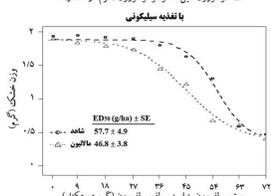
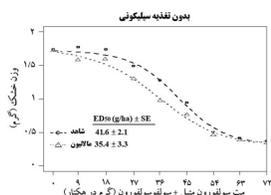


اثر تغذیه سیلیکونی بر تحمل گندم به علف کش توتال

اکبر علی وردی

گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

نتایج و بحث



شکل ۱- منحنی‌های واکنش گندم به مقدار توتال (گرم مت-مت سولفورون متیل + سولفوسولفورون در هکتار) تحت شرایط با و بدون تغذیه سیلیکونی (کاربرد سیلیکات پتاسیم + باکتری‌های حل‌کننده آن) و پیش‌نیاز با و بدون کاربرد مالاتیون. مقادیری که باعث کاهش ۵۰ درصدی زیست توده می‌شود (ED₅₀) همراه با خطای استاندارد داخل کادر شکل نمایش داده شده است.

چه تحت شرایط تغذیه سیلیکونی و چه بدون آن، پیش‌نیاز گندم با مالاتیون سمیت مت‌سولفورون متیل + سولفوسولفورون را به طور قابل توجهی افزایش داد. این یافته نشان می‌دهد که متابولیسم این علف‌کش‌ها با میانجی‌گری آنزیم سیتوکروم پی ۴۵۰ مونواکسیژناز ایجاد می‌شود و در تحمل گندم کوددهی شده با سیلیکون نقش دارد.

جدول ۱- اثرات فیزیولوژیکی کاربرد علف کش توتال و سیلیکات پتاسیم + باکتری حل‌کننده آن روی گندم.

محتوای سیلیکون	فعالیت سوپراکسیددیسموژناز	فعالیت کاتالاز	محتوای آب اکسیژنه	محتوای مایون‌دی‌آلدئید	محتوای پروتئین واحد پروتئین میکرومول	در میلی‌گرم					
عدم کاربرد	۱۰/۲b	۳۳/۷c	۴۱۲/۹c	۲/۰c	۷/۳b	۲۴/۸a	۳۸/۴b	۶۴/۲b	۶۶/۲b	۳۷/۸a	۱۱/۲a
کاربرد	۲۴/۸a	۳۸/۴b	۸۱۵/۹a	۱/۱d	۵/۵b	۲۴/۸a	۳۸/۴b	۶۴/۲b	۶۶/۲b	۳۷/۸a	۱۱/۲a
عدم کاربرد	۲۳/۳a	۴۸/۷a	۸۵۷/۸a	۲/۸b	۶/۸b	۲۳/۳a	۴۸/۷a	۶۸/۷a	۶۸/۷a	۳۷/۸a	۱۱/۲a

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک اختلاف آماری ندارند.

تحت شرایط کاربرد و عدم کاربرد سیلیکات پتاسیم + باکتری‌های حل‌کننده آن، کاربرد علف کش توتال موجب افزایش معنی‌دار فعالیت آنزیم‌های مورد بررسی و کاهش محتوای آب اکسیژنه و مایون‌دی‌آلدئید در اندام هوایی گندم شد. همچنین، تحت شرایط کاربرد و عدم کاربرد علف‌کش، کاربرد سیلیکات پتاسیم + باکتری‌های حل‌کننده آن موجب کاهش معنی‌دار فعالیت آنزیم‌های فوق و کاهش محتوای آب اکسیژنه و مایون‌دی‌آلدئید در اندام هوایی گندم شد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که ظرفیت گندم برای حذف گونه‌های فعال اکسیژن حاصل از تنش علف‌کش توتال با تغذیه سیلیکون بهبود حاصل کرده است و منجر به افزایش تحمل آن به علف‌کش توتال شده است.

منابع

Jain et al. 2021. Exogenous addition of silicon alleviates metsulfuron methyl induced stress in wheat seedlings. *Plant Physiol Biochem* 167: 705-712.
 Li et al. 2022. Toxicity and tissue accumulation characteristics of the herbicide pendimethalin under silicon application in ginger (*Zingiber officinale*). *Environ Sci Pollut Res* 29: 25263-25275.
 Soares et al. 2021. Silicon improves the redox homeostasis to alleviate glyphosate toxicity in tomato plants are nanomaterials relevant? *Antioxidants*, 10: 1320.
 Tripathi et al. 2020. Silicon tackles butachlor toxicity in rice seedlings by regulating anatomical characteristics, ascorbate-glutathione cycle, proline metabolism and levels of nutrients. *Sci Rep* 10: 14078.
 ul Haq et al. 2024. Role of exogenous silica fertilization and genotype selection in attenuating oxidative and osmotic stress in wheat (*Triticum aestivum*) under water deficit conditions. *Plant Soil* 505: 283-298.

