مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
جلد پانزدهم، شماره ششم، ۱۳۸۷
www.jasnr.info
www.sid.ir
www.magiran.com/jasnr

تأثیر کودهای بیولوژیک بر ظهور گیاهچه سویا در مزرعه و قدرت رویش بذر در آزمایشگاه

***معصومه تاجیک[۱]، ایرج اله دادی[۲]، جهانفر دانشیان[۳]، حمید ایران‌نژاد[۴]، آیدین حمیدی[۵]، غلامعباس اکبری[۲] و معصومه نعیمی[۶]**

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، [۲]استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، [۳]استادیار پژوهش، موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، [۴]دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، [۵]استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، [۶]دانشجوی دوره دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۸۶/۷/۲۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۸/۱۱

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر کودهای بیولوژیک بر بنیه بذور حاصل از تنش کم‌آبی سویا، آزمایشی در دو بخش مزرعه به‌صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و آزمایشگاه به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. در آزمایشگاه، بذور تحت آزمون جوانه‌زنی استاندارد قرار گرفتند. تیمارهای آزمایشی شامل کود بیولوژیک (تلقیح بذور با Bradyrhizobium japonicum، تلقیح توأم با B. japonicum و Pseudomonas fluorescens و تلقیح توأم با B. japonicum و Glomus mosseae)، رقم (Zalta Zalha و لاین Clark×Hobbit) و تنش کم‌آبی [آبیاری پس از ۵۰ (آبیاری مطلوب)، ۱۰۰ (تنش متوسط) و ۱۵۰ (تنش شدید) میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A در مزرعه، گیاه مادری] بودند. نتایج هر دو بخش نشان دادکه تنش کم‌آبی تأثیر منفی بر ظهور گیاهچه سویا و کیفیت بذر داشت. در مزرعه، تلقیح توأم بذور حاصل از سطوح مختلف تنش کم‌آبی با *برادی‌ریزوبیوم* و سودوموناس موجب افزایش سرعت ظهور تجمعی گیاهچه شد. هم‌چنین تلقیح توأم بذور ارقام با *برادی‌ریزوبیوم* و سودوموناس باعث بهبود ظهور اولیه گیاهچه در سطوح مختلف تنش شد. در آزمایشگاه، کاربرد کود بیولوژیک روی قابلیت و ضریب سرعت جوانه‌زنی مؤثر، اما عکس‌العمل ارقام نسبت به تلقیح با انواع کود بیولوژیک با توجه به شرایط تنش متفاوت بود به‌طوری‌که در رقم زالتازال‌ها، تلقیح بذور حاصل از آبیاری مطلوب با باکتری برادی‌ریزوبیوم سبب افزایش ضریب سرعت جوانه‌زنی گردید، در حالی‌که تلقیح بذور حاصل از تنش شدید با باکتری‌های *برادی‌ریزوبیوم* و سودوموناس یا قارچ گلوموس، قابلیت جوانه‌زنی را افزایش داد. در لاین Clark×Hobbit، تلقیح بذور به‌دست آمده از تنش متوسط با باکتری‌های *برادی‌ریزوبیوم* و سودوموناس سبب افزایش درصد جوانه‌زنی گردید. شاخص‌های قابلیت جوانه‌زنی، طول ریشه و ساقه اولیه و سرعت ظهور تجمعی گیاهچه با ظهور اولیه گیاهچه در مزرعه دارای همبستگی مثبت معنی‌داری بودند.

واژه‌های کلیدی: کود بیولوژیک، ارقام سویا، تنش کم‌آبی

*- مسئول مکاتبه: ms_taj84@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

سویا .Glycine max (L.) Merr یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی محسوب می‌شود به‌طوری‌که از نظر تولید روغن خوراکی در جهان رتبه اول را دارد (فاس، ۲۰۰۵). تولید موفق و دست‌یابی به عملکرد مطلوب در سویا و دیگر گیاهان زراعی بستگی به کیفیت بذر کاشته شده در مزرعه دارد (ساها و همکاران، ۱۹۹۰). کیفیت پایین بذور سویا باعث می‌شود که یکنواختی سبزشدن کاهش یابد (باتزن، ۲۰۰۱). قوه نامیه، جوانه‌زنی و بنیه از جمله مهم‌ترین جنبه‌های کیفیت بذر محسوب می‌گردند که دست‌یابی به‌میزان مطلوبی از آنها هدف اصلی یک برنامه موفق تولید بذر می‌باشد (گالانوپولو و همکاران، ۱۹۹٦). یکی از آزمایش‌های عمومی برای تعیین کیفیت بذر، آزمون جوانه‌زنی استاندارد می‌باشد که حداکثر پتانسیل بذر را تحت شرایط ایده‌آل نشان می‌دهد (AOSA، ۱۹۸۳)[1]. توانایی ظهور گیاهچه بستگی به جوانه‌زنی بالا دارد (پیتا- فیلهو و الیس، ۱۹۹۱). ایگلی و تکرونی (۱۹۹۵) نشان دادند چنان‌چه بذور سویا دارای جوانه‌زنی استاندارد بیش از ۹۵ درصد باشند قادر خواهند بود تحت شرایط محیطی مختلف، گیاهچه‌های کافی تولید کنند. ووداستاک (۱۹٦۹)، طول ریشه و ساقه اولیه در آزمون جوانه‌زنی استاندارد را به‌عنوان شاخص آزمایشگاهی مطلوب برای برآورد ظهور گیاهچه در مزرعه گزارش نمود. کیفیت و کمیت بذر به عوامل متعددی مانند خاک، اقلیم و اجرای عملیات زراعی در دوره رشد و نمو گیاه مادری از کاشت تا برداشت بستگی دارد (مک‌دونالد و کوپلند، ۱۹۹۷). در اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک که کشور ما را نیز در برمی‌گیرد، تنش خشکی عامل اصلی کاهش کیفیت و کمیت بذر گیاهان می‌باشد. دورنباس و همکاران (۱۹۸۹)، فرانکا و همکاران (۱۹۹۳)، خدابنده و جلیلیان (۱۹۹۷)، اسمیسی کلاس و همکاران (۱۹۸۹) و توماس و کاستا (۱۹۹٦) در آزمایش‌های خود نشان دادند که اگر تنش خشکی در مرحله نمو بذر سویا اتفاق افتد بنیه بذر کاهش خواهد یافت. بنابراین استفاده از راهبردهایی برای کاهش اثر منفی تنش خشکی برروی کیفیت بذر از اهمیت بسیاری برخوردار می‌باشد.

