[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.133]
Downloaded from jcpp.iut.ac.ir at 0:50 IRST on Friday September 22nd 2017

بررسی اثر باکتری‌های محرک رشد بر عملکرد کمی و کیفی ذرت سیلویی

رقیه عباسی[۱*]، سید عطااله سیادت[۲]، عبدالمهدی بخشنده[۲] و سید یعقوب موسوی[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۲/۲۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۴/۳)

چکیده

به‌منظور بررسی اثر باکتری‌های محرک رشد بر عملکرد کمی و کیفی ذرت علوفه‌ای، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایذه اجرا گردید. فاکتورهای آزمایشی شامل چهار سویه از باکتری‌های محرک رشد گیاه شامل سودوموناس فلورسنت ۱۶۹ (**B1**)، سودوموناس فلورسنت ۷۹ (**B2**)، سودوموناس پوتیدا ۱۰۸ (**B3**)، سودوموناس پوتیدا ۱۵۹ (**B4**) و بدون باکتری (شاهد، **B5**) با دو هیبرید ذرت سینگل گراس ۷۰۴ (**A1**) و بولسون (**A2**) بودند. باکتری‌ها از مؤسسه آب و خاک کرج تهیه گردید. قبل از کاشت بذور ذرت به مایع تلقیح آغشته شدند. صفات مورد بررسی شامل ارتفاع گیاه، تعداد برگ در بوته و تعداد برگ بالای بلال، عملکرد علوفه، درصد کل ماده خشک و درصد ماده خشک قابل هضم (**DMD**) برگ، ساقه و بلال پروتئین خام (**CP**) برگ، ساقه، بلال و درصد دیواره سلولی منهای همی‌سلولز (**ADF**) برگ، ساقه و بلال بودند. نتایج نشان داد که هیبرید، باکتری و اثرات متقابل این دو تأثیر معنی‌داری بر تمامی صفات داشتند. به‌نحوی‌که هیبرید بولسون ارتفاع بوته، تعداد برگ بوته، تعداد برگ بالای بلال، عملکرد علوفه، ماده خشک کل، درصد ماده خشک قابل هضم ساقه بالاتری به خود اختصاص داده و درصد ماده خشک قابل هضم برگ و بلال، پروتئین خام برگ، ساقه و درصد دیواره سلولی منهای همی‌سلولز برگ، ساقه و بلال در رقم سینگل کراس ۷۰۴ بیشتر بود. ارتفاع ساقه، تعداد برگ بوته، تعداد برگ بالای بلال، عملکرد علوفه، ماده خشک کل و درصد ماده خشک قابل هضم ساقه و بلال در سویه‌های باکتری سودوموناس نسبت به سویه‌های باکتری پوتیدا بیشتر بود. تلفیق باکتری‌های محرک رشد در تمامی صفات دارای مقدار بیشتری نسبت به شاهد بودند. نتایج این پژوهش نشان داد، باکتری‌های محرک رشد گیاه باعث افزایش عملکرد، اجزای عملکرد و کیفیت علوفه گردیده است و هیبرید بولسون نیز ظاهراً در مقایسه با هیبرید ۷۰۴ تطابق بیشتری با شرایط منطقه دارد، که نیاز به مطالعات مزرعه‌ای بیشتر دارد.

واژه‌های کلیدی: ذرت، باکتری محرک رشد، ماده خشک قابل هضم، عملکرد

۱ و ۲. به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و استادان گروه زراعت، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین، اهواز

۳. دکتری زراعت، سازمان جهاد کشاورزی خوزستان، اهواز

*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: Abasiroghayeh@yahoo.com

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.133]
Downloaded from jcpp.iut.ac.ir at 0:50 IRST on Friday September 22nd 2017

مقدمه

با توجه به افزایش جمعیت و تقاضای روز افزون برای مواد غذایی، استفاده از ارقام پُرمحصول توانسته است تا حدود زیادی پاسخگوی نیاز بشر به محصولات کشاورزی و غذا باشد. ذرت به‌دلیل پُرمحصولی و قابل کشت بودن در محدودهٔ وسیعی از شرایط محیطی، تنوع فوق‌العاده از نظر فرم، عادت رشد و کیفیت محصول دارای اهمیت زیادی می‌باشد (۷). با توجه به روند رو به رشد مصرف کودهای شیمیایی در بخش کشاورزی و اثرات سوء زیست‌محیطی مرتبط با به‌کارگیری آن خصوصاً در کشورهای در حال توسعه، راه‌کارهای مدیریتی جهت کاهش مصرف آنها، لازم و ضروری است. استفاده از کودهای بیولوژیک از مؤثرترین شیوه‌های مدیریتی برای حفظ کیفیت خاک در سطح مطلوب محسوب می‌گردند. کاربرد مایع تلقیح تهیه شده با این موجودات، ضمن وارد کردن جمعیت انبوهی از میکروارگانیسم‌های فعال مؤثر در حوزه فعالیت سیستم ریشه‌ای، توان گیاه را برای جذب بیشتر عناصر غذایی، افزایش می‌دهد (۱۰). یکی از راه‌کارهای بهبود رشد گیاهان استفاده از باکتری‌های افزاینده رشد گیاهان (plant growth promoting rhizobacteria) یا PGPR است، که موجب افزایش رشد و عملکرد گیاهان مهم زراعی می‌شوند (۱). باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه از باکتری‌های آزادزی خاک هستند و از طریق تثبیت نیتروژن مولکولی هوا، سنتز و تولید سیدروفورهای کمپلکس کننده آهن، تولید هورمون‌های محرک رشد گیاه نظیر اکسین‌ها و سیتوکنین‌ها، تولید انواع ویتامین‌ها، انحلال ترکیبات معدنی فسفات‌ها، پتاسیم و عناصر کم‌مصرف، ایجاد رقابت با عوامل بیماریزای گیاهی به‌واسطه تولید آنتی‌بیوتیک‌ها و ترکیبات قارچ‌کش، رشد گیاهان را بهبود می‌بخشد (۲). تأثیر مثبت تلقیح بذر گیاهان مختلف با باکتری‌های محرک رشد گیاه بر جنبه‌های مختلف رشدونمو آنها، از جمله قابلیت جوانه‌زنی بذر و بنیه گیاهچه بررسی و مورد تأیید قرار گرفته است (۸). زهیر و همکاران (۲۶) افزایش ۱۸ درصد وزن خشک بوته ذرت که بذرهای آن با باکتری‌های ازتوباکتر و سودوموناس فلورسنت (*P. flourescenc*) تلقیح شده بودند را گزارش نمودند. در برخی آزمایشات تعداد برگ‌های بوته ذرت تلقیح شده با باکتری سودوموناس فلورسنت (*P. flourescenc*) افزایش یافت (۱۱ و ۲۳). تولید غلظت‌های بالای اکسین توسط سودوموناس فلورسنت یک خصوصیت کلی برای این باکتری‌ها است. اصغر و همکاران (۴) با مطالعه تولید اکسین توسط سویه‌هایی که مربوط به جنس‌های مختلف بودند دریافتند که کارآمدترین آنها سویه‌های سودوموناس پوتیدا بود. علاوه بر پارامتر عملکرد، تلقیح باکتری‌های محرک رشد گیاه سرعت جوانه‌زنی گیاهچه، پنجه‌زنی و وزن خشک گیاه را افزایش داد (۲۵). گلیک و همکاران (۹) اعلام نموده‌اند که شواهدی بر افزایش فراهمی عناصر غذایی گیاه در ریزوسفر، در اثر فعالیت باکتری های ریزوسفری محرک رشد گیاه وجود دارد. استان خوزستان یکی از مناطق مستعد کشت و تولید ذرت می‌باشد. نظر به اهمیت توسعه دامداری‌های صنعتی استان و ضرورت تأمین علوفه مورد نیاز آنها علاوه بر افزایش سطح زیر کشت، افزایش عملکرد در واحد سطح ذرت با استفاده از ارقام مناسب و جدید ضروری می باشد. هدف از انجام پژوهش حاضر مطالعه اثرات باکتری‌های محرک رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت سینگل گراس ۷۰۴ و بولسون می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در تابستان ۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایذه در ۵۲ درجه و ۲۴ دقیقه طول شرقی و ۳۹ درجه ۳۹ دقیقه عرضی شمالی با ۸۵۰ متر ارتفاع ازسطح دریا به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. برای مشخص شدن خواص فیزیکی و شیمیایی خاک پیش از عملیات اجرایی نمونه‌برداری و تجربه و تحلیل خاک صورت گرفت که نتایج حاصله در جدول (۱) آورده شده است. براساس نتایج آزمایش خاک، کودهای

