مجله زارعت و اصلاح نباتات
جلد ۸، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۱
صفحات ۶۰-۴۵

بررسی اثر تنش شوری برروی بیومارکرهای بیوشیمیایی درگندم تلقیح شده با باکتری‌های محرک رشد (ازتوباکتر کروکوم، آزوسپیریلوم لیپوفروم، سودوموناس پوتیدا) و اسید هیومیک

Effects of salinity stress on biochemical biomarkers activity of inoculated wheat by plant growth promoting bacteria (Azotobacter chroocccum, Azospirillum lipoferum, Pseudomonase putida) and humic acid

داود حبیبی*[۱]، داریوش فتح الله طالقانی[۲]، مهدی داودی فرد[۳]، سعید وزان[۱]، فرناز چمانی[۱]

چکیده

به منظور بررسی اثرات تنش شوری بر روی رشد و تغییرات بیومارکرهای بیوشیمیایی گندم تلقیح شده با باکتری‌های محرک رشد و اسید هیومیک، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی درسه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج در سال ۱۳۸۹ اجراء شد. تیمارهای آزمایشی شامل اسیدهیومیک در دو سطح شامل: { (A0): شاهد، (A1): مصرف اسیدهومیک}، وسطوح شوری در سه سطح شامل: { (B0): شاهد، (B1): شوری پایین به میزان ۷۵ میلی مولار، (B2): شوری بالا به میزان ۱۵۰ میلی مولار }، استفاده از میکروارگانیسم‌ها در پنج سطح شامل: { (C0) شاهد، (C1): تلقیح بذربا باکتری آزوسپیریلوم لیپوفروم، (C2): تلقیح بذر با باکتری ازتوباکترکروکوم، (C3): تلقیح بذر با باکتری سودوموناس پوتیدا، (C4): تلقیح بذربا باکتری‌های (ازتوباکتر کروکوم، آزوسپیریلوم لیپوفروم، پسودوموناس پوتیدا) به‌صورت Mix}بود. نتایج نشان داد اثر متقابل تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد و مصرف اسید هیومیک در زمان اعمال تنش شوری بر عملکرد دانه، مالون دی آلدئید، دی‌تیروزین و دی هیدروکسی گوانوزین معنی دار بود. بیشترین عملکرد دانه از تیمار تلقیح بذر با باکتری ازتوباکتر کروکوم و عدم مصرف اسید هیومیک و اعمال تنش شوری ۷۵ میلی مولار بدست آمد. و بیشترین میزان مالون دی آلدئید از تیمار عدم تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد و مصرف اسید هیومیک و اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار حاصل گردید. بیشترین میزان دی تیروزین از تیمار عدم تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد و عدم مصرف اسید هیومیک و اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار بدست آمد، همچنین بیشترین میزان دی هیدروکسی گوانوزین نیز از تیمار تلقیح بذر با باکتری سودوموناس پوتیدا و مصرف اسید هیومیک و اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: گندم، تخریب لیپید، تخریب پروتئین، اسید هیومیک، تنش شوری.

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه زراعت، کرج، البرز، ایران
۲- موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند.
۳- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رودهن، گروه زراعت و اصلاح نباتات، باشگاه پژوهشگران جوان، رودهن، ایران.
* نویسنده مسئول: Email: dhabibi@kiau.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

کمبود آب، ناشی از خشکی و یا شوری زیاد، مهمترین تنش محیطی است که تولیدات کشاورزی را در بسیاری از مناطق جهان محدود می کند. تنش‌های محیطی از جمله تنش خشکی، به‌طور مستقیم یا غیر مستقیم، تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROSs) را افزایش داده و سبب بروز صدماتی همچون اکسید شدن لیپیدها، در نتیجه منجر به تغییر ساختار غشاء و در نتیجه از هم پاشیدگی یکپارچگی آن می‌شود، تغییر ساختمان پروتئین‌ها و اکسید شدن گروههای سولفیدریل (SH-)، غیر فعال شدن آنزیم‌ها، بی رنگ شدن ویا از بین رفتن رنگدانه هائی مانند کلروفیل و سایر ترکیبات رنگیزه‌ای و هم چنین حمله مداوم به مولکولهای آلی مثل DNA و در نتیجه اختلال در رشته‌های DNA می گردد (Mittler ,2002; Mohanty , 2003; Habibi et al., 2004)

با افزایش تنش شوری رادیکال‌های آزاد، باعث تخریب پروتئین‌ها شده، اسیدهای آمینه مختلف آزاد می‌شوند و از اتصال دو اسید آمینه تیروزین از محل اکسیژن‌هایشان یک دی پپتید بنام دی تیروزین ایجاد می گردد. این ماده نشانه‌ای از حمله رادیکال‌های آزاد در هنگام تنش‌های محیطی به پروتئین‌ها و تخریب آنها می‌باشد (پوراسماعیل، ۱۳۸۵).

وقتی که تنش اکسیداتیو رخ می‌دهد پراکسیداسیون اسیدهای چرب غیر اشباع لیپیدها افزایش می‌یابد. در اثر حمله رادیکال‌های آزاد به لیپیدها، آلدئیدها، آلدئیدهای گوناگونی از جمله MDA ایجاد می‌شوند (Aghdassi, 2000). افزایش غلظت مالون دی آلدئید و دی هیدروکسی گوانوزین ناشی از پراکسیداسیون لیپیدها و تخریب DNA دلالت بر ایجاد رادیکال‌های آزاد در بافت است. افزایش این دو بیومارکر می‌تواند ناشی از کاهش فعالیت کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز باشد (Bingru and Jinmin, 2000).

استفاده از میگروارگانیسم‌های خاکزی و مخصوصا باکتری‌های محرک رشد که با انجام فرآیندهای مختلف زیستی در رشد گیاه و چرخه عناصر غذایی خاک دخالت دارند به‌طور روز افزونی افزایش یافته است. باکتری‌های محرک رشد PGPR از طرق مختلفی تثبیت نیتروژن، تولید سیدروفورهای کمپلکس کننده آهن، تولید هورمون‌های گیاهی، سنتز آنتی بیوتیک‌ها و ترکیبات قارچ کش رشد گیاهان را بهبود می‌بخشد. از میان این باکتری‌ها آزوسپیریلوم و ازتوباکتر به دلیل توانایی در برقراری ارتباط با گیاهان مهم زراعی نظیر گندم، ذرت و سورگوم توجه بیشتری را به خود جلب کرده‌اند (Mishra et al., 1998؛ Zaid et al., 2003). باکتری‌های جنس ازوتوباکتر، آزوسپیریلوم و سودوموناس از مهمترین باکتری‌های محرک رشد گیاه می‌باشند که علاوه بر تثبیت زیستی نیتروژن و محلول کردن فسفر خاک با تولید مقادیر قابل توجهی هورمون‌های تحریک کننده رشد به ویژه انواع اکسین و جیبرلین و سیتوکینین رشد و نمو و عملکرد گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهند (Zahir et al., 2004).

افزایش عملکرد محصولات زراعی یکی از اهداف مشترک محققین اصلاح نباتات و زراعت می‌باشد و افزایش عملکرد گندم به دلیل مصرف زیاد این ماده غذایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بنابرین استفاده از کودهای طبیعی و از جمله اسید هیومیک بدون اثرات مخرب زیست محیطی جهت بالا بردن عملکرد دانه در گندم به خصوص در شرایط متغییر محیطی می‌تواند موثر واقع شود. لذا از اسید هیومیک به عنوان کود آلی دوستار طبیعت نام برده می‌شود (Samavat and Malakuti,2005).