گیاهان لگوم می‌توانند دو سیستم مختلف هم‌زیستی درون بافتی با میکروارگانیسم‌های خاک که شامل باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن هم‌زیست با گیاه و قارچ‌های میکوریزی وزیکولار آربوسکولار می‌باشند، ایجاد کنند (اسچولتز و کوندوروسی، ۱۹۹۸). *برادی‌ریزوبیوم* از باکتری‌های هم‌زیست با گیاه سویا است که از این طریق رشد گیاه را بهبود می‌بخشد. هم‌چنین تلقیح گیاهان با باکتری‌های آزادزی که باعث تحریک رشد گیاه می‌شوند، ضروری و مفید است که باکتری‌های جنس سودوموناس از این گروه هستند (خان، ۲۰۰٦). اثرات تشدیدکنندگی تلقیح توأم قارچ‌های میکوریزی وزیکولار آربوسکولار و ریزوبیوم‌ها برای محصولات مختلف گزارش شده است که تأثیر آنها در خاک‌هایی که با کمبود نیتروژن و فسفر روبرو هستند اعلام شده است (شارما و جوهری، ۲۰۰۲). ایلباس و ساهین (۲۰۰۵) گزارش کردند که تلقیح سویا با قارچ میکوریزی آربوسکولار (گلوموس فسیکولیتوم) *Glomus Fasciculatum* موجب افزایش طول ریشه و ساقه، وزن خشک ریشه و ساقه، قطر ساقه و وزن هزاردانه گردید. هم‌چنین باکتری‌های جنس سودوموناس با تولید فاکتورهای رشدی بر رشد گیاهان (گراسیا دی‌سالامون، ۲۰۰۰؛ گراسیا دی‌سالامون و همکاران، ۲۰۰۱؛ پتن و گلیک، ۱۹۹٦) و برادی‌ریزوبیوم موجود در ریزوسفر (هالت و همکاران، ۱۹۹٤) مؤثر هستند. دیلیپ‌کومار و همکاران (۲۰۰۱) نیز نشان دادند که تلقیح توأم بذور نخود با سودوموناس فلورسنس و ریزوبیوم منجر به افزایش ارتفاع ساقه، طول ریشه و وزن خشک گیاه نسبت به تیمار شاهد شد. سودوموناس فلورسنس با تولید ترکیبات ضدمیکروبی در کنترل بیولوژیکی عوامل بیماری‌زای خاکزاد نقش دارد و با تولید پیولوتئورین (نواک- تامسون و همکاران، ۱۹۹۹) و ۲ و ٤

1- Association of Official Seed Analysts

Archive of SID

www.SID.ir

دی‌استیل فلوروگلوسینول (دلانی و همکاران، ۲۰۰۰)، موجب کاهش پوسیدگی بذر و افزایش جوانه‌زنی می‌شود (احمدزاده و همکاران، ۲۰۰٤؛ هرناندز و همکاران، ۱۹۹۵). زایدی (۲۰۰۳) گزارش کرد تلقیح بذور سویا با سودوموناس و برادی‌ریزوبیوم ژاپونیکوم، جوانه‌زنی بذور و ایستادگی گیاهچه را بهبود بخشید و باعث افزایش طول و تجمع ماده‌خشک در اندام‌های هوایی و ریشه، تعداد گره، ماده‌خشک و جذب عناصر غذایی نسبت به شرایط بدون تلقیح گردید. از آن‌جایی‌که طول ریشه و ساقه اولیه از شاخص‌های رشد و نمو و قدرت رویش بذر محسوب می‌شوند (هامپتون و تکرونی، ۱۹۹۵)، بر این اساس می‌توان اظهار نمود که تلقیح بذور سویا با برادی‌ریزوبیوم ژاپونیکوم و سودوموناس باعث افزایش قدرت رویش بذر می‌گردد. ال- ملیگی (۱۹۸۹) گزارش کرد تلقیح بذور ذرت با سودوموناس فلورسنس باعث افزایش ظهور گیاهچه در مزرعه شد. کلی و همکاران (۱۹۹۱) و هونما و شیمومورا (۱۹۷۸) گزارش کردند باکتری‌های متعلق به جنس سودوموناس با تولید آنزیم آمینوسیکلوپروپان -۱- کربوکسیلات‌دی آمیناز،آمینوسیکلوپروپان-۱-کربوکسیلات را مصرف می‌کنند. کاهش غلظت آمینوسیکلوپروپان-۱- کربوکسیلات درون گیاه باعث کاهش مقدار اتیلن تولید شده و افزایش طول ریشه می‌گردد (کارتیوس و همکاران، ۲۰۰۳؛ پتن و گلیک، ۱۹۹٦).

اگرچه تعداد بررسی‌های انجام شده در مورد تأثیر تلقیح باکتری‌های برادی‌ریزوبیوم، سودوموناس و قارچ میکوریز با گیاهان زراعی زیاد است ولی این مطالعات به‌طور عمده شامل اثرات تلقیح این میکروارگانیسم‌ها بر عملکرد و اجزای آن می‌باشد در حالی‌که به‌ندرت به نقش این میکروارگانیسم‌ها در بهبود خصوصیات کیفی بذور پرداخته شده است. این پژوهش با هدف مقایسه چند نوع کود بیولوژیک و معرفی بهترین نوع آن به‌منظور بهبود و جبران بنیه از دست رفته بذور در اثر تنش کم آبی انجام یافته است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثرات تلقیح باکتری‌های *برادی‌ریزوبیوم* ژاپونیکوم، سودوموناس فلورسنس و قارچ گلوموس موسه بر خصوصیات کیفی بذور حاصل از تنش کم‌آبی یک رقم و یک لاین سویا، پژوهشی در دو بخش مزرعه و آزمایشگاه در مزرعه‌ای واقع در شهریار و آزمایشگاه مرکزی ثبت و گواهی بذر مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج در سال ۱۳۸۵ انجام شد. عملیات مزرعه‌ای به‌صورت آزمایش اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و آزمون آزمایشگاهی به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار اجرا گردید. بدین‌منظور از بذور به‌دست آمده از گیاهانی که در سال ۱۳۸٤ تحت‌تأثیر سه سطح تنش کم‌آبی قرار گرفته بودند استفاده شد. بنابراین تیمارها عبارت از فاکتور کود بیولوژیک در سه سطح، شامل تلقیح بذور با باکتری برادی‌ریزوبیوم ژاپونیکوم، تلقیح توأم بذور با باکتری‌های برادی‌ریزوبیوم ژاپونیکوم و سودوموناس فلورسنس و تلقیح توأم بذور با باکتری برادی‌ریزوبیوم ژاپونیکوم و قارچ گلوموس موسه، تیمار رقم شامل لاین Clark×Hobbit و رقم زالتزال‌ها و عامل تنش کم‌آبی ایجاد شده در مزرعه گیاه مادری در سه سطح شامل آبیاری پس از ۵۰ (آبیاری مطلوب)، ۱۰۰ (تنش متوسط) و ۱۵۰ (تنش شدید) میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A بودند. علت انتخاب این ارقام، تحمل به تنش خشکی بود. مبدأ رقم زالتزال‌ها کشور یوگسلاوی است و متعلق به گروه رسیدگی III می‌باشد. منشاء لاین Clark×Hobbit کشور ایران است که هر دو والد آن آمریکایی هستند. رقم Hobbit متعلق به گروه رسیدگی III است و رقم تجارتی Clark در گروه رسیدگی IV قرار دارد ولی لاین مذکور به گروه رسیدگی III تعلق دارد. قبل از آماده‌سازی زمین جهت تعیین کود مصرفی نمونه‌برداری از خاک انجام شد و براساس میزان نیتروژن کل خاک (۰/۲۸ درصد) و توصیه مؤسسه خاک و آب، مقدار ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل و ۱۰۰

Archive of SID

www.SID.ir

کیلوگرم در هکتار اوره به زمین اضافه شد. پس از شخم و تسطیح زمین و اضافه کردن کود مورد نظر، با دستگاه فاروئر جوی و پشته روی زمین ایجاد گردید. سطوح کود بیولوژیک به کرت‌های اصلی و ترکیب‌های رقم و تنش کم‌آبی به‌صورت فاکتوریل به کرت‌های فرعی اختصاص یافت. بذور تنش دیده پس از تلقیح با کودهای بیولوژیک، روی خطوط کاشت به‌طول ۵ متر با فاصله بین خطوط ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته ۵ سانتی‌متر، معادل تراکم بوته ٤۰ هزار بوته در هکتار کاشته شدند. در هر کرت ٦۰۰ بذر به‌صورت ۲۰۰ بذر در هر خط کاشته و کلیه عملیات داشت نیز به‌روش متداول اجرا گردید. به‌منظورتعیین میزان ظهور گیاهچه در مزرعه و ویژگی‌های مرتبط، تعداد گیاهچه‌های ظاهر شده در سطح خاک تا ١٤ یا روز پس از کاشت یادداشت‌برداری شد. سپس درصد ظهور اولیه گیاهچه (۷ روز پس از کاشت) تعیین و سرعت ظهور تجمعی گیاهچه‌ها[1] در مزرعه نیز با استفاده از رابطه ۱ مشخص شد (اورچارد، ۱۹۷۷):

$$CER = \sum\left(\frac{Fi}{D}\right) \qquad (۱)$$

که در این رابطه، Fi تعداد گیاهچه‌های شمارش شده در روز iام و D تعداد روز تا شمارش نخست می‌باشد.

