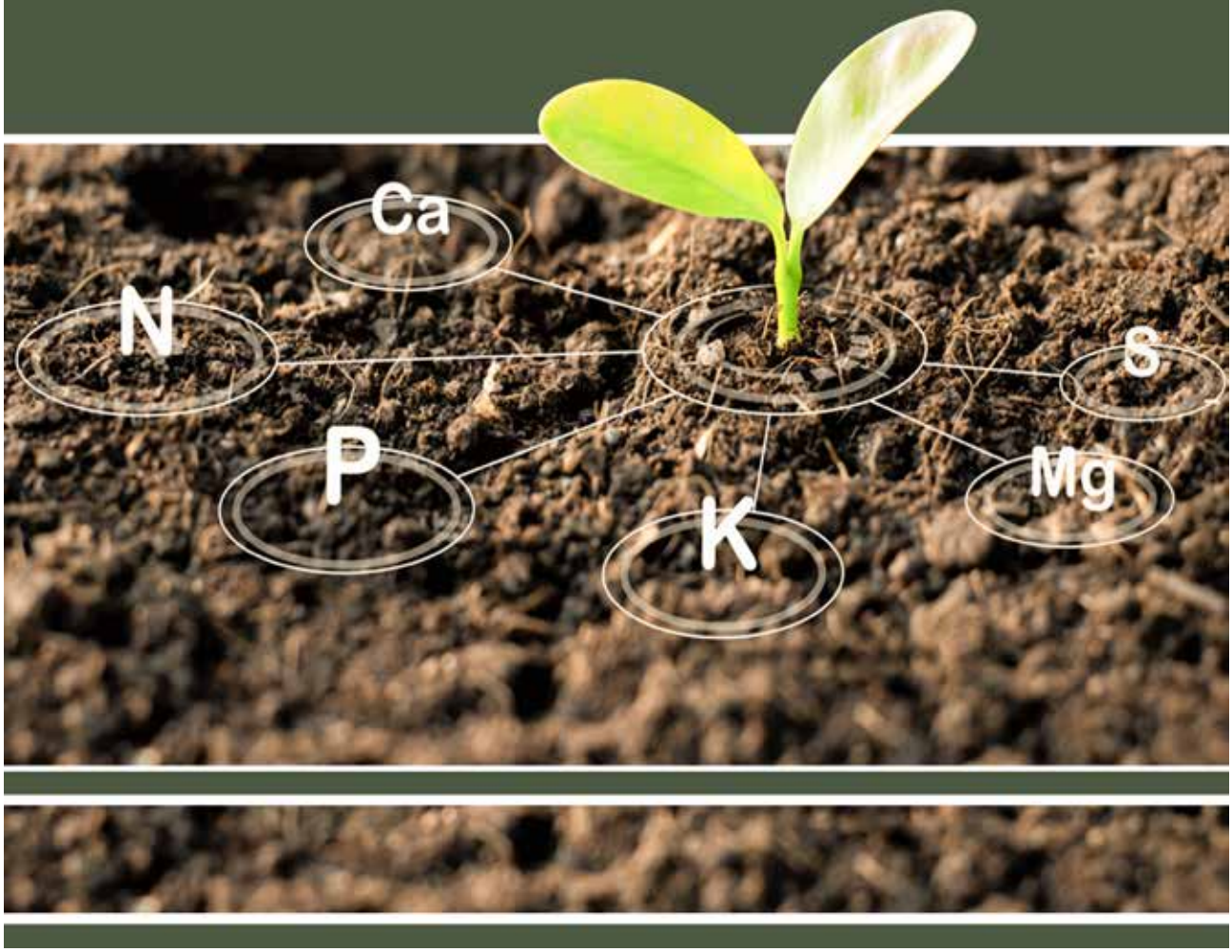
کلات‌ها، آمینو کلات‌ها لیگنو سولفونات‌ها و هیومیک اسیدها

■ غلامرضا آقابراری - کارشناس کشاورزی

زمانی که شرایط خاک نامساعد باشد، یعنی به‌علت بالابودن اسیدیته (PH) خاک یا آهکی‌بودن خاک، کود مصرفی در خاک تثبیت شده و غیرقابل استفاده برای گیاه می‌گردد، استفاده از کودهای محافظت‌شده بهترین راه‌حل است. مثلاً سولفات آهن را در خاک‌های قلیایی نمی‌توان مصرف کرد، زیرا به‌سرعت تثبیت و غیرقابل استفاده می‌شود. پس در شرایط نامناسب خاک می‌توان به روش حفاظت از عناصر فلزی و غیرفلزی مانند آهن را به گیاه اضافه کرد. همچنین، روش محلول‌پاشی برای برطرف کردن سریع علایم کمبود روی گیاه روشی مؤثر و مفید است.