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.133]
Downloaded from jcpp.iut.ac.ir at 0:50 IRST on Friday September 22nd 2017

شیمیایی به‌میزان ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره، ۱۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاس در نظر گرفته شد. فاکتورهای آزمایشی شامل چهار سویه از باکتری‌های محرک رشد گیاه شامل سودوموناس فلورسنت ۱۶۹ (B1)، سودوموناس فلورسنت ۷۹ (B2)، سودوموناس پوتیدا ۱۰۸ (B3)، سودوموناس پوتیدا ۱۵۹ (B4) و بدون باکتری (شاهد B4) با دو رقم ذرت شامل سینگل گراس ۷۰۴ (A1) و بولسون (A2) بودند. هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ دو منظوره از گروه دیررس است و در سطح وسیعی از شرایط آب‌وهوایی کشور کشت می‌گردد. هیبرید بولسون دیررس می باشد و برای اولین بار تحت عنوان بولسون در سال ۱۳۸۶ توسط بخش کشاورزی بنیان مستضعفان از ترکیه خریداری و وارد ایران گردید. ابعاد هر کرت ۴/۵ در ۶ متر و در هر کرت ۶ خط کاشت به طول ۶ متر و فاصله بین خطوط ۷۵ سانتی‌متر بود. قبل از کاشت بذور ذرت در کیسه‌های پلی‌اتیلنی حاوی بذر و چسب تلقیح (۶ گرم کربوکسی متیل سلولز در ۵۰۰ میلی لیتر آب) به‌مدت ۳۰ ثانیه تکان داده شده و سپس مقدار کافی از مایع تلقیح که توسط بخش تحقیقات بیولوژی خاک مؤسسه تحقیقات خاک و آب تهیه شد، به آن افزوده شد و به‌مدت ۴۵ ثانیه دیگر تکان داده شدند تا بذرها به‌طور یکنواخت به مایع تلقیح آغشته شوند. کشت در ۵ تیر ماه صورت گرفت. یک سوم کود نیتروژن همراه تمامی کود فسفر و پتاسیم هم‌زمان با کشت و دو سوم کود نیتروژن به‌صورت سرک (در مرحله ۷ - ۵ برگی و دو هفته قبل از گل‌دهی) مورد استفاده قرار گرفت. برداشت علوفه در زمان مناسب یعنی در تاریخ ۱۳۸۹/۸/۱۵ (یک سوم تا دو سوم خط شیری) صورت گرفت (۱۵). بوته‌ها از دو خط میانی هر کرت فرعی (خطوط عملکرد) با در نظر گرفتن نیم متر حاشیه از هر طرف و در مجموع از مساحتی بالغ بر دو مترمربع به‌صورت دستی و با داس از فاصله دو سانتی‌متری از سطح زمین، کف‌بر شدند. صفاتی که در این آزمایش مورد بررسی قرار گرفت عبارت بودند از ارتفاع گیاه، تعداد برگ در بوته، تعداد برگ بالای بلال، عملکرد علوفه، درصد کل ماده خشک و درصد ماده خشک قابل هضم. خشک کردن نمونه‌ها در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۷۲ ساعت انجام شد و وزن خشک هر یک از اجزاء و در نهایت وزن خشک علوفه در هکتار تعیین گردید. درصد ماده خشک قابل هضم (DMD)، پروتئین خام (CP) و درصد دیواره سلولی منهای همی‌سلولز (ADF) در آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع براساس روش ارائه شده توسط جعفری و همکاران (۱۲) و با دستگاه Perten مدل Inframatic 8620 انجام شد.

تجزیه واریانس کلیه صفات مورد بررسی با استفاده از نرم‌افزار های Excel و MSTATC انجام گرفت. مقایسه میانگین صفات مورد بررسی توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال خطا ۱ درصد محاسبه گردید.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس، اثرات متقابل هیبرید و باکتری بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات اصلی نشان داد که ارتفاع بیشتر مربوط به هیبرید جدید بولسون بود. باکتری فلورسنت ۱۶۹ با دارا بودن ارتفاع ۱۹۸/۳۵ سانتی‌متر و تیمار شاهد با داشتن ارتفاع ۱۹۰/۷۳ سانتی‌متر به‌ترتیب بیشترین و کمترین ارتفاع را داشته‌اند (جدول ۳). مقایسه اثرات متقابل نشان داد که هیبرید بولسون تلقیح شده با باکتری پوتیدا ۱۵۹ دارای بیشترین ارتفاع (۱۹۹/۷۷) و هیبرید بولسون بدون تلقیح با باکتری دارای کمترین ارتفاع (۱۹۲/۴۴) بود (جدول ۴). لیونی و همکاران (۱۵) بیان نمودند که سویه‌های باکتری سودوموناس پوتیدا به‌دلایلی هم‌چون تولید هورمون‌های رشد مانند اکسین و نیز تولید سیدروفورها و افزایش جذب آهن و تشکیل کمپلکس سیدروفور- آهن و توانایی جذب آن توسط ریشه که باعث کنترل عوامل بیماری‌زا می‌گردد، باعث افزایش ارتفاع ذرت می‌شوند. میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات نیز از طریق تولید مواد تحریک کننده رشد سبب افزایش ارتفاع گیاه

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.133]
Downloaded from jcpp.iut.ac.ir at 0:50 IRST on Friday September 22nd 2017

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

عمق خاک (سانتی‌متر)	بافت خاک	پ‌هاش	مواد خنثی شونده (درصد)	مواد آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	شوری (دسی‌زیمنس بر متر)
۰-۳۰	سیلتی	۷/۶	۳۶	۱/۰۷	۰/۱۱	۲۷/۵	۱۸۲	۰/۸

می‌شوند. محققان افزایش ارتفاع بوته توسط باکتری‌های محرک رشد را ناشی از جیبرلین‌ها و سیتوکنین‌ها می‌دانند (۱۷ و ۱۸). احتمالاً مکانیسم‌های دیگری به‌غیر از تثبیت نیتروژن از جمله تولید مواد تنظیم کننده رشد، مانند ایندول استیک اسید (IAA) از علل افزایش رشد گیاه می‌باشند. هیبرید بولسون به‌دلیل سازگاری بیشتر به شرایط محیطی منطقه و هم‌چنین خصوصیات ژنتیکی، ارتفاع بیشتری نسبت به هیبرید ۷۰۴ داشت که این موضوع در نهایت منجر به افزایش نهایی عملکرد علوفه گردید. باکتری‌ها نیز باعث افزایش رشد شده است که در بین آنها باکتری پوتیدا ۱۵۹ به‌همراه هیبرید بولسون بیشترین تأثیر را روی ارتفاع گیاه داشت.