در آزمایشگاه بذور تحت آزمون جوانه‌زنی استاندارد مورد بررسی قرار گرفتند. برای انجام این آزمون، از هر تیمار ٤ تکرار ۱۰۰ بذری به‌صورت تصادفی از هر یک از سطوح تنش کم‌آبی انتخاب و پس از تلقیح با کودهای بیولوژیک، لابه‌لای کاغذ جوانه‌زنی لوله شده کشت گردید. سپس بذور کشت شده به اتاقک رشد منتقل و به‌مدت ۷ روز در دمای ثابت ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (AOSA، ۱۹۸۳). در پایان اجرای آزمون، قابلیت جوانه‌زنی محاسبه شد و از بین گیاهچه‌های عادی تعداد ۱۰ گیاهچه به‌طور تصادفی از هر واحد آزمایشی انتخاب شد و طول ریشه و ساقه اولیه با استفاده از خط‌کش (برحسب سانتی‌متر) تعیین گردید. به‌منظور ارزیابی بنیه بذر تحت تیمارهای مورد بررسی، داده‌های به‌دست آمده جهت محاسبه شاخص‌های زیر مورد استفاده قرار گرفتند:

قابلیت جوانه‌زنی[2]:

$$FGP = \left(\frac{G}{n}\right)\times ۱۰۰ \qquad (۲)$$

که در این رابطه، G تعداد بذور جوانه‌زده در طول دوره اجرای آزمون و n تعداد بذور کشت شده می‌باشد.

ضریب سرعت جوانه‌زنی[3] (اسکات و همکاران، ۱۹۸٤):

$$CVG = \frac{G۱ + G۲ + ... + Gn}{(۱\times G۱) + (۲\times G۲) + ... + (n\times Gn)} \qquad (۳)$$

که در این رابطه G1-Gn تعداد بذر جوانه‌زده از روز اول تا روز آخر آزمون است.

در پایان، داده‌های حاصل توسط برنامه نرم‌افزاری SAS مورد تجزیه آماری قرار گرفت و کلیه ضرایب همبستگی بین صفات محاسبه گردید (SAS Institute، ۱۹۹۸). همچنین میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد توسط برنامه نرم‌افزاری MSTATC مقایسه شدند (گوکسوی و همکاران، ۲۰۰٤). برای رسم جداول نیز از Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

مزرعه

ظهور اولیه گیاهچه: ظهور اولیه گیاهچه تحت‌تأثیر کود بیولوژیک و تنش تفاوت بسیار معنی‌داری نشان داد (جدول ۱). تلقیح توأم بذور با برادی‌ریزوبیوم و سودوموناس صفت مذکور را افزایش داد. زایدی (۲۰۰۳) گزارش کرد تلقیح بذور سویا با سودوموناس و *برادی‌ریزوبیوم* باعث بهبود جوانه‌زنی بذور و استقرار گیاهچه گردید. هم‌چنین با افزایش تنش، ظهور اولیه گیاهچه کاهش یافت. خدابنده و جلیلیان (۱۹۹۷) با بررسی اثر تنش خشکی در مراحل رشد زایشی بر قدرت

1- Cummulative Emergence Rate

2- Final Germination Percent

3- Coefficient of Velocity of Germination

Archive of SID

www.SID.ir

رویش بذور سویا گزارش کردند که اعمال تنش در مرحله پرشدن بذر، قدرت رویش بذر را کاهش داد. اثر متقابل کود بیولوژیک و رقم بر این صفت بسیار معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین سطوح اثر متقابل کود بیولوژیک و رقم از لحاظ این صفت نشان داد در شرایطی که بذور ارقام در تلقیح توأم با باکتری‌های برادی‌ریزوبیوم و سودوموناس قرار گرفت، ظهور اولیه گیاهچه افزایش یافت. گراسیا دی‌سالامون (۲۰۰۰) گزارش کرد که تأثیر سودوموناس فلورسنس بر تحریک رشد گیاه به‌دلیل تولید فیتوهورمون‌های سیتوکنین بود. با توجه به این‌که تقسیم سلولی گیاهان در حضور سیتوکنین افزایش می‌یابد، می‌توان افزایش ظهور اولیه گیاهچه را مربوط به آن دانست (فرانکن برگر و ارشد، ۱۹۹۵). اثر متقابل رقم و تنش بسیار معنی‌دار بود (جدول ۱)، به‌طوری‌که در رقم زالتزال‌ها با افزایش شدت تنش میزان ظهور اولیه گیاهچه کاهش یافت درحالی‌که در لاین Clark×Hobbit، بیشترین میزان ظهور اولیه گیاهچه در شرایط آبیاری مطلوب و کمترین آن در شرایط تنش متوسط حاصل شد. فرانکا و همکاران (۱۹۹۳) نیز گزارش کردند که تنش خشکی در طول پر شدن بذر سویا موجب کاهش قدرت رویش بذر شد. اثر متقابل کود بیولوژیک، رقم و تنش بر این صفت بسیار معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین و کمترین میزان ظهور اولیه گیاهچه به‌ترتیب مربوط به تلقیح توأم بذور حاصل از آبیاری مطلوب رقم زالتزال‌ها با باکتری‌های برادی‌ریزوبیوم و سودوموناس و تلقیح بذور حاصل از تنش شدید با باکتری برادی‌ریزوبیوم بود (جدول ۲). ال- ملیگی (۱۹۸۹) نیز بهبود میزان ظهور گیاهچه‌های ذرت در مزرعه را در نتیجه پوشش‌دار کردن بذور با باکتری سودوموناس فلورسنس گزارش نمود. وی علت این امر را ترشح مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی به‌ویژه اکسین و مهار عوامل بیماری‌زای گیاهچه توسط باکتری سودوموناس فلورسنس دانست.

