نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۴، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۵، ص. ۷۱۰-۶۹۹

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 14, No. 4, Winter. 2017, p. 699-710

اثر کاربرد کودهای زیستی، شیمیایی و آلی بر برخی ویژگی‌های کیفی علوفه ماشک گل‌خوشه‌ای (*Vicia villosa* Roth) در شرایط گلخانه

رضا کمائی[۱]- مهدی پارسا[۲*]- محسن جهان[۲]- حسین رجائی شریف‌آبادی[۳]- عباسعلی ناصریان[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۳/۰۴

چکیده

مدیریت کود یک عامل مهم در موفقیت کشت گیاهان زراعی می‌باشد. کاربرد کودهای زیستی در تولید این گیاهان با هدف حذف یا کاهش قابل‌ملاحظه مصرف نهاده‌های شیمیایی و هم‌چنین افزایش حاصلخیزی خاک و بهبود رشد و کیفیت گیاه، از اهمیت زیادی برخوردار است. به‌منظور بررسی واکنش برخی از ویژگی‌های کیفی علوفه ماشک گل‌خوشه‌ای به استفاده از کودهای زیستی، شیمیایی و آلی، آزمایشی به‌صورت طرح کامل تصادفی و در سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل سه نوع کود بیولوژیک و تلفیق آن‌ها با یک‌دیگر و ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی به شرح زیر بود: ۱- قارچ میکوریزاآربسکولار گونه *Glomus mosseae* + ورمی‌کمپوست، ۲- قارچ میکوریزا + نیتروکسین (حاوی باکتری‌های *Azospirillum sp.* و *Azotobacter sp.*)، ۳- قارچ میکوریزا+ریزوبیوم (*R. legominuzarum*)، ۴- قارچ میکوریزا+کود شیمیایی NPK، ۵- قارچ میکوریزا Glomus mosseae و ۶- شاهد. در این آزمایش، هرچند تیمارها اثر معنی‌داری بر میزان خاکستر، NDF و ADF نداشتند، اما بر صفات و ویژگی‌های پروتئین خام، گوارش‌پذیری ماده خشک و گوارش‌پذیری ماده آلی دارای اثر معنی‌داری بود. نتایج نشان‌داد که بیش‌ترین درصد پروتئین خام (۲۷/۳۳درصد)، خاکستر (۴/۹۶درصد)و گوارش‌پذیری ماده آلی (۷۷/۸۶درصد) در تیمار تلفیقی میکوریزا و ریزوبیوم و بیش‌ترین درصد گوارش‌پذیری ماده خشک (۷۳/۴۴درصد) از تیمار تلفیقی کود میکوریزا و نیتروکسین حاصل شد. با توجه به نتایج آزمایش، بهترین تیمار کودی برای ماشک گل‌خوشه‌ای مخلوط قارچ میکوریزا و کود زیستی ریزوبیوم پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: گوارش‌پذیری ماده خشک، گوارش‌پذیری ماده آلی. میکوریزا، نیتروکسین، ورمی‌کمپوست

مقدمه

اطلاعات موجود در زمینه تأمین مواد غذایی جهان نشان از وخامت روزافزون اوضاع دارد. حداقل ۵۰۰میلیون نفر از جمعیت جهان مواجه با کمبود شدید مواد پروتئینی هستند. حدود ۲/۳جمعیت جهان از سوء تغذیه رنج می‌برند. هر ۲/۵سال جمعیت جهان حدود ۲۰۰میلیون نفر افزایش می‌یابد (Amanlou, 1993). در این میان تقاضا برای منابع پروتئین دامی به سرعت در جهان در حال افزایش بوده و هر ساله به نیاز برای تولید بیشتر منابع پروتئین دامی افزوده می‌شود. گیاهان علوفه‌ای دارای نقش عمده‌ای در تغذیه دام بوده و جزء مهم‌ترین گیاهان زراعی دنیا طبقه‌بندی می‌شوند. با این وجود در بیشتر کشورهای جهان تحقیق و پژوهش در ارتباط با افزایش تولید و بهبود خصوصیات کیفی این گیاهان در مقایسه با سایر محصولات زراعی اندک است. در کشور ما نیز با توجه به کمبود مراتع غنی و فشار دام بر آن‌ها بررسی و مطالعه پیرامون کشت این محصولات اهمیت ویژه‌ای دارد (Mirlohi *et al*., 2001).

ارزش یک علوفه را نمی‌توان تنها از روی عملکرد ماده خشک آن در واحد سطح مشخص نمود (Kocheki., 1986). آنچه که در حقیقت مهم است، مقدار ماده‌ای است که عملاً قابل‌استفاده دام می‌باشد (Anonymous, 1983) معیارهای اساسی در تعیین کیفیت علوفه شامل درصد پروتئین، درصد دیواره سلولی و قابلیت هضم آن می‌باشد (Mirlohi *et al*., 2001). در این میان قابلیت هضم از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. زیرا ارتباط مستقیم با میزان انرژی و سایر مواد مغذی قابل‌دریافت توسط دام دارد (Tilley and Terry., 1963). فیشر و فولر (Fisher and Fowler., 1975) اعلام کردند که ارزش غذایی یک علوفه به‌وسیله مقدار انرژی که برای دام تعیین می‌کند معین می‌شود، و بهترین راه برای تعیین مقدار انرژی یک علوفه مشخص‌کردن قابلیت هضم آن علوفه است.

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- دانشجوی دکترای تخصصی تغذیه دام، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۴- استاد گروه علوم دام، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (Email: parsa@um.ac.ir
DOI: 10.22067/gsc.v14i4.43338

از طرفی استفاده از منابع بیولوژیک در کشاورزی دارای قدمت بسیار زیادی است و در گذشته نه‌چندان دور تمام مواد غذایی موردمصرف انسان با استفاده از چنین منابع ارزشمندی تولید می‌شدند. استفاده بهینه از منابع بیولوژیک نه‌تنها دارای اثرات مثبتی بر خصوصیات خاک می‌باشد، بلکه جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی نیز مفید بوده و می‌تواند جایگزین مناسبی برای نهاده‌های شیمیایی باشد (Dodd, 2000). بنابراین استفاده از کودهای زیستی و انتخاب بهترین گونه میکروارگانیسم که بیش‌ترین سازگاری و کارایی را نسبت به اقلیم منطقه داشته باشد می‌تواند در پایداری سیستم کشاورزی مفید واقع شود.

قارچ‌های میکوریزا از عوامل ضروری در سیستم پایدار خاک-گیاه محسوب می‌شوند که با ریشهٔ بیش از ۹۷درصد گیاهان هم‌زیستی دارند (Smith and Read, 2008). اهمیت میکوریزا در کشاورزی بر پایهٔ نقش ویژهٔ آن به‌عنوان حلقهٔ ارتباطی بین خاک و گیاه استوار است. قارچ‌های میکوریزا به‌دلیل افزایش مؤثر سطح جذب ریشه از طریق ایجاد هیف، سبب افزایش جذب آب و مواد غذایی به‌وسیلهٔ گیاهان می‌شوند. تخمین زده می‌شود که حدود ۸۰درصد جذب فسفر توسط گیاه به‌وسیله قارچ‌های میکوریزا صورت می‌گیرد (Kurdali *et al*., 1996)، هم‌چنین این قارچ سبب بهبود جذب نیتروژن، پتاسیم، منیزیم، مس و روی در خاک‌های فقیر می‌شود (Smith and Read, 2008).

در سالهای اخیر به‌دلیل توانایی‌های ذاتی با ارزشی که در بسیاری از موجودات زنده خاک شناسایی شده، این موجودات میکروسکوپی مفید در کانون توجه محققین مختلف قرار گرفته‌اند. ریزوبیوم‌ها به‌دلیل توان بی‌مانند خود در برقراری هم‌زیستی با گیاهان خانواده لگومینوز و ایجاد سیستم‌هایی بسیار توانمند در تثبیت نیتروژن ملکولی، قادر به تأمین بخش قابل‌توجهی از نیاز نیتروژنی اکوسیستم‌های زراعی در سطح جهانی می‌باشند. از جمله فعالیت‌های مفید این باکتری‌ها، می‌توان به تولید هورمون‌های محرک رشد گیاه به‌ویژه اکسین‌ها (IAA و ترکیبات مشابه آن) توسط سویه‌های مختلف ریزوبیومی اشاره داشت (Whalen and Chang., 2002).

کود نیتروکسین حاوی باکتری‌های همیار آزادزی ازجمله آزوسپیریلوم(*Azospirillum* sp.) و ازتوباکتر(*Azotobacter* sp.) می‌باشد که علاوه‌بَر تثبیت ازت اتمسفری در محیط ریشه گیاه، توانایی ساخت و ترشح مقداری مواد بیولوژیکی فعال مانند ویتأمین‌های B، اسیدنیکوتینیک، اسیدپنتوتنیک، اکسین‌ها و جیبرلین‌ها را دارند که باعث بهبود رشد ریشه و در نتیجه افزایش سرعت جذب آب و عناصر غذایی و در نهایت افزایش عملکرد می‌گردند (Kader *et al*., 2002).