تعداد برگ در بوته

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس، اثراث متقابل هیبرید و باکتری بر تعداد برگ در بوته معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات اصلی نشان داد که هیبرید بولسون از نظر تعداد برگ با میانگین ۱۴/۲ بر رقم ۷۰۴ با میانگین (۱۳/۳) برتری داشت. باکتری فلورسنت ۱۶۹ با داشتن ۱۴/۰۰۷ برگ و باکتری پوتیدا ۱۵۹ با داشتن ۱۳/۷ به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد برگ در گیاه را دارا بودند (جدول ۳). مقایسه اثرات متقابل نشان داد که بیشترین تعداد برگ در هیبرید بولسون تلقیح شده با باکتری فلورسنت ۷۹ با میانگین ۱۴/۶۵ برگ و کمترین تعداد برگ مربوط به هیبرید ۷۰۴ بدون عمل تلقیح با میانگین ۱۳/۱۶ برگ می‌باشد (جدول ۴). هیبرید بولسون با تعداد برگ بیشتر به‌دلیل تطبیق‌پذیری بیشتر با محیط در نهایت عملکرد و ماده خشک بیشتری تولید می‌کند. نقش اکسین ها در افزایش تقسیمات سلولی و هم چنین نقش نیتروژن در افزایش رشد رویشی، می‌تواند از دلایل افزایش تعداد برگ‌های بوته ذرت تلقیح شده با باکتری‌های محرک رشد سودوموناس باشد (۲۲). حمیدی و همکاران (۱۰) افزایش تعداد کل برگ‌های بوته به‌وسیله هر چهار باکتری را سطح یک درصد معنی‌دار دانستند.

عملکرد علوفه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها، نشان داد که اثرات متقابل هیبرید و باکتری بر عملکرد علوفه معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات اصلی نشان داد که عملکرد بیشتر علوفه مربوط به رقم جدید بولسون با میانگین ۵۵۲۰۹۰۰ کیلوگرم در هکتار و عملکرد کمتر مربوط به هیبرید ۷۰۴ با میانگین ۵۳۴۶۳۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. باکتری فلورسنت ۱۶۹ با دارا بودن عملکرد علوفه ۵۴۷۳۰۰ کیلوگرم در هکتار و تیمار شاهد با داشتن عملکرد علوفه ۵۲۸۰۰۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد علوفه را دارا بودند (جدول ۳). مقایسه اثرات متقابل نشان داد که هیبرید بولسون تلقیح شده با باکتری پوتیدا ۱۵۹ دارای بیشترین عملکرد علوفه (۵۶۰۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) و هیبرید ۷۰۴ بدون تلقیح با باکتری دارای کمترین عملکرد علوفه (۵۲۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار) بود (جدول ۴). تلقیح بذرهای ذرت با باکتری سودوموناس فلورسنس باعث افزایش عملکرد علوفه می‌گردد (۵ و ۱۱). افزایش عملکرد علوفه می‌تواند به‌دلایلی هم‌چون مکانیزم تولید هورمون‌های تحریک کننده رشد گیاه به‌ویژه انواع اکسین، سیتوکنین و جیبرلین (۱۰) و افزایش توانایی تثبیت نیتروژن و انحلال فسفات و هم‌چنین تولید فیتوهورمون‌ها باشد (۸).

Downloaded from jcpp.iut.ac.ir at 0:50 IRST on Friday September 22nd 2017 [DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.133]

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) مربوط به صفات مورد بررسی گیاه ذرت

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد برگ‌های بوته	عملکرد علوفه	وزن خشک کل	درصد ماده خشک قابل هضم برگ	درصد ماده خشک قابل هضم ساقه	درصد ماده خشک قابل هضم بلال
تکرار	۲	۷/۰۰	۱/۰۰	۰/۰۰	۱۵۶/۱۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴	۷/۰۰
هیبرید	۱	۴۵/۷۸**	۵/۴۵**	۲۲/۸۵**	۷۶۳۵۶۰۷**	۱۸۶/۶**	۲۳۱**	۳/۷۸**
باکتری	۴	۵۸/۱۴**	۰/۵۴**	۱۷/۷۷**	۷۰۲۰۲۷۶**	۱۷/۵۱۹**	۳۲۵**	۲۸۸**
باکتری × هیبرید	۴	۸/۲۴**	۰/۳۸**	۲/۴۸**	۱۱۴۹۸۸۰**	۹/۰**	۶۰/۹**	۹۹/۲**
خطا	۱۸	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۶۷/۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
CV (٪)	-	۰/۰۲	۰/۱۰		۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۰۳	۰/۰۲

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

جدول ۳. اثر هیبرید و باکتری‌های محرک رشد بر صفات مورد بررسی ذرت

تیمار	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد برگ‌های بوته	عملکرد علوفه (کیلوگرم در هکتار)	ماده خشک کل (کیلوگرم در هکتار)	ماده خشک قابل هضم برگ (درصد)	ماده خشک قابل هضم ساقه (درصد)	ماده خشک قابل هضم بلال (درصد)
A1	۱۹۵b	۱۳/۳b	۵۳۴۰۰b	۱۳۱۱۰b	۳۷/۰a	۴۴/۹b	۷۶/۴a
A2	۱۹۷a	۱۴/۱a	۵۵۲۰۰a	۱۴۱۱۹a	۳۰/۵b	۵۰/۲۴a	۷۵/۷b
B1	۱۹۸a	۱۴/۰a	۵۴۸۰۰a	۱۴۰۵۹a	۳۰/۸d	۵۳/۱a	۸۰/۸a
B2	۱۹۷b	۱۳/۹b	۵۴۶۰۰c	۱۳۹۲۲b	۳۳/۴b	۴۹/۱d	۷۹/۲c
B3	۱۹۷d	۱۳/۶d	۵۴۶۰۰d	۱۳۶۶۹d	۳۲/۸c	۵۰/۴c	۷۶/۸d
B4	۱۹۷c	۱۳/۲e	۵۴۷۰۰b	۱۳۷۳۴c	۳۲/۸c	۵۱/۱b	۷۹/۶b
B5	۱۹۰e	۱۳/۸C	۵۲۸۰۰e	۱۲۶۸۷e	۳۹/۰a	۳۴/۸e	۶۳/۹e

(B1): سویه سودوموناس فلورسنت ۱۶۹، (B2): سویه سودوموناس فلورسنت ۷۹، (B3): سویه سودوموناس پوتیدا ۱۰۸، (B4): سویه سودوموناس پوتیدا ۱۵۹، (B5): سویه بدون باکتری (شاهد)،
(A1) رقم سینگل گراس ۷۰۴، (A2): رقم بولسون، در هر ردیف اعداد دارای حروف غیر مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری دارند ($P < 0/01$).

Downloaded from jcpp.iut.ac.ir at 0:50 IRST on Friday September 22nd 2017 [DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.133]

جدول ۴. مقایسه میانگین مربوط به صفات مورد بررسی ذرت تحت تأثیر تیمارهای به‌کار برده شده

اثر متقابل	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد برگ‌های بوته	عملکرد علوفه (کیلوگرم در هکتار)	ماده خشک کل (کیلوگرم در هکتار)	ماده خشک قابل هضم برگ (درصد)	ماده خشک قابل هضم ساقه (درصد)	ماده خشک قابل هضم بلال (درصد)
A1B1	۱۹۸^{c}	۱۳/۶^{d}	۵۴۲۰۰^{e}	۱۳۷۹۵^{e}	۵۰/۴^{e}	۵۳/۸^{c}	۸۳/۶^{a}
A1B2	۱۹۷^{f}	۱۳/۳^{e}	۵۴۰۰۰^{f}	۱۳۶۵۵^{f}	۴۹/۹^{f}	۴۹/۴^{e}	۷۶/۲^{e}
A1B3	۱۹۵^{g}	۱۳/۲^{f}	۵۳۴۰۰^{h}	۱۲۸۱۹^{i}	۴۸/۴^{h}	۴۵/۵^{g}	۸۲/۷^{b}
A1B4	۱۹۴^{h}	۱۳/۲^{f}	۵۳۴۰۰^{g}	۱۲۹۱۸^{h}	۴۸/۴^{h}	۴۴/۵^{h}	۷۵/۷^{g}
A1B5	۱۸۹^{j}	۱۳/۱^{g}	۵۲۱۰۰^{i}	۱۲۳۶۱^{j}	۴۸/۰^{i}	۳۱/۴^{j}	۶۴/۰^{f}
A2B1	۱۹۸^{d}	۱۴/۱^{c}	۵۵۴۰۰^{c}	۱۴۳۲۳^{c}	۵۵/۱^{b}	۵۲/۳^{d}	۷۸/۰^{d}
A2B2	۱۹۷^{e}	۱۴/۶^{a}	۵۵۳۰۰^{d}	۱۴۱۸۸^{d}	۵۵/۰^{d}	۴۸/۲^{f}	۸۲/۳^{c}
A2B3	۱۹۹^{b}	۱۴/۶^{b}	۵۵۷۰۰^{b}	۱۴۵۱۹^{b}	۵۵/۱^{c}	۵۵/۲^{b}	۷۰/۹^{h}
A2B4	۱۹۹^{a}	۱۴/۱^{c}	۵۶۰۰۰^{a}	۱۴۵۵۱^{a}	۵۵/۸^{a}	۵۷/۷^{a}	۸۳/۵^{a}
A2B5	۱۹۲^{i}	۱۳/۳^{e}	۵۳۴۰۰^{g}	۱۳۰۱۳^{g}	۴۹/۱^{g}	۳۸/۲^{i}	۶۳/۹^{i}

(B1): سویه سودوموناس فلورسنت ۱۶۹، (B2): سویه سودوموناس فلورسنت ۷۹، (B3): سویه سودوموناس پوتیدا ۱۰۸، (B4): سویه سودوموناس پوتیدا ۱۵۹، (B5): سویه بدون باکتری (شاهد)،

(A1) رقم سینگل گراس ۷۰۴، (A2): رقم بولسون، در هر ردیف اعداد دارای حروف غیر مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری دارند ($P < ۰/۰۱$).

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.133]
Downloaded from jcpp.iut.ac.ir at 0:50 IRST on Friday September 22nd 2017

ماده خشک کل

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس، اثرات متقابل هیبرید و باکتری بر ماده خشک کل در بوته معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات اصلی نشان داد که هیبرید بولسون از نظر ماده خشک کل با میانگین ۱۴۱۱۹/۰۰ کیلوگرم در هکتار بر هیبرید ۷۰۴ با میانگین ۱۳۱۱۰/۰۰ کیلوگرم در هکتار برتری داشت و باکتری فلورسنت ۱۶۹ با داشتن ۱۴۰۵۹/۱۷ کیلوگرم در هکتار و شاهد با داشتن ۱۲۶۸۷/۰۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین میزان ماده خشک را دارا بودند (جدول ۳). مقایسه اثرات متقابل نشان داد که بیشترین ماده خشک کل در هیبرید بولسون تلقیح شده با باکتری پوتیدا ۱۵۹ با میانگین ۱۴۵۵۱/۰۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین ماده خشک کل مربوط به هیبرید ۷۰۴ بدون عمل تلقیح با میانگین ۱۲۳۶۱/۰۰ کیلوگرم بود (جدول ۴). می‌توان اظهار داشت که باکتری‌های به‌کار برده شده در این پژوهش از طریق سازوکارهای تولید مواد تنظیم کننده رشد، مهار عوامل بیماری‌زا و بهبود تغذیه گیاه در افزایش وزن خشک بوته مؤثر بوده اند (۱۰، ۲۶ و ۲۷).

درصد ماده خشک قابل هضم برگ

براساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس، اثرات متقابل هیبرید و باکتری تأثیر معنی‌داری بر درصد ماده خشک قابل هضم برگ داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات اصلی نشان داد که درصد ماده خشک قابل هضم برگ بیشتر مربوط به هیبرید ۷۰۴ با میانگین ۳۷/۰۷۳ درصد و درصد ماده خشک قابل هضم برگ کمتر مربوط به بولسون با میانگین ۳۰/۵۲۰ درصد بود. تیمار شاهد با دارا بودن ۳۹/۰۱۵ درصد ماده خشک قابل هضم و باکتری فلورسنت ۱۶۹ با داشتن ۳۰/۸۱ درصد به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقدار را داشتند (جدول ۳). مقایسه اثرات متقابل نشان داد که هیبرید بولسون تلقیح شده با باکتری پوتیدا ۱۵۹ دارای بیشترین مقدار (۵۵/۸۵ درصد) و هیبرید ۷۰۴ بدون تلقیح دارای کمترین مقدار (۴۸/۰۹ درصد) بودند (جدول ۴). افزایش سن گیاه (به‌دلیل افزایش لیگنینی شدن)، تعداد برگ کمتر، کاهش پروتئین خام و افزایش دیواره سلولی منهای همی‌سلولز باعث کاهش درصد ماده خشک قابل هضم و در پی آن کاهش کیفیت علوفه می‌شود (۱۹). برگ‌های گیاه در مقایسه با ساقه‌ها از درصد پروتئین بیشتر و درصد الیاف کمتر و قابلیت هضم بیشتری برخوردارند که این موضوع از نظر کیفیت محصول مهم می‌باشد (۱۵ و ۲۲ درصد). هیبرید بولسون به‌دلیل داشتن تعداد برگ بوته بیشتر، درصد ماده خشک قابل هضم بیشتری نیز دارد. باکتری‌ها نیز به‌دلیل داشتن تأثیر مثبت در افزایش رشد و در پی آن افزایش تعداد برگ در بوته و هم‌چنین بالا بردن درصد پروتئین، درصد ماده خشک قابل هضم را افزایش می‌دهند زیرا تعداد برگ و درصد پروتئین با قابلیت هضم همبستگی مثبت دارد (۳).

درصد ماده خشک قابل هضم ساقه

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس، اثرات متقابل هیبرید و باکتری بر درصد ماده خشک قابل هضم ساقه معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات اصلی نشان داد که هیبرید بولسون از نظر درصد ماده خشک قابل هضم با میانگین ۵۰/۵۲۴ بر هیبرید ۷۰۴ با میانگین ۴۴/۹۷ برتری داشت و باکتری فلورسنت ۱۶۹ با داشتن ۵۳/۱۲ درصد ماده خشک قابل هضم ساقه در گیاه و تیمار شاهد با داشتن ۳۴/۸۳ درصد به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقدار را داشتند (جدول ۳). مقایسه اثرات متقابل نشان داد که هیبرید بولسون تلقیح شده با باکتری پوتیدا ۱۵۹ با میانگین ۵۷/۷۵ درصد بیشترین مقدار و هیبرید ۷۰۴ بدون عمل تلقیح با میانگین ۳۱/۴۰۳ مقدار را دارا بودند (جدول ۴). درصد ساقه و برگ، تعداد پنجه و درصد دیواره سلولی بر میزان قابلیت هضم ماده خشک مؤثرند (۲۱). تفاوت زیادی بین محتوای ماده خشک قابل هضم ساقه و برگ وجود دارد، لذا نسبت برگ به ساقه به طور مستقیم در کیفیت علوفه مؤثر است. افزایش نسبت برگ به ساقه موجب افزایش درصد قابلیت هضم علوفه می‌شود (۳). هیبرید بولسون با وجود داشتن

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.133]

Downloaded from jcpp.iut.ac.ir at 0:50 IRST on Friday September 22nd 2017

رشد و ارتفاع بیشتر، درصد ماده خشک قابل هضم بالاتری نیز دارد که این امر می‌تواند به‌دلیل خصوصیات ژنتیکی هیبرید بولسون باشد. باکتری‌ها به‌دلیل بالا بردن میزان پروتئین گیاه باعث افزایش قابلیت هضم ماده خشک می‌شوند (۸). بدین‌ترتیب هیبرید بولسون به‌همراه باکتری به‌ویژه باکتری پوتیدا ۱۵۹ بیشترین درصد ماده خشک قابل هضم را دارد.

درصد ماده خشک قابل هضم بلال

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثرات متقابل هیبرید و باکتری اثر معنی‌داری بر درصد ماده خشک قابل هضم بلال داشتند (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات اصلی نشان داد که درصد ماده خشک قابل هضم بلال بیشتر مربوط به هیبرید ۷۰۴ (۷۶/۴۷ درصد) بود. باکتری فلورسنت ۱۶۹ با دارا بودن ۸۰/۸۱ درصد و تیمار شاهد با داشتن ۶۳/۹۹ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین درصد ماده خشک قابل هضم بلال را به‌خود اختصاص دادند (جدول ۳). مقایسه اثرات متقابل نشان داد که هم‌چنین رقم ۷۰۴ تلقیح شده با باکتری فلورسنت ۱۶۹ با ۸۳/۶۰ درصد بیشترین مقدار و رقم بولسون بدون باکتری با ۶۳/۹۷ درصد کمترین مقدار را نشان دادند (جدول ۴).

درصد پروتئین خام برگ

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس، اثرات متقابل هیبرید و باکتری بر درصد پروتئین خام برگ معنی‌دار بود (جدول ۵). مقایسه میانگین اثرات اصلی نشان داد که درصد پروتئین بیشتر مربوط به هیبرید ۷۰۴ با میانگین ۱۳/۸۲ درصد و پروتئین کمتر مربوط به هیبرید بولسون با میانگین ۱۲/۹۶ درصد بود. هم‌چنین باکتری فلورسنت ۷۹ با دارا بودن درصد پروتئین ۱۴/۴۲و تیمار شاهد با داشتن درصد پروتئین ۱۲/۶۳به ترتیب بیشترین و کمترین درصد پروتئین را به‌خود اختصاص دادند (جدول ۶). مقایسه اثرات متقابل نشان داد که هیبرید بولسون تلقیح شده با باکتری پوتیدا ۱۰۸ دارای بیشترین درصد پروتئین (۱۸/۵ درصد) و هیبرید ۷۰۴ تلقیح شده با باکتری فلورسنت ۷۹ دارای کمترین درصد پروتئین (۱۰/۴۵ درصد) بودند (جدول ۷).

هیبرید بولسون با داشتن تعداد برگ بیشتر، درصد پروتئین بیشتری نیز داشته است. باکتری‌ها لیل تثبیت زیستی نیتروژن باعث افزایش پروتئین گیاه می‌شوند (۱۴). افزایش میزان محصول از طریق کاهش نسبت برگ به ساقه و افزایش هیدارت‌های کربن دانه می تواند علت کاهش درصد پروتئین خام در علوفه تازه باشد. هرچقدر نسبت برگ به ساقه گیاه بیشتر باشد میزان پروتئین خام نیز بالاتر خواهد بود (۲۴). حضور باکتری ها درکنار هیبرید بولسون باعث افزایش بیشتر درصد پروتئین گیاه نسبت به عدم تلقیح باکتری می‌شود. در میان باکتری‌ها، باکتری‌های پوتیدا به‌ویژه پوتیدا ۱۰۸ توانسته خود را بیشتر با هیبرید بولسون و شرایط محیطی در ارتباط با افزایش درصد پروتئین گیاه تطبیق دهد.

درصد پروتئین خام ساقه

نتایج تجزیه واریانس به‌دست آمده نشان داد، اثرات متقابل هیبرید و باکتری اثر معنی‌داری بر درصد پروتئین خام ساقه داشتند (جدول ۵). مقایسه میانگین اثرات اصلی نشان داد که هیبرید ۷۰۴ از نظر درصد پروتئین با میانگین ۶/۰۴ بر هیبرید بولسون با میانگین ۵/۷۴ برتری داشت و باکتری فلورسنت ۱۶۹ با داشتن ۷/۶۸ درصد پروتئین در ساقه و تیمار شاهد با داشتن ۵/۲۳ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار را داشتند (جدول ۶). مقایسه اثرات متقابل نشان داد که بیشترین درصد پروتئین در هیبرید ۷۰۴ تلقیح شده با باکتری فلورسنت ۱۶۹ با میانگین ۸/۱۶ درصد و کمترین درصد پروتئین مربوط به هیبرید بولسون بدون عمل تلقیح با میانگین ۵/۲ درصد بود (جدول ۷).

هرچه نسبت برگ به ساقه کمتر باشد درصد پروتئین کمتر است و هم چنین رشد بیشتر ساقه و نزدیک شدن به مرحله رسیدگی، باعث کاهش درصد پروتئین ساقه می‌شود (۱۳). باکتری‌های محرک رشد با تثبیت زیستی نیتروژن باعث افزایش درصد پروتئین گیاه می‌گردد (۱۴)، که این امر باعث افزایش میزان درصد پروتئین در حضور باکتری ها می‌گردد. درنهایت

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.133]

Downloaded from jcpp.iut.ac.ir at 0:50 IRST on Friday September 22nd 2017

جدول ۵. نتایج آنالیز واریانس (میانگین مربعات) مربوط به صفات مورد بررسی

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد پروتئین برگ	درصد پروتئین ساقه	درصد پروتئین بلال	درصد دیواره سلولی منهای همی‌سلولز برگ	درصد دیواره سلولی منهای همی‌سلولز ساقه	درصد دیواره سلولی منهای همی‌سلولز بلال
تکرار	۲	۰/۰۰	۷/۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۰۰
هیبرید	۱	**۵/۶۱	**۰/۶۶	**۰/۳۹	**۲۱۷/۷۳	**۳۲۲/۱	**۲/۸۶
باکتری	۴	**۳/۱۸	**۶/۱۴	**۱/۳۰	**۶/۶۶	**۵۷/۱۱	**۰/۳۳
باکتری×هیبرید	۴	**۱/۶۳	**۰/۲۴	**۳/۹۵	**۴/۶۸	**۵۲/۹۶	**۰/۱۸
خطا	۱۸	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۰
CV (%)		۰/۱۴	۰/۲۴	۰/۲۰	۲/۵۵	۲/۹۰	۱/۱۰

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

هیبرید ۷۰۴ به همراه باکتری فلورسنت ۱۶۹ بیشترین درصد پروتئین گیاه را دارا می‌باشد و هیبرید بولسون به‌دلیل رشد بیشتر و عدم حضور باکتری‌ها کمترین درصد پروتئین گیاه را دارد.

درصد پروتئین خام بلال

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس، اثرات متقابل هیبرید و باکتری بر درصد پروتئین خام بلال معنی‌دار بود (جدول ۵). مقایسه میانگین اثرات اصلی نشان داد که درصد پروتئین بلال مربوط به هیبرید بولسون (۸/۰۲ درصد) نسبت به هیبرید ۷۰۴ بود (۷/۷۹ درصد) برتری داشت. هم‌چنین باکتری پوتیدا ۱۵۹ با دارا بودن ۸/۳۰ درصد و تیمار شاهد با داشتن ۷/۱ درصد به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقدار را داشتند (جدول ۶). مقایسه اثرات متقابل نشان داد که هیبرید بولسون تلقیح شده با باکتری پوتیدا ۱۵۹ با مقدار ۹/۴ بیشترین درصد پروتئین و هیبرید ۷۰۴ بدون باکتری با مقدار ۷/۰۱۳ کمترین درصد پروتئین بلال را دارد (جدول ۷).

درصد دیواره سلولی منهای همی‌سلولز برگ

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس، اثرات متقابل هیبرید و باکتری بر درصد دیواره سلولی منهای همی سلولز برگ معنی‌دار شد (جدول ۵). مقایسه میانگین اثرات اصلی نشان داد که درصد دیواره سلولی منهای همی‌سلولز بیشتر مربوط به هیبرید ۷۰۴ با میانگین ۳۷/۶۳ درصد نسبت به هیبرید بولسون با میانگین ۳۲/۲۴ درصد بود. تیمار شاهد با داشتن ۳۶/۲۷ درصد دیواره سلولی منهای همی‌سلولز و باکتری پوتیدا ۱۵۹ با داشتن ۳۳/۴۲ درصد دیواره سلولی منهای همی سلولز به‌ترتیب بیشترین و کمترین درصد دیواره سلولی منهای همی سلولز را به‌خود اختصاص دادند (جدول ۶). مقایسه اثرات متقابل نشان داد که هیبرید ۷۰۴ بدون تلقیح با باکتری دارای بیشترین درصد دیواره سلولی منهای همی سلولز (۳۹/۱۳ درصد) و هیبرید بولسون تلقیح شده با باکتری فلورسنت ۷۹ دارای کمترین درصد دیواره سلولی منهای همی‌سلولز (۳۱/۸۰ درصد) بود (جدول ۷).

در بررسی ۹ گونه گیاهی گزارش شده است که دیواره سلولی گیاهان مهم ترین عامل تأثیرگذار در قابلیت هضم ماده خشک می‌باشد. بالا بودن درصد گل‌آذین و درصد برگ از کل علوفه تولیدی، باعث کاهش درصد دیواره سلولی می‌گردد (۱۹). قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی و ارزش هضمی همبستگی بسیار معنی‌داری را با درصد دیواره سلولی دارا بودند. هیبرید ۷۰۴ به‌دلیل داشتن تعداد برگ بوته کمتر، درصد دیواره سلولی بیشتری دارد، زیرا تعداد برگ با درصد دیواره سلولی همبستگی منفی دارد بنابراین هیبرید جدید بولسون به‌دلیل داشتن تعداد برگ بیشتر، درصد دیواره سلولی کمتری دارد و در پی آن قابلیت هضم ماده خشک بیشتری دارد که این موضوع در رابطه با ذرت سیلویی به‌خاطر بالا رفتن سطح

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.133]

Downloaded from jcpp.iut.ac.ir at 0:50 IRST on Friday September 22nd 2017

جدول ۶. اثر هیبرید و باکتری‌های محرک رشد بر صفات مورد بررسی گیاه ذرت

تیمار	پروتئین برگ (درصد)	پروتئین ساقه (درصد)	پروتئین بلال (درصد)	دیواره سلولی منهای همی‌سلولز برگ (درصد)	دیواره سلولی منهای همی‌سلولز ساقه (درصد)	دیواره سلولی منهای همی‌سلولز بلال (درصد)
A1	۱۳/۸۲^{a}	۶/۰۴^{a}	۷/۷۹^{b}	۳۷/۶۲۹^{a}	۳۷/۰۷۳^{a}	۳۷/۶۲۹^{a}
A2	۱۲/۹۵۹^{b}	۵/۷۴^{b}	۸/۰۲^{a}	۳۲/۲۴۱^{b}	۳۰/۵۲۰^{b}	۳۲/۲۴۱^{b}
B1	۱۳/۶۵^{b}	۷/۶۸^{a}	۸/۱۲^{b}	۳۵/۴۳۰^{b}	۳۰/۸۱۰^{d}	۳۵/۴۳۰^{b}
B2	۱۴/۴۲^{a}	۵/۶۰^{b}	۸/۰۵^{c}	۳۴/۹۵۲^{c}	۳۳/۴۷۰^{b}	۳۴/۹۵۲^{c}
B3	۱۳/۵۰^{c}	۵/۵۶^{c}	۷/۹۵^{d}	۳۴/۵۹۷^{d}	۳۲/۸۱۰^{c}	۳۴/۵۹۷^{d}
B4	۱۲/۷۵^{d}	۵/۳۹^{d}	۸/۳۰^{a}	۳۳/۴۲۲^{e}	۳۲/۸۷۸^{c}	۳۳/۴۲۲^{e}
B5	۱۲/۶۳^{e}	۵/۲۳^{e}	۷/۱۰^{e}	۳۶/۲۷۳^{a}	۳۹/۰۱۵^{a}	۳۶/۲۷۳^{a}

(B1): سویه سودوموناس فلورسنت ۱۶۹، (B2): سویه سودوموناس فلورسنت ۷۹، (B3): سویه سودوموناس پوتیدا ۱۰۸، (B4): سویه سودوموناس پوتیدا ۱۵۹، (B5): سویه بدون باکتری (شاهد)، (A1) رقم سینگل گراس ۷۰۴ ، (A2): رقم بولسون، در هر ردیف اعداد دارای حروف غیر مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری دارند ($P < ۰/۰۱$).

جدول ۷. مقایسه میانگین مربوط صفات مورد بررسی گیاه ذرت تحت تأثیر تیمارهای به‌کار برده شده

اثرات متقابل	پروتئین برگ (درصد)	پروتئین ساقه (درصد)	پروتئین بلال (درصد)	دیواره سلولی منهای همی‌سلولز برگ (درصد)	دیواره سلولی منهای همی‌سلولز ساقه (درصد)	دیواره سلولی منهای همی‌سلولز بلال (درصد)
A1B1	۱۴/۷۱^{a}	۸/۱۶^{a}	۸/۷۳^{b}	۳۹/۰۲^{a}	۳۷/۳۶^{c}	۷/۳۲۷^{i}
A1B2	۱۴/۵۴^{b}	۵/۸۰^{c}	۷/۳۰^{cd}	۳۸/۱۰^{b}	۳۷/۳۴^{d}	۸/۶۰۳^{f}
A1B3	۱۳/۹۸^{d}	۵/۵۳^{e}	۸/۷۱^{b}	۳۷/۲۱^{c}	۳۲/۴۸^{f}	۱۰/۱۱۳^{d}
A1B4	۱۳/۵۱^{e}	۵/۴۶^{f}	۷/۲۰^{de}	۳۴/۶۸^{d}	۳۸/۳۹^{b}	۹/۹۷۳^{e}
A1B5	۱۲/۳۶^{i}	۵/۲۷^{i}	۷/۰۱^{e}	۳۹/۱۳^{a}	۳۹/۸۰^{a}	۱۱/۲۳۳^{a}
A2B1	۱۲/۵۹^{h}	۷/۲۱^{b}	۷/۵۲^{c}	۳۱/۸۴^{g}	۲۴/۲۶^{i}	۸/۵۹۷^{f}
A2B2	۱۴/۳۰^{c}	۵/۴۰^{g}	۸/۷۰^{b}	۳۱/۸۰^{g}	۲۹/۶۰^{g}	۸/۴۹۷^{g}
A2B3	۱۳/۰۰^{f}	۵/۶۰^{d}	۷/۲۰^{de}	۳۱/۹۸^{g}	۳۳/۱۴^{e}	۸/۱۲۰^{h}
A2B4	۱۲/۰۰^{j}	۵/۳۲^{h}	۹/۴۰^{a}	۳۲/۱۶^{f}	۲۷/۳۷^{h}	۱۰/۱۴۰^{c}
A2B5	۱۲/۹۰^{g}	۵/۱۹^{j}	۷/۱۹^{de}	۳۳/۴۲^{e}	۳۸/۲۳^{b}	۱۰/۴۳۳^{b}

(B1): سویه سودوموناس فلورسنت ۱۶۹، (B2): سویه سودوموناس فلورسنت ۷۹، (B3): سویه سودوموناس پوتیدا ۱۰۸، (B4): سویه سودوموناس پوتیدا ۱۵۹، (B5): سویه بدون باکتری (شاهد)، (A1) رقم سینگل گراس ۷۰۴ ، (A2): رقم بولسون، در هر ردیف اعداد دارای حروف غیر مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری دارند ($P < ۰/۰۱$).

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.133]

Downloaded from jcpp.iut.ac.ir at 0:50 IRST on Friday September 22nd 2017

کیفیت مهم می‌باشد. باکتری‌ها نیز به‌دلیل افزایش رشد و تعداد برگ باعث کاهش درصد دیواره سلولی می‌گردند. بدین ترتیب عدم مصرف باکتری و رقم ۷۰۴ به دلیل داشتن تعداد برگ کمتر درصد دیواره سلولی بیشتری دارند. هیبرید بولسون بدون تلقیح با باکتری به‌دلیل نبود حضور باکتری برای بالا بردن تعداد برگ‌های بوته نیز درصد دیواره سلولی بالایی دارد.

درصد دیواره سلولی منهای همی‌سلولز ساقه

نتایج به دست آمده نشان داد که اثرات متقابل هیبرید و باکتری تأثیر معنی‌داری بر درصد دیواره سلولی منهای همی سلولز ساقه داشت (جدول ۵). مقایسه میانگین اثرات اصلی نشان داد که هیبرید ۷۰۴ از نظر درصد دیواره سلولی منهای همی سلولز با میانگین ۳۷/۰۷ درصد بر هیبرید بولسون با میانگین ۳۰/۵۲۰ درصد برتری داشت. تیمار شاهد با داشتن ۳۹/۰۱۵ درصد دیواره سلولی منهای همی سلولز در ساقه و باکتری فلورسنت ۱۶۹ با داشتن ۳۰/۸۱۰ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین درصد دیواره سلولی منهای همی‌سلولز را دارا بودند (جدول ۶). نتایج مقایسه اثرات متقابل نشان داد که بیشترین درصد دیوارهٔ سلولی در هیبرید ۷۰۴ بدون تلقیح با میانگین ۳۹/۸۰ درصد و کمترین درصد دیواره سلولی منهای همی سلولز مربوط به هیبرید بولسون تلقیح شده با باکتری فلورسنت ۱۶۹ با میانگین ۲۴/۲۶ درصد می‌باشد (جدول ۷). عدم حضور باکتری‌ها باعث بالا رفتن درصد دیواره سلولی می‌شوند.

درصد دیواره سلولی منهای همی‌سلولز بلال

با توجه به نتایج تجزیه واریانس، اثرات متقابل هیبرید و باکتری تأثیر معنی‌داری بر درصد دیواره سلولی منهای همی‌سلولز بلال داشتند (جدول ۵). مقایسه میانگین اثرات اصلی نشان داد که درصد دیواره سلولی منهای همی‌سلولز بلال، هیبرید ۷۰۴ (۳۷/۶۳ درصد) نسبت به هیبرید بولسون برتری داشت. تیمار شاهد با دارا بودن ۳۶/۲۷ درصد و باکتری پوتیدا ۱۵۹ با داشتن ۳۳/۴۲ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین درصد دیواره سلولی منهای همی‌سلولز بلال را به‌خود اختصاص دادند (جدول ۶). نتایج مقایسه اثرات متقابل نشان داد که هیبرید ۷۰۴ بدون تلقیح با باکتری ۳۹/۱۳ بیشترین درصد دیواره سلولی منهای همی‌سلولز و هیبرید بولسون تلقیح شده با باکتری فلورسنت ۷۹ با میانگین ۳۱/۸۰ کمترین درصد دیواره سلولی منهای همی‌سلولز بلال را دارا بودند (جدول ۷).

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، کاربرد سویه‌های مناسب و مؤثر باکتری‌های محرک رشد گیاه می‌تواند در افزایش تولید و کیفیت علوفه سیلویی هیبریدهای ذرت مورد بررسی تحت شرایط اجرای این آزمایش بسیار مؤثر باشد.

منابع مورد استفاده

1. Allen, M. F., W. Q. Swenson, J. I. uerejeta, L. M. Egerton-Warburton and K. K. Treasurer. 2003. Ecology of mycorhea: a conceptual framework for complex interactions among plants and fungi. *Annual Review of Psychology* 41: 271- 303.
2. Annichiarico. P. 1995. Analysis of genotype environment interaction for maize hybrids. *Journal of Genetics and Breeding* 56: 3-8.
3. Antoun, H. and J. kloepper. 2001. Plant Growth Promotion Rhizobacteria. Academic Press, USA.
4. Asghar, H. N., Z. A. Zaeir and M. Arched. 2004. Screening rhino bacteria for improving the growth, yield and oil content of canola (*Brassica napus*). *Iran Agricultural Research* 55: 187- 194. (In Farsi).
5. Chabot, R., H. Antoun and M. P. Cescas. 1993. Stimulation of the growth of maize and lettuce by inorganic phosphorus solubilizing micro-organisms. *Microbiology* 39: 941-947.
6. Coleman, S. E. and J. E. Moore. 2003. Feed quality and animal performance. *Field Crops Research* 84: 17- 29.
7. Foruzesh, P., M. Valizadeh, R. Choogan and D. Hasan panah. 1998. Correlation between functionality and yield components in maize hybrids fantastic and very early analysis of causality. MSc. Thesis, Islamic Azad University, Ardebil. (In Farsi).
8. Gholami, A. 2000. Effect of Maycorrhizal fungi on the growth and yield of maize in the region shahrood. MSc.