سرعت ظهور تجمعی گیاهچه: اثر کود بیولوژیک، رقم و تنش بر سرعت ظهور تجمعی گیاهچه بسیار معنی‌دار بود (جدول ۱). تلقیح توأم با برادی‌ریزوبیوم و سودوموناس صفت مذکور را افزایش داد. رقم زالتزال‌ها از نظر این صفت برتر بود. هم‌چنین با افزایش تنش از سرعت ظهور تجمعی گیاهچه کاسته شد. دورنباس و همکاران (۱۹۸۹) نیز گزارش کردند که تنش خشکی در طی پرشدن بذر سویا موجب کاهش قدرت رویش بذر گردید. اثر متقابل کود بیولوژیک و رقم بر این صفت بسیار معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین سطوح اثر متقابل کود بیولوژیک و رقم نشان داد در شرایطی که بذور رقم زالتزال‌ها در تلقیح توأم با باکتری‌های برادی‌ریزوبیوم و سودوموناس قرار گرفت، سرعت ظهور تجمعی گیاهچه افزایش یافت در حالی‌که لاین Clark×Hobbit در تلقیح با سطوح مختلف کود بیولوژیک، تفاوت معنی‌داری نشان نداد. اثر متقابل کود بیولوژیک و تنش روی این صفت بسیار معنی‌دار بود (جدول ۱). تلقیح توأم بذور حاصل از سطوح مختلف تنش کم‌آبی با برادی‌ریزوبیوم و سودوموناس باعث جبران بنیه از دست رفته بذر در اثر تنش و افزایش سرعت ظهور تجمعی گیاهچه شد. پتن و گلیک (۱۹۹۶) گزارش کردند که باکتری‌های جنس سودوموناس قادر به تولید اکسین و تحریک رشد گیاه هستند. اثر متقابل رقم و تنش بسیار معنی‌دار بود (جدول ۱). رقم زالتزال‌ها در شرایط آبیاری مطلوب و تنش متوسط از سرعت ظهور تجمعی گیاهچه بیشتری نسبت به لاین Clark×Hobbit برخوردار بود و در شرایط تنش شدید، تفاوتی بین ارقام از لحاظ این صفت وجود نداشت. اثر متقابل کود بیولوژیک، رقم و تنش بر این صفت بسیار معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین و کمترین میزان ظهور اولیه گیاهچه به‌ترتیب مربوط به تلقیح بذور حاصل از آبیاری مطلوب رقم زالتزال‌ها با باکتری *برادی‌ریزوبیوم* و تلقیح توأم بذور حاصل از تنش شدید با باکتری برادی‌ریزوبیوم و گلوموس بود (جدول ۲).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- میانگین مربعات تجزیه واریانس صفات مورد بررسی سویا تحت‌تأثیر کود بیولوژیک، رقم و تنش کم‌آبی در مزرعه.

منبع تغییرات	درجه آزادی	ظهور اولیه گیاهچه	سرعت ظهور تجمعی گیاهچه
تکرار	۳	۰/۶۹	۱۰۲/۱۰
کود بیولوژیک	۲	۱۹۶/۳۰ **	۷۵۲/۹۰ **
خطا	۶	۰/۵۲	۷۱/۱۴
رقم	۱	۰/۰۳	۶۲۵/۸۰ **
تنش کم آبی	۲	۳۷۵/۵۰ **	۵۷۶۰/۰۰ **
کود بیولوژیک×رقم	۲	۹۶/۲۸ **	۱۴۲۵/۰۰ **
کود بیولوژیک×تنش کم آبی	۴	۶/۴۸	۲۱۵/۸۰ *
رقم×تنش کم آبی	۲	۱۴۸/۶۰ **	۶۹۸/۲۰ **
کود بیولوژیک×رقم×تنش کم آبی	۴	۵۸/۱۴ **	۱۰۳۶/۰۰ **
خطا	۴۵	۳/۹۳	۸۰/۷۱
ضریب تغییرات		۱۲/۵۶	۱۰/۳۷

* و ** به‌ترتیب بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشند.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل صفات مورد بررسی سویا تحت‌تأثیر کود بیولوژیک، رقم و تنش کم‌آبی در مزرعه.

کود بیولوژیک	رقم	تنش بر اساس میزان تبخیر از تشتک تبخیر (میلی‌متر)	ظهور اولیه گیاهچه (درصد)	سرعت ظهور تجمعی گیاهچه
B. japonicum	Zalta Zalha	۵۰	۲۲/۳۸ b	۱۲۰/۱۰ ab
		۱۰۰	۱۲/۷۵ de	۹۱/۴۶ def
		۱۵۰	۸/۰۰ g	۵۸/۷۲ k
	Clark×Hobbit	۵۰	۱۴/۰۰ de	۸۷/۲۵ efg
		۱۰۰	۱۳/۵۰ de	۶۸/۲۶ ijk
		۱۵۰	۱۵/۰۰ d	۸۰/۳۸ f–i
B. japonicum + *P. fluorescens*	Zalta Zalha	۵۰	۲۹/۵۰ a	۱۲۵/۸۰ a
		۱۰۰	۲۰/۵۰ bc	۱۰۱/۵۰ cd
		۱۵۰	۱۳/۰۰ de	۷۸/۴۰ f–j
	Clark×Hobbit	۵۰	۲۰/۰۰ bc	۹۹/۱۸ cde
		۱۰۰	۱۳/۰۰ de	۷۲/۲۷ h–k
		۱۵۰	۱۸/۵۰ c	۸۱/۰۴ f–i
B. japonicum + *G. mosseae*	Zalta Zalha	۵۰	۱۴/۷۵ de	۸۴/۶۵ fgh
		۱۰۰	۱۱/۵۰ ef	۶۴/۶۸ jk
		۱۵۰	۹/۵۰ fg	۸۱/۱۱ f–i
	Clark×Hobbit	۵۰	۲۱/۲۵ bc	۱۰۹/۶۰ bc
		۱۰۰	۱۳/۰۰ de	۷۸/۹۷ f–j
		۱۵۰	۱۴/۰۰ de	۷۶/۴۳ g–j

اعداد دارای حداقل یک حرف یکسان در هر ستون، فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

آزمایشگاه

قابلیت جوانه‌زنی: اثر تنش و رقم بر قابلیت جوانه‌زنی بسیار معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه سطوح تنش با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد نشان داد که با افزایش شدت تنش از قابلیت جوانه‌زنی به‌میزان قابل توجهی کاسته شد و رقم زالتزال‌ها از قابلیت جوانه‌زنی بالاتری برخوردار بود. اسمیسی کلاس و همکاران (۱۹۸۹) نیز به کاهش درصد جوانه‌زنی با وقوع تنش خشکی اشاره کردند. اثر کود بیولوژیک بر صفت مذکور معنی‌دار بود (جدول ۳) و بالاترین قابلیت جوانه‌زنی از تلقیح توأم بذور با باکتری‌های برادی‌ریزوبیوم و سودوموناس حاصل شد. احمدزاده و همکاران (۲۰۰۴) نیز با بررسی تأثیر سودوموناس‌های فلورسنت روی قارچ عامل پوسیدگی بذر لوبیا (پیتیوم التیموم) به این نتیجه رسیدند که ۳۱

Archive of SID

www.SID.ir

سویه از ٤١ سویه باکتری سودوموناس مورد بررسی قادر به ممانعت از رشد قارچ بیمارگر و حفاظت از بذر بودند و بدین طریق موجب کاهش پوسیدگی و افزایش جوانه‌زنی شدند. اثر متقابل تنش و رقم بر این صفت بسیار معنی‌دار بود (جدول ۳). در شرایط آبیاری مطلوب تفاوتی بین ارقام از نظر این صفت وجود نداشت اما در سطوح تنش، پاسخ ارقام متفاوت بود. عکس‌العمل‌های متفاوت جوانه‌زنی ارقام نسبت به سطوح تنش کم‌آبی را می‌توان به عوامل متعددی از جمله افزایش بیشتر بذر سخت در رقم حساس و درنتیجه کاهش جوانه‌زنی نسبت داد. توماس و کاستا (۱۹۹٦) نیز با اعمال تنش کم‌آبی بر سویا مشاهده کردند که تنش موجب افزایش تعداد بذر سخت و کاهش قدرت رویش بذور تولیدی گردید. اثر متقابل تنش و کود بیولوژیک بر قابلیت جوانه‌زنی معنی‌دار بود (جدول ۳). بذور حاصل از آبیاری مطلوب در تلقیح با سطوح مختلف کود بیولوژیک با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند ولی تلقیح توأم بذور حاصل از تنش متوسط با باکتری‌های برادی‌ریزوبیوم و سودوموناس و همچنین تلقیح توأم بذور به‌دست آمده از تنش شدید با باکتری برادی‌ریزوبیوم و قارچ گلوموس، قابلیت جوانه‌زنی و کیفیت بذر را افزایش داد. هرناندز و همکاران (۱۹۹۵) مشاهده کردند که تلقیح بذور با باکتری سودوموناس فلورسنس سبب افزایش درصد جوانه‌زنی گردید. اثر متقابل تنش، رقم و کودبیولوژیک بر صفت مذکور معنی‌دار بود (جدول ۳). در شرایط آبیاری مطلوب تفاوتی بین ارقام در تلقیح با کود بیولوژیک وجود نداشت اما در شرایط تنش متوسط و شدید، پاسخ ارقام به تلقیح با کود بیولوژیک متفاوت بود (جدول ٤). قابلیت جوانه‌زنی با ظهور اولیه گیاهچه ($r=۰/٦۳$) و سرعت ظهور تجمعی گیاهچه ($r=۰/۷۵$) همبستگی مثبت بسیار معنی‌داری داشت. با توجه به این که این صفات معیاری از بنیه بذر محسوب می‌شود، می‌توان گفت که هرچه قابلیت جوانه‌زنی بذور بیشتر باشد بنیه بذور بالاتر است. توانایی ظهور گیاهچه، جنبه مهمی از کیفیت بذر می‌باشد که بستگی به جوانه‌زنی بالا دارد (پیتا- فیلهو و الیس، ۱۹۹۱).