ترکیبات هوموسی مواد آلی، دارای دو نوع اسید آلی مهم به نام‌های اسید هیومیک و اسید فولویک و جزء هومین هستند که از منابع مختلف نظیر خاک، هوموس، پیت و لیگنیت اکسید شده، زغال سنگ و.... استخراج شده و در اندازه مولکولی و ساختار متفاوت هستند (Sebahattin and Necdet,2005). مقادیر بسیار کم از اسیدهای آلی به دلیل وجود ترکیبات هورمونی اثرات مفیدی در افزایش تولید و کیفیت محصولات کشاورزی دارند (Samavat and Malakuti,2005)، همچنین اسید هیومیک با افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو سبب افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه می‌شود(Delfine et al., 2005) .

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش

این تحقیق در سال ۱۳۸۹ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، واقع در ماهدشت کرج و با عرض جغرافیایی ۳۵درجه و ۴۵ دقیقه عرض شمالی و طول جغرایایی ۵۱ درجه و ۶ دقیقه طول شرقی و به ارتفاع ۱۳۱۳ متر از سطح دریا به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در ۳ تکرار به اجراء درآمد. بافت خاک لومی رسی، pH خاک در عمق ۶۰-۰ برابر با ۷/۴ و EC خاک در عمق ۶۰-۰ برابر۱/۴۱ دسی زیمنس بود. در این آزمایش تیمارهای آزمایشی شامل استفاده و عدم استفاده از اسیدهیومیک (A0 , A1) جهت کاربرد اسید هیومیک از گرانول‌های پرل هوموس استفاده شد. شوری در سه سطح شامل (B0): عدم شوری (شاهد)، (B1): شوری پایین به میزان ۷۵ میلی مولار، (B2): شوری بالا به میزان ۱۵۰ میلی مولار که برای تهیه این غلظت‌ها از کلرید سدیم خالص (NaCl) استفاده شد، و تیمار میکروارگانیسم‌ها در پنج سطح شامل (C0) عدم تلقیح بذربا باکتری‌های محرک رشد (شاهد)، (C1): تلقیح بذربا باکتری آزوسپیریلوم لیپوفروم، (C2): تلقیح بذر با باکتری ازتوباکترکروکوم، (C3): تلقیح بذر با باکتری سودوموناس پوتیدا، (C4): تلقیح بذربا باکتری‌های (ازتوباکترکروکوم، آزوسپیریلوم لیپوفروم، سودوموناس پوتیدا) به‌صورت محلول بود. هر سه بومی خاک‌های کشور بوده و توسط بخش تحقیقات بیولوژیکی خاک موسسه تحقیقات خاک و آب جدا و خالص‌سازی شده بودند و جمعیت مایه تلقیح حدود ۸ ۱۰ CFU در هر گرم مایه تلقیح (صمغ عربی) بود.

به‌منظور انجام این آزمایش از گلدان‌های پلاستیکی ۷ کیلوگرمی به تعداد ۹۰ عدد استفاده شد. خاک گلدان‌ها از مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج تهیه وبعد ازعبوراز الک ۵ میلی متری به مقدار مساوی در هر گلدان از خاک مورد نظر پر شد.

عملیات کاشت بذر در تاریخ ۸۸/۸/۱۸ به عمق ۲ تا ۳ سانتی متر انجام شد. رقم مورد استفاده شده دراین آزمایش رقم گندم بهار بود که رقمی پاییزه و به گرما و خشکی آخر فصل مقاوم است. مقدار مصرف باکتری‌ها در زمان کاشت (ازتوباکترکروکوم، آزوسپیریلوم لیپوفروم، سودوموناس پوتیدا) برای ۴۰ عدد بذر به وزن تقریبی ۴۴/۴ گرم، ۲/۲۵ گرم بود. این مقدار باکتری بعد از آغشته نمودن بذرها با مایه تلقیح صمغ عربی به بذرها اضافه شده تا کاملاً به سطح بذرها چسبیده و سطح بذرها کاملاً سفید رنگ شوند. همچنین در زمان کاشت اسید هیومیک به میزان ۵/۵ گرم برای ۳۰ عدد بذر برای هر گلدان‌های به کار برده شد. بلافاصله بعد ازکاشت اولین آبیاری انجام گرفت و پس از جوانه‌زنی بذرها و سبز و یکنواخت شدن تعداد بوته‌ها درهرگلدان تعداد جوانه‌های سبز شده به ۲۰ عدد در هر گلدان کاهش یافت.

عملیات داشت نیز شامل آبیاری و دادن شوری بعد از مرحله چهار برگی به تیمارهای مورد نظر بود. میزان نمک استفاده شده برای تهیه غلظت ۷۵ و ۱۵۰ میلی مولار به ترتیب برابر با ۱۹۷/۲ و ۳۹۴/۴ گرم بود که در ۴۵ لیتر آب حل شده و به تیمارهای مورد نظر در۴ مرحله و هر مرحله به میزان ۲۵۰ ml برای هر گلدان لحاظ گردید.

به‌منظور اندازه‌گیری بیومارکرهای بیوشیمیایی (مالون دی آلدئید، دی تیروزین، دی هیدروکسی گوانوزین) نمونه‌برداری از برگ پرچم در تاریخ ۸۹/۱/۲۸ در مرحله گلدهی انجام شد. بدین‌ترتیب از هر گلدان به‌صورت تصادفی تعداد۴ عدد برگ پرچمی جدا و در داخل کیسه پلاستیکی داخل یخدان قرار داده شد و به روش ذیل در آزمایشگاه برحسب میکرو مول بر گرم پروتئین محاسبه گردید.

جهت اندازه‌گیری بیومارکرهای مالون دی آلدئید، دی تیروزین و دی هیدروکسی گوآنوزین دو برگ از گیاه پس از نمونه‌گیری با آب مقطر شستشو و بلافاصله در بافر فسفات تریس ۰/۱۶ مولار با pH = ۷/۵ وارد، خرد و هموژن گردید. آن گاه اجازه داده شد حجم مشابه از همان بافر حاوی دیجیتونین و آنزیم هضم کننده دیواره فرآیند هضم غشا و دیواره سلول را انجام دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

در ایـن مـقدار ۰/۵ میلـی لیتر از محلـول هموژن برای سـنجش پروتئین توسـط روش بوگـدانـو و همـکاران (Bogdanov et al., 1999) برداشـته شـد و مقـدار پروتئیـن آن برحسـب میلی‌گرم بـر میلی لیتـر تعیین گردیـد. پـس از آن باقیمانـده محلـول اسـتخراجی مقـدار مقـدار مالـون دی آلدئیـد و دی تیـروزیـن براسـتاس روش اسـتیون و همـکاران (Steven and Sid-ney, 1987) و مـقدار دی هیدروکسـی گـوانوزین براسـاس روش بوگـدانو و هـمکاران (Bogdanov et al., 1999) مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

در این روش میزان فعالیت براساس واکنش به مایع کروماتوگرافی ارزیابی شد. بافر زمینه برای کار حاوی تریس اسید کلریدریک با pH = ۷/۵، ۰/۲ میلی مول بر لیتر سدیم دی سدیک و ۰/۲ میلی مول بر لیتر آسکوربات بود. یک واحد فعالیت مالون دی آلدئید و دی‌تیروزین معادل مقدار آنزیمی که بتواند یک میکرو مول از سوبسترا را در یک دقیقه کاتالیز کند در نظر گرفته شد، میزان فعالیت بیومارکر دی هیدروکسی گوانوزین نیز از طریق ستون کربن بر پایه LCEC مورد ارزیابی قرار گرفت.

به منظور تعیین عملکرد نهایی محصول، عملیات برداشت در تاریخ ۸۹/۲/۳۰ صورت گرفت. برداشت گندم زمانی که اندام هوایی کاملاً زرد و دانه رسیده بودند انجام گرفت. در این مرحله کلیه ۲۰ بوته به‌صورت کف بر، برداشت و در داخل پاکت هایی که از قبل بیانگر تیمار مربوطه بودند قرار گرفتند. بعد از بوجاری محصول عملکرد دانه بر حسب گرم تعیین گردید.

