوری که میزان آهن کل خاک از ۰/۷تا ۵۵ درصد متغیر است. میزان آهن در محلول خاک بسیار کمتر از سایر کاتیون‌ها است که بستگی کامل به pH دارد به طوری که با افزایش یک واحد pH میزان یون Fe^{3+} هزار و Fe^{2+} صد برابر کاهش پیدا می‌کند. ولی به هر حال در محدوده pHهای موجود خاک کل آهن محلول خاک برای برطرف کردن نیاز گیاهان کافی نیست (حتی در خاک‌های اسیدی) پس مکانیزم‌های دیگری نیز در تأمین نیاز گیاهان دخیل است.

تشکیل کلات با ترکیبات آلی خاک باعث افزایش آهن قابل جذب می‌شود. ترکیبات مصنوعی کلات کننده آهن نیز همین اثر مثبت را دارد. این ترکیبات آلی کلات‌کننده که همین عمل را با سایر عناصر کم مصرف نیز انجام می‌دهند شامل مواد حاصل از تجزیه مواد آلی توسط میکروارگانیسم‌ها و مواد حاصل از خود موجودات‌ریز خاک و بالاخره ترکیبات خارج شده از ریشه می‌باشد. با توجه به اینکه این روند در مورد کلیه عناصر ریز مغذی تکرار می‌شود. کلات به ترکیبات آلی محلول تلقی می‌شود که پیوندهایی با فلزات مختلف تشکیل داده، حلالیت آن‌ها را زیاد کرده و برای ریشه قابل جذب می‌شوند. از طرف دیگر عناصر کلات شده کمتر به شکل‌های نامحلول در خاک در می‌آیند.

PTMP/SK/R&D/A/ Micro elements02 /14062021

در مورد کلات‌ها گفته شد که کلات‌های مصنوعی نیز در خاک مانند کلات‌های طبیعی عمل می‌کنند. بنابراین به عنوان کودهای مفید مصرف می‌شوند. چون کلات کننده‌های مصنوعی بسیار متنوع هستند باید گفت که کلات‌های مناسب برای تولید کود به عنصر کم مصرف مورد نظر و پایداری کلات در خاک بستگی دارد. پایداری کلات به این معنی است که بعد از ورود آن به داخل خاک و قرار گرفتن در معرض تغییر،pH ساختمان آن عوض نشده و کاتیون‌های دیگر جایگزین آن نشود.

مثلا در مورد آهن، کلات آن با EDDHA در محدده وسیعی از pH خاک می‌تواند آهن را در اختیار گیاه قرار دهد. میزان مطلوب آهن در خاک برابر با ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم است که با وجود مقادیر زیاد آهن کل در خاک، در اکثر شرایط pH (بالاتر از ۴) خاک توانایی تامین آن را ندارد و همان گونه که ذکر شد با کمک سایر ترکیبات آلی این میزان تامین می‌شود. البته نقش ریشه در تغییر شرایط اطراف خود به نفع جذب آهن نیز موثر است.

خاک‌های آهکی که درصد بالایی از خاک‌های ایران را نیز تشکیل می‌دهد بیشترین علائم کمبود را نشان می‌دهد که دلیل اصلی آن مقادیر بالای یون بی‌کربنات در محلول خاک است. آبیاری سنگین، فشردگی خاک و کاهش تهویه باعث زیاد شدن یون بی‌کربنات می‌شود. این یون می‌تواند جذب و انتقال آهن را کاهش داده و یا اینکه باعث غیر فعال شدن مقادیر بالایی از آهن در داخل برگ‌ها شود.

آهن نقش‌های متعددی در گیاهان ایفا می‌کند که عموما ناشی از توانایی آن در تغییر ظرفیت خود می‌باشد ولی مهمترین نتیجه کمبود آن را میتوان کاهش ساخت کلروفیل (سبزینه) در گیاه و بوجود آمدن کلروز یا زردی در برگ‌های جوان دانست. این مسئله کاهش فتوسنتز و گل آغازی در بسیاری از گیاهان را به دنبال دارد.