ضریب سرعت جوانه‌زنی: اثر تنش و کود بیولوژیک بر ضریب سرعت جوانه‌زنی که مشخصه سرعت و شتاب جوانه‌زنی بذور می‌باشد بسیار معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه سطوح تنش نشان داد که با افزایش شدت تنش، ضریب سرعت جوانه‌زنی کاهش یافت. سرعت جوانه‌زنی و میزان آن همبستگی زیادی با کیفیت بذر دارد (حمیدی و همکاران، ۲۰۰۵). دورنباس و همکاران (۱۹۸۹) گزارش کردند که با افزایش تنش خشکی، سرعت جوانه‌زنی کاهش یافت. هم‌چنین تلقیح بذور با باکتری *برادی‌ریزوبیوم* باعث افزایش ضریب سرعت جوانه‌زنی گردید که می‌توان علت این امر را وجود رقابت بین برادی‌ریزوبیوم و سودوموناس یا گلوموس در اوایل دوره رشد گیاه دانست. اثر متقابل تنش و رقم بر این صفت معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل تنش و رقم از لحاظ این صفت نشان داد که در شرایط آبیاری مطلوب و تنش متوسط، رقم زالتزال‌ها و در تنش شدید لاین Clark×Hobbit از ضریب سرعت جوانه‌زنی بالاتری برخوردار بود. براساس نتایج به‌دست آمده، در شرایط تنش خشکی شدید قدرت بذر رقم زالتزال‌ها از لاین Clark×Hobbit کمتر بود. این پدیده امری طبیعی است، به این دلیل که حد تحمل به خشکی هر رقم متمایز از رقم دیگر است. ممکن در یک سطح از تنش یک رقم بتواند بسیار بهتر از رقم دیگر عمل کند اما به‌محض افزایش تنش، سطح تحمل آن رقم تنزل یابد و همان رقم به‌عنوان رقم حساس عمل کند. اثر متقابل تنش و کود بیولوژیک بر ضریب سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار بود (جدول ۳) به‌طوری‌که تلقیح بذور کلیه سطوح تنش کم‌آبی با باکتری برادی‌ریزوبیوم ضریب سرعت جوانه‌زنی را افزایش داد. اثر متقابل تنش، رقم و کودبیولوژیک بر ضریب سرعت جوانه‌زنی بسیار معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل سه‌گانه فوق بر این صفت نشان داد که در سطوح مختلف تنش کم‌آبی، تلقیح بذور ارقام با باکتری برادی‌ریزوبیوم ضریب سرعت جوانه‌زنی را افزایش داد (جدول ٤).

طول ریشه اولیه: در بررسی اثر تنش خشکی بر طول ریشه اولیه مشاهده گردید که تیمار تنش بر این صفت تأثیر بسیار معنی‌داری داشت (جدول ۳)، به‌طوری‌که با افزایش تنش از طول ریشه اولیه کاسته شد. طول ریشه اولیه شاخص رشد و نمو و قدرت رویش بذر محسوب می‌شود (هامپتون و تکرونی، ۱۹۹۵)، بر این اساس می‌توان اظهار نمود که افزایش تنش کم‌آبی باعث کاهش

Archive of SID

www.SID.ir

قدرت رویش بذر می‌گردد. اثر رقم بر صفت مذکور معنی‌دار بود (جدول ۳) و رقم زالتازال‌ها ریشه بلندتری تولید نمود. براساس نتایج به‌دست آمده می‌توان گفت که قدرت بذور رقم زالتازال‌ها از لاین Clark×Hobbit بیشتر است. اثر متقابل تنش و رقم برروی این صفت بسیار معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌های سطوح اثر متقابل تنش و رقم نشان داد که در شرایط آبیاری مطلوب و تنش متوسط رقم زالتازال‌ها و در تنش شدید لاین Clark×Hobbit ریشه بلندتری تولید کردند. اثر متقابل تنش و کود بیولوژیک بر طول ریشه اولیه بسیار معنی‌دار بود (جدول ۳). در سطوح مختلف تنش کم‌آبی، تلقیح بذور با کود بیولوژیک عکس‌العمل متفاوتی نشان داد به‌طوری‌که در شرایط آبیاری مطلوب تفاوتی بین سطوح کود بیولوژیک وجود نداشت اما بذور حاصل از تنش متوسط در تلقیح با باکتری برادی‌ریزوبیوم و بذور تولید شده در شرایط تنش شدید در تلقیح توأم با باکتری‌های برادی‌ریزوبیوم و سودوموناس ریشه بلندتری تولید نمودند. کلی و همکاران (۱۹۹۱) گزارش کردند که باکتری سودوموناس آنزیم آمینوسیکلوپروپان-۱-کربوکسیلات دی‌آمیناز تولید می‌کند که بلافاصله آمینوسیکلوپروپان -۱-کربوکسیلات را به پیش ماده اتیلن برای ساخت آمونیاک و آلفاکتوبوتیرات تجزیه می‌کند. کاهش غلظت آمینوسیکلوپروپان -۱- کربوکسیلات درون گیاه باعث کاهش مقدار اتیلن تولید شده در گیاه و به‌دنبال آن سبب کاهش اثر بازدارندگی اتیلن بر طویل شدن ریشه و هدایت به‌سمت طویل شدن ریشه می‌گردد (پتن و گلیک، ۱۹۹۶). اثر متقابل رقم و کود بیولوژیک بر طول ریشه اولیه معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و کود بیولوژیک بر صفت مذکور نشان داد که رقم زاتازال‌ها در تلقیح توأم با باکتری‌های برادی‌ریزوبیوم و سودوموناس ریشه بلندتری تولید نمود در حالی‌که لاین Clark×Hobbit پاسخ یکسانی به سطوح مختلف کود بیولوژیک نشان داد. هونما و شیمومورا (۱۹۷۸) گزارش کردند که باکتری‌های متعلق به جنس سودوموناس با تولید آنزیم آمینوسیکلوپروپان-۱ کربوکسیلات دی‌آمیناز، قابلیت مصرف آمینوسیکلوپروپان -۱- کربوکسیلات را داشتند. باکتری‌های مصرف‌کننده آمینوسیکلوپروپان-۱ کربوکسیلات از طریق کاهش غلظت اتیلن درون گیاه و تبدیل آن به منابع نیتروژن، باعث طویل شدن ریشه‌ها می‌گردند (کارتیوکس و همکاران، ۲۰۰۳). طول ریشه اولیه با ظهور اولیه گیاهچه (r=۰/۶۵) و سرعت ظهور تجمعی گیاهچه (r=۰/۶۵) همبستگی مثبت بسیار معنی‌داری داشت. ووداستاک (۱۹۶۹) گزارش داد طول ریشه و ساقه اولیه در آزمون جوانه‌زنی استاندارد می‌تواند جهت برآورد بنیه گیاهچه به‌طور موفقیت‌آمیزی مورد استفاده قرار گیرند.