چکیده

بدون تغذیه سیلیکونی، ۶/۴۱ گرم علف‌کش برای کاهش ۵۰ درصدی رشد گندم نیاز بود؛ اما با تغذیه سیلیکونی، به مقدار ۷/۵۷ گرم علف‌کش. چه با و چه بدون تغذیه سیلیکونی، سمیت علف‌کش با پیش‌نیاز گندم با مالاتیون افزایش یافت. تغذیه سیلیکونی منجر به افزایش محتوای سیلیکون گندم به ترتیب به میزان ۵/۵۱ و ۸/۵۸ درصد تحت شرایط کاربرد (۳۶ گرم در هکتار) و عدم کاربرد علف‌کش شد. با تغذیه سیلیکونی، حذف گونه‌های فعال اکسیژن القا شده توسط علف‌کش و نیز متابولیسم علف‌کش با میانجی‌گری آنزیم سیتوکروم پی ۴۵۰ مونواکسیژناز با سرعت بیشتری انجام گرفت.

مقدمه

سیلیکون برای تغذیه گیاهان ضروری محسوب نمی‌شود، اما به اصطلاح یک عنصر مفیدی است. کوددهی سیلیکون با نانوذرات سیلیکون منجر به تولید سودآور بسیاری از محصولات کشاورزی از جمله گندم شده است. اسیدهای معدنی مختلف آزاد شده توسط باکتری‌های حل‌کننده سیلیکات، pH خاک را تغییر می‌دهند و در نتیجه سیلیکات را برای جذب گیاه به اسید سیلیسیک تبدیل می‌کنند. علاوه بر این، کاهش pH خاک ناشی از فعالیت باکتری‌های حل‌کننده سیلیکات، جذب سایر مواد مغذی مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم به ویژه در خاک‌های با حاصلخیزی کم را افزایش می‌دهد. پس از جذب، اسید سیلیسیک از طریق آوند چوب منتقل شده و عمدتاً به صورت دی‌اکسید سیلیکون در دیواره‌های سلولی، به ویژه در دیواره‌های سلولی اپیدرمی، رسوب می‌کند و یک لایه دوگانه کوتیکول-سیلیکون تشکیل می‌دهد. از آنجایی که چنین کوتیکولی می‌تواند به دلیل تغییرات دیواره سلولی، شدت تعرق روزنه‌ای و غیر روزنه‌ای را کاهش دهد، ممکن است بر جذب برخی مواد شیمیایی کشاورزی مثل علف‌کش‌ها نیز تأثیر بگذارد. مطالعات علف‌کشی نشان می‌دهد که سیلیکون می‌تواند تنش اکسیداتیو ناشی از فنوکسپروپیل‌اتیل و متسولفورون متیل در گندم، پندیمتالین در زنجبیل، گلایفوسیت در گوجه‌فرنگی و بوتاکلر در برنج را کاهش دهد. هدف از اجرای این تحقیق بررسی تغییرات فیزیولوژیکی ناشی از تغذیه گندم از سیلیکون و نقش آن در تحمل گندم به علف‌کش تجاری توتال بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در گلخانه پژوهشی دانشگاه بوعلی سینا همدان انجام شد. عامل تغذیه سیلیکونی شامل با و بدون کاربرد ۱/۰ گرم سیلیکات پتاسیم + ۱۰ میلی‌لیتر بر مایه تجاری باکتری حل‌کننده سیلیکات به ازای هر کیلوگرم خاک، عامل مهارکننده سیتوکروم پی ۴۵۰ مونواکسیژناز شامل با و بدون کاربرد دو کیلوگرم مالاتیون در هکتار که ۲۴ ساعت قبل از کاربرد علف‌کش استفاده شد و عامل علف‌کش مت‌سولفورون متیل + سولفوسولفورون (توتال) شامل مقادیر صفر، ۹، ۱۸، ۲۷، ۳۶ (دوز بر حسب)، ۴۵، ۵۴، ۶۳ و ۷۲ گرم در هکتار بود که در مرحله چهارم برگی گندم رقم لوند پاشیده شد. برای تیمارهای صفر و ۳۶ گرم علف‌کش در هکتار چهار تکرار اضافی در نظر گرفته شد تا دو هفته پس از کاربرد علف‌کش محتوای سیلیکون، فعالیت آنزیم‌های سوپراکسیددیسموژناز و کاتالاز و محتوای ترکیبات آب اکسیژنه و مایون‌دی‌آلدئید اندازه‌گیری شود. در مطالعه دوز-پاسخ، زیست‌توده با مدل چهار پارامتری لگستیک در نرم‌افزار R بر روی دوزهای علف‌کش برازش داده شد تا ED₅₀ که دوز لازم برای کاهش ۵۰ درصدی زیست‌توده است برآورد شود. سایر داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس دوطرفه در نرم‌افزار SAS تجزیه و تحلیل شدند. آزمون چند دامنه‌ای دانکن میانگین‌ها را در سطح احتمال پنج درصد از هم جدا کرد.