ورمی‌کمپوست حاصل یک فرایند نیمه‌هوازی است که طی تجزیه مشترک مواد آلی توسط کرم زباله یا کرم خاکی و میکروارگانیسم‌های خاکزی تولید می‌شود (Haghparast tanha, 1993). کرم‌های خاکی با تکه‌تکه کردن مواد زاید، فعالیت میکروبی و تجزیه مواد آلی را افزایش می‌دهند. بنابراین روی آن قسمت از مواد آلی که اکسایش یافته و تثبیت شده، سبب پدیده هوموسی‌شدن می‌شوند. در نتیجه این عمل، مواد آلی دفعی از روده کرم، با مواد اولیه خود بسیار متفاوت است (Martin *et al*., 1997). گلن و همکاران (Glenn *et al*., 1992) بیان داشتند که استفاده از ورمی‌کمپوست یک راه جدید و مناسب برای تأمین نیاز غذایی گیاه می‌باشد که علاوه‌بَر آن کیفیت خاک را هم بهبود می‌بخشد. از طرفی ورمی‌کمپوست باعث بهبود ساختمان فیزیکی خاک و بهبود رشد ریشه گیاه می‌شود (Coleman and Moore, 2003).

فارنورس و راکستون (Farnworth and Ruxton, 1973) گزارش کردند که کاربرد مقادیر مختلف کود زیستی باعث افزایش مقدار پروتئین در سورگوم علوفه ای (*Sorghum*) می‌شود. مینسون (Minson, 1990) گزارش کرد که مقادیر مختلف کودهای نیتروژنه بر روی قابلیت هضم ماده خشک تأثیر بسیار کمی دارد .ویلسون (Wilson., 1994) در بررسی اثر میزان نیتروژن فراهم شده برای گیاه بر روی قابلیت هضم گیاه ارزن (*Panicum miliaceum*) مشاهده کرد که با افزایش میزان نیتروژن در دسترس، قابلیت هضم برگ‌های ارزن به میزان سه‌درصد افزایش یافت. گوتو و مینسون (Goto and Minson, 1977) گزارش کردند که پروتئین خام هم‌بستگی مثبت بالایی با قابلیت هضم ماده خشک و هم‌بستگی منفی بالایی با اجزاء دیواره سلولی دارا می‌باشد. قاسمی و همکاران (Ghasemi *et al*., 2002) اثر کودهای مختلف دامی و شیمیایی را بر شاخص‌های کیفی ذرت علوفه‌ای موردبررسی قرار داده و مشاهده کردند که اثر نوع کود بر درصد پروتئین و درصد خاکستر معنی‌دار بوده و بیش‌ترین درصد خاکستر در کود دامی و بیش‌ترین درصد پروتئین در کود شیمیایی مشاهده شد .اثر سطوح کود بر روی درصد فیبر محلول، درصد پروتئین، درصد خاکستر و درصد نیتروژن معنی‌دار بود . مهرورز و چایچی (Mehrvarz and Chaichi, 2008) گزارش کردند که کاربرد باکتری‌های حل‌کننده فسفات و قارچ مایکوریزا به‌صورت منفرد و تلفیقی میتواند باعث افزایش قابل‌توجه درصد پروتئین دانه و کاهش NDF و افزایش درصد خاکستر علوفه در گیاه جو (*Hordeum vulgare*) شود.

تعیین قابلیت هضم نباتات علوفه‌ای به روش مستقیم با استفاده از حیوان (این‌ویوو[1]) پرهزینه و بسیار وقت‌گیر بوده و به مقادیر زیادی علوفه نیاز دارد. هم‌چنین نتایج حاصله بر حسب سن، جنس، وضعیت سلامتی حیوان، سطح مصرف غذا و روشی که غذا به‌وسیله آن تهیه شده متفاوت است (Tilley and Terry, 1963). لذا در این تحقیق سعی شده است که با استفاده از روش این‌ویترو[2] خصوصیات کیفی

1- in vivo
2- in vitro

گیاه موردبررسی قرار گیرد.

ماشک گل‌خوشه‌ای (*Vicia vilosa Roth*) از جمله گیاهانی است که در مراتع و علفزارها به‌صورت خودرو رشد می‌کند. ماشک‌ها برای حفاظت و اصلاح ساختمان خاک، به‌عنوان کود سبز علوفه خشک، سیلو و علوفه سبز کشت می‌شوند. علوفه ماشک‌ها برای دام‌ها مناسب و میزان پروتئین آن در زمان مناسب برداشت در حدود ۲۰-۱۵درصد است (Karimi, 1988). ارزش غذایی ماشک با یونجه (*medicago sativa*) برابر است، ولی امتیاز آن نسبت به یونجه عدم ایجاد نفخ در دام‌هاست (Kurdali *et al*., 1996). ماشک‌های گل‌خوشه‌ای اغلب گیاهان بوته‌ای هستند که ساقه‌های ضعیف و شاخه‌های برگ‌دار چندجفتی و یا برگ مرکب دارند و رگبرگ‌های مرکب آن‌ها به پیچک‌هایی منتهی می‌شود (Karimi, 1988).