طول ساقه اولیه: طول ساقه اولیه تحت‌تأثیر تنش و رقم اختلاف بسیار معنی‌داری را نشان داد (جدول ۳)، به‌طوری‌که با افزایش تنش از طول ساقه اولیه کاسته شد و رقم زالتازال‌ها ساقه بلندتری تولید نمود. اسمیسی کلاس و همکاران (۱۹۸۹) طی آزمایشی که برروی سویا انجام دادند به این نتیجه رسیدند که میزان کلسیم در بذور حاصل از آبیاری مطلوب سه برابر میزان کلسیم در بذوری است که تحت تنش خشکی بوده‌اند و با استناد به گزارش تایز و زایگر (۱۹۹۸) مبنی بر نقش مهم کلسیم در سنتز دیواره‌های جدید و نمو سلول‌های تقسیم شده، می‌توان علت کاهش طول گیاهچه‌های سویا را همین مسأله دانست. اثر متقابل تنش و رقم بر این صفت بسیار معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل تنش و رقم برای صفت مذکور نشان داد که در شرایط آبیاری مطلوب و تنش متوسط، رقم زالتازال‌ها ساقه بلندتری تولید کرد و در شرایط تنش شدید بین ارقام در تولید ساقه اولیه تفاوتی وجود نداشت. افزایش طول ساقه اولیه باعث افزایش شاخص بنیه گیاهچه گردید که این مسأله نشان‌دهنده بنیه بذر است. اثر متقابل رقم و کود بیولوژیک بر طول ساقه اولیه بسیار معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل دوگانه فوق برروی این صفت نشان داد که در رقم زالتازال‌ها، از تلقیح توأم بذور با باکتری‌های برادی‌ریزوبیوم و سودوموناس و در لاین Clark×Hobbit از تلقیح توأم بذور با باکتری *برادی‌ریزوبیوم* و قارچ گلوموس بیشترین طول ساقه اولیه حاصل شد. دیلیپ کومار و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند که تلقیح توأم بذور نخود با ریزوبیوم و سودوموناس فلورسنس منجر به افزایش طول ساقه نسبت به تیمار شاهد شد. ایلباس و ساهین (۲۰۰۵) نیز افزایش طول ساقه

Archive of SID

www.SID.ir

سویای تلقیح شده با قارچ میکوریزی آربوسکولار (گلوموس فسیکولیتوم) را گزارش کردند. اثر متقابل تنش، رقم و کود بیولوژیک از لحاظ این صفت معنی‌دار بود (جدول ۳). تلقیح توأم بذور حاصل از آبیاری مطلوب رقم زالتزال‌ها با باکتری‌های *برادی‌ریزوبیوم* و سودوموناس بلندترین ساقه اولیه و تلقیح توأم بذور حاصل از تنش شدید رقم زالتزال‌ها با باکتری برادی‌ریزوبیوم و گلوموس کوتاه‌ترین ساقه اولیه را ایجاد نمود (جدول ٤). طول ساقه اولیه با ظهور اولیه گیاهچه (r=۰/٦۰) و سرعت ظهور تجمعی گیاهچه (r=۰/٦۱) همبستگی مثبت بسیار معنی‌داری داشت. بذوری که از رشد ریشه و ساقه اولیه بیشتری برخوردار باشند، می‌توانند استقرار بیشتر و سریع‌تری پیدا کنند و در شرایط نامساعد محیطی، تضمین‌کننده عملکرد بالاتری باشند.

نتیجه‌گیری

با توجه به تحلیل آماری و تفسیر نتایج حاصل از اجرای پژوهش مشخص می‌گردد تنش کم آبی تأثیر منفی بر صفات مورد بررسی داشت به‌طوری‌که با افزایش شدت تنش از کیفیت بذر کاسته شد. در مزرعه نیز ظهور اولیه گیاهچه و سرعت ظهور تجمعی گیاهچه در اثر تلقیح توأم بذور با برادی‌ریزوبیوم و سودوموناس افزایش یافت. در سطوح تنش، کاربرد توأم برادی‌ریزوبیوم و سودوموناس باعث افزایش سرعت ظهور تجمعی گیاهچه شد. مصرف توأم برادی‌ریزوبیوم و سودوموناس باعث بهبود ظهور اولیه و سرعت ظهور تجمعی گیاهچه ارقام در سطوح مختلف تنش گردید. در آزمایشگاه، کاربرد کود بیولوژیک بر قابلیت و ضریب سرعت جوانه‌زنی مؤثر بود اما پاسخ در سطوح تنش متفاوت بود به‌طوری‌که در شرایط آبیاری مطلوب، کاربرد گلوموس و سودوموناس به همراه *برادی‌ریزوبیوم* بر خصوصیات کیفی بذور تأثیر قابل توجهی نداشت. در شرایط تنش متوسط تلقیح توأم بذور با باکتری‌های برادی‌ریزوبیوم و سودوموناس قابلیت جوانه‌زنی را بهبود بخشید اما با افزایش شدت تنش، تلقیح بذور با باکتری‌های برادی‌ریزوبیوم و سودوموناس و یا قارچ گلوموس قابلیت جوانه‌زنی را افزایش داد.

تلقیح بذور با باکتری *برادی‌ریزوبیوم* باعث افزایش ضریب سرعت جوانه‌زنی و تلقیح توأم با باکتری‌های *برادی‌ریزوبیوم* و *سودوموناس* موجب افزایش طول ریشه اولیه گردید. در بررسی سطوح اثر متقابل سه گانه مشخص گردید که در شرایط آبیاری مطلوب، تلقیح بذور با باکتری *برادی‌ریزوبیوم* سبب افزایش سرعت جوانه‌زنی در رقم زالتزال‌ها گردید. در شرایط تنش متوسط، تلقیح توأم بذور لاین Clark×Hobbit با باکتری‌های *برادی‌ریزوبیوم* و *سودوموناس* سبب افزایش درصد جوانه‌زنی گردید ولی در رقم زالتزال‌ها ضریب سرعت جوانه‌زنی را کاهش داد. در شرایط تنش شدید، تلقیح توأم بذور رقم زالتزال‌ها با باکتری‌های *برادی‌ریزوبیوم* و *سودوموناس* یا قارچ *گلوموس* سبب افزایش درصد جوانه‌زنی گردید و تلقیح بذور ارقام با باکتری *برادی‌ریزوبیوم*، ضریب سرعت جوانه‌زنی را افزایش داد. از شاخص‌های قابلیت جوانه‌زنی، طول ریشه و ساقه اولیه و سرعت ظهور تجمعی گیاهچه نیز می‌توان در پیش‌بینی ظهور اولیه گیاهچه در مزرعه استفاده نمود.

جدول ۳- میانگین مربعات تجزیه واریانس صفات مورد بررسی سویا تحت تأثیر تنش کم آبی، رقم و کود بیولوژیک در آزمایشگاه.