همچنین آهن به شدت به بافت‌ها متصل شده، در داخل گیاه به عنوان عنصر غیر متحرک محسوب می‌شود و ۸۰ درصد آن در کلروپلاست برگ‌های سبز قرار دارد که کمبود آن زردی برگ‌های جوان را باعث می‌شود. البته زردی در بین رگبرگ‌ها بوده و خود رگبرگ‌ها سبز باقی می‌ماند.

تعاونی پترو تمدن مهام پارس

شکل ۲- زردی بین رگبرگی در مرکبات به علت کمبود آهن

درختان میوه بیشترین حساسیت را نسبت به کمبود آهن نشان می‌دهند. این تفاوت در حساسیت حتی در بین واریته‌ها و ارقام مختلف یک گیاه دیده می‌شود که مربوط به توانایی ریشه در جذب آهن است. در اکثر گیاهان اگر میزان آهن کمتر از۵۰ ppm باشد علائم کمبود مشاهده می‌شود ولی مقادیر کافی این عنصر را نمیتوان در گیاهان مختلف بیان کرد. در برخی مواقع میزان این عنصر حتی بیشتر از حد نرمال است ولی با این حال علائم کمبود مشاهده می‌شود که به دلیل غیر فعال شدن آهن در داخل گیاه است. پس در بسیاری از موارد اندازه‌گیری آهن در برگ برای تشخیص کافی نیست.

بهترین راه حل‌های مبارزه و پیشگیری از کمبود آهن و زردی ناشی از آن را میتوان به صورت زیر خلاصه کرد:

- کاشت گیاهان مقاوم به کمبود آهن
- آبیاری سبک و با دفعات بیشتر و بالا بردن تهویه خاک.
- کاهش رفت و آمد ماشین آلات در مزرعه.

PTMP/SK/R&D/A/ Micro elements02 /14062021

- افزودن مواد آلی به خاک.
- مصرف کودهای شیمیایی مناسب (استفاده از سولفات آمونیم در باغات دارای کمبود آهن).
- استفاده از اصلاح کننده‌های خاک وکمک به کاهش موضعی pH خاک.
- استفاده از کودهای آهن مناسب (برگ پاشی و مصرف خاکی).
- کاهش بی‌کربنات آب آبیاری با مصرف اسید

روی

میزان روی در پوسته زمین حدود ۸۰ و در خاک بین ۱۰ تا ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم است که کانی‌های مختلفی از آن در خاک وجود دارد. کمبود روی در اکثر قسمت‌های دنیا دیده می‌شود که خاک‌های شنی و اسیدی، خاک‌های آهکی، خاک‌های با pH زیاد، برخی خاک‌های آلی و خاک‌های فرسایش یافته شامل این نوع خاک‌ها هستند. در ایران آهکی بودن خاک‌ها، pH بالا، مواد آلی کم، بی‌کربناته بودن آب آبیاری و مصرف نامتعادل کودها از عوامل اصلی کمبود روی در خاک‌های کشاورزی هستند که pH با زیاد کردن جذب روی بر روی اجزای خاک از دلایل اصلی تعیین‌کننده قابلیت جذب آن است. روی در خاک به شکل محلول، جذب شده بر روی ذرات رس، مواد آلی و کربنات‌ها، کمپلکس شده با مواد آلی و موجود در کانی‌ها مشاهده می‌شود.

با افزایش pH میزان روی قابل دسترس بسرعت کاهش می‌یابد و بنابراین کمبود در شرایط خاک‌های آهکی بوجود می‌آید بطوری که روی به صورت کم محلول رسوب می‌کند. به علاوه روی می‌تواند بر سطوح خارجی آهک نیز رسوب کند. مواد آلی بر مقادیر قابل جذب عنصر روی اثر می‌گذارد که به میزان و نوع مواد آلی بستگی دارد. در خاک‌های آلی کمبود روی دیده می‌شود ولی اسیدهای آلی مانند اسید فولیک و اسید هیومیک می‌تواند باعث افزایش حلالیت روی قابل دسترس شود که در خاک‌های مناطق خشک اهمیت دارد. زیادی سایر عناصر فلزی کاتیونی مانند Cu^{2+} ، Fe^{2+} و منگنز جذب روی را کاهش می‌دهد. وجود مقادیر زیاد فسفر در خاک‌هایی که میزان روی در مرز کمبود قرار دارد قابلیت دسترسی روی را نیز کمتر می‌کند. از طرف دیگر در این گیاهان در اثر کمبود روی، گیاه توانایی خود را در تنظیم تجمع فسفر از دست می‌دهد و در نتیجه فسفر در مقادیر زیاد جذب گیاه شده، انتقال می‌یابد و سمیت را بوجود آورده و بنابراین علائم مشابه کمبود روی را در خود نشان می‌دهد. حتی با وجود مقادیر کافی روی در آن مصرف پتاسیم میتواند این اثر مضر فسفر را کاهش دهد.

تعاونی پترو تمدن مهام پارس

حد بحرانی روی در خاک نسبت به روش‌های عصاره‌گیری و نوع گیاه متفاوت است. مثلا این حد برای روی در گندم با روش عصاره گیری DTPA از ۰/۷ تا ۰/۹۵ پی پی ام اعلام گردیده که این میزان به مواد آلی خاک ربط داده شده است. (با افزایش مواد آلی عدد حد بحرانی کاهش یافته است). این عدد برای پنبه حدود ۱/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش گردیده است. میزان یک میلی گرم روی در کیلوگرم خاک با روش عصاره گیری DTPA برای اکثر محصولات مقادیر مناسبی است.

روی در گیاه

گیاهان عمدتا روی را به صورت کاتیون دو ظرفیتی (Zn^{2+}) جذب می‌نمایند که نقش اصلی آن شرکت در ساخت برخی از آنزیم‌ها و یا تنظیم‌کننده آن‌ها می‌باشد. میزان روی در گیاهان به طور متوسط ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم است. در اکثر گیاهان مقادیر کمتر از ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم باعث کمبود و بالاتر از ۴۰۰ باعث بروز علائم سمیت است. تحرک روی در گیاه نسبتا کم است، بنابراین علائم کمبود آن اکثرا در بافت‌های جوان دیده می‌شود که این علائم در گیاهان مختلف متفاوت است. علائم عمومی کمبود شامل توقف رشد گیاه، ضعف در جوانه‌زنی، روشن شدن رنگ گیاه، زردی آن و ریز برگی با ریزش برگ‌های انتهای شاخه درختان است. چون روی یکی از عناصر ضروری برای ساخته شدن هورمون ایندول استیک اسید (IAA) است، کمبود آن باعث بروز علائم کمبود آن می‌شود که در آن فاصله بین گره‌ها در ساقه کاهش پیدا می‌کند.

شکل ۳- کمبود روی در مرکبات

PTMP/SK/R&D/A/ Micro elements02 /14062021

مصرف روی

کاربرد انواع کودهای حاوی روی در خاک‌های دارای کمبود روی باعث بهبود رشد و عملکرد شده و حتی مثلا درباره گندم میزان این عنصر در دانه نیز افزایش یافته و بهبود کیفیت را در پی‌خواهد داشت. مصرف Zn مخصوصا به صورت محلول پاشی باعث کاهش غلظت فسفر در اکثر محصولات و اصلاح وضعیت نسبت Zn/P در گیاه می‌شود. مصرف خاکی ۳۰ تا ۴۰ کیلوگرم سولفات روی در اکثر آزمایشات برای رفع کمبود و افزایش عملکرد گندم مناسب بوده است. البته وضعیت خاک‌های ایران تثبیت اکثر کود بکار رفته را در پی دارد. اثر مثبت مصرف روی در خاک‌های دارای کمبود در شرایط تنش شوری نیز به اثبات رسیده است. البته در مزارع دارای عملکرد بالا با توجه به هزینه مصرف خاک کودهای روی، محلول‌پاشی این عنصر می‌تواند مفید باشد. رقم گیاه در قابلیت جذب این عنصر مانند آهن اهمیت و نقش داشته و ارقام را از نظر جذب این عنصر به ارقام کارا و غیر کارا تقسیم می‌کنند.

منگنز

مقدار منگنز در پوسته زمین حدود ۱۰۰۰میلی‌گرم در کیلوگرم است که این میزان در خاک‌ها از ۲۰ تا ۳۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و میانگین ۶۰۰ متغیر است. منگنز در سنگ‌های حاوی آهن Fe و منیزیم Mg وجود دارد. منگنز Mn در خاک به صورت پوسته اکسیدها و هیدروکسید روی ذرات خاک مشاهده می‌شود. نوع سنگ مادری، سن خاک‌ها، مواد آلی و pH از جمله عوامل مؤثر در میزان منگنز Mn خاک است.

کمبود Mn در خاک به صورت یون محلول (Mn^{2+}) تبادلی و متصل به مواد آلی نیز دیده می‌شود و تعادل بین آن‌ها نماینده قابلیت دسترسی این عنصر برای گیاه است. شرایط تهویه، pH و تشکیل ترکیبات پیچیده با مواد آلی در این میان نقش مهمی دارند. Mn در شرایط خاصی می‌تواند آبشویی شده و از خاک خارج شود.

افزایش pH میزان منگنز محلول و تبادلی را کاهش می‌دهد و به همین علت مصرف کودهای اسیدزای ازته و گوگردی می‌تواند باعث بهبود وضعیت حلالیت Mn شود. تهویه نامطلوب و رطوبت زیادی، کاهش O_2و افزایش Mn محلول را بخصوص در شرایط اسیدی به دنبال دارد که حتی منجر به مسمومیت نیز می‌شود. خاک‌های قلیایی دارای مواد آلی زیاد باعث بوجود آمدن ترکیبات کلاته محلول می‌شود. البته در شرایطی مانند استان یزد که مواد آلی اندکی دارد اضافه کردن مواد آلی طبیعی مانند کمپوست و یا بقایای گیاهی گندم میتواند

میزان Mn قابل استفاده را افزایش دهد. مقادیر زیاد مس، آهن و روی می‌تواند جذب Mn را کاهش دهد. ترکیباتی مانند KNO_3 و KCL و حتی NaCl حلالیت و قابلیت جذب Mn را افزایش می‌دهد.

منگنز در گیاه

منگنز به صورت کاتیون Mn^{2+} جذب گیاه شده و در فرآیندهای متعددی شرکت می‌کند. از جمله فعال سازی آنزیم‌ها و ساخت متابولیست‌های ثانوی که این خود باعث افزایش مقاومت گیاهان در برابر بیماری‌ها می‌شود. Mn در برخی واکنش‌ها می‌تواند با Mg جایگزین شود.

بیشترین میزان منگنز در ریشه وجود دارد. گیاهان مختلف حساسیت متفاوتی نسبت به کمبود Mn از خود نشان می‌دهند. میزان Mn در گیاهان مختلف متفاوت گزارش شده (۲۰تا ۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم در اندام‌های مختلف) است. علائم کمبود این عنصر نیز به نوع گیاه بستگی دارد. این عنصر در داخل گیاه تحرک کمی دارد و کمبود ابتدا در پهنک برگ‌های جوان به صورت کلروز بین رگبرگی به شکل لکه‌ای درشت و مشبک مانند دیده می‌شود و کلروفیل در این مناطق تجزیه می‌شود. سمیت منگنز در غلظت‌های ۱۰۰ تا ۶۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم آن به صورت لکه‌های قهوه‌ای بر روی برگ‌های پیر مشهود است که به علاوه می‌تواند کمبود عناصری مانند آهن، منیزیم و کلسیم را سبب شود.

شکل ۴- کمبود منگنز در گیاهان

PTMP/SK/R&D/A/ Micro elements02 /14062021

کودها در شرایط کمبود شدید به صورت نواری و در مقادیر بالاتر به صورت پخش سطحی نیز می‌تواند بکار برده شود. میزان ۴۰-۵۰ کیلوگرم سولفات منگنز برای غلات مناسب تشخیص داده شده است.

محلول پاشی در شرایط برطرف نمودن کمبود درختان میوه یا گیاهان زراعی نیز توصیه شده است که معمولا اقتصادی‌تر و مؤثرتر است. البته اثرات دراز مدت مصرف در خاک را ندارد. بذرهای غنی شده سبز در رفع کمبود موثر است.

منبع

دهقانی، فرهاد؛ دهقانی، ابوالفضل. (۱۳۸۶). نقش عناصر ریز مغذی در تغذیه گیاهان زراعی. یزد: حوزه ترویج و نظام بهرهبرداری یزد

تعاونی پترو تمدن مهام پارس

PTMP/SK/R&D/A/ Micro elements02 /14062021