هیومیک اسید بقایای تجزیه‌شده مواد ارگانیک (آلی) می‌باشد. آنها مولکول‌های با زنجیری بلند، سنگین وزن و قهوه‌ای رنگ هستند. هیومیک اسید فقط یک نوع اسید نیست. هیومیک اسید یک اسم کلی است که به ترکیب پیچیده‌ای از اسیدهای متفاوت قابل حل در محلول آلکالین گفته می‌شود.

کلات‌ها

در این مقال نیاز نیست که در مورد کودهای کلاته بیشتر توضیح داده شود؛ چراکه به اندازه کافی بر همه روشن و واضح است که مزایای کود کلات‌شده چیست و فقط به آنها اشاره می‌کنیم:

۱ سبب افزایش دسترسی به مواد مغذی می‌شوند. ریزمغذی‌های معدنی به سبب دارا بودن پوشش آلی به دور خود می‌توانند به‌راحتی از پوشش مومی برگ عبور کنند و وارد بافت گیاه شوند. کودهای کلاته از طریق خاک و همچنین برگ، باعث افزایش دسترسی گیاه به ریزمغذی‌های معدنی می‌شوند.

۲ باعث افزایش تحرک مواد مغذی و مانع تثبیت عناصر ریزمغذی در خاک قلیایی می‌شوند.

۳ عامل کلاته مانع از آبشویی می‌شود. ریزمغذی‌های کلاته‌شده پایداری بیشتری نسبت به یون‌های فلزی آزاد خاک دارند.

۴ باعث توقف رشد پاتوژنی گیاه می‌شوند. مواد کلات‌کننده با جذب ریزمغذی‌ها و کمک به رشد گیاه، به احتمال زیاد می‌توانند مانع از رشد میکرو ارگانیسم‌های بیماری‌زا شوند.

۵ باعث توسعه ریشه و افزایش مقاومت در برابر صدمات ناشی از تغییرات آب و هوایی و مقاومت در برابر باد می‌گردند.



۶ سبب افزایش کیفیت و رنگ‌پذیری محصول می‌شوند.

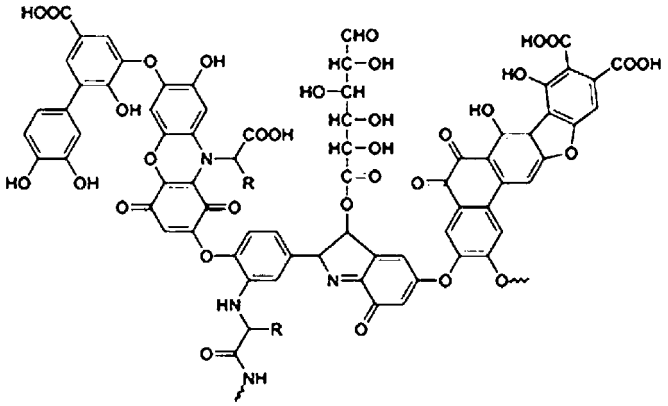
اگرچه روش‌های مختلفی برای پیشگیری و اصلاح کلروز آهن ایجاد شده‌است، اما نتایج تحقیقات نشان داده که کارآمدترین استراتژی استفاده از کلات‌های آهن مصنوعی با پایداری و حلالیت بالا در محلول خاک‌های آهکی قلیایی است. ایزومر ارتو-اورتو Fe-EDDHA یا اخیراً Fe-HBED علی‌رغم راندمان بالای این کلات‌ها، استفاده از آنها برخی مشکلات مرتبط را ایجاد می‌کند. از یک‌طرف، این کلات‌ها در خاک بسیار ماندگار هستند و از سوی دیگر، برخی مطالعات نشان داد که ریشه‌های گیاه می‌توانند این ترکیبات را جذب کرده و بیشتر به شاخه منتقل شوند. این واقعیت همچنین ممکن است نگرانی‌های تغذیه‌ای و زیست‌محیطی را افزایش دهد.

آمینو کلات‌ها

کود آمینو کلات یک نوع کود آلی است که شامل ترکیبات آمینو اسیدها و کلاگن‌ها می‌باشد. این کود شامل آمینو اسیدهای اصلی مانند لیزین، آرژینین، متیونین، فنیل آلانین و... است که در رشد و توسعه گیاهان نقش مهمی دارند. کود آمینو کلات با افزایش مقاومت عناصر در ترکیب‌پذیری با سایر عناصر در خاک‌ها و آزاد نگهداشتن آنها باعث ایجاد شرایط جذب بهتر و بالاتر آنها توسط گیاهان می‌شوند و تمام مزایایی که برای کلات‌ها برشمردیم را تا حدودی برآورده می‌کنند و از آنجایی که از لحاظ اندازه نسبت به کلات‌ها کوچک‌تر هستند انتظار می‌رود در جذب برگی در محلول‌پاشی‌ها بهتر عمل کنند. اما در نهایت از لحاظ رقابت با کلات‌ها در رده دوم قرار می‌گیرند و نمی‌توان آنها را جایگزین کلات‌ها کرد، اما به‌دلیل قیمت پایین‌تر رقابت‌پذیر هستند.

هیومیک اسیدها

هیومیک اسید بقایای تجزیه‌شده مواد ارگانیک (آلی) می‌باشد. آنها مولکول‌های با زنجیری بلند، سنگین وزن و قهوه‌ای رنگ هستند. هیومیک اسید فقط یک نوع اسید نیست. هیومیک اسید یک اسم کلی است که به ترکیب پیچیده‌ای از اسیدهای متفاوت قابل حل در محلول آلکالین گفته می‌شود. این اسید به‌طور طبیعی در چرخه حیات در خاک، اقیانوس و رودها وجوددارد.



بهره‌وری بالای هیومیک اسید برای کشاورزان طی قرن‌ها ثابت شده‌است. فهرست این مزایا طولانی و گاه گیج‌کننده است. در ادامه بخشی از مزیت برتر هیومیک اسید آورده شده‌است. مشهورترین و مهم‌ترین مزیت هیومیک (فولویک) اسید این است که جذب مواد مغذی را در گیاهان افزایش می‌دهد. درست به همین دلیل است که این ماده یک اصلاح‌کنندهٔ خاک عالی است و به‌طرز شگفت‌انگیزی با کودها جفت می‌شوند. گیاه در غیاب هیومیک اسید به بعضی از مواد مغذی کودها دسترسی نخواهدداشت. بنابراین، سرمایه از دست رفته‌است و سلامت گیاه به خطر می‌افتد. بنابراین، هیومیک اسید هم برای سلامت گیاهان و هم برای رفاه اقتصادی کشاورزان ضروری است. هیومیک اسید باعث می‌شود مواد مغذی خاک برای گیاه دردسترس‌تر باشند - موادی که شاید درغیراین‌صورت اصلاً در دسترس گیاه قرار نگیرند. اما دقیقاً چگونه؟ همه‌چیز از ترکیب آلی اسیدها شروع می‌شود. هیومیک اسید به‌طور طبیعی اکسید هست و در نتیجه بار منفی دارند. بنابراین، یون‌های مثبت که با نام "کاتیون‌ها" نیز خوانده می‌شوند به این مولکول‌های بزرگ جذب و به آنها متصل می‌شوند. این "ظرفیت تبادل کاتیون" ویژگی منحصربه‌فرد و به‌شدت سودمند هیومیک اسید است. و بسیاری از مواد مغذی موردنیاز گیاه - مثل منیزیم، کلسیم، آهن و موادمعدنی جزئی دیگر - بار مثبت دارند. بنابراین، این مواد مغذی در حضور هیومیک اسید از خاک جدا شده و به هیومیک اسید می‌پیوندند. آنگاه می‌توانند در گام بعدی به دستگاه ریشه‌ای گیاه منتقل شوند. دستگاه‌های ریشه‌ای نیز بار منفی دارند ولی بار منفی آنها از بار منفی هیومیک اسیدها قوی‌تر است. بنابراین، یون‌های مثبت متصل به هیومیک اسید آزاد می‌شوند تا جذب گیاه گردند. بدون این سیستم حیاتی، بسیاری از مواد مغذی در خاک محبوس می‌مانند و در دسترس گیاهی که قرار است آن را کوددهی و پربار سازند قرار نمی‌گیرند.



نهایتاً به‌دلیل اینکه مولکول‌های هیومیک بسیار بزرگ هستند، امکان اینکه این فرایند در داخل گیاه ادامه پیدا کند منطقاً وجوددارد. اما دانشمندان پس از بررسی‌ها دریافتند که مزایای وجود هیومیک اسیدها در داخل گیاه هم مشاهده می‌شود و این به آن دلیل است که بعضی از مولکول‌های هیومیکی به نام فولویک اسیدها به‌دلیل اندازه نسبتاً کوچک‌تر می‌توانند به داخل گیاه نفوذ کنند و ادامه فعالیت اصلاحی را در درون گیاه ادامه بدهند. پس نسبت به تقویت و استخراج مولکول‌های فولویکی و جداسازی آنها از هیومیک‌ها و اهمیت دادن به آنها در محصولات هیومیکی و تولید محصولات هیومیکی با درصد بالاتری از فولویک اسیدها اقداماتی انجام دادند. در ادامه مطالعات به این نتیجه رسیدند که لیگنوسولفونات‌هایی که در هیومیک و فولویک‌ها وجوددارند باعث افزایش کارایی آنها می‌شوند و در همین راستا نوک پیکان تحقیقات را به سمت لیگنوسولفونات‌ها چرخاندند. از آنجایی که لیگنوسولفونات‌ها در صنایع مختلف مدت‌ها بود که شناخته شده‌اند برای مطالعه روی آنها منابع بسیاری وجودداشت.

لیگنوسولفونات

لیگنوسولفونات‌ها محصولات جانبی صنعت کاغذ هستند که به‌عنوان کودهای زیست تخریب‌پذیر مورد استفاده قرار می‌گیرند.آهن، منگنز و روی و سایر ریز مغذی‌های ضروری برای بسیاری از فرآیندهای بیولوژیکی لازم هستند که بر عملکرد محصول و کیفیت غذا تأثیر می‌گذارند. با این حال، pH بالا و بافر بی‌کربنات در خاک‌های آهکی اغلب فراهمی زیستی آنها را محدود می‌کند. استفاده از کلات‌های مصنوعی کارآمدترین روش برای درمان کمبود ریزمغذی‌ها است، اما گران‌قیمت هستند و ممکن است فلزات سنگین را آزاد کنند. بنابراین، جستجو برای جایگزین‌های زیست تخریب‌پذیر، کم هزینه و سازگار با محیط زیست، مانند لیگنوسولفونات ها (LSs) لازم می‌نماید. مطالعات قبلی نشان داده‌اند که کمپلکس‌های هترومولکولی مانند هیومیک اسید، آمینو اسید و لیگنوسولفونات‌های طبیعی ممکن است جایگزینی برای کلات‌های مصنوعی برای اصلاح کمبود عناصر ریزمغذی باشند. برای بررسی مکانیسم اثر این کمپلکس‌ها، تعامل آنها با Ca^{2+} در pH قلیایی، پایداری اتصال آهن، جذب ریشه آهن در خیار و ساختار شیمیایی آنها را با استفاده از مدل‌سازی مولکولی را مطالعه کرده‌ایم. نتایج نشان می‌دهد که یک کمپلکس آهن هترومولکولی شامل اسیدسیتریک و لیگنوسولفونات به‌عنوان لیگاندهای اتصال (Ls-Cit) یک سیستم فوق مولکولی را در محلول با سیترات آهن تشکیل می‌دهد که با هسته داخلی آبگریز سیستم لیگنوسولفونات در تعامل است. این ویژگی‌های ساختاری با پایداری بالا در برابر Ca^{2+} در pH پایه همراه است. به‌همین ترتیب،

لیگنوسولفونات‌ها محصولات جانبی صنعت کاغذ هستند که به‌عنوان کودهای زیست تخریب‌پذیر مورد استفاده قرار می‌گیرند.آهن، منگنز و روی و سایر ریز مغذی‌های ضروری برای بسیاری از فرآیندهای بیولوژیکی لازم هستند که بر عملکرد محصول و کیفیت غذا تأثیر می‌گذارند.

برخلاف Fe-EDDHA، جذب ریشه‌ای آهن از Ls-Cit به معنی فعال‌شدن پاسخ‌های ریشه اصلی تحت کمبود آهن در پاسخ‌های گیاه به کمبود آهن در جذب گیاهی آهن کمپلکس در Ls-Cit در شرایط مزرعه است. "لیگاند" یون یا مولکولی است که یک جفت الکترون را به اتم یا یون فلز مرکزی می‌دهد تا یک کمپلکس هماهنگی تشکیل دهد. کلمه لیگاند از لاتین است که به‌معنای "گره زدن یا بستن" است. لیگاندها می‌توانند آنیون‌ها، کاتیون‌ها و مولکول‌های خنثی باشند. تفاوت اصلی بین لیگاند و کلات در این است که لیگاندها گونه‌های شیمیایی هستند که الکترون‌های خود را از طریق پیوندهای هماهنگی با یک اتم مرکزی اهدا می‌کنند یا به اشتراک می‌گذارند، درحالی‌که کلات‌ها ترکیباتی هستند که حاوی یک اتم مرکزی متصل به لیگاندهای اطراف هستند. لیگنوسولفانات‌ها به‌دلیل خواص مفیدشان کاربردهای متعددی در کشاورزی دارند. در اینجا برخی از موارد استفاده رایج لیگنوسولفونات در صنعت کشاورزی آورده شده‌است:

تهویه خاک:

لیگنوسولفونات می‌تواند به‌عنوان یک نرم‌کننده خاک برای بهبود ساختار و حاصلخیزی خاک استفاده شود. هنگامی‌که روی خاک اعمال می‌شود، با اتصال به یون‌های دارای بار مثبت مانند کلسیم، منیزیم و پتاسیم به افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) کمک می‌کند. این باعث افزایش دسترسی و نگهداری بهتر مواد مغذی در خاک می‌شود که منجر به بهبود رشد و بهره‌وری گیاه می‌شود.

ضد گرد و غبار:

لیگنوسولفونات در کنترل گرد و غبار در جاده‌های آسفالت نشده، سایت‌های ساختمانی و مزارع کشاورزی موثر است. می‌توان آن را اسپری کرد یا با آب مخلوط کرد تا محلولی تشکیل شود که روی سطح اعمال می‌شود و انتشار گرد و غبار و فرسایش خاک را کاهش می‌دهد. این به حفظ سلامت خاک و جلوگیری از از بین رفتن خاک سطحی با ارزش کمک می‌کند.

پوشش‌دهی و پلت‌کردن بذر:

لیگنوسولفونات را می‌توان به‌عنوان عامل پوشش‌دهنده بذر یا به‌عنوان چسب در تولید دانه‌های پلت شده استفاده کرد. این به بهبود جریان‌پذیری بذر، کاهش گرد و غبار در طول کاشت و افزایش زنده‌مانی و جوانه‌زنی بذر کمک می‌کند. خواص اتصال لیگنوسولفونات به تشکیل گلوله‌های دانه یکنواخت کمک می‌کند و از قراردادن دانه‌ها و فاصله‌گذاری یکنواخت اطمینان حاصل می‌شود.

افزودنی کود:

لیگنوسولفونات را می‌توان به کودهای مایع و محلول های ریز مغذی اضافه کرد تا اثربخشی آنها افزایش یابد. به عنوان یک عامل کلات کننده عمل می کند و با یون های فلزی در محلول کود کمپلکس های پایداری را تشکیل می دهد. این در دسترس بودن و جذب مواد مغذی ضروری توسط گیاهان را بهبود می بخشد، رشد سالم را ارتقا می دهد و استفاده از مواد مغذی را به حداکثر می رساند.

افزودنی خوراک دام:

لیگنوسولفونات می‌تواند به‌عنوان چسب در تولید گرانول‌های خوراک دام استفاده شود. این به بهبود دوام گرانول و جلوگیری از جداسازی مواد غذایی در طول ذخیره‌سازی و حمل و نقل کمک می‌کند. این باعث کیفیت بهتر خوراک و کاهش هدر رفت خوراک می‌شود.

مکمل‌های دام:

لیگنوسولفونات را می‌توان در مکمل‌های خوراک دام برای افزایش خوش‌طعمی و بهبود جذب مواد مغذی گنجاند. می تواند به‌عنوان یک عامل طعم دهنده عمل کند، هرگونه طعم تلخ یا نامطلوب در خوراک را بپوشاند و آن را برای حیوانات جذاب‌تر کند. علاوه بر این، خواص کیلیت آن می‌تواند به جذب برخی مواد معدنی کمک کند. توجه به این نکته مهم است که کاربرد و دوز خاص لیگنوسولفونات در کشاورزی ممکن است بسته به عواملی مانند شرایط خاک، نوع محصول و عملکردهای منطقه‌ای متفاوت باشد.توصیه می‌شود توصیه‌های سازنده را دنبال کنید و برای راهنمایی در مورد استفاده و دوز مناسب برای محصولات و شرایط خاص با کارشناسان کشاورزی یا کشاورزان مشورت کنید. در جمع‌بندی مطالب می‌توان گفت که اگر بخواهیم کلات‌ها و آمینو کلات‌ها و لیگنوسولفونات‌ها و هیومیک‌ها را باهم از لحاظ کارایی مقایسه کنیم، می‌توان آنها را به ترتیب اثر و فایده به همین ترتیب که بیان شد، یعنی اول کلات‌ها، دوم کربوکسیلیک و فرومات و آمینو کلات‌ها، سوم لیگنوسولفونات‌ها و چهارم فولویک اسید و هیومیک اسید و در نهایت نمک‌های فلزی عناصر کم‌مصرف را نام برد که از لحاظ اثر و کیفیت ترتیب‌بندی می‌شوند البته هر یک جزئیاتی دارد که ممکن است در این مقال نگنجد.