با توجه به اهمیت گیاهان علوفه‌ای با توان تولید علوفه بالا نظیر ماشک گل‌خوشه‌ای و نیز بررسی اثر عوامل محیطی بر کیفیت علوفه، در این طرح اثر کاربرد کودهای زیستی، آلی و شیمیایی بر کیفیت علوفه ماشک گل‌خوشه‌ای موردبررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار و در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی اجرا شد. نتایج حاصل از تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ نشان‌داده شده است. بذر ماشک گل‌خوشه‌ای رقم پانونیکا (*Vicia villosa* Roth) از مرکز تحقیقات کشاورزی طرق تهیه و استفاده شد. ابعاد کرت‌های آزمایشی ۶۰×۱۵۰سانتی‌متر در نظر گرفته شد. کشت به‌صورت ردیفی انجام و بذور با فاصله بین ردیف ۲۰سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۱۵سانتی‌متر کاشته شد. کشت مستقیماً در خاک (و نَه گلدان) انجام شد. بدین‌منظور یکی از واحدهای گلخانه به‌طور کامل که فاقد کف بتنی بود به این آزمایش اختصاص یافت. تیمارهای موردمطالعه شامل: ۱-قارچ میکوریزا آربسکولار گونه *Glomus mosseae*+ ورمی‌کمپوست(M+V)، ۲-قارچ میکوریزا+نیتروکسین (دارای باکتری‌های *Azospirillum sp.* و *Azotobacter sp.*)(M+N)، ۳-قارچ میکوریزا+ریزوبیوم (*Rhizobium legominuzarum*)(M+R)، ۴-قارچ میکوریزا+کود شیمیایی NPK (۲۰-۴۰-۴۰) (M+NPK)، ۵-قارچ میکوریزا(M) و ۶- شاهد(C) بود. عملیات مخلوط‌کردن تیمارهای قارچ میکوریزا، ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی با خاک قبل از کاشت انجام و مواد مذکور به‌طور کامل تا عمق ۳۰سانتی‌متری با خاک مخلوط شدند. تلقیح بذور با کودهای بیولوژیک مورد استفاده نیز ضمن پرهیز از نور خورشید و سایر نکات لازم در روز کاشت انجام شد. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت انجام و به‌منظور بهبود سبزشدن گیاهچه‌ها، آبیاری بعدی به‌فاصله چهار روز انجام شد و آبیاری‌های بعدی در فواصل منظم ۱۰روزه اعمال گردید. پس از استقرار گیاه و رسیدن ارتفاع بوته‌ها به ۱۰سانتی‌متری گیاهان تُنُک شدند. عملیات وجین علف‌های‌هرز پنج‌مرتبه و در مواقع نیاز انجام شد. برداشت، زمانی انجام شد که مزرعه تقریباً در مرحله ۱۰درصد گلدهی بود. در مرحله برداشت از طریق نمونه‌برداری مربعی نمونه‌ای به اندازه نیاز برداشت شد و تحت درجه حرارت ۷۰درجه سانتی‌گراد در داخل آون قرار داده شد. نمونه به‌منظور اندازه‌گیری خصوصیات کیفی با استفاده از آسیاب برقی با مِش یک میلی‌متر آسیاب شد. برای اندازه‌گیری قابلیت هضم ماده خشک و قابلیت هضم ماده آلی، مایع شکمبه ۲ساعت پیش از مصرف خوراک وعده صبح از دو گاو نَر فیستولادار تغذیه شده در سطح نگه‌داری جمع‌آوری شد. مقدار ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک از هر نمونه (سه تکرار) با ۳۰ میلی‌لیتر مخلوط بافر، مطابق با روش منک و استینگاس (Menke and Staingass, 1988) و مایع شکمبه (نسبت ۲ به ۱) در بطری‌های شیشه‌ای ریخته شده و درب آن‌ها با استفاده از درپوش لاستیکی و پوشش آلومینیومی کاملاً بسته و در دمای ۳۹درجه به‌مدت ۹۶ساعت انکوباسیون شدند. برای محاسبه ناپدیدشدن ماده خشک، محتوی بطری‌ها با پارچه با منافذ ۴۲میکرومتر صاف شد و باقی‌مانده آن در دمای ۶۰درجه آون به‌مدت ۴۸ساعت خشک گردید. برای محاسبه‌ی گوارش‌پذیری ماده آلی، باقی‌مانده‌ی مواد پس از خشک‌شدن، در کوره الکتریکی و دمای ۵۵۰درجه سانتی‌گراد سوزانده شد و مقدار خاکستر باقی‌مانده از مقدار کل ماده باقی‌مانده پس از آون کسر گردید. برای تعیین میزان پروتئین خام نمونه‌ها، از روش ماکرو کجلدال استفاده گردید. اندازه‌گیری مقدار NDF و ADF نمونه‌ها با استفاده از روش ون سوست و همکاران (Van Soest *et al*., 1991) تعیین شد.

