



کاربرد پلیمرهای فوق جاذب در کشاورزی

مقدمه

امروزه استراتژی‌های طبیعی برای حفاظت از محیط زیست و همچنین سلامت گیاهان، حیوانات و انسان‌ها، یکی از اهداف اصلی کشورها تلقی می‌شود. اخیراً استفاده از پلیمرهای جاذب و هیدروژل در کشاورزی مزیت‌های زیادی را برای اصلاح خاک نشان داده است. از جمله این مزایا می‌توان به حفظ محتوای آب، کاهش مصرف عناصر غذایی خاک، به حداقل رساندن تأثیرات منفی کمبود آب و تنش آبی در محصولات زراعی و کنترل برخی عوامل خسارت‌زای گیاهی اشاره نمود. فناوری پوشش بذر یک روش متداول برای بهبود حفاظت از بذر و تقویت رشد گیاه است. پلیمرهای جاذب و هیدروژل همراه با تنظیم‌کننده‌های رشد، سموم دفع آفات، کودها و میکروارگانیزم‌های همزیست به عنوان مواد پوشش دهنده بذر روزآمد مطرح هستند. این مقاله به اهمیت انواع مختلف پلیمرها و هیدروژل‌های جاذب در استراتژی یکپارچه برای محافظت از بذرها، گیاهان و خاک به روشی متعادل برای حفظ اکوسیستم پرداخته است.

پلیمرهای فوق جاذب

پلیمرهای فوق جاذب، به عنوان پلیمرهای جاذب، ژل‌های جاذب، آبیژل یا هیدروژل شناخته می‌شوند. آنها مواد ماکرومولکولی مصنوعی هستند که از طریق خاصیت اسمز، دارای ظرفیت انباشت بیش از حد آب تا ۱۰۰ برابر وزن خود هستند. علاوه بر این، پلیمر فوق جاذب به طور عمده برای بهبود خواص خاک استفاده می‌شود. این مواد به طور کلی از مواد آب دوست مانند شکر تشکیل شده اند، که وقتی به آب اضافه شوند به یک ژل شفاف تبدیل می‌شوند. این پلیمرهای فوق جاذب به عنوان پلیمرهای کاربردی آب دوست، سه بعدی و بهم پیوسته مشخص می‌شوند، که آنها را قادر می‌سازد بیش از حد صد برابر وزن خود حجم آب موجود در خاک را افزایش دهند. از دیگر

کاربردهای این پلیمرها میتوان به چندین نکته اساسی دیگر از جمله استفاده از پلیمر فوق جاذب برای بهبود عملکرد کودهای و همچنین افزایش فعالیت‌های میکروارگانیسم‌های خاک اشاره نمود.

چالش‌های استفاده از پلیمرهای جاذب

علاوه بر کاربردهای مفید پلیمر فوق جاذب در اصلاح خاک، موارد دیگری نیز از تغییر در خصوصیات فیزیکی خاک، مانند تغییر تخلخل خاک، تراکم و ساختار خاک قابل ذکر است. از آنجا که استفاده از پلیمر فوق جاذب اغلب با کاهش میزان مصرف آب همراه است، از این رو عملکرد آنها ممکن است به درستی تعیین نشود. برخی از معایب، به ویژه برای پلیمرهای فوق جاذب مصنوعی وجود دارد. آنها مواد قابل تجزیه بیولوژیک نیستند و غیر قابل تجزیه هستند و حتی احتمال دارد برای موجودات زنده و محیط زیست سمی باشند.

مطالعات مختلف اثر پلیمرهای فوق جاذب تجاری موجود را بر روی بذر و گیاهان گوناگون گزارش کرده اند. در این مطالعات ذکر شده که این مواد در محیط تجزیه نشده و مواد اولیه آنها غیر قابل تجزیه است. بنابراین، استفاده بیش از حد این پلیمرها در کشاورزی، یا برای پوشش بذر یا اصلاح خاک، می‌تواند خطر زیادی برای سلامت گیاه، حاصلخیزی خاک و حتی ایجاد آلودگی محیطی داشته باشد. در یک مطالعه در ذرت نشان داده شده است که استفاده از پلیمرهای فوق جاذب با پایه کربوهیدرات برای جوانه زنی (درصد قوه نامیه) و رشد ذرت همراه با مصرف آب کمتر مفید بوده است. در مطالعه دیگری در موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر و نهال در کرج نشان داده است که استفاده از پلیمر فوق جاذب می‌تواند امکان بقا را در گیاه ذرت در شرایط تنش خشکی افزایش دهد. در این مطالعه با افزایش تنش خشکی، کاهش قطر بلال ذرت دیده شد. ضمناً مصرف نسبت‌های مختلف پلیمر جاذب باعث افزایش قطر بلال ذرت در مقایسه با عدم استفاده از آنها شد (از نظر آماری معنی دار نبوده است). بر اساس مطالعه دیگری در اهواز مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار پلیمر فوق جاذب و یک لیتر در هکتار نیتروکسین منجر به تولید بالاترین عملکرد ذرت و افزایش شاخص‌های رشد ذرت شد.

هیدروژل

هیدروژل، شبکه‌ای زنجیره‌های پلیمری آب دوست پیوند خورده است. به طور کلی، هیدروژل‌ها کاربردهای زیادی در زمینه پزشکی دارند. آنها می‌توانند مایعات بدن را جذب کرده و مواد را با محیط خارجی تبادل کند. از طرف دیگر، از هیدروژل‌ها میتوان به عنوان حامل داروهای برای درمان زخم‌ها استفاده نمود.

کاربرد اصلی هیدروژل‌ها در زمینه کشاورزی کاهش نیاز به آبیاری است. هیدروژل‌ها را می‌توان از نظر فیزیکوشیمیایی به دو گروه اصلی تقسیم کرد. خواص گروه اول هیدروژل برگشت پذیر است که در آن زنجیره‌های پلیمری با نیروهای الکترواستاتیک با پیوندهای هیدروژنی وجود دارد. این گروه به راحتی با گرم کردن به مخلوط پلیمری تبدیل می‌شود، مانند ژلاتین و آگار. گروه دوم هیدروژل‌های پایدار شیمیایی هستند که زنجیره‌های پلیمری توسط پیوندهای کووالانسی پایدار به هم متصل می‌شوند و شامل مونومرهای نشاسته و وینیل مانند اسید اکریلیک، اکریل آمید، اکریلونیتریل و پلی وینیل الکل هستند.

در کشاورزی، نوع متداول هیدروژل، پلی اکریلات پتاسیم یا پلی اکریلات سدیم است. استفاده از هیدروژل‌ها، به ویژه در کشاورزی، بدلیل تجزیه آسان در خاک و تجدیدپذیری آنها در مقایسه با سایر پلیمرهای جاذب بسیار گسترش یافته است. همچنین هیدروژل‌ها نتایج امیدوار کننده‌ای را به عنوان یک اصلاح کننده خاک یا برای پوشش بذر نشان داده اند. در بسیاری از مطالعات گزارش شده است که استفاده از هیدروژل‌ها به عنوان یک اصلاح کننده خاک می‌تواند در بهبود نگهداری آب و کود در خاک، بهبود هوادهی خاک، کاهش تبخیر و تعرق و تقویت ظهور گیاهچه موثر باشد.

کاربرد هیدروژل

در کشاورزی شرایط مختلفی وجود دارد که ممکن است مانع رشد گیاه و عملکرد محصول شود. از این رو، برای رفع شرایط نامناسب محیطی از هیدروژل‌ها میتوان در موارد مختلفی از جمله بهبود کیفیت خاک، حفظ آب، مقاومت در برابر تنش خشکی، تنش زیستی و غیر زیستی، کاهش دفعات آبیاری و مصرف آب کمتر، کاهش مرگ و میر گیاهچه و به حداقل رساندن مصرف کودها و سموم دفع آفات در مزارع استفاده نمود. اگرچه مطالعات تحقیقاتی در مورد مزایای کاربردهای هیدروژل در پوشش بذر کمیاب است، اما مطالعات خوبی در زمینه کاربرد هیدروژل برای بهبود ظرفیت نگهداری آب و کود در خاک و همچنین در افزایش هوادهی خاک و کاهش تبخیر و تعرق وجود دارد.

تجزیه بیولوژیکی هیدروژل‌ها

به طور کلی، پلیمرهای هیدروژل بسیار حساس هستند و می‌توانند به راحتی جذب بافتها گیاه شوند. از طرف دیگر، هیدروژل‌ها در معرض اشعه ماورا بنفش طبیعی به راحتی تخریب می‌شوند. به طور خاص، پلی اکریلات نسبت به میکروارگانسیم‌های هوازی و بی هوازی خاک بسیار حساس تر بوده و به راحتی به آب، دی اکسید کربن و نیتروژن تجزیه می‌شود. تجزیه هیدروژل‌ها همچنین می‌تواند از طریق تجزیه بیولوژیکی در اثر قارچ‌ها اتفاق بیفتد.

اهمیت هیدروژل در عملکرد گیاه

الف) جوانه زنی بذر: هیچ تأثیر تضمین شده‌ای در تقویت جوانه زنی بذر به دلیل تیمار هیدروژل وجود ندارد، اما بعضی مطالعات، تاثیر مثبت آنرا گزارش کرده‌اند. به عنوان مثال در یک مطالعه در پوشش بذر مشخص شد، ترکیب هیدروژل فوق جاذب، متشکل از اکریل آمید و اسید اکریلیک روی نشاسته با استفاده از پلی اتیلن گلیکول، تأثیر مثبتی در جوانه زنی بذر ذرت و رشد گیاهچه در مقایسه با بذور بدون تیمار هیدروژل داشته است.

ب) رشد نمو گیاه: کاربرد هیدروژل برای رشد در گونه‌های مختلف با افزایش ظرفیت نگهداری آب، به ویژه در خاک‌های شنی، موثر بوده است. اما در مقابل گزارش‌هایی مبنی بر مرگ و میر گیاهان در اثر مصرف دوز نامناسب هیدروژل نیز وجود دارد.

ج) اجتناب از خشک شدن: چندین مطالعه وجود دارد که نشانگر بهبود استفاده از این مواد در محیط کشت آزمایشگاهی برای افزایش تحمل ریزوبیا به محتوای کم آب محیط کشت و در نهایت خشک شدن به دلیل کم بودن رطوبت است. البته در مقابل مطالعاتی با گزارشات متناقض نیز وجود دارد.

پوشش بذر

پوشش بذر، یکی از متداول ترین روشها برای پوشاندن بذر با استفاده از مواد خارجی برای محافظت از بذور در برابر عوامل خارجی، شوری، کمبود آب و عوامل بیماریزای احتمالی که به طور معمول استقرار گیاهچه را تهدید می کند، است. از این رو، پوشش بذر یکی از امیدوار کننده ترین فن آوری ها برای تقویت جوانه زنی و استقرار گیاهچه، به ویژه در شرایط نامساعد است. ارزش سالانه استفاده از این فن آوری، بیش از یک میلیارد دلار است. از طرف دیگر، پوشش بذر یکی از اقتصادی ترین استراتژی ها برای بهره مندی از ارگانوسم های زنده در کنترل بیولوژیکی موفق در برابر عوامل بیماریزای گیاهی است. بسیاری از میکروارگانوسم های مفید در فرمولاسیون های مختلف بر پایه هیدروژل ها برای کنترل بیولوژیکی و افزایش تخریب زیستی، کپسوله شده اند. این فناوری همچنین ممکن است در جوانه زنی بذر با مصرف آب کمتر موثر باشد. باید توجه داشت که پوشش بذر نباید هر گونه اثر سوء بر الگوی جوانه زنی یا سلامت بذر داشته باشد و نباید باعث خواب ثانویه بذر شود.

پوشش بذر نشان دهنده اولین خط دفاعی در برابر اقلیم های مختلف و عوامل بیماریزا است. پوشش بذر همچنین ممکن است متابولیسم بذر را در پاسخ به شرایط نامساعد محیطی تنظیم نماید. پوشش بذر می تواند به دو صورت پوشش نرم و سخت باشد. پوشش نرم با مرطوب کردن تدریجی اطراف بذر، حل شده و شسته میشود و بذر آزاد میشود. در حالی که پوشش پوش سخت پس از جذب آب شکل خود را حفظ کرده و رطوبت را از طریق مویرگی به بذر انتقال دهد و نهایتاً شکافته شده و بذر جوانه میزند.

اگرچه در منابع اولیه پوشش بذر فقط برای اصلاح شکل و اندازه بذر انجام شده است، اما این پوشش میتواند شامل فناوری پلیمر برای کاربرد تلقیح میکروبی، تنظیم کننده های رشد، درمان سیستمیک، سموم دفع آفات و مصرف کودهای میکرو و ماکرو نیز باشد. بسیاری از مطالعات اخیر گزارش داده اند که از پوشش بذر می توان به طور موثری برای حمل مواد مغذی، عوامل کنترل بیولوژیکی مانند میکروارگانوسم های مفید و قارچ های میکوریزا، بهبود رشد گیاه، و حمل مواد شیمیایی زراعی، مانند باکتری کش، قارچ کش و آفت کش استفاده نمود. افزودن انواع عناصر مغذی، میکرو و ماکروها و سموم زیستی در فرمولاسیون پوشش دانه با استفاده از هیدروژل ها در مقایسه با روشهای مختلف قدیمی دارای مزایای متعدد بدون هیچگونه اثر منفی بر محیط اطراف است.

به عنوان مثال، مشخص شده است که پوشش بذر با استفاده از هیدروژل باعث بهبود هوادهی بذر و افزایش قابل توجه جوانه زنی بذر و کاهش علائم تنش خشکی در یک گونه علوفه ای از خانواده فابیاسه شده است. در مطالعه دیگری اثر هیدروژل زیست قاب تجزیه بیولوژیکی به عنوان پوشش بذر در رشد اولیه دانه ذرت نشان داده است، که میزان جوانه زنی بذر نسب به بذرهای بدون پوشش در تیمار تنش خشکی با آبرسانی در سطح ۷۷٪ ظرفیت مزرعه (تنش خشکی سبک) به طور قابل توجهی بالاتر بوده است.

پوشش پلیمری بذر ذرت

تاکنون، از پوشش پلیمری بذر کمتر در مزارع هیبرید تجاری ذرت استفاده شده است. اکثر استفاده تجاری از پلیمر پوششی برای تولید بذر هیبرید ذرت بوده است. از آنجا که به طور سنتی، اغلب برای همزمانی دولاین پدري و

مادری، لاین پدری چند روز بعد از لاین مادری کشت می‌شود. برای دستیابی به هماهنگی در گلدهی بین ردیف‌های پدری با ردیف‌های لاین مادری، از این پوششها برای بذر لاین پدری استفاده می‌شود. از بیست سال پیش، بیش از ۳۰ شرکت تولید ذرت هیبرید از پلیمرهای اکریلیک برای بذر پدری در مزارع تولید بذر استفاده می‌کنند. در صورتی که این پلیمرها بتوانند باعث بهبود جمعیت گیاهی ذرت پدری و عملکرد بذر ذرت شوند، پتانسیل استفاده از این پلیمرها در تولید ذرت هیبرید بسیار زیاد است.

نتیجه گیری

امروزه یک افزایش جهانی در استفاده از استراتژی های نوآورانه در حفاظت از گیاهان برای کاهش وابستگی به سموم دفع آفات شیمیایی، مصنوعی و همچنین حفظ محیط زیست وجود دارد. از پلیمر فوق جاذب و هیدروژلها برای محافظت از خاک و برای افزایش عملکرد گیاه در برابر عوامل نامطلوب محیطی با موفقیت استفاده شده است. فناوری پوشش بذر یک استراتژی جالب برای محافظت بذرها در برابر عوامل بیماریزای گیاهی و بهبود رشد گیاه در نظر گرفته می‌شود. این مقاله اهمیت استفاده از پلیمر فوق جاذب و هیدروژلها را بررسی کرده است. پلیمر فوق جاذب دارای مزایای بسیاری است، به خصوص به عنوان اصلاح و صرفه جویی در مصرف آب و مواد مغذی در خاک. با این حال برخی از معایب از جمله عدم تجزیه بیولوژیک و سمیت احتمالی نیز در پلیمرهای فوق جاذب وجود دارد. از این رو، استفاده از هیدروژلهای مناسب که دارای مزایای لازم و معایب احتمالی کمتر، نویدبخش نتایج امیدوارکننده در حفاظت از بذر و گیاه بدون هیچ گونه مانعی برای حفظ حاصلخیزی خاک، کاهش مصرف آب و کاهش اتلاف مواد مغذی است.

منابع:

- Elshafie HS, Camele I. Applications of Absorbent Polymers for Sustainable Plant Protection and Crop Yield. Sustainability. 2021 Jan;13(6):3253.
- Lamochi S, Sakinejad T. Assessment effect of super absorbent polymer and Nitroxin on growth curves and corn (*Zea mays* L.) production. Journal of Crop Nutrition Science. 2018 Dec 1;4(4):33-46.
- Pathak V, Ambrose RK. Starch-based biodegradable hydrogel as seed coating for corn to improve early growth under water shortage. Journal of Applied Polymer Science. 2020 Apr 10;137(14):48523.
- Rafiei F, Nourmohammadi G, Chokan R, Kashani A, Haidari H. Investigation of superabsorbent polymer usage on maize under water stress. Global Journal of Medicinal Plant Research. 2013;1(1):82-7.
- Vyn, T.J.; Murua, M. Polymer seed coatings: Sufficient risk reduction for early plant corn? Traditional risks of early planting of uncoated corn seed. In Proceedings of the 56th Annual Corn & Sorghum Research Conference, Chicago, IL, USA, 5–7 December 2001; American Seed Trade Association: Alexandria, VA, USA, 2001.

تهیه کننده:

دکتر امیرزادفرد

مگرت توسعه کشت ذرت