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.133]

Downloaded from jcpp.iut.ac.ir at 0:50 IRST on Friday September 22nd 2017

Thesis, Tarbiat Modarres University, Tehran. (In Farsi)

9. Glick, B. R., L. Chagping, S. Ghosh and E. Du. Mbroff. 1997. Early development of canola seed lines in the presence of the plant growth promoting rhizobacterium pseudomonas putida GR12-2. *Soil Biology and Biochemistry* 24(8): 1233-1239.
10. Hamidi, A., A. Ghalavand, M. Dehghanshoar, M. J. Malakooti, A. Asgharzadeh and R. Chokan. 2006. Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield of forage maize. *Pajouhesh and Sazandegi* 70(1):16-22. (In Farsi).
11. Hernandez, A. N., A. Hernandez and M. Heydrich. 1995. Selection of rhizobacter for use in miaze cultivation. *Cultivos Topicales* 6: 5-8.
12. Jafari, A., V. Connolly, A. Frolich and E. K. Walsh. 2003. A note on estimation of uality in perennial ryegrass by near infrared spectroscopy. *Irish Journal of Agricultural and Food Research* 42:293-299.
13. Kephart, K. D., D. R. Buxton and R. R. Hill. 1989. Morphology of alfalfa divergently selected for herbage lignin concentration. *Crop Science* 29: 293-296.
14. Khavazi, K., H. Asadi Rahmani, M. J. Malakuti. 2005. Necessary for Industrial Production of Biological Fertilizers. Sana, Tehran. (In Farsi).
15. Leoni, L., C. Ambrosia, A. Petrucca and P. Visca. 2002. Transcriptional regulation of pseudo actin synthesis in the plant growth promoting pseudomonas B10. *FEMS Microbiology Letter*s 208: 219- 225.
16. Ma, B. L., K. D. Subedi, D. W. Stewart and L. M. Dwyer. 2006. Dry matter accumulation and silage moisture changes after silking in leafy and dualpurpose corn hybrids. *Agronomy Journal* 98:922-929.
17. Malakooti, M. J., M. Homaii. 2004. Fertility Arid Areas (Problems and Solutions). Second Edition. Tarbiat Modares University, Tehran. (In Farsi).
18. Martinez – Toledo, M. V., T. de Ia Rubia, J. Moreno and J. Gonzalez- Lopez. 1988. Root exudates of zea mays and production of axons, gibberellins and cy tokenism by Azotobacte rchroococc um . *Plant and Soil* 110: 149-152.
19. Murphy, W. M., J. Wetch and R. Palmer. 1996. Digestibility of silage made fram corn intercropped white soybean. *Dairy Science* 67:1532-1534.
20. Reid, R. L., Jung, G. A. and W. V. Thayne. 1988. Relationships between nutritive quality and fiber components of cool season forages: A retrospective study. *FEMS Microbiology Letter*s 66: 1275-1291
21. Rezvani moghadam, P. 1991. Effect of Nitrogen on the nutritive value, yield and growth characteristics of four cultivars of forage sorghum. MSc. Thesis, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad. (In Farsi).
22. Rohitashav-Singh Sood, B. K., V. K. Sharma and R. Singh. 1993. Response of forage maize (*Zea mays* L.) to azoth obacter inoculation and nitrogen. *Indian Journal of Agronomy* 38: 555- 558.
23. Sangoi, L. 2000. Understanding plant density effects on maize growth and development and important issue maximize, Grain yield. *Ciencia Rural* 31: 159-168.
24. Sheperd, A. C. and L. Kung. 1996. Effect of an anzyme additive on composition of corn silage ensiled at various stage of maturity. *Dairy Science* 79:1767-1773.
25. Wilman, D. and P. Resaving Moghaddam. 1998. In vitro digestibility and neutral detergent fiber and lignin contents of plant parts of nine forage species. *The Journal of Agricultural Science* 131: 51 – 58.2.
26. Zahir, A. Z., M. Arched and W. F. Franken berger. 2004. Plant growth promoting rhizobacteria: applications and perspectives in agriculture. *Advances in Agronomy* 81: 97- 168.
27. Zahir, A. Z., M. Arched and A. Khalid. 1998. Improving maize yield by inoculation with plant growth promoting rhizobacteria. *Soil Science* 15: 7- 11.

Journal of Crop Production and Processing, Vol. 6, No. 21, Fall 2016, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.133]

Downloaded from jcpp.iut.ac.ir at 0:50 IRST on Friday September 22nd 2017

Effect of Plant Growth-Promoting Bacteria on Quantitative and Qualitative Yield of Forage Maize

R. Abasi[1*], S. A. Siadat[2], A. Bakhshandeh[2] and S. Y. Mosavi[3]

(Received: May 18-2014; Accepted: June 24-2014)

Abstract

This research was conducted to investigate the effect of growth-promoting bacteria on yield and some traits of maize. This experiment was performed as a factorial randomized complete block design with three replications at research farm of Islamic Azad University, Izeh branch, Iran. The experimental factors included four strains of plant growth-promoting bacteria: *Pseudomonas fluorescent* 169 (B1), *Pseudomonas fluorescent* 79 (B2), *Pseudomonas putida* 108 (B3), *Pseudomonas putida* 159 (B4) and without bacteria (control, B5) and two corn varieties namely sc 704 (A1) and Bolson (A2). Before planting corn seeds were soaked with liquid inoculation. Plant height, number of leaves per plant and ear, forage yield, dry matter and dry matter digestibility of leaf, stem and ear, crude protein and cell wall without hemicellulose in the leaf, stem and ear were evaluated. Analysis of variances showed that the effects of varieties, bacteria and their interaction on all traits were significant. Plant height, number of leaves per plant and ear, forage yield, dry matter and stem dry matter digestibility were higher in Bolson. Moreover, dry matter digestibility of leaf and ear, crude protein and cell wall without hemicellulose in the leaf, stem and ear of sc 704 were greater, compared to hybrid Bolson. Plant height, number of leaves per plant and ear, forage yield, dry matter and dry matter digestibility of stem and ear were greater in at the presence of *fluorescent* strains than those of *putida* strains. The results revealed that bacterial inoculation enhances the grain yield, yield components and quality of forage maize. Bolson seemed potent to outperform sc 704, though this proposition needs further examination in future field trials.

Keywords: Maize, Growth-promoting bacteria, Dry matter digestibility, Yield

1, 2. Graduated MSc. Student and Professors, Department of Agronomy, College of Agriculture, Ramin Agriculture and Natural University, Ahvaz, Iran.
3. PhD in Agronomy, Jahad Agricultural Organization of Khuzestan, Ahvaz, Iran.
*. Corresponding Author, Email: Abasiroghayeh@yahoo.com