تجزیه واریانس و تحلیل داده‌های آزمایشی و رسم شکل‌های مربوط به آن‌ها، توسط نرم‌افزار MS-Excel Ver.11 و SAS صورت گرفت. برای مقایسه میانگین تیمارها نیز از آزمون LSD در سطح احتمال پنج‌درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش نشان‌دهنده اثر معنی‌دار تیمارهای آزمایشی بر پروتئین خام، گوارش‌پذیری ماده خشک و گوارش‌پذیری ماده آلی عملکرد خشک بود (جدول ۲).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1- Chemical and physical characteristics of soil for experimental site

Soil texture	Available nitrogen (ppm)	P (PPM)	Potassium (PPM)	PH	EC ($dS\ m^{-1}$)	OC (%)	OM (%)
شنی لومی Sandy loam	65.4	66.7	356	7.92	7.86	1.32	2.28

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) کیفیت علوفه ماشک گل خوشه‌ای تحت تأثیر کودهای مختلف

Table 2- Analysis of variance (mean squares) for qualitative properties of grain *Vicia villosa* Roth forage

		میانگین مربعات						
منابع تغییر (Source of variation)	درجه آزادی (df)	پروتئین خام (Crude protein)	خاکستر (ash)	NDF	ADF	گوارش‌پذیری ماده خشک (Dry matter digestibility)	گوارش‌پذیری ماده آلی (Organic matter digestibility)	عملکرد خشک (Yield dry)
تیمار (Treatment)	5	10.87^{**}	0.38^{ns}	10.09^{ns}	13.58^{ns}	68.22^{**}	49.86^{**}	12614.7^{**}
(خطا) Error	12	0.64	0.47	36. 43	5.8	3.35	14.33	980/1

ns: عدم وجود اختلاف معنی‌دار،** و * به‌ترتیب وجود اختلاف معنی‌دار در سطح یک‌درصد و پنج‌درصد

ns, *, **: non-significant, significant at $p = 0.05$ and $p = 0.01$, respectively

پروتئین خام

شکل ۱ میزان پروتئین در اثر کاربرد انواع میکروارگانیسم و کود را نشان می‌دهد. اثر کاربرد انواع میکروارگانیسم و کود بر میزان پروتئین ماشک گل‌خوشه‌ای معنی‌دار بود. در این آزمایش، تلقیح دوگانه کود زیستی ریزوبیوم و میکوریزا بیش‌ترین میزان پروتئین (۲۷/۳۳درصد) را باعث شد. و کمترین مقدار پروتئین را تیمار شاهد (۱۷/۵۸درصد) داشت.

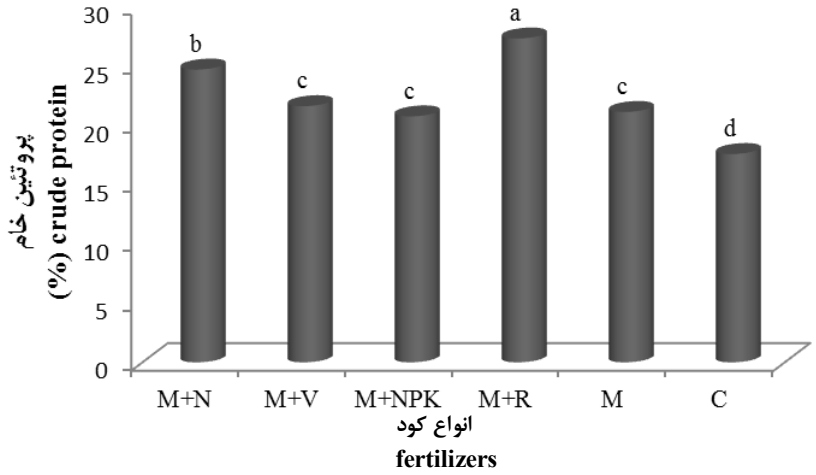
با توجه به نتایج حاصله در مورد تثبیت نیتروژن و میزان نیتروژن پیکره گیاهی بین تیمارهای مختلف و هم‌چنین با توجه به نقش بنیادین این عنصر در ساختمان اسیدهای آمینه که پیش‌سازهای پروتئین باشد، می‌توان چنین استدلال نمود که تیمارهای وجود کود بیولوژیک و یا تیمارهایی با میزان فسفر محلول بیشتر به‌علت جذب و فراهمی بیشتر نیتروژن در ساختار خود، میزان پروتئین بیشتری را دارا می‌باشند (Zeidan *et al*., 2001). گزارش شده است که میزان پروتئین خام ذرت و گندم، هنگام تلقیح با PGPR به‌طور قابل‌توجهی افزایش یافته است (Yolcu *et al*., 2011). می‌توان گفت که تثبیت نیتروژن توسط باکتری ریزوبیوم و باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم و نیز آزادسازی ترکیبات نیتروژنه از ورمی‌کمپوست در طول فصل رشد باعث افزایش قابل‌توجه میزان پروتئین در این تیمارها نسبت به تیمار شاهد شده است (Saeidnezhad *et al*., 2012). در آزمایش دیگری مشخص شد که تلقیح توأم ریزوبیوم، قارچ میکوریزا و ریزوباکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفات در ریزوسفر یونجه باعث افزایش جذب فسفر و نیتروژن و در نهایت پروتئین می گردد (Toro., 1998)

خاکستر

درصد خاکستر علوفه در واقع بیان‌گر مقدار مواد معدنی موجود دربافت‌های گیاهی می‌باشد (Hail., 2009). عناصر معدنی درعلوفه به‌لحاظ این‌که در متابولیسم حیوان شرکت کرده و برای فعالیت سلول‌های بدن لازم می‌باشند، مهم هستند. عناصر معدنی می‌توانند در کیفیت علوفه مؤثر باشند (Sharma., 2002). بررسی میزان خاکستر در پاسخ به تیمارهای مختلف نشان‌داد که میزان خاکستر ماشک گل‌خوشه‌ای در هیچ‌کدام از تیمارها معنی‌دار نیست. بیش‌ترین و کمترین مقدار خاکستر به‌ترتیب تحت تأثیر تیمار تلفیقی میکوریزا و ریزوبیوم با ۴/۹۶ و شاهد با ۴/۱۶درصد به‌دست آمد (شکل ۲).

در آزمایشی که سعیدنژاد و همکاران (Saeidnezhad *et al*., 2012) بر روی سورگوم علوفه‌ای رقم اسپیدفید انجام دادند، نشان‌داد که تیمار سودموناس و کمپوست نسبت به تیمارهای دیگر میزان بیشتری خاکستر داشت و تیمار کود شیمیایی و شاهد کمترین میزان خاکستر را دارا بود. در واقع میکرواورگایسم‌ها با استقرار در منطقه

ریزوسفر از ترشحات ریشه استفاده نموده و با تغییر pH و یـا ترشـح آنزیم ها شرایط را برای تبدیل فسفر نامحلول به شکل قابـل‌اسـتفاده فراهم می‌سازند(Afrasiabi *et al*., 2010). به‌علاوه، این ریزسازوارها نقش مهمی دربالابردن هم‌بستگی بین جذب عناصری مانند فسـفر، پتاسیم، کلسیم و نیتروژن دارند که باعث افزایش میزان خاکستر علوفه خواهد شد.

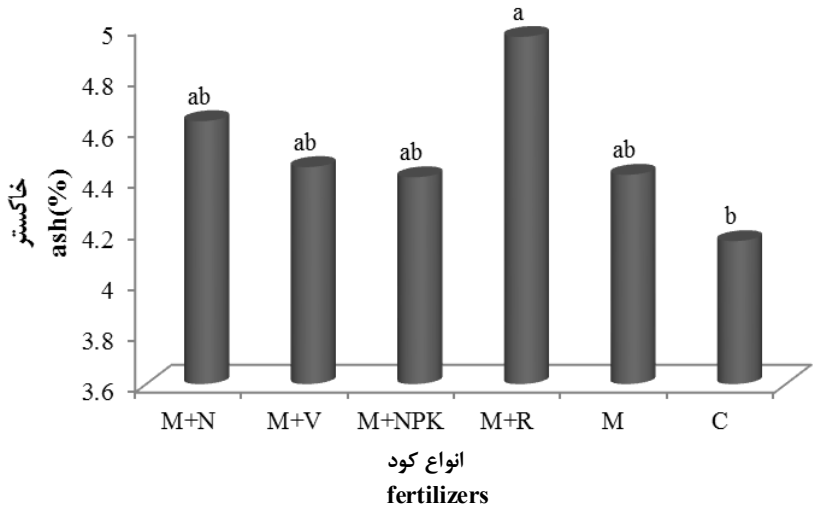


شکل ۱- تغییرات پروتئین خام گیاه ماشک گل‌خوشه‌ای تحت تأثیر کودهای مختلف

(وجود حداقل یک حرف مشترک در ستون‌ها نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج‌درصد است)

Figure 1- Changes in crude protein of *Vicia villosa* Roth plant as affected by different fertilizers

(Common letter on the columns indicate no significant difference between treatments at the 5% level probability)



شکل ۲- تغییرات خاکستر گیاه ماشک گل‌خوشه‌ای تحت تأثیر کودهای مختلف

(وجود حداقل یک حرف مشترک در ستون‌ها نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج‌درصد است)

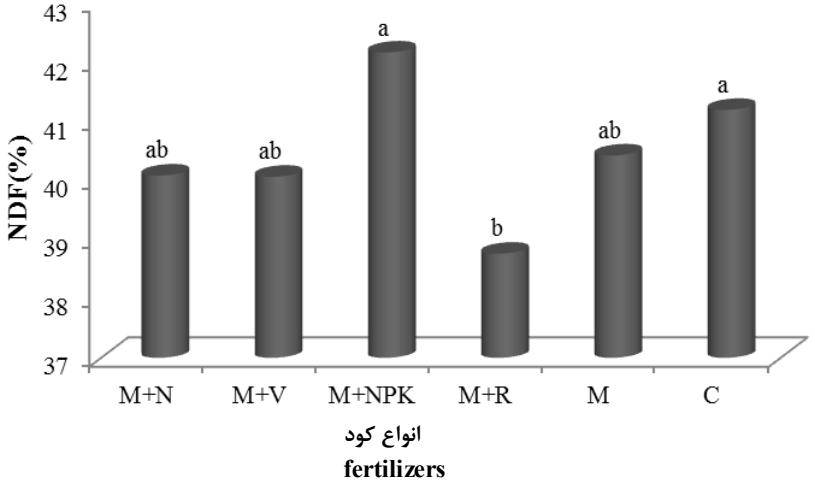
Figure 2- Changes ash of *Vicia villosa* Roth plant as affected by different fertilizers

(Common letter on the columns indicate no significant difference between treatments at the 5% level probability)

دیواره سلولی (NDF) کاهش NDF و ADF (اجزای دیواره سـلولی) منجـر بـه بهبـود

کیفیت علوفه می‌شود. مقادیر بالا از هر دو پارامتر نشان‌دهنده قابلیت هضم ضعیف‌تری به‌دلیل چوبی‌شدن بیشتر علوفه می‌باشد (Soest., 1985). شکل ۳ تغییرات مقدار NDF ماشک گل‌خوشه‌ای در اثر کاربرد انواع کود و تلقیح با میکروارگانیسم‌ها را نشان می‌دهد. اثر تلقیح انواع میکروارگانیسم بر مقدار NDF ماشک گل‌خوشه‌ای معنی‌دار نبود. بیش‌ترین میزان NDF (۴۲/۱۶درصد) در تلقیح دوگانه کود شیمیایی NPK و میکوریزا و کمترین آن در تیمار کود زیستی ریزوبیوم و میکوریزا (۶۴/۴۱درصد) مشاهده شد (شکل ۳). گزارش شده است که باکتری آزوسپیریلیوم در گیاه علف گینه باعث کاهش میزان ADF و NDF نسبت به شاهد شده است (Mishra *et al*., 2008).

در آزمایشی که افراسیابی و همکاران (Afrasiabi *et al*., 2010) بر روی یونجه یک‌ساله گونه اسکوتالاتا (*Medicago scutellata, cv Robinson*) انجام دادند نشان‌داد، بیش‌ترین میزان درصد فیبر پیکره گیاهی در تیمارهای عدم وجود کود بیولوژیک به‌دست آمد و کمترین درصد فیبر پیکره گیاهی متعلق به تیمار وجود کود بیولوژیک سوپرفسفات‌تریپل بود.



شکل ۳- تغییرات NDF ماشک گل‌خوشه‌ای دآن‌های تحت تأثیر کودهای مختلف

(وجود حداقل یک حرف مشترک در ستون‌ها نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است)

Figure 3- Changes NDF of *Vicia villosa* Roth plant as affected by different fertilizers

(Common letter on the columns indicate no significant difference between treatments at the 5% level probability)

دیواره سلولی بدون همی‌سلولز(ADF)

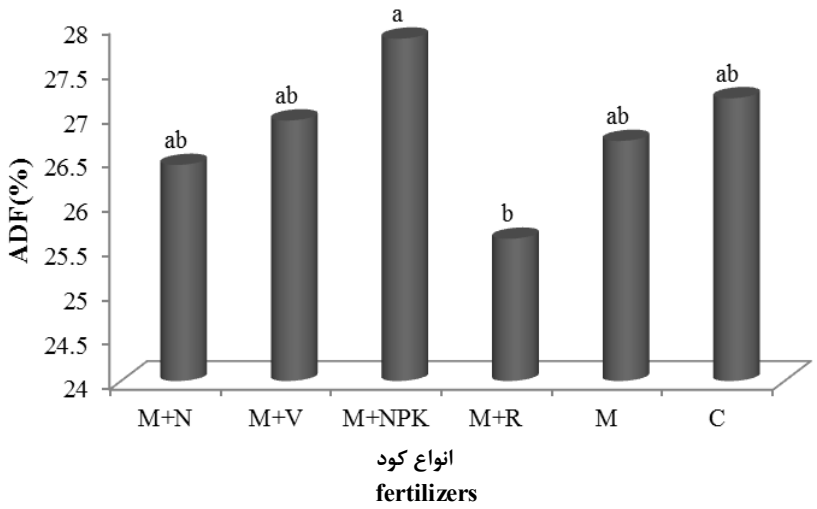
نتایج تجزیه واریانس برای شاخص کیفیت ADF حکایت از آن دارد که بین تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۲). بیش‌ترین میزان ADF (۲۷/۵۸درصد) مربوط به تیمار میکوریزا و کود شیمیایی NPK بود و کمترین میزان ADF (۲۵/۶درصد) نیز مربوط به تیمار تلفیقی ریزوبیوم و میکوریزا بود (شکل ۴).

نتیجه تحقیقی که پشتدار و همکاران (Poshtdar *et al*., 2012) انجام دادند نشان‌داد که استفاده از PGPR باعث کاهش میزان ADF نسبت به کود شیمیایی شاهد بوده است، که این بدان‌معنی است که علوفه تولید شده توسط PGPR دارای کیفیت بالاتری است. گزارش شده است که درصد فیبر در تیمارهایی با میزان فسفر کمتر بیشتر می گردد که این عامل می‌تواند به‌دلیل کاهش کیفیت و خشبی‌شدن اندام‌های رویشی گیاه با کمبود فسفر باشد. بر اساس نتایج موجود می‌توان رابطه‌ی بین درصد پروتئین و درصد فیبر رابطه معکوس دانست (Afrasiabi *et al*., 2010).

گوارش‌پذیری ماده خشک

قابلیت هضم ماده خشک، اغلب نماینده انرژی قابل هضم می‌باشد و بهبود قابلیت هضم از مهم‌ترین برنامه‌های اصلاحی گیاهان علوفه‌ای می‌باشد، زیرا قابلیت هضم بالا کارایی تبدیل عناصر مغذی را به‌وسیله دام، بهبود می‌بخشد (Coleman and Moore., 2003). اثر تیمارهای آزمایشی بر گوارش‌پذیری ماده خشک معنی‌دار بود (جدول ۲). هم‌چنین، بیش‌ترین میزان گوارش‌پذیری ماده خشک (۷۳/۴۴درصد) در تیمار تلقیح دوگانه کود زیستی نیتروکسین و میکوریزا و کمترین آن در تیمار تلفیقی میکوریزا و NPK (۶۷/۳۹درصد) مشاهده شد (شکل ۵).

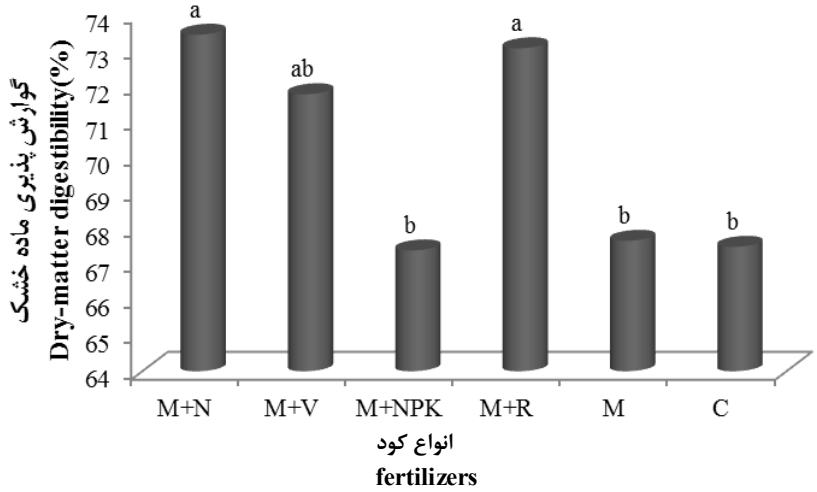
یزدانی و همکاران (Yazdani *et al.*, 2009) بیان داشتند که کاربرد میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات و ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه به‌همراه مقادیر مناسبی کود شیمیایی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد کمی و کیفی ذرت داشت و کیفیت علوفه ذرت را از طریق افزایش میزان قابلیت هضم ماده خشک بهبود بخشید.



شکل ٤- تغییرات ADF گیاه ماشک گل‌خوشه‌ای تحت تأثیر کودهