نشریه پژوهش‌های اکوفیزیولوژی گیاهی ایران، شماره پیاپی ۳۴، سال نهم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۳ / صفحات: ۸۱-۷۲

اثر کودهای زیستی بر برخی صفات کیفی علوفه ارزن مرواریدی (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.)

آسیه سیاهمرگویی*[۱]، محمدرضا راثی سرای[۲] و محمد یوسف ناصری[۳]

[۱] استادیار، گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان

[۲] دانشجوی کارشناس ارشد، گروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان، گرگان

[۳] استادیار، گروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان، گرگان

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۰/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۳/۲/۲۸

چکیده

کودهای زیستی به عنوان جایگزین و در اکثر موارد به‌عنوان مکمل کودهای شیمیایی می‌توانند سبب بهبود رشد و فرایندهای فیزیولوژیکی گیاهان گردند. همچنین به‌عنوان یکی از طبیعی ترین روش‌ها به‌منظور زنده و فعال نگه داشتن سیستم حیاتی خاک مطرح می‌باشند. در این رابطه جهت تعیین مناسب‌ترین کود زیستی بر برخی صفات کیفی علوفه ارزن مرواریدی آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۰ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دانشگاه آزاد سلامی واحد گرگان انجام گرفت. در این تحقیق تغییرات برخی خصوصیات کیفی ارزن در مقابل چهار نوع کود زیستی شامل نیتروکسین، بارور ۲، سوپرنیتروپلاس و شاهد (بدون مصرف کود) مورد بررسی قرار گرفت. بهترین روند تغییرات شاخص‌های رشد، در تیمار کود زیستی بارور ۲ مشاهده شد. نتایج نشان داد که بالاترین میزان کلسیم و فسفر به تیمار کود زیستی بارور ۲ تعلق داشت. تیمار کودی نیتروکسین نیز کمترین فیبر را تولید کرد. همچنین بیشترین مقدار پروتئین خام نیز در تیمار کودی بارو ۲ و نیتروکسین و کمترین آن در شاهد مشاهده شد. نتایج این تحقیق نشان داد که در بین تیمارهای مختلف، استفاده از کود زیستی بارور ۲ اثر قابل توجهی بر شاخص‌های رشد، محتوی ترکیبات آلی و معدنی ارزن مروارید داشت.

واژگان کلیدی: ارزن مرواریدی پروتئین، فسفر، کلسیم، کود زیستی

مقدمه

کودهای آلی (زیستی) به‌عنوان جایگزین طبیعی کودهای شیمیایی، نقش مثبت و غیرقابل انکاری در مدیریت پایدار خاک و در نهایت پایداری کل سیستم دارند (Given et al., 2002; Kennedy et al., 2004). نتایج بررسی‌ها نشان داده است که کود آلی سبب بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک شده و کمیت و کیفیت محصول را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Arun, 2002). فراهم سازی شرایط لازم برای استفاده بیشتر از فرآیندهای طبیعی مانند تثبیت بیولوژیکی نیتروژن یکی از راه کارهای تولید بهینه محصول و مهم‌تر از آن حفظ سلامت محیط است که امروزه در کشورهای مختلف به طور جدی دنبال می شود. یکی از شیوه‌های بیولوژیکی برای افزایش تولید در

*نویسنده مسئول: siahmargue@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

کشاورزی استفاده بالقوه از میکروارگانیسم‌های مفید خاک است (Cakmakci et al., 2007).

کودهای بیولوژیک منحصرا به مواد آلی حاصل از کودهای دامی، اضافات گیاهی و غیره اطلاق نمی‌شود بلکه تولیدات حاصل از فعالیت میکروارگانیسم‌هایی که در ارتباط با تثبیت نیتروژن و یا فراهمی فسفر و سایر عناصر غذایی در خاک را نیز شامل می‌شوند (Kennedy et al., 2004). از این میکروارگانیسم‌ها می‌توان به ازتوباکتر و آزوسپریلیوم، سودوموناس و باسیلوس اشاره کرد که نقش مهمی در ترشح هورمون‌های گیاهی دارند (Zahir et al., 2004). Vessey (۲۰۰۳) اظهار داشت که بهبود رشد گیاه در نتیجه تلقیح با ازتوباکتر و آزوسپریلیوم فقط به‌خاطر تثبیت نیتروژن نیست بلکه به‌دلیل سنتز هورمون‌های تحریک کننده رشد از قبیل سیتوکنین، اسیدجیبرلیک، اکسین، اسیدهای آمینه و ویتامین‌های گروه B می‌باشد. حاجی‌بلند و همکاران (۱۳۸۳) گزارش کردند که تلقیح گندم با ازتوباکتر، در مقایسه با کاربرد کود نیتروژن و ازتوباکتر و شاهد، غلظت نیتروژن در اندام هوایی و ریشه گیاه را افزایش داد. Bi و همکارن (۲۰۰۳) گزارش کردند که تلقیح شبدر قرمز با مایکوریزا به دلیل افزایش جذب فسفر و روی، باعث افزایش بیوماس گیاه شد. اردکانی و همکاران (۱۳۷۹) افزایش جذب آهن، منیزیم، روی، مس، نیتروژن، فسفر و پتاسیم را به ترتیب ۱۶، ۲۰، ۱۸، ۲۱، ۱۷، ۱۴ و ۲۰درصد در اثر تلقیح با باکتری آزوسپریلیوم گزارش کرده و بیان داشتند که این باکتری از طریق افزایش توسعه سیستم ریشه‌ای گندم سبب این تغییرات می‌شود.

ارزن‌ها گروه‌ای از غلات دانه ریز متعلق به خانواده گرامینه هستند که به‌منظور تامین غذا و علوفه در تمام دنیا کشت می‌شوند و مهمترین گونه‌های آن ارزن مرواریدی، دم روباهی، معمولی و انگشتی می‌باشد (Crawford and Ahlee, 2003). رشد سریع، مقاومت نسبی بالا به خشکی و شوری، درصد بالای پروتئین، پربرگی و خوش‌خوراکی، عدم وجود اسیدپروسیک همگی باعث شده است که ارزن به صورت گیاه علوفه‌ای ایده‌آلی محسوب شود (ناخدا و همکاران، ۱۳۷۹).

کیفیت علوفه به معنی آن قسمت از علوفه است که به‌وسیله دام مصرف می‌شود. شاخص‌های تعیین کیفیت علوفه شامل دیواره سلولی بدون همی سلولز، الیاف خام، ازت خام، پروتئین خام و انرژی خام است (ارزانی، ۱۳۷۸). نتایج تحقیقات نشان داده است که فاکتورهای فوق تحت تاثیر عوامل متعددی از جمله مدیریت زراعی و کودی قرار می گیرند. Mehrvarz و Chaichi (۲۰۰۸) گزارش کردند که کاربرد باکتری‌های حل کننده فسفات و قارچ مایکوریزا به‌صورت منفرد و تلفیقی می‌تواند باعث افزایش درصد خاکستر و کاهش سرعت جذب خالص علوفه گیاه جو شود. کشاورز افشار و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی تاثیر آبیاری و منبع تامین فسفر بر کیفیت علوفه شاخساره شلغم علوفه‌ای دریافتند که بالاترین مقدار ماده خشک قابل هضم، درصد پروتئین خام و کربوهیدرات محلول در آب در تیمار کود تلفیقی ۵۰ درصد کود شیمیایی فسفر+ کود زیستی فسفره بدست آمد. قاسمی و همکاران (۱۳۸۱) اثر کودهای دامی و شیمیایی را بر کیفیت علوفه ذرت علوفه‌ای بررسی کردند و اظهار داشتند که بیشترین درصد خاکستر در تیمار کود دامی مشاهده شد.

لذا با توجه به مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی، همچنین نظر به اهمیت ارزن مرواریدی به‌عنوان یک گیاه فراموش شده و نیز عدم وجود اطلاعاتی مستند و جامع در خصوص واکنش‌های رشدی این گیاه به کودهای زیستی در تقابل با تنظیم تراکم، این مطالعه با هدف ارزیابی اثر تراکم بوته و مصرف کودهای

Archive of SID

www.SID.ir

زیستی بر برخی صفات کیفی علوفه ارزن مرواریدی اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی گرگان واقع در شمال گرگان (با طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۲۳ دقیقه طول شرقی و ۳۶ عرض جغرافیایی درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع ۳۰ متر از سطح دریا) به اجرا درآمد. قبل از انجام آزمایشات مزرعه‌ای، به منظور تعیین خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک، نمونه‌برداری از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک انجام گرفت. خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش در جدول (۱) نشان داده شده است.

جدول ۱: خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک قطعه آزمایش قبل از کاشت

بافت خاک	پتاسیم (ppm)	فسفر (ppm)	نیتروژن (درصد)	Ec (دسی زیمنس بر متر)	pH
سیلتی-رسی-لومی	۱۹۰	٦/۱	۰/۱۳	۱/٦	۷/۸

آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. تیمار مورد بررسی شامل کود زیستی در چهار سطح (نیتروکسین، کود زیستی فسفاته بارور۲، سوپر نیتروپلاس و شاهد) در نظر گرفته شد. کودهای زیستی فوق الذکر هر کدام به مقدار ۵۰ گرم از هر مایه تلقیحی برای ۲۰۰ گرم بذر به ازای هر تیمار به کار برده شد. برای اختلاط و تلقیح بذور با نیتروکسین و سوپرنیتروپلاس ابتدا بذور مورد نظر را روی پلاستیک تمیز پهن کرده، سپس مقدار مناسب کود بیولوژیک را تدریجا روی بذرها پاشیده و با بهم زدن بذور نسبت به اختلاط کود زیستی و بذور اقدام گردید. پس از اختلاط کامل، بذرهای تلقیح شده را در سایه پهن کرده و پس از خشک شدن آن‌ها، بذور آماده کشت گردید. در مورد کود زیستی فسفاته بارور۲، ابتدا کود را در مقدار معینی از آب به خوبی حل نموده، سپس محلول غلیظ را با پارچه صاف کرده و در داخل یک سم پاش دستی حل و بقیه مراحل همانند دو کود زیستی دیگر انجام گردید. تلقیح بذور ارزن مرواریدی با کودهای زیستی در شرایط تاریکی، سایه و قبل از کاشت انجام شد.

بذور ارزن مرواریدی رقم پنیستوم که از موسسه تحقیقات و اصلاح نژاد کرج تهیه گردیده بود با فاصله کم، روی ٦ ردیف پنج متری و فاصله بین ردیف ٤٥ سانتی‌متر در ۲۵ خردادماه کشت شدند. گیاهان در مرحله ٦-٤ برگی برای رسیدن به تراکم مورد نظر (۳۰ و ٤٥ بوته در مترمربع) تنک شدند. اولین آبیاری قبل از کاشت و آبیاری‌های بعدی در مراحل پنجه‌زنی، ساقه‌رفتن و گلدهی انجام شد. به‌منظور انجام آنالیزهای رشد و تعیین شاخص‌های فیزیولوژیک، نمونه‌برداری در طول فصل رشد به تعداد ۷ بار (۳۲ روز پس از کاشت هر هفته یک بار) انجام شد.

برای به‌دست آوردن سرعت جذب خالص و سرعت رشد نسبی از فرمول‌های زیر استفاده گردید.

NAR: سرعت جذب خالص $NAR=CGR/LAI$

RGR: سرعت رشد نسبی $RGR=CGR/TDM$

CGR: سرعت رشد محصول

$$CGR=W2-W1/SA(t2-t1)$$

به‌منظور سنجش پارامترهای موردنظر، علوفه زمانی که خوشه‌ها در مرحله شیری خمیری بودند، با حذف حاشیه، دو خط وسط برداشت و پس از مشخص کردن وزن تر و خشک، نمونه‌ها را خرد و پس از آسیاب کردن در پاکت‌های در بسته ریخته و جهت تعیین تجزیه کیفی (اندازه‌گیری ماده خشک،

Archive of SID
www.SID.ir

خاکستر، پروتئین خام، دیواره سلولی بدون همی سلولز، کلسیم و فسفر) به آزمایشگاه منتقل گردیدند.

سنجش پروتئین خام: اندازه‌گیری پروتئین خام با استفاده از روش کجلدال به شرح زیر انجام شد. برای محاسبه ازت خام نمونه‌ها، ابتدا ۰/۵گرم از نمونه خشک و آسیاب شده در داخل شیشه‌های میکروهضم که تا حرارت ۸۰۰ درجه سانتی‌گراد را تحمل می‌کند ریخته و مقدار ۸-۱۰ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک غلیظ به آن اضافه شد. سپس یک قرص کاتالیزور که حاوی اکسید سلنیم و سولفات پتاسیم و سولفات مس بود افزوده و سپس در ٤۰۰ درجه سانتی‌گراد آن را هضم و سپس با استفاده از دستگاه کجلدال عدد مربوط به آن قرائت گردید. عدد نشان داده شده معرف ازت خام بوده و با ضرب آن در عدد ٦/۲۵ میزان پروتئین خام آن محاسبه گردید (Barber et al., 1991).

تعیین دیواره سلولی بدون همی سلولز: به‌منظور تعیین دیواره سلولی بدون همی سلولز مقدار ۰/۳ گرم نمونه خشک و آسیاب شده را در دستگاه فیبریتیک اتوماتیک قرار داده، سپس نمونه در خشک کن گذاشته و اختلاف وزن اولیه و ثانویه محاسبه شد (وزن ثانویه از روی سوخته شدن نمونه در کوره به‌دست آورده می شود). بعد اختلاف وزن اولیه و ثانویه را بر وزن کل نمونه تقسیم کرده تا درصد الیاف آن به‌دست آید. الیاف خام در دو مرحله اسیدی و قلیایی هضم می شود ولی دیواره سلولی بدون همی سلولز فقط از طریق یک محلول برومایت هضم می‌شود (Van Soest et al., 1991).

سنجش کلسیم و فسفر: برای تعیین کلسیم و فسفر مقدار ۰/۲-۰/۱ گرم نمونه ماده خشک آسیاب شده وزن و داخل بشر ریخته و به آن مقدار ۲۵ سانتی‌متر مکعب اسیدنیتریک و ۵ سانتی‌متر مکعب اسید پر کلریک اضافه شد و روی اجاق هات پلت رسوب‌گیری شد. سپس به آن مقدار ۵ سانتی‌متر مکعب اسید کلریدریک غلیظ و ۰/۱ نرمال افزوده و بعد اضافه کردن آب مقطر محلول حاصل از کاغذ صافی عبور داده شد. سپس با استفاده از دستگاه‌های جذب اتمی و اسپکتوفتومتر به‌ترتیب مقدار کلسیم (امامی، ۱۳۷۵) و فسفر (Black, 1982) قرائت شد.

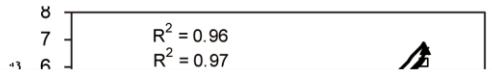
برای تجزیه آماری داده‌های آزمایش و رسم نمودارها، از نرم‌افزار SAS (سلطانی، ۱۳۹۱) و EXCEL استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد و بر اساس آزمون LSD انجام گردید.

نتایج

تغییرات شاخص سطح برگ در پاسخ به کودهای بیولوژیک در طول فصل رشد برای تمامی تیمارها روند مشابهی داشته و دارای دو مرحله بود. مرحله اول که در آن سرعت تغییرات کند و به آرامی بوده و از زمان کشت تا حدود ٤۲ روز پس از کشت ادامه داشت. روند تغییرات پس از این مرحله نشان داد سطح برگ تا ۸۰ روز بعد از کشت به‌طور خطی افزایش یافت. به‌طوری‌که حداکثر شاخص برگ در ۸۰ روز پس از کشت همزمان با مرحله گلدهی تا شروع دانه‌بندی به‌دست آمد. به‌طوری‌که از تیمار کودی سوپرنیتروپلاس در ۸۰ روز پس از کشت سطح برگی معادل ٦/۵۹ به‌دست آمد و تیمارهای کودی بارور۲ و نیتروکسین سطح برگی معادل به‌ترتیب، ٦/۵۷ و ٦/۰۷ ایجاد کردند که تفاوت زیادی با تیمار سوپرنیتروپلاس نداشتند.

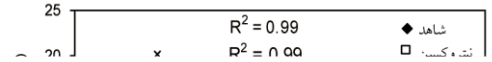
Archive of SID

www.SID.ir



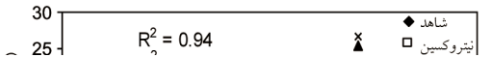
شکل ۱: اثر کودهای بیولوژیک بر شاخص سطح برگ ارزن مرواریدی در طی زمان

با توجه به شکل (۲) بیشترین و کمترین میزان سرعت جذب خالص (در ۳٤ روز پس از سبز شدن) به ترتیب در تیمار کودی بارور۲ معادل ۲۰/۰۸ گرم در متر مربع در روز و شاهد معادل ۱۲/۸٤ گرم در مترمربع در روز بود. همچنین سرعت جذب خالص در تیمارهای کودی سوپرنیتروپلاس و نیتروکسین به‌ترتیب ۱۷/۸٤ و ۱۵/۹۵ گرم در متر مربع در روز بود.



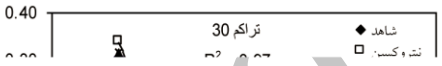
شکل ۲: اثر کودهای بیولوژیک بر سرعت جذب خالص ارزن مرواریدی در طی زمان

تغییرات سرعت رشد محصول در پاسخ به کودهای بیولوژیک در طول فصل رشد برای تمامی تیمارها از روند نسبتاً یکسانی پیروی کرد، بدین صورت که سرعت رشد محصول با گذشت زمان افزایش یافته و پس از رسیدن به مقدار حداکثر خود روند کاهشی پیدا کرد. همانطوری‌که در شکل ۳ دیده می‌شود حداکثر سرعت رشد محصول در ۷۰ روز پس از سبز شدن از تیمار کودی بارور۲ معادل ۲٦/۷٦ گرم بر مترمربع در روز بود که نسبت به شاهد (۱٦/۸۳ گرم بر مترمربع در روز) ۳۷ درصد برتری داشت. همچنین سرعت رشد محصول در تیمارهای کودی سوپرنیتروپلاس و نیتروکسین به‌ترتیب ۲۵/٤۰ و ۲۱/٤۳ گرم بر مترمربع در روز بود (شکل ۳).



شکل ۳: اثر کودهای بیولوژیک بر سرعت رشد محصول ارزن مرواریدی در طی زمان

حداکثر سرعت رشد نسبی در ۳٤ روز پس از سبز شدن از تیمار کودی بارور۲ معادل ۰/۲۹۸ گرم بر گرم در روز به‌دست آمد که نسبت به شاهد (۰/۲۲٦ گرم بر گرم در روز) ۲٤ درصد افزایش داشت. همچنین سرعت رشد نسبی در تیمارهای کودی سوپرنیتروپلاس و نیتروکسین به‌ترتیب ۰/۲٦۸ و ۰/۲۷۳ گرم بر گرم در روز بود (شکل ٤).



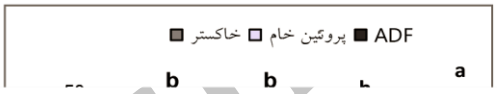
شکل ٤: اثر کودهای بیولوژیک بر سرعت رشد نسبی ارزن مرواریدی در طی زمان.

نتایج تجزیه ترکیبات شیمیایی نشان داد که اثر کود بر درصد دیواره سلولی بدون همی سلولز (ADF)[1]، پروتئین خام و خاکستر از نظر آماری معنی‌دار بود. همان‌طوری که در شکل (۵) مشاهده

1- Acid detergent fiber

Archive of SID
www.SID.ir

می‌شود تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری از نظر مقدار دیواره سلولی بدون همی سلولز با تیمارهای کودی مختلف داشت. با توجه به شکل فوق، تیمار کودی نیتروکسین کمترین فیبر و بیشترین خاکستر (۱۱/٤۷ درصد) را تولید کرد که نسبت به شاهد، ۲۵/۸ درصد از نظر خاکستر برتری نشان داد. اگرچه این تیمار با تیمار کود زیستی بارور۲ (۱۱/۳٦ درصد) اختلاف معنی‌داری نداشت. در ضمن مقدار پروتئین خام نیز در تیمار کودی بارو ۲ و نیتروکسین و کمترین آن در شاهد مشاهده شد.



شکل ۵: اثر تیمارهای مختلف بر خاکستر، پروتئین خام و دیواره سلولی بدون همی سلولز (ADF)

*میانگین‌هایی با حروف مشابه از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد (P≤۰/۰۵).

نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که مقدار کلسیم (۰/۹۸ درصد) و فسفر (۰/۱٦۳ درصد) در تیمار کودی بارور۲ در مقایسه با سایر تیمارهای کودی بالاتر بود (شکل ٦).

شکل ٦: اثر تیمارهای مختلف کود بر کلسیم و فسفر علوفه ارزن مرواریدی

* میانگین‌هایی با حروف مشابه از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد (P≤۰/۰۵).

بحث

روند تغییرات شاخص سطح برگ در تراکم‌های مختلف از مدل نمایی تبعیت کرد. بالا بودن شاخص سطح برگ سبب افزایش میانگین سرعت رشد محصول در دوره رشد گیاه شد که این امر در نهایت منجر به افزایش تولید ماده خشک گردید. بیشترین سطح برگ در تیمار کودی نیتروکسین به‌دست آمد که تفاوت زیادی با تیمارهای کودی بارور ۲ و سوپرنیتروپلاس نداشته ولی نسبت به شاهد برتری داشت. امیری و همکاران (۱۳۸۸) در بررسی اثرات کودهای بیولوژیک بر رشد گیاهچه ارقام مختلف گندم اظهار داشتند که اثر متقابل کودهای بیولوژیک و رقم بر روی سطح برگ این گیاه اثر معنی‌داری داشت. به نظر می‌رسد کود بیولوژیک بیوفسفر با دارا بودن باکتری‌های جنس باسیلوس و سودوموناس باعث بهبود تقسیم سلولی و در نتیجه افزایش سطح برگ گیاه شده بود. استفاده از باکترهای محرک رشد مزایایی نظیر افزایش سطح برگ و افزایش مقاومت به خشکی را نشان دادند (Cakmakci et al., 2007). خرم‌دل و همکاران (۱۳۸۷) در بررسی اثر کاربرد کودهای بیولوژیک بر شاخص‌های رشدی سیاهدانه بیان داشتند که بیشترین و کمترین میزان شاخص سطح برگ در ۸۲ روز پس از سبز شدن به‌ترتیب در تیمار دوگانه میکوریزا + آزوسپیریلوم و شاهد مشاهده شد.

تغییرات سرعت جذب خالص در تمامی تیمارها روند نزولی نسبتاً مشابهی داشت، به‌طوری‌که سرعت آسیمیلاسیون خالص در ابتدای فصل رشد بالا بوده و سپس تا انتهای فصل رشد به دلیل نزدیک شدن به مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی و همچنین پیر شدن برگ‌ها روندی نزولی داشت. بیشترین و کمترین میزان سرعت جذب خالص (در ۳٤ روز پس از سبز شدن) به ترتیب در تیمار کودی بارور۲ معادل ۲۰/۰۸ گرم در متر مربع در روز و شاهد معادل ۱۲/۸٤ گرم در

Archive of SID
www.SID.ir

مترمربع در روز بود. همچنین سرعت جذب خالص در تیمارهای کودی سوپرنیتروپلاس و نیتروکسین به‌ترتیب ۱۷/۸٤ و ۱۵/۹۵ گرم در متر مربع در روز بود. Fulchieri و همکاران (۱۹۹۳) تولید انواع هورمون‌های محرک رشد گیاه نظیر اکسین، اسیدجیبرلیک و اسید ایزوجیبرلیک توسط باکتری آزوسپیریلوم که از جمله باکتری‌های موجود در کود بیولوژیک نیتروکسین می‌باشد را مسئول افزایش قابل ملاحظه رشد و نمو ذرت دانستند. بدین ترتیب چنین به نظر می‌رسد که در این پژوهش نیز احتمالاً، این باکتری‌ها از طریق تولید هورمون‌های محرک رشد، شاخص‌های رشدی ارزن مرواریدی را تحت تاثیر قرار داده که در نتیجه باعث افزایش ویژگی‌های رشدی در تیمارهای کود بیولوژیک نسبت به شاهد شده است. این فرضیه با توجه به این که اکسین موجب تقسیمات سلولی بیشتر و جیبرلین و مشتقات آن، سبب افزایش رشد طولی سلول‌ها به ویژه میانگره‌های ساقه می‌شوند، قابل توجیه می‌گردد. بدین ترتیب چنین به نظر می‌رسد که با توجه به افزایش سرعت رشد گیاه، میزان تجمع ماده خشک و شاخص سطح برگ در ارزن مرواریدی در شرایط تلقیح با باکتری‌های متحرک رشد بهبود یافته است. خرم‌دل و همکاران (۱۳۸۷) در بررسی اثر کاربرد کودهای بیولوژیک بر شاخص‌های رشدی سیاهدانه اظهار داشتند که تغییرات سرعت جذب خالص در تمامی تیمارها روند نزولی نسبتا مشابهی داشته به طوری که بیشترین و کمترین میزان سرعت جذب خالص (در ٦۱ روز پس از سبز شدن) به‌ترتیب در تیمار میکوریزا + آزوسپیریلوم (٤۷/۲ گرم بر متر مربع در روز) و شاهد (۳۹/۷ گرم بر متر مربع در روز) بدست آمد. کوچکی و همکاران (۱۳۸۷) گزارش کردند که کاربرد کودهای زیستی مانند نیتروکسین، سوپرنیتروپلاس و باکتری‌های حل‌کننده فسفات (*Pseudomonas fluorescens*) نقش مفید و موثری در بهبود ویژگی‌های رشد، عملکرد اندام هوایی گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis* L.) داشتند.

شکل سرعت رشد محصول روند تقریبا مشابهی با روند تغییرات سطح برگ داشت. از این رو افزایش سرعت رشد محصول در طول فصل رشد را می‌توان با افزایش سطح برگ، و کاهش سرعت رشد نسبی را به کاهش فتوسنتز خالص و ریزش برگ‌ها نسبت داد (Power et al., 1978). خرم‌دل و همکاران (۱۳۸۷) در بررسی اثر کاربرد کودهای بیولوژیک بر شاخص‌های رشدی سیاهدانه اظهار داشتند که تغییرات سرعت رشد نسبی در پاسخ به کودهای بیولوژیک در طول فصل رشد برای تمامی تیمارها از روند نسبتا یکسانی پیروی کرد، بدین‌صورت که سرعت رشد محصول با گذشت زمان افزایش یافته و پس از رسیدن به مقدار حداکثر خود (در ۸۲ روز پس از سبز شدن) روند کاهشی پیدا کرده و در انتهای فصل رشد به‌دلیل زرد شدن و ریزش برگ‌ها منفی شد. بیشترین و کمترین میزان سرعت رشد نسبی در ۸۲ روز پس از سبز شدن، به‌ترتیب در تیمار آزوسپیریلوم و میکوریزا برابر با ۱٤/۵ گرم بر مترمربع در روز و شاهد برابر با ۵/۸ گرم بر مترمربع در روز مشاهده شد.

تغییرات سرعت رشد نسبی در پاسخ به کودهای بیولوژیک در طول فصل رشد برای تمامی تیمارها از روند نسبتاً یکسانی پیروی کرد، بدین‌صورت که سرعت رشد نسبی با گذشت زمان با افزایش سن گیاه نسبت بافت‌های ساختمانی به بافت‌های فعال متابولیکی افزایش یافت و چون بافت‌های ساختمانی نقشی در رشد ندارند، به مرور سرعت رشد نسبی گیاه یک روند نزولی را طی خواهد کرد. هر چند در سایه قرار گرفتن برگ‌های پایین‌تر جامعه گیاهی تا اندازه‌ای باعث کاهش رشد نسبی می‌شود. بدیهی است که وجود باکتری‌های آزادزی تثبیت‌کننده نیتروژن،

Archive of SID

www.SID.ir

حل‌کننده فسفات و غیره به‌صورت مکمل در خاک برای کیفیت پروتئین، افزایش و کارایی جذب عناصر غذایی بوسیله گیاه موثر است. محققین بسیاری از جمله Barea و همکاران (۲۰۰۵)؛ Kennedy و همکاران (۲۰۰٤) و Rai (۲۰۰٦) به نقش مثبت ریزوباکتری‌های تحریک‌کننده رشد گیاه، بر رشد و نمو گیاهان اشاره کرده‌اند و آنرا به ترشح هورمون‌های گیاهی، تولید و آزادسازی انواع اسیدهای آلی در خاک، تثبیت نیتروژن و در نهایت بر همکنش مثبت بین آنها و سایر ریز موجودات خاک نسبت داده‌اند.

به‌دلیل افزایش سطح جذب مواد غذایی در تیمارهایی که کود زیستی در آنها استفاده شده بود، میزان پروتئین افزایش یافت که با نتایج اردکانی و همکاران (۱۳۸۵) بر روی سویا هماهنگی دارد. همچنین باکتری‌های موجود در کود زیستی علاوه بر تثبیت ازت هوا و متعادل کردن جذب عناصر اصلی پر مصرف و ریز مغذی مورد نیاز گیاه با سنتز و ترشح مواد محرک رشد گیاه نظیر انواع هورمون‌های تنظیم، ترشح اسیدهای آمینه مختلف و غیره موجب رشد و توسعه ریشه و قسمت‌های هوایی گیاهان گردیده و با حفاظت ریشه گیاهان از حمله عوامل بیماری‌زای خاکزی موجب افزایش محصول در هکتار با کیفیت برتر می‌گردد.

در طبیعت گروهی از باکتری‌های حل‌کننده فسفات وجود دارند که با رهاسازی تدریجی یون فسفات، نیاز به کودهای فسفاته شیمیایی را کاسته و کارایی آنها را بالا می‌برند. این میکروارگانیسم‌ها با استقرار در منطقه ریزوسفر، از ترشحات ریشه استفاده نموده و با تغییر اسیدیته و یا ترشح آنزیم‌ها، شرایط را برای تبدیل فسفر نامحلول به شکل قابل استفاده گیاه فراهم می‌سازند. یکی از سازوکارهای تبدیل فسفات به شکل معدنی و محلول، ترشح اسیدهای آلی مانند اسیداستیک، اسید پروپیونیک، اسیدلاکتیک، اسیدگلیکولیک، اسیدفوماریک و اسیدسوکسینیک است. نقش این اسیدها، کاهش اسیدیته به صورت موضعی است که تجزیه پیوند موجود در ساختار ترکیبات فسفاته را در پی دارد. سازوکار دیگر، ترشح آنزیم‌های فسفاتاز توسط میکروارگانیسم‌ها و تجزیه ترکیبات فسفاته آلی و حتی معدنی است. کود بارور۲ حاوی دو نوع باکتری حل‌کننده فسفات از گونه‌های باسیلوس لوتئوس (P5) و سودوموناس پوتیدا (سویه P13) می‌باشد که به‌ترتیب با استفاده از دو سازوکار ترشح اسیدهای آلی و اسیدفسفاتاز باعث تجزیه ترکیبات فسفره نامحلول و در نتیجه قابل جذب شدن آن برای گیاه می‌گردند و با توجه به اثر متقابل فسفر بر جذب و انتقال عناصر کم مصرف همچون روی و آهن، دارای اثرات مثبتی بر رشد ریشه‌ها، پنجه‌زنی، مقاومت گیاه به سرمای زمستانه، خوابیدگی، زودرسی، افزایش جذب نیتروژن، مقاومت نسبت به بیماری‌ها و کنترل‌کننده تاثیر منفی نیتروژن اضافی می‌باشد (سایت زیست فناوری سبز، ۱۳۹۰). بنابراین، به نظر می‌رسد که تلقیح بذر ارزن مرواریدی با کود زیستی بارور۲ و تنظیم تراکم تا ٤٥ بوته در متر مربع علاوه بر تولید هورمون‌های محرک رشد، باعث توسعه سطح فعال سیستم ریشه‌ای و افزایش دسترسی گیاه به عناصر غذایی شده که در نهایت عملکرد کمی و کیفی ارزن مرواریدی را افزایش داده است.

نتیجه‌گیری نهایی

در نهایت با تفسیر نتایج حاصل از این پژوهش مشخص شد که کودهای بیولوژیک بر رشد گیاهان زراعی از جمله ارزن مرواریدی دارای اثر مثبت است. بر این اساس کاربرد کودهای بیولوژیک مناسب، می‌تواند در افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاه ارزن مرواریدی موثر بوده و با تهیه بستر مناسب کشت، کاشت به موقع محصول، تلقیح درست بذور قبل از

Archive of SID

www.SID.ir

کاشت، کاشت با ردیف‌کار برای تراکم مناسب، آبیاری و برداشت به موقع (مرحله شیری، خمیری) می‌توان کیفیت محصول را افزایش داد. همچنین به نظر می‌رسد که تلقیح بذر ارزن مرواریدی با کودهای بیولوژیک مورد آزمون علاوه بر تولید هورمون‌های محرک رشد، باعث توسعه سطح فعال سیستم ریشه‌ای و افزایش دسترسی گیاه به عناصر غذایی شده که در نهایت شاخص‌های رشدی ارزن مرواریدی را افزایش داده است.

منابع

امامی، ع. (۱۳۷۵). روش‌های تجزیه گیاه. نشریه فنی موسسه تحقیقات خاک و آب کشور. انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب کشور، تهران.

زیست فناور سبز. (۱۳۹۰). زراعت گندم آبی و دیم با استفاده از کود زیستی فسفاته بارور۲. (سایت زیست فناور سبز، http://GreenBiotech-co.com).

سلطانی، ا. (۱۳۹۱). کاربرد نرم‌افزار SAS تجزیه‌های آماری (برای رشته‌های کشاورزی). چاپ پنجم. صفحه ۱۸۲.

اردکانی، م.ر.، فرح‌بخش، ا.، ثانی، ب. و خسروی، ه. (۱۳۸۵). بررسی کارایی کودهای بیولوژیک دی‌آزوتروف در زراعت پایدار سویا، نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه تهران.

اردکانی، م.ر.، مظاهری، د.، مجد، ف. و نورمحمدی، ق. (۱۳۷۹). نقش همیاری باکتری آزوسپیریلوم در جذب عناصر غذایی میکرو و ماکرو گندم، ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۱۶-۱۳ شهریور، بابلسر. دانشگاه مازندران.

ارزانی، ح. (۱۳۷۸). مطالعه کیفیت علوفه، گزارش طرح پژوهشی تعیین سیاست‌های اقتصادی و واحدهای اجتماعی پایه مرتع‌داری، دانشکده منابع طبیعی. دانشگاه تهران. صفحه ٤٠.

امیری، م.ب.، رضوانی مقدم، پ.، قربانی، ر.، فلاحی، ج. و فلاح پور، ف. (۱۳۸۸). اثرات کودهای بیولوژیک بر رشد گیاهچه ارقام مختلف گندم (چمران، سایونز و گاسکوژن)، اولین همایش ملی کشاورزی و توسعه پایدار، فرصت‌ها و چالش‌های پیش رو، ۱۹ و ۲۰ اسفند، دانشگاه آزاد اسلامی شیراز.

حاجی‌بلند، ر. علی‌اصغرزاده، ن. و مهرفر، ز. (۱۳۸۳). بررسی اکولوژیکی ازوترباکتر در دو منطقه مرتعی آذربایجان و اثر تلقیح آن روی رشد و تغذیه معدنی گیاه گندم، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد۲. شماره ۸. صفحات ۹۰-۷۵.

خرم‌دل، س.، کوچکی، ع.، نصیری، م. و قربانی، ر. (۱۳۸۷). اثر کاربرد کودهای بیولوژیک بر شاخص‌های رشدی سیاه‌دانه. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. جلد ۲. شماره ٦. صفحات ۲۹۳-۲۸۵.

قاسمی، ا.، قاسمی، م. و قنبری، م. (۱۳۸۱). بررسی اثر مقادیر مختلف کود دامی، شیمیایی و ترکیب آن‌ها بر شاخص‌های کیفی و جذب عنصر نیتروژن در علوفه ذرت رقم سینگل کراس ۷۰٤. هفتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. شهریور ۱۳۸۱. کرج.

کشاورز افشار، ر.، چایی‌چی، م.ر.، مقدم، ح. و احتشامی، م.ر. (۱۳۸۹). بررسی تاثیر کم آبیاری و منبع تامین فسفر بر کیفیت علوفه شاخساره شلغم علوفه‌ای. پنجمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی. خوارسگان.

کوچکی، ع. و خواجه‌حسینی، م. (۱۳۸۷). زراعت نوین. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. صفحه ۷۰٤.

Archive of SID
www.SID.ir

ناخدا، ب.،هاشمی‌دزفولی، ا. و بنی‌صدر، ن. (۱۳۷۹). بررسی تاثیر تنش کم آبی بر عملکرد علوفه و خصوصیات کیفی ارزن علوفه‌ای نوتریفیت، مجله علوم کشاورزی ایران. شماره ۳۱. صفحات ۷۱۲-۷۰۱.

Arun, K.S. (2002). A handbook of organic farming. Agrobios Publication. India. 656 p.

Barba, S., Benedito, D. and Barber, C. (1991). Rice bran: Chemistry and technology. In: luh, B.Sc. (Ed), Rice: production and Utilization. AVI Publishing Connections. Pp: 732-781.

Barea, J.M., Pozo, M.J., Azcon, R., Azcon, C. and Azcon-Aguilar, C. (2005). Microbial co-operation in the rhizosphere. Journal of Experimental Botany. 56: 1761-1778.

Bi, Y.L., Li, X.L.L. and Christie, P. (2003). Influence of early stages of *Arbuscular* on uptake of zinc and phosphorus by red clover from a low-phosphorus soil amended with zinc and phosphorus. Chemosphere, 50: 831-837.

Black. C.A. (1982). Method of Soil analysis. Vol. 2, Chemical and microbiological properties. American Society of Agronomy, Madison, USA.

Cakmakci, R., Donmez, M.F. and Erdogan, U. (2007). The effect of plant growth promoting *Rhizobacteria* on barley seedling growth, nutrient uptake, some soil properties, and bacterial counts, Turkish Journal of Agriculture & Forestry. 31:189-199.

Crawford, G.W. and Ahlee, G. (2003). Agricultural origins in the Korean peninsula. Journal Antiquity. 77(295): 87-95.

Fulchieri, M., Lucangeli, C. and Bottini, R. (1993). Inoculation with *Azospirillum* effects growth and gibberellin status of corn seedling roots. Plant Cell Physiology. 34: 1305-1309.

Given, D.R., Dixon, K.W., Barrett, R.L. and Sivasithamparam, K. (2002). Plant conservation and biodiversity: The place of microorganisms, In: Microorganisms in plant conservation and biodiversity. Sivasithamparam, Dixon, K.W. and Barrett, R.L., (Eds.), Kluwer Academic Press, PP. 1-24.

Kennedy, I.R., Choudhury, A.T.M.A., Kecskes, M.L., Roughley, R.J. and Hien, N.T. (2004). Non-symbiotic bacterial diazotrophs in crop-farming systems: can their potential for plant growth promotion be better exploited? Soil Biology and Biochemistry. 36(8): 1229-1244.

Mehrvarz, S. and Chaichi, M.R. (2008). Effect of phosphate solubilizing microorganisms and phosphorus chemical fertilizer on forage and grain quality of barely (*Hordeum vulgare* L.), American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences. 3(6): 855-860.

Power, J.F. and Alessi, J. (1978). Tiller development on yield of standard and semi dwarf spring wheat varieties as affected by nitrogen Fertilizer. Journal of Agricultural Science. 90: 97-108.

Rai, M.K. (2006). Handbook of Microbial Biofertilizers. Haworth Press Inc., USA. 269-9.

Van Soest, P.J., Roberson, J.B. and Lewst, B.A. (1991). Methods of dietary fiber natural detergent fiber and non starch polysacharids in relation to animal nutrition. Animal Feed Science and Technology. 74: 3583-3579.

Vessey, J.K. (2003). Plant growth promoting *Rhizobacteria* as biofertilizers. Plant Soil. 255: 571-586.

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

Archive of SID

www.SID.ir