برای آنالیز واریانس داده‌ها از نرم افزار SAS و برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

بررسی نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) با اعمال تنش شوری بر میزان عملکرد دانه تفاوت آماری معنی دار در سطح (P <۰/۰۵) مشاهده شد، همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۲) مشاهده می‌شود، تیمارها در گروه‌های آماری متفاوتی قرار گرفته عملکرد دانه در تیمارعدم اعمال تنش شوری B0 (شاهد) نسبت به تیمار B1 (اعمال تنش شوری ۷۵ میلی مولار) و B2 (اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار) به میزان ۹/۵ و ۹/۴ درصد افزایش عملکرد دانه را نشان داده است که هردو در یک گروه آماری قرار گرفته اند.کاهش عملکرد گندم به دلیل افزایش شوری توسط محققین زیادی گزارش گردیده است (Ma et al., 2004؛ Mass and Hoffman, 1977)، آنها علت این کاهش را نتیجه کاهش جذب آب و عناصر غذایی به دلیل به هم خوردن تعادل عناصر غذایی عنوان نموده اند.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) باکاربرد اسیدهیومیک و اعمال تنش شوری درسطح آماری (P <۰/۰۱) بر میزان عملکرد دانه تفاوت آماری معنی دار مشاهده شد. همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۳) نیز مشاهده می‌شود بیشترین عملکرد دانه با میانگین میزان فعالیت ۲۶/۲۱ گرم از تیمارمصرف اسید هیومیک بدون اعمال تنش شوری (A1B0) بدست آمد که البته همراه با تیمارهای A1B2,A0B1,A0B0 در یک گروه آماری قرار گرفتند. ضمن آنکه کمترین میزان آن نیز از تیمار عدم مصرف اسید هیومیک واعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار (A0B2) با میزان فعالیت ۲۰/۸۲ گرم مشاهده شد که افزایشی ۲۵/۹ درصدی را بین دو تیمار A1B0 و A0B2 ااهدمی باشیم. بنابر نظر (۲۰۱۰) Balakunbahan and Rajama-ni اسید هیومیک رشد گیاهان را از طریق تغییر فیزیولوژی گیاه و با بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک تغییر می‌دهد.با انجام یک آزمایش در شرایط کنترل شده مشخص شد که کاربرد مواد هیومیکی وزن خشک عملکرد ذرت و گیاهچه‌های یولاف افزایش معنی داری یافت. (Shariff,2002)

طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) با کاربرد همزمان تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد و مصرف اسیدهیومیک

Archive of SID
www.SID.ir

در سطح آماری (P <۰/۰۵) بر عملکرد دانه تفاوت آماری معنی دار مشاهده شد. به‌طوری که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۳) نیز مشاهده می‌شود که بیشترین عملکرد دانه با میانگین میزان فعالیت۲۷/۷۵ گرم ازتیمار تلقیح بذر با باکتری سودوموناس پوتیدا و مصرف اسید هیومیک (A1C3) به دست آمد که البته با تیمارهای A1C1,A0C4 A1C2,A0C2 در یک گروه آماری قرار گرفته‌اند. کمترین آن نیز از تیمارعدم تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد و عدم مصرف اسید هیومیک (A0C0) با میانگین میزان فعالیت۱۷/۴۶ گرم بدست آمد که افزایشی ۵۸/۹ درصدی را بین دو تیمار A1C3 و A0C0 شامل گردید.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) باکاربرد همزمان باکتری‌های محرک رشد و اسیدهیومیک و اعمال تنش شوری درسطح آماری (P <۰/۰۱) بر عملکرد دانه تفاوت آماری معنی دار مشاهده شد، به‌طوری که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۵) نیز مشاهده می‌شود، بیشترین عملکرد دانه از تیمارتلقیح بذر با باکتری ازتوباکتر کروکوم و عدم مصرف اسید هیومیک و اعمال تنش شوری ۷۵ میلی مولار (A0B1C2) با میانگین میزان فعالیت۳۲/۲۵ گرم بدست آمد. همچنین کمترین میزان آن نیزاز تیمارعدم تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد وعدم مصرف اسید هیومیک و اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار (A0B2C0) با میانگین میزان فعالیت ۱۴/۷۹ گرم حاصل گردید. میشرا و همکاران (Mishra et al., 2010) در نتایج خود بیان کردند که تحت شرایط تنش شوری، PGPRها می‌تواند اثرات مثبتی در گیاهان روی پارامترهایی از قبیل سرعت جوانه زنی، تحمل به تنش خشکی، عملکرد و رشد گیاه داشته باشد.

رخزادی و همکاران (رخزادی و همکاران، ۱۳۸۷) تحقیقی را به منظور بررسی اثر باکتری‌های آزوسپیریلوم، ازوتوباکتر، سودوموناس و مزوریزوبیوم به‌صورت تلقیح انفرادی، دوتایی، سه تایی و چهارتایی بر عملکرد نخود انجام دادند و بیان کردند که کاربرد این باکتری‌ها موجب افزایش عملکرد دانه و بیوماس بوته نخود می‌شود. بیشترین و کمترین عملکرد دانه و بیوماس بوته به ترتیب از تیمار تلقیح حاوی چهار باکتری و تیمار شاهد بدست آمد. این نتیجه نشان می‌دهد بین این باکتری‌ها اثرات سینرژیستی وجود دارد.

تاثیر مثبت تلقیح با آزوسپیریلوم توسط محققین زیادی گزارش شده است. حمیدی و همکاران (حمیدی و همکاران، ۱۳۸۵) و نظارت و غلامی (نظارت و غلامی، ۱۳۸۸) نیز اثر مثبت تلقیح را روی عملکرد گیاه گزارش کرده‌اند و ساتوویچ (Satovich, 2006) هم با بررسی تأثیر سویه‌های مختلف آزوسپیریلوم در افزایش مقاومت گندم به شوری و عملکرد گیاه را تا ۶۳/۴ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند. محققین افزایش عملکرد دانه در اثر تلقیح با آزوسپیریلوم را به دلایلی همچون ترشح انواع هورمون‌ها که سبب افزایش رشد ریشه و جذب آب و مواد غذایی از خاک می‌شود مربوط می‌دانند (Egamberdiyevaa and Hoflich,2003). افزایش عملکرد دانه گندم در اثر تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد (ازتوباکتر، آزوسپیریلوم، سودوموناس) توسط داودی فرد (داودی فرد، ۱۳۹۰) نیز گزارش شد.

بیومارکرهای بیوشیمیایی

مالون دی آلدئید

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) با کاربرد اسید هیومیک بر میزان مالون دی‌آلدئید تفاوت آماری معنی داری در سطح آماری (P <۰/۰۱) مشاهده شد، همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۲) مشاهده می‌گردد، تیمارها در گروه‌های آماری متفاوتی قرار گرفتند، به‌طوری که کاربرد اسیدهیومیک نسبت (A1) به عدم کاربرد آن (A0) باعث کاهش۳۰/۲ درصد میزان مالون دی آلدئید گردید.

در رابطه با تأثیر اسید هیومیک بر میزان مالون دی‌آلدئید نتایج نشان داد که مصرف اسید هیومیک توانسته تا حدی میزان MDA را کاهش دهد که به نظر می‌رسد با تأمین بخشی از آب مورد نیاز گیاه در هنگام تنش، تنش اکسیداتیو را کاهش داده

Archive of SID

www.SID.ir

و میزان پراکسیداسیون لیپیدها و تخریب آنها را کاهش داد.

طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) با اعمال تنش شوری بر میزان مالون دی آلدئید تفاوت آماری معنی دار در سطح (P <۰/۰۱) مشاهده شد. همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۲) مشاهده می‌شود، تیمارها در گروه‌های آماری متفاوتی قرار می‌گیرند به نحوی که میزان مالون دی آلدئید در تیمار B2 (اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار) و B1 (اعمال تنش شوری ۷۵ میلی مولار) نسبت به تیمار B0 (عدم اعمال تنش شوری) به ترتیب به میزان ۹/۸ و ۳۸/۱ در صد افزایش یافته است.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) با تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد بر میزان بیومارکرمالون دی‌آلدئید تفاوت آماری معنی‌داری در سطح (P <۰/۰۱) مشاهده شد، همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۲) نیز مشاهده می‌گردد، عدم تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد (C0) به میزان ۶۰/۸۹ میکرو مول بر گرم پروتئین بیشترین اثروتلقیح بذر با باکتری ازتوباکتر کروکوم (C2) به میزان (µ mol/g protein) ۳۳/۲۷کمترین اثر را بر میزان تولید مالون دی آلدئید داشته که افزایش ۸۳ درصدی را شامل شد. احتمالاً این نتیجه نشان دهنده این مطلب است که باکتری‌ها اثر تنش خشکی را از طریق مکانیسم دفاعی دیگری به غیر از آنزیم‌های آنتی اکسیدان، کاهش می‌دهند که از بالا رفتن حجم MDA و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان جلوگیری کرده است. گزارش شده که اسمولیت‌ها مانند پرولین نقش مهمی را در تنظیم اسمزی ایفا می‌کنند و همچنین از طریق جاروب کردن ROSها از سلول‌ها حفاظت می‌کنند.

(Reddy et al., 2004)

نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) نشان داد با کاربرد همزمان تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد و اسیدهیومیک در سطح آماری (P <۰/۰۱) بر میزان مالون دی آلدئید تفاوت آماری معنی‌دار مشاهده شد. همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۳) نیز مشاهده می‌شود بیشترین میزان مالون دی آلدئید با میانگین میزان فعالیت (µ mol/g protein) ۶۵/۷۴ از تیمار عدم تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد و عدم مصرف اسید هیومیک (A0C0) بدست آمد که البته همراه با تیمار A0C3 در یک گروه آماری قرار گرفتند. ضمن آنکه کمترین میزان آن نیز از تیمار تلقیح بذر با باکتری سودوموناس پوتیدا و مصرف اسید هیومیک (A1C3) با میزان فعالیت (µ mol/g protein) ۲۳/۹۴ بدست آمد.

طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) با تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد در زمان اعمال تنش شوری و درسطح آماری (P <۰/۰۱) بر میزان مالون دی آلدئید تفاوت آماری معنی‌دار مشاهده شد. همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۴) نیز مشاهده می‌شود، بیشترین میزان بیومارکرمالون دی آلدئید از تیمار عدم تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد و اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار (B2C0) با میانگین میزان فعالیت (µ mol/g protein) ۸۲/۸۸ و کمترین میزان آن نیزازتیمارتلقیح بذر با باکتری آزوسپیریلیوم لیپوفروم و اعمال تنش شوری ۷۵ میلی مولار (B1C1) با میانگین میزان فعالیت (µ mol/g protein) ۲۵/۹۲ بدست آمد که البته باتیمارهای B0C4 و B2C2 در یک گروه آماری قرار گرفتند.

گیاهان تلقیح نشده در مقایسه با گیاهان تلقیح شده با باکتری‌های محرک رشد، تحت شرایط شوری خاک موجب افزایش فعالیت آنتی اکسیدانتی و غلظت پرولین MDA, GR و APX شد (Han and Lee,2005). از جمله توانایی‌های سویه سودوموناس در تولید سیدروفور و تامین آهن مورد نیاز گیاه و حلال سازی منابع نامحلول فسفر و قابل استفاده شدن فسفر برای جذب گیاه را می‌توان نام برد. مایاک و همکاران (۲۰۰۴) مشاهده نمودند که گیاهان تلقیح شده با باکتری‌های محرک رشد در شرایط شور فسفر بیشتری نسبت به گیاهان تلقیح نشده جذب نموده‌اند آنها جذب فسفر بیشترو افزایش تحمل گیاه نسبت به شوری را مثبت دانستند.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) باکاربرد همزمان

www.SID.ir

تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد و اسیدهیومیک در زمان اعمال تنش شوری در سطح آماری (P <۰/۰۱) بر میزان مالون دی آلدئید تفاوت آماری معنی دار مشاهده شد. همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۵) نیز مشاهده می‌شود، بیشترین میزان مالون دی آلدئید ازتیمارعدم تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد و مصرف اسید هیومیک و اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار (A1B2C0) با میانگین میزان فعالیت (µ mol/g protein) ۸۸/۲۳بدست آمد. کمترین میزان آن نیزبا میانگین میزان فعالیت (µ mol/g protein) ۱۸/۵۷ از تیمار تلقیح بذر با باکتری ازتوباکتر کروکوم و عدم مصرف اسید هیومیک و اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار (A0B2C2) حاصل گردید، که البته با تیمارهای A0B1C1, A1B2C3 A1B0C1 در یک گروه آماری قرارگرفتند. بدین ترتیب افزایشی ۳۷۵ درصدی را بین دو تیمار A1B2C0 و A0B2C2 شاهد می‌باشیم.

دی تیروزین

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) با کاربرد اسید هیومیک بر میزان فعالیت بیومارکر دی تیروزین تفاوت آماری معنی دار در سطح (P <۰/۰۱) مشاهده شد. همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۲) نیز مشاهده می‌گردد، تیمارها در گروه‌های آماری متفاوتی قرار گرفتند. به‌طوری که کاربرد اسیدهیومیک (A1) نسبت به عدم کاربرد آن (A0) باعث کاهش۳۷/۱ درصد میزان مالون دی آلدئید گردید.

نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) مشخص نمود با اعمال تنش شوری بر میزان فعالیت دی تیروزین تفاوت آماری معنی داری در سطح احتمال (P <۰/۰۱) مشاهده شد، همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۲) نیز مشاهده می‌گردد، تیمارها در گروه‌های آماری متفاوتی قرار گرفتند، به نحوی که میزان بیومارکردی تیروزین در تیمار B2 (اعمال تنش شوری ۱۵۰میلی مولار) و B1 (اعمال تنش شوری ۷۵ میلی مولار) نسبت به تیمار B0 (عدم اعمال تنش شوری) به ترتیب به میزان ۸۲/۸ و ۲۶/۱ در صد افزایش یافته است. نتایج نشان می‌دهد که به علت وقوع تنش شوری، تنش اکسیداتیو رخ داده و باعث تخریب پروتئین گشته که نتیجه آن تولید بیومارکر تخریب دی تیروزین در گیاه می‌باشد.

با بررسی نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) مشاهده گردید با تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد بر میزان فعالیت دی تیروزین اثر معنی دار در سطح آماری (P <۰/۰۱) مشاهده شد، همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۲) نیز مشاهده می‌شود، عدم تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد (C0) با میانگین میزان فعالیت (µ mol/g protein) ۱۹/۲۸بیشترین اثر را بر میزان دی تیروزین نشان داده است. ضمن آنکه تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد به‌صورت Mix (C4) با میانگین میزان فعالیت (µ mol/g protein) ۱۱/۱۴کمترین اثر را بر دی تیروزین تولیدی داشته است. احتمالاً این نتیجه نشان دهنده این مطلب است که باکتری‌ها اثر تنش شوری را از طریق مکانیسم دفاعی دیگری کاهش می‌دهند، که از بالا رفتن حجم دی تیروزین و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان جلوگیری کرده است. زیرا گزارش شده که فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت تنها مکانیسم دفاعی گیاه در برابر اکسیژن‌های رادیکال آزاد (ROS) تولید شده در شرایط تنش نیست و افزایش پرولین نیز می‌تواند موجب کاهشROSهای تولید شده در شرایط تنش خشکی بشود (Aktas et al., 2007). در نتیجه، به علت کاهش ROS ها، میزان تخریب پروتئین‌ها و تولید بیومارکر دی تیروزین کاهش می‌یابد (مسلمی، ۱۳۸۹).

طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) با کاربرد اسید هیومیک و اعمال تنش شوری درسطح آماری (P <۰/۰۱) بر میزان فعالیت دی‌تیروزین تفاوت آماری معنی دار مشاهده شد. همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۳) نیز مشاهده می‌شود، بیشترین میزان دی‌تیروزین از تیمار عدم مصرف اسید هیومیک و اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار (A0B2) با میانگین میزان فعالیت ۲۳ (µ mol/g protein)/۲۲ مشاهده شد و کمترین میزان آن نیزبا میزان فعالیت (µ mol/g protein)

Archive of SID

www.SID.ir

۸/۶۴ ازتیمارمصرف اسید هیومیک و عدم اعمال تنش شوری (A1B0) بدست آمد که افزایشی ۱۵۷/۲ درصدی را بین دو تیمار A0B2 و A1B0 نشان داد. این امر نشان دهنده این مطلب می‌باشد که کاربرد اسید هیومیک توانسته میزان جذب آب را افزایش و تاثیر تخریبی شوری را بر روی تخریب بافت پروتئین و در نتیجه تولید بیومارکرهای بیوشیمیایی را کاهش دهد.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) با کاربرد همزمان تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد و اسید هیومیک درسطح آماری (P <۰/۰۱) بر میزان فعالیت دی تیروزین تفاوت آماری معنی دار مشاهده شد، همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۳) نیز مشاهده می‌شود بیشترین میزان دی تیروزین از تیمار عدم تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد و عدم مصرف اسید هیومیک (A0C0) با میانگین میزان فعالیت (µ mol/g protein) ۲۲/۴۰بدست آمد و کمترین میزان آن نیز از تیمار تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد به‌صورت Mix و مصرف اسید هیومیک (A1C4) با میزان فعالیت ۹/۵۳۳ میکرو مول گرم پروتئین حاصل گردیدکه نشان دهنده این مطلب می‌باشد که کاربرد و عدم کاربرد اسید هیومیک و باکتری توانسته‌اند میزان فعالیت دی تیروزین را کاهش دهند. این امر می‌تواند ناشی از توان باکتری‌ها در افزایش جذب آب و در نتیجه کاهش تخریب بافت پروتئین و در نتیجه کاهش تولید بیومارکردی تیروزین می‌باشد.

طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) با کاربرد همزمان تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد و اعمال تنش شوری درسطح آماری (P <۰/۰۱) بر میزان بیومارکر دی تیروزین تفاوت آماری معنی دار مشاهده شد، همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۴) نیز مشاهده می‌شود، بیشترین میزان فعالیت دی تیروزین از تیمار عدم تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد و اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار (B2C0) با میزان فعالیت (µ mol/g protein) ۲۴/۹۳بدست آمد، ضمن آنکه کمترین میزان آن نیزبا میانگین میزان فعالیت (µ mol/g protein) ۷/۷۵۰ ازتیمار تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد به‌صورت Mix و عدم اعمال تنش شوری (B0C4) بدست آمد که نشان از تاثیر افزایش شوری در افزایش تخریب بافت پروتئین و افزایش تولید بیومارکر دارد.

بررسی نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) نشان داد که باکاربرد همزمان تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد و اسیدهیومیک در زمان اعمال تنش شوری درسطح آماری (P <۰/۰۱) بر میزان دی تیروزین تفاوت آماری معنی دار مشاهده شد، همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۵) نیز مشاهده می‌گردد، بیشترین میزان دی تیروزین ازتیمارعدم تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد و عدم مصرف اسید هیومیک و اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار (A0B2C0) با میانگین میزان فعالیت (µ mol/g protein) ۲۷/۳۰ بدست آمد. ضمن آنکه کمترین میزان آن نیز با میزان فعالیت (µ mol/g protein) ۷/۶۶۷از تیمار تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد به‌صورت (Mix) و مصرف اسید هیومیک و اعمال تنش شوری ۷۵ میلی مولار (A1B1C4) بدست آمد که البته با تیمارهای A1B0C4 A1B0C2 در یک گروه آماری قرار گرفتند.

دی هیدروکسی گوانوزین

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) با کاربرد اسید هیومیک بر میزان دی هیدروکسی گوانوزین تفاوت آماری معنی دار در سطح (P <۰/۰۱) مشاهده شد. همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۲) مشاهده می‌گردد، تیمارها در گروه‌های آماری متفاوتی قرار می‌گیرند به‌طوری که عدم کاربرد اسید هیومیک (A۰) نسبت به کاربرد آن (A1) ۳۳/۵ درصد میزان 8-OH-DG را افزایش داده است. نتایج نشان داد که در شرایط استفاده از اسید هیومیک میزان فعالیت این آنزیم کاهش می‌یابد. این نتیجه حاکی از این است که مصرف اسید هیومیک، از طریق تأمین بخشی از آب مورد نیاز گیاه، باعث کاهش تنش شوری شده، پس میزان فعالیت این آنزیم نیز کاهش می‌یابد.

طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) با اعمال تنش شوری بر

www.SID.ir

میزان دی هیدروکسی گوانوزین تفاوت آماری معنی دار در سطح (P <۰/۰۱) مشاهده شد. همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۲) مشاهده می‌شود، تیمارها در گروه‌های آماری متفاوتی قرار می گیرند، به نحوی که میزان 8-OH-DG در تیمار B2 (اعمال تنش شوری۱۵۰ میلی مولار) و B1 (اعمال تنش شوری ۷۵ میلی مولار) نسبت به تیمار B0 (عدم اعمال تنش شوری) و به ترتیب به میزان ۷۶/۲ و ۱۷/۵ در صد افزایش یافته است. این موضوع بیانگر این است که با افزایش میزان تنش، میزان آب قابل استفاده گیاه کاهش یافته و DNA مورد تخریب قرار گرفته و در نتیجه میزان دی هیدروکسی گوانوزین بیشتری تولید شد.

بررسی نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) نشان داد با تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد بر میزان دی هیدروکسی گوانوزین اثر معنی دار در سطح آماری (P <۰/۰۱) مشاهده شد. همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۲) نیز مشاهده می‌شود، تیمارعدم تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد (C0) با میانگین میزان فعالیت ۹/۶۴۹ میکرومول گرم پروتئین بیشترین اثر را بر میزان OH-DG-۸ نشان داده است. ضمن آنکه تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد به‌صورت Mix (C4) با میانگین میزان فعالیت (µ mol/g protein) ۵/۹۱۹ کمترین اثر را داشته است. این امر بیانگر این است که تاثیر باکتری‌های محرک رشد به‌صورت محلول نسبت به سایر باکتری‌ها و عدم کاربرد باکتری برتری داشته و می‌تواند با تامین آب مورد نیاز گیاه، از تخریبDNA و تولید OH-DG-۸ جلوگیری کند. داودی فرد (داودی فرد، ۱۳۹۰) گزارش کرد که تلقیح بذر گندم با باکتری‌های محرک رشد (ازتوباکتر، آزوسپیریلوم و سودوموناس) سبب کاهش میزان دی هیدروکسی گوانوزین نسب به تیمار شاهد گردید. وی به این نتیجه رسید که تخریب DNA گیاه در این شرایط کاهش یافته و موجب پایین رفتن میزان بیومارکر تخریب ۸ هیدروکسی دی اکسی گوانوزین و کاهش جهش و اثرات ژنتیکی کشنده می گردد.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) با کاربرد اسید هیومیک و اعمال تنش شوری درسطح آماری (P <۰/۰۵) بر میزان دی هیدروکسی گوانوزین را تفاوت آماری معنی دار مشاهده شد. همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۳) نیز مشاهده می‌شود، بیشترین میزان 8-OH-DG با میانگین میزان فعالیت (µ mol/g protein) ۱۰/۸۸از تیمار عدم مصرف اسید هیومیک و اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار (A۰B۲) به دست آمد که همراه با تیمارمصرف اسید هیومیک و اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار (A1B2) در یک گروه آماری قرار گرفتند. ضمن آنکه کمترین میزان آن نیز از تیمار مصرف اسید هیومیک و عدم اعمال تنش شوری (A1B0) با میانگین میزان فعالیت (µ mol/g protein) ۴/۸۳۱ دست آمد که البته همراه با تیمار A1B1 در یک گروه آماری قرار گرفتند.

مشاهده نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) نشان داد با کاربرد همزمان تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد و مصرف اسید هیومیک در سطح آماری (P <۰/۰۱) بر میزان دی هیدروکسی گوانوزین تفاوت آماری معنی دار مشاهده شد، همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۳) نیز مشاهده می‌شود، بیشترین میزان 8-OH-DG ازتیمار تلقیح بذر با باکتری آزوسپیریلوم لیپوفروم و عدم مصرف اسید هیومیک (A0C1) با میزان فعالیت (µ mol/g protein) ۱۰/۸۸ و کمترین میزان آن نیز از تیمارتلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد به‌صورت Mix و کاربرد اسید هیومیک (A1C4) با میزان فعالیت ۵/۰۸۳ میکرو مول گرم پروتئین بدست آمد.

طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) با کاربرد همزمان تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد و اعمال تنش شوری درسطح آماری (P <۰/۰۱) بر میزان دی هیدروکسی گوانوزین تفاوت آماری معنی دار مشاهده شد، همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۴) نیزمشاهده می‌شود، بیشترین میزان 8-OH-DG با میانگین میزان فعالیت (µ mol/g protein) ۱۱/۱۹ از تیمار تلقیح بذر با باکتری ازتوباکتر کروکوم واعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار (B2C2) بدست آمد که البته با تیمارهای B2C1,

Archive of SID

www.SID.ir

B2C0, B2C3 در یک گروه آماری قرار گرفته‌اند ضمن آنکه کمترین میزان آن نیزبا میزان فعالیت ۴/۳۹۲ میکرو مول گرم پروتئین ازتیمار تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد به‌صورت محلول و اعمال تنش شوری ۷۵ میلی مولار (B1C4) بدست آمد که افزایشی ۱۵۴/۸ درصدی را بین دو تیمار B2C2 و B1C4 شاهد می‌باشیم. به نظر می‌رسد که تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد به‌صورت محلول با تامین بیشتر آب مورد نیاز گیاه نسبت به باکتری‌های دیگر و تیمارشاهد توانسته است موجب کاهش هر چه بیشتر تخریب DNA سلول گردد. در نتیجه این امر دی هیدروکسی گوانوزین کمتری نیز تولید شده است.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) با کاربرد همزمان تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد و مصرف اسیدهیومیک و اعمال تنش شوری درسطح آماری (P <۰/۰۱) بر میزان دی هیدروکسی گوانوزین تفاوت آماری معنی دار مشاهده شد. همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۵) نیز مشاهده می‌شود بیشترین میزان 8-OH-DG ازتیمار تلقیح بذر با باکتری سودوموناس پوتیدا و مصرف اسید هیومیک و اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار (A1B2C3) با میانگین میزان فعالیت (µ mol/g protein) ۱۱/۴۲وکمترین میزان آن نیز با میانگین میزان فعالیت (µ mol/g protein) ۴/۱۲۷ از تیمار تلقیح بذر با باکتری سودوموناس پوتیدا و مصرف اسید هیومیک و عدم اعمال تنش شوری (A1B0C3) بدست آمد که البته همراه با تیمارهای, A1B0C4, A1B0C3 در یک گروه آماری قرار گرفتند.

در بسیاری از گیاهان زراعی از جمله گندم (Sairam et al., 2002) و پنبه (Gosset et al., 1994) بالا رفتن میزان این آنزیم‌ها در طی بروز تنش شوری گزارش شده است.

جدول۱- نتایج تجزیه واریانس صفات

Table1- Analysis of variance for traits

منابع تغییرات	S.O.V	df	عملکرد دانه Grain yield	مالون دی آلدئید Malondialdehyde	دی تیروزین Dityrosine	دی هیدروکسی گوانوزین Dihydroxy Guanosine
اسید هیومیک(A)	Humic acid(A)	1	46.412 ns	3282.10**	125.30 **	46.70 **
تنش شوری (B)	Salinity(B)	2	58.441 *	1639.40**	88.30 **	19.40 **
اثرمتقابل اسید هیومیک وسطوح تنش شوری	AB	2	105.160 **	13.78 ns	12.20 **	3.32 *
باکتری های محرک رشد(C)	PGPR (C)	4	50.203 ns	1984.80 **	96.80 **	19.21 **
اثر متقابل اسید هیومیک و باکتری	AC	4	55.283 *	1197.00 **	93.80 **	26.59 **
اثر متقابل باکتری درسطوح تنش شوری	BC	8	24.608 ns	2152.80 **	113.80 **	51.94 **
اثر متقابل باکتری و اسید هیومیک در سطوح مختلف شوری	ABC	8	85.431 **	903.30 **	68.49 **	10.29 **
خطا	Error	60	24.802	9.139	0.742	0.963
ضریب تغییرات	C.V%		20.62%	11.55%	10.69%	12.54%

ns, *,** به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ % و ۱ %.

ns, *and **;Non significant. Significant at the 5% and 1% levels probability respectively.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۲- مقایسه میانگین سطوح اثرات اصلی صفات مورد بررسی

Table 2- Mean comparisons of main effects of characters

تیمار Treatment	عملکرد دانه Grain yield (g)	مالون دی آلدئید MDA (µ mol/ g Protein)	دی تیروزین DI-TY (µ mol/ g Protein)	دی هیدروکسی گوانوزین 8-OH-DG (µ mol/ g Protein)
A_0	23.440A	52.196 A	17.55 A	8.975 A
A_1	24.876A	40.118 B	12.76 B	6.720 B
B_0	25.624 A	38.070 C	11.13 C	5.957 C
B_1	23.374 B	47.840 B	14.00 B	7.000 B
B_2	23.476 B	52.560 A	20.33 A	10.590 A
C_0	22.930A	60.890 A	19.28 A	9.649 A
C_1	27.920A	51.380 B	15.53 B	8.024 B
C_2	31.780A	33.270 E	15.58 B	8.183 B
C_3	30.630A	44.290 C	14.23 C	7.461 B
C_4	31.690A	40.950 D	11.14 D	5.919 C

در هر ستون اعدادی که دارای ضرایب مشترکی هستند در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری نشان ندادند.

Similar letters in each column shows non- significant difference according to Duncan multiple ran range tests at 5% level

جدول۳- مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل صفات

Table3- Mean comparison of interaction effect of characters

تیمار Treatment	عملکرد دانه Grain yield (g)	مالون دی آلدئید MDA (µ mol/ g Protein)	دی تیروزین DI-TY (µ mol/ g Protein)	دی هیدروکسی گوانوزین 8-OH-DG (µ mol/ g Protein)
A_0B_0	25.04 A	44.520A	13.62 D	7.084 C
A_0B_1	24.46 AB	53.100A	16.79 C	8.963 B
A_0B_2	20.82 B	58.967A	22.23 A	10.880 A
A_1B_0	26.21 A	31.613A	8.640 F	4.831 D
A_1B_1	22.29 AB	42.587A	11.21 E	5.037 D
A_1B_2	26.13 A	46.153A	18.42 B	10.290 A
A_0C_0	17.46 C	65.740 A	22.40 A	10.880 A
A_0C_1	22.10 B	53.560 B	18.33 B	9.356 BC
A_0C_2	27.52 A	33.630 F	18.52 B	9.691 B
A_0C_3	23.30 B	64.630 A	15.73 C	8.193 D
A_0C_4	26.82 A	43.410 D	12.76 D	6.756 E
A_1C_0	20.75 B	56.040 B	16.17 C	8.420 CD
A_1C_1	24.44 AB	49.200 C	12.73 D	6.692 E
A_1C_2	25.44 AB	32.910 F	12.63 D	6.676 E
A_1C_3	27.75 A	23.940 G	12.72 D	6.729 E
A_1C_4	26 AB	38.490 E	9.533 E	5.083 F

در هر ستون اعدادی که دارای ضرایب مشترکی هستند در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری نشان ندادند.

Similar letters in each column shows non- significant difference according to Duncan multiple ran range tests at 5% level

شاهد، (A1): مصرف اسیدهومیک، (B0): شاهد، (B1): شوری پایین به میزان ۷۵ میلی مولار، (B2): شوری بالا به میزان ۱۵۰ میلی مولار، (C0) شاهد، (C1): تلقیح بذربا باکتری آزوسپیریلوم لیپوفروم، (C2): تلقیح بذر با باکتری ازتوباکترکروکوم، (C3): تلقیح بذر با باکتری سودوموناس پوتیدا، (C4): تلقیح بذربا باکتری‌های (ازتوباکتر کروکوم، آزوسپیریلوم لیپوفروم، سودوموناس پوتیدا) به‌صورت محلول.

(A0): Control, (A1): Humic acid consumption, (B0): Control, (B1): Low salinity of 75 mM, (B2): High salinity of 150 mM, (C0): Control, (C1): Grain inoculation with Azospirillum lipoferum, (C2): Grain inoculation with Azotobacter chroocccum, (C3): Grain inoculation with Pseudomonase putida, (C4): The mix grain inoculation with (Azotobacter chroocccum, Azospirillum lipoferum, Pseudomonase putida).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۴- مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل صفات

Table4- Mean comparison of interaction effect of characters

تیمار Treatment	عملکرد دانه Grain yield (g)	مالون دی آلدئید MDA (µ mol/ g Fw)	دی تیروزین DI-tY (µ mol/ g Fw)	دی هیدروکسی گوانوزین 8-OH-DG (µ mol/ g Fw)
B_0C_0	24.452A	29.70 GH	14.530 E	8.872 B
B_0C_1	23.898A	59.70 C	11.780 F	5.433 CD
B_0C_2	29.128A	39.02 E	11.700 F	5.535 CD
B_0C_3	25.613A	33.67 F	9.883 G	5.205 CD
B_0C_4	25.028A	28.25 H	7.750 H	4.742 CD
B_1C_0	20.217A	70.10 B	18.380 C	8.952 B
B_1C_1	21.565A	25.9 H	14.650 E	7.815 B
B_1C_2	26.958A	32.27 FG	14.530 E	7.827 B
B_1C_3	21.628A	49.55 D	13.180 EF	6.013 C
B_1C_4	26.502A	61.38 C	9.267 GH	4.392 D
B_2C_0	21.365A	82.88 A	24.930 A	11.120 A
B_2C_1	24.343A	68.52 B	20.170 BC	10.820 A
B_2C_2	23.357A	28.53 H	20.500 B	11.190 A
B_2C_3	25.610A	49.65 D	19.620 BC	11.160 A
B_2C_4	22.703A	33.22 FG	16.420 D	8.625 B

در هر ستون اعدادی که دارای ضرایب مشترکی هستند در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری نشان ندادند.

Similar letters in each column shows non- significant difference according to Duncan multiple ran range tests at 5% level

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۵- مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل صفات

Table 5- Mean comparison of interaction effect of characters

تیمار	Grain yield (g)	MDA (µ mol/ g Fw)	DI-TY (µ mol/ g Fw)	8-OH-DG (µ mol/ g Fw)
$A_0B_0C_0$	19.74 FGH	38.97 D	17.930 C	11.010 A
$A_0B_0C_1$	23.01 ABCDEFGH	60.30 C	15.030 D	6.493 BCD
$A_0B_0C_2$	28.51 ABCDEF	56.47 C	15.330 D	6.410 BCD
$A_0B_0C_3$	23.88 ABCDEFGH	37.10 D	11.230 E	6.283 BCDE
$A_0B_0C_4$	30.08 ABCD	29.77 EF	8.5670 F	5.223 CDEF
$A_0B_1C_0$	17.86 GH	80.73 B	21.970 B	10.750 A
$A_0B_1C_1$	20.33 DEFGH	20.23 I	17.670 C	10.920 A
$A_0B_1C_2$	32.25 A	25.87 FGH	17.730 C	11.330 A
$A_0B_1C_3$	21.18 CDEFGH	77.77 B	14.730 D	7.387 B
$A_0B_1C_4$	30.66 ABC	60.90 C	11.870 E	4.430 EF
$A_0B_2C_0$	14.79 H	77.53 B	27.300 A	10.870 A
$A_0B_2C_1$	22.96 ABCDEFGH	80.13 B	22.300 B	10.660 A
$A_0B_2C_2$	21.81 BCDEFGH	18.57 I	22.500 B	11.340 A
$A_0B_2C_3$	24.83 ABCDEFG	79.03 B	21.230 B	10.910 A
$A_0B_2C_4$	19.71 FGH	39.57 D	17.830 C	10.610 A
$A_1B_0C_1$	19.98 EFGH	20.43 I	11.130 E	6.733 BC
$A_1B_0C_1$	24.79 ABCDEFG	59.10 C	8.533 F	4.373 EF
$A_1B_0C_2$	29.75 ABCDE	21.57 GHI	8.067 FG	4.660 DEF
$A_1B_0C_3$	31.48 AB	30.23 EF	8.533 F	4.127 F
$A_1B_0C_4$	25.03 ABCDEFG	26.73 EFG	6.933 G	4.260 F
$A_1B_1C_0$	19.26 FGH	59.47 C	14.800 D	7.150 BC
$A_1B_1C_1$	22.80 ABCDEFGH	31.60 E	11.630 E	4.713 DEF
$A_1B_1C_2$	21.67 BCDEFGH	38.67 D	11.330 E	4.327 EF
$A_1B_1C_3$	25.39 ABCDEFG	21.33 HI	11.630 E	4.640 DEF
$A_1B_1C_4$	22.35 ABCDEFGH	61.87 C	6.667 G	4.353 EF
$A_1B_2C_0$	23.02 ABCDEFGH	88.23 A	22.570 B	11.380 A
$A_1B_2C_1$	25.72 ABCDEFG	56.90 C	18.030 C	10.990 A
$A_1B_2C_2$	24.90 ABCDEFG	38.50 D	18.500 C	11.040 A
$A_1B_2C_3$	26.39 ABCDEFG	20.27 I	18.000 C	11.420 A
$A_1B_2C_4$	30.61 ABC	26.87 EFG	15.000 D	6.637 BC

درهرستون اعدادی که دارای ضرایب مشترکی هستند در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری نشان ندادند.

Similar letters in each column shows non- significant difference according to duncans multiple range test at 5% level

Archive of SID

www.SID.ir

منابع References

پور اسماعیل، پ، د، حبیبی، و م، مشهدی اکبر بوجار. ۱۳۸۵. بررسی استفاده از پولیمر سوپر جاذب آب در افزایش عملکرد و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت در ارقام مختلف لوبیا قرمز تحت تنش خشکی. پایان نامه کارشناسی ارشد.دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

حمیدی، ا.، ا. قلاوند، م. دهقان شعار، م. ج. ملکوتی، ا. اصغرزاده و ر. چوگان. ۱۳۸۵. اثرات کاربرد باکتریهای محرک رشد بر عملکرد ذرت علوفه ای. پژوهش و سازندگی. شماره ۷۰، صفحات ۲۲-۱۶.

داودی فرد، م.۱۳۹۰. بررسی تاثیر باکتری‌های محرک رشد (ازتوباکتر، آزوسپیریلوم، سودوموناس) و محلول پاشی سیلیسیک اسید و اسیدهای آمینه بر مقاومت به خشکی گندم.پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن.

رخزادی، ا.، ا. اصغرزاده، ف. درویش، ق. نورمحمدی، ا. مجیدی و و. توشیح. ۱۳۸۷. ارزیابی اثر کودهای بیولوژیک آزوسپیریلوم، ازوتوباکتر، پسوومونا‌س و مزوریزوبیوم بر تجمع ماده‌ی خشک و عملکرد نخود .Cicer arietinum L دهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران.

مسلمی، ز.۱۳۸۹. بررسی تاثیر پلیمر سوپر جاذب و باکتری‌های محرک رشد (PGPR بر عملکرد و اجزاء عملکرد، عملکرد علوفه و برخی صفات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی ذرت علوفه‌ای پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

نظارت، س: ا، غلامی.۱۳۸۸. نقش تلقیح مضاعف باکتریهای آزوسپریلوم و سودوموناس در بهبود جذب عناصر غذایی در ذرت. نشریه بوم شناسی کشاورزی جلد۱، شماره۱، ص۲۵-۳۲.

Aghdassi E,johane P.2000.: Breath alkaned as a marker of oxidative stress in difference clinical conditions. Free–radical Boil Med, 28:880-886.

Aktas, L. Y., B. Turkyilmaz, H. Akca and S. Parlak. 2007. Role of abscisic acid and proline treatment on induction of antioxidant enzyme activities and drought tolerance responses of Laurus nobilis L. Grainlings. pp: 14-27.

Balakumbahan R and K Rajamani, 2010. Effect of biostimulants on growth and yield of Senna (Cassia angustifoliavar KKM.1) ,Journal of Horticultural science & Ornamental plants, IDOSI publication, 2 (1): 16-8.

Bingru,H., F.Jinmin.2000. Involvementof antioxidant and lipid peroxidation in theadoption of two cool- season grasses to localized drought stress.pp.372-396,biosynthesis of rice and in relation to its stress resistance. Plant Physiol Biochem 43: 955-962.

Bogdanov, M. B., M. F. Beal, D. R. Mccabe, R. M. Griffin and W.R. Matson. 1999. A carbon column based LCEC approach to routine 8-hydroxy-2-deoxyguanosine measurements in urine and other biological matrices. Free Rad Biol. Med. 27: 647-666.

Delfine, S., Tognetti, R., Desiderio, E., Alvino, A.,2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. Agron. Sustain. 25, 183-191.

Egamberdiyevaa, D., Hoflich. G., 2003. Influence of growth-promoting bacteria on the growth of wheat in different soils and temperatures. Soil Biol. Biochem. 35: 973–978.

Gossett, D.R., E.P. Millhollon, M.C. Lucas, 1994. Antioxidant response toNaCl stress in salt-tolerant and salt-

Archive of SID
www.SID.ir

sensitive cultivars of cotton. CropSci., 34, 706-714.

Habibi , D., M. Mashdi Akbar Boojar, A. Mahmoudi , M. R. Ardakani and D. Taleghani. 2004. Antioxidative enzyme in sunflower subjected to drought stress. 4th International Crop Science Congress,Brisbane,Australia, 26 September-1Octobr pp. 1-4.

Han, H. S. and K. D. Lee. 2005. Plant growth promoting rhizobacteria effect on antioxidant status, photosynthesis, mineral uptake and growth of Lettuce under soil salinity. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 1 (3): 210-215.

Ma,W.,T.C.Charles and B.R.Glick.2004. Expression of an exogenous 1-Aminocyclopropane-1-carboxylatedeaminase gen in Synorhizobium melilotiincreases its ability to nodulate alfalfa.App.Envi.Micr.

Maas, E.V., and G.J. Hoffman. 1977. Crop salt tolerance—Current assessment. J. Irrig. Drain. Div. ASCE.103:115–134.

Mayak,S.,T.Tirosh and B.Glick.2004. Plant growth-promoting bacteria confer resistance in tomato plants to salt-stress.Plant Physiology and Biochemistry.42: 565-572

Mishra M., Patjoshi A.K., and Jena D. 1998. Effect of biofertilization on production (Zea mays) of maize. IndianJ. Agron. 43: 307–310.

Mishra, M 2U Kumar, 2P K Mishra and V Prakash.2010. Efficiency of Plant Growth Promoting Rhizobacteria for the Enhancement of CicerarietinumL. Growth and Germination under Salinity. Advances in Biological Research 4 (2): 92-96.

Mittler , R. 2002. Oxidative stress , antioxidant and stress tolerance. Ann. Rev. Plant Science 7:405-415.

Mohanty , N. 2003. Photosynthetic characteristics and enzymatic antioxidant capacity of flag leaf and the grain yield in two cultivars of Triticum aestivum (L.) exposed to warmer growth conditions. J. Plant Physiol.,160: 71-74.

Reddy, A. R., K. V. Chaitanya and M. Vivekanandan. 2004. Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. Journal of Plant Physiology. 161: 1189-1202.

Saatovich, S.Z., 2006. Azospirillium of Uzbekistan soils and their influence on growth and development of wheat plants.Plant & Soil. 283:137-145.

Sairam, R.K., K.V. Rao, G.C. Srivastava, 2002. Differential response ofwheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidativestress, antioxidant activity and osmolyte concentration. Plant Sci.,163, 1037-1046.

Samavat, S., Malakuti, M. 2005. Important use of organic acid (humic andfulvic) for increase quantity and quality agriculture productions. Water and soil researchers technical issue 463:1-13.

Sebahattin, A., Necdet, C. 2005., Effects of different levels and application times of humic acid on root and leafyield and yield components of forage Turnip (Brassica rapa L.).Agronomy. J. 4, 130-133.

Shariff, M., 2002. Effect of lignitic coal derived HA on growth and yield of wheat and maize in alkaline soil. Ph.D Thesis, NWFP Agric Univ Peshawar, Pakistan.

Steven, H., M. H. Sidney. 1987. Lipid peroxidase in sample as measured by liquid chromatography. Sepration or

Archive of SID

www.SID.ir

malondialdehyde tiobarbituric acid. Elin. Chem. 32. 214-220.

Zahir, A. Z. ,Arshad , M. and Frankenberger (Jr.) , W. F. 2004. Plant growth promoting rhizobacteria: Applications and perspectives in agriculture. Advances in Agronomy , 81:97-168.

Zaied.K.A., Abd El-Hady A.H., Afify Aida. H., and Nassef M.A. 2003. Yield and Nitrogen Assimilation of Winter Wheat Inoculated with New Recombinant Inoculants of Rhizobacteria. Pakistan Journal of Biological Sciences 6 (4): 344-358.

Archive of SID

www.SID.ir