منبع تغییرات	درجه آزادی	قابلیت جوانه‌زنی	ضریب سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه اولیه	طول ساقه اولیه
تنش کم آبی	۲	۱۵٤۳/۰۰ **	۰/۰۰۰٤ **	۱۳۹/٦۰ **	۳۸/۷۲ **
رقم	۱	۷۷۰/۰۰ **	۰/۰۰۰۰۵	۷/۹۵ *	٤۰/۷٦ **
تنش×رقم	۲	۱۰۹۰/۰۰ **	۰/۰۰۰۲ **	۱۹/۳۵ **	۲۰/٦۰ **
کود بیولوژیک	۲	۱۱۰/۰۰ *	۰/۰۰۰۵ **	۱/۵۱	۰/۸۱
تنش کم آبی×کود بیولوژیک	٤	۷۳/۹۷ *	۰/۰۰۰۰۵ *	٦/۳٦ **	۰/٤۰
رقم×کود بیولوژیک	۲	۱۸/٦٤	۰/۰۰۰۰۳	٤/۷۵ *	۱۰/۰۱ **
تنش کم آبی×رقم×کود بیولوژیک	٤	۷۵/۳۵ *	۰/۰۰۰۱ **	۱/۲٤	۱/٦۱
خطا	۵٤	۲٦/۱۲	۰/۰۰۰۰۱	۱/٤۵	۰/۷۲
ضریب تغییرات		٦/۹۰	۱/٦۸	۹/۷۹	۷/٦۳

* و ** به‌ترتیب بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

www.SID.ir

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر متقابل صفات مورد بررسی سویا تحت تأثیر تنش، رقم و کود بیولوژیک در آزمایشگاه.

تنش بر اساس میزان تبخیر از تشتک تبخیر (میلی‌متر)	رقم	کود بیولوژیک	قابلیت جوانه‌زنی (درصد)	ضریب سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه اولیه (سانتی‌متر)	طول ساقه اولیه (سانتی‌متر)
۵۰	Zalta Zalha	*B. japonicum*	۸۷/۲۵ a	۰/۲۳۳ a	۱۵/۰٤ ab	۱۲/۷۷ ab
		B. japonicum+P. fluorescens	۸۵/۰۰ a	۰/۲۲۰ bcd	۱۵/۲۷ a	۱۳/۹۱ a
		B. japonicum+G. mosseae	۸۱/۵۰ a	۰/۲۲٤ b	۱٤/۸۹ ab	۱۲/۹۲ ab
	Clark×Hobbit	*B. japonicum*	۸۱/۷۵ a	۰/۲۲۱ bc	۱۳/۷۵ a-d	۱۱/۱۱ cd
		B. japonicum+P. fluorescens	۸۱/۷۵ a	۰/۲۲۱ bc	۱۲/۱٤ de	۱۰/۵۹ def
		B. japonicum+G. mosseae	۸۰/۲۵ a	۰/۲۲۳ b	۱٤/۸۷ ab	۱۲/۰۰ bc
۱۰۰	Zalta Zalha	*B. japonicum*	۸۲/۷۵ a	۰/۲۲۵ b	۱٤/۱٦ abc	۱۲/۱۹ bc
		B. japonicum+P. fluorescens	۸۵/۵۰ a	۰/۲۲۰ bcd	۱٤/۲۰ abc	۱۳/۷٦ a
		B. japonicum+G. mosseae	۷۹/۵۰ a	۰/۲۲٤ b	۱۳/۱۷ b-e	۱۲/۷۳ ab
	Clark×Hobbit	*B. japonicum*	۵۸/۷۵ c	۰/۲۲٤ b	۱۲/۷۱ cde	۹/۹٤ def
		B. japonicum+P. fluorescens	٦۷/۵۰ b	۰/۲۱۵ def	۱۱/۳۸ efg	۹/٦۳ ef
		B. japonicum+G. mosseae	۵۷/۵۰ c	۰/۲۱٤ def	۱۱/۷۱ ef	۹/۸٦ def
۱۵۰	Zalta Zalha	*B. japonicum*	۵٦/۲۵ c	۰/۲۲۳ b	۹/۰۷ hi	۹/۷۰ ef
		B. japonicum+P. fluorescens	٦۸/۱۳ b	۰/۲۱۰ fg	۱۰/۱٤ fgh	۱۰/۵۰ def
		B. japonicum+G. mosseae	۷۰/۰۰ b	۰/۲۰۷ g	۷/۵٦ i	۸/۱٤ g
	Clark×Hobbit	*B. japonicum*	۷۰/۵۰ b	۰/۲۲٤ b	۹/۷۸ gh	۹/۷۵ def
		B. japonicum+P. fluorescens	۷۱/۲۵ b	۰/۲۱۳ ef	۱۱/٤٤ efg	۹/۲۸ fg
		B. japonicum+G. mosseae	٦۷/۷۵ b	۰/۲۱٦ cde	۹/۷۳ gh	۱۰/۹۲ cde

اعداد دارای حداقل یک حرف یکسان در هر ستون، فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

منابع

1.Ahmadzadeh, M., Sharifi Tehrani, A., and Talebi Jahromi, Kh. 2004. Study on production of some antimicrobial metabolites by fluorescent pseudomonads. Iranian Journal of Agricultural Sciences. 35:3. 731-739.

2.AOSA (Association of Official Seed Analysts). 1983. Seed vigour testing, association of official seed analysis, Lincoln, NE, USA. 88p.

3.Butzen, S. 2001. Soybean seed quality effected by growing condition. Site map publications journal news bulletin committees seed Links WEB. ISTA, Zurich. 457p.

4.Cartieaux, F.P., Nussaume, L., and Robaglia, C. 2003. Tales from the underground: molecular plant-rhizobacteria interactions. Plant Cell and Environment. 26: 189-199.

5.Delany, I., Sheehan, M.M., Fenton, A., Bardin, S., Aarons, S., and O'Gara, F. 2000. Regulation of production of the antifungal metabolite 2,4-diacetylphloroglucinol in *Pseudomonas fluorescens* F113: genetic analysis of *phlF* as a transcriptional repressor. Microbiology. 146: 537-546.

6.Dileep Kumar, S.B., Berggren, I., and Martensson, A.M. 2001. Potential for improving pea production by coinoculation with Fluorescent Pseudomonas and Rhizobium. Plant and Soil 229: 1. 25-34.

7.Dorenbos, D.L., Mullen, R.E., and Shibles, R.M. 1989. Drought stress effects during seed fill on soybean seed germination and vigour. Crop Science. 29: 476-480.

8.Egli, D.B., and Tekrony, D.M. 1995. Soybean seed germination, vigor and field emergence. Seed Science and Technology. 23: 595-607.

9.El-Meleigi, M.A. 1989. Effect of Pseudomonas isolates applied to corn, sorghum and wheat seeds on seedling growth and corn yield. Canadian Journal of Plant Science. 69: 101-108.

10.FAS (Foreign Agriculture Service). 2005. Oilseeds: world market and trades. Current World Production, Market and trade reports. http://www.fas.usda.gov.

11.Franca, N.J.B., Krzyzanowaski, F.C., Henning, A.A., West, S.H., and Miranda, L.C. 1993. Soybean seed quality as affected by shriveling due to heat and drought stresses during seed filling .Seed Science and Technology. 21: 1. 107-116.

12.Frankenberger, W.T.J., and Arshad, M. 1995. Phytohormones in soils: Microbial production and function. Marcel Dekker, Inc. NewYork, NY. 503p.

13.Galanoppoulou, S., Fallcinelli, M., and Lorenzetti, F. 1996. General agronomic aspects of seed production. p: 175-187, In: Van Gastel, A.J.G, M.A., Pagnotta and E. Proceddu (ed.), Seed Science and Technology. ICARDA, Aleppo, Syria.

14.Goksoy, A.T., Demir, A.O., Turan, Z.M., and Dagustu, N. 2004. Responses of sunflower to full and limited irrigation at different growth stages. Filed Crops Research. 87: 167-178.

15.Gracia de Salamone, I.E.G. 2000. Direct beneficial effects of cytokinin producing rhizobacteria on plant growth. Ph.D. Thesis, University of Saskatchewan, Saskatoon, SK, Canada.

16.Gracia de Salamone, I.E., Hynes, R.K., and Nelson, L.M. 2001. Cytokinin production by plant growth promoting rhizobacteria and selected mutants. Canadian Journal of Microbiology, 47: 404-411.

17.Hamidi, A., Rezazadeh, J., and Asgari, V. 2005. Study on relationship of hybrid maize (zea mays L. Cv. single cross 704) field seedling emergence and some related laboratorial measured traits. Journal of Seed and Plant, 21: 213-239.

18.Hampton, J.G., and Tekrony, D.M. 1995. Hanbook of vigour test methods. International Seed Testing Association (ISTA). Zurich, Swirztland, 730p.

19.Hernandez, A.N., Hernandez, A., and Heydrich, M. 1995. Selection of rhizobacteria for use in maize cultivation. Cultivos Tropicales, 6: 5-8.

20.Holt, J.G., Krieg, N.R., Sneath, P.H.A., Staley, J.T., and Williams, S.T. 1994. Bergey's manual of determinative bacteriology, 9th ed Baltimore, MD: Williams & Wilkins, 476p.

21.Honma, M., and Shimomura, T. 1978. Metabolism of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid. Agricultural Biology and Chemistry, 42: 1825-1831.

22.Ilbas, A.I., and Sahin, S. 2005. Glomus fasciculatum inoculation improves soybean production. Acta Agriculturae Scandinavica, 55: 4. 287-292.

23.Khan, A.G. 2006. Mycorrhizoremediation-an enhanced form of phytoremediation. J Zhejiang Univercity Science Biology, 7: 7. 503-514.

Archive of SID

www.SID.ir

24.Khoda Bandeh, N., and Jalilian, A. 1997. Effects of drought stress in reprouductive stages of soybean on germination and seed vigor. Iranian Journal of Agricultural Sciences. 28: 1. 11-18.
25.Klee, H.J., Hayford, M.B., Kretzmer, K.A., Barry, G.F., and Krishore, G.M. 1991. Control of ethylene sysnthesis by expression of a bacterial enzyme in transgenic tomato plants. Plant Cell, 3: 1187-1193.
26.McDonald, M.B., and Copeland, L.O. 1997. Seed Production, Principles and Practices. Chapman and Hall, U.S.A. 387p.
27.Nowak-Thompson, B., Chaney, N., Wing, J.S., Gould, S.J., and Loper, J.E. 1999. Characterization of the pyoluteorin biosynthetic gene cluster of *Pseudomonas fluorescens* Pf-5. Journal of Bacteriology, 181: 2166-2174.
28.Orchard, T. 1977. Estemating the parameters of plant seedling emergence. Seed Science and Technology, 5: 61-69.
29.Patten, C., and Glick, B.R. 1996. Bacterial biosynthesis of indole-3-acetic acid. Canadian Journal of Microbiology, 42: 207-220.
30.Pieta-Filho, C., and Ellis, R.H. 1991. The development of seed quality in spring barley in four environments: A. Germination and longevity. Seed Science Research. 1:163-177.
31.Saha, R., mandal, A.K., and Basu, R.N. 1990. Seed Science and Technology, 18: 269-276.
32.SAS Institute. 1998. SAS User's Guide: Statistics, Version 8. SAS Institute, Cary, NC. 576p.
33.Scott, S.J., Jones, R.A., and Williams, W.A. 1984. Review of data analysis methods for seed germination. Crop Science, 24: 1192-1199.
34.Schultze, M., and Kondorosi, A. 1998. Regulation of symbiotic root nodule development. Annual Review Genetic, 32: 33-57.
35.Sharma, A.K., and Johri, B.N. 2002. Arbuscular Mycorrhizae: Interactions in Plants, Rhizosphere and soils. Science Publishers, 311p.
36.Smiciklas, K.D., Mullen, R.E., Carlson, R.E., and Knapp, A.D. 1989. Drought-induced stress effects on soybean seed calcium and quality. Crop Science. 29: 1519-1522.
37.Taiz, L., and Zigger, E. 1998. Plant physiology. 2nd edition. The Lowa State University press. Ames. 560p.
38.Thomas, A.L., and Costa, J.A. 1996. Effect of water deficit on soyabean seed size and seeding vigour .Pesquisa Agropecuria Gaucha. 2: 1. 57-61.
39.Wood stock, L.W. 1969. Biochemical tests for seed vigour. International Seed Testing Association. 34: 253-263.
40.Zaidi, S.F.A. 2003. Inoculation with Bradyrhizobium japonicum and fluorescent Pseudomonas to control Rhizoctonia solani in soybean [*Glycine max* (L) Merr]. Annals-of-Agricultural-Research. 24: 151-153.

Archive of SID

www.SID.ir

J. Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 15(6), 2009
www.jasnr.info
www.sid.ir
www.magiran.com/jasnr

Effect of biofertilizer on soybean field seedling emergence and seed vigour measured under laboratory conditions

[*]M. Tajik[1], I. Alahdadi[2], J. Daneshian[3], H. Iran nezhad[4], I. Hamidi[5], GH. Akbari[2] and M. Naeemi[6]

[1]M.Sc. Student, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, University of Tehran, Abouryhan College, Iran, [2]Assistant Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, University of Tehran, Abouryhan College, Iran, [3]Assistant Research, Seed and Plant Improvement Institute, Kraj, Iran, [4]Associate Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, University of Tehran, Abouryhan College, Iran [5]Assistant Research, Seed and Plant Certification and Registration Research Institute, Iran, [6]Ph.D. Student, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, University of Tehran, Abouryhan College, Iran

Abstract

Biofertilizer effects were investigated on soybean seed vigour produced under water deficit stress conditions. Experiments were conducted under field and laboratory conditions. Filed study was done as a split factorial in RCBD and laboratory experiment was conducted as a factorial experiment in CRD with 4 replications. The seeds were evaluated by standard germination test. Experimental factors were biofertilizer (*Bradyrhizobium japonicum*, *Bradyrhizobium japonicum+Pseudomonas fluorescens* and *Bradyrhizobium japonicum+Glomus mosseae*), cultivar (Zalta Zalha and line Clark×Hobbit) and water deficit stress (irrigation after 50 [normal irrigation], 100 [mild stress] and 150 [intense stress] mm evaporation from pan class A, in parents field). Results showed that water deficit stress had negative effect on soybean field seedling emergence and seed vigour. Under field conditions, co-inoculation of *B. japonicum* and *P. fluorescens* with seed were effective on cumulative emergence rate in water deficit stress levels. Co-inoculation of *B. japonicum* and *P. fluorescens* with seed cultivars were effective on primary field emergence in water deficit stress levels. Under laboratory conditions, Application of biofertilizer had significant effect on germination prcentage and coefficient of velocity of germination, but interaction of cultivar and biofertilizer was differed under stress conditions. Inoculation of Zalta Zalha seed with *Bradyrhizobium japonicum* increased coefficient of velocity of germination percentage in normal irrigation conditions, but in mild stress condition using of *Bradyrhizobium japonicum* and *Pseudomonas fluorescens* or *Glomus mosseae* increased seed germination. Inoculation of Clark×Hobbit seed produced under mild stress conditions with *Bradyrhizobium japonicum* and *Pseudomonas fluorescens* increased germination percentage. Germination percentage, primary root length, primary shoot length and cumulative emergence rate had significant and positive correlation with primary field emergence.

***Keywords*:** Biofertilizer; Soybean cultivars; Water deficit stress

*- Corresponding Author; Email: ms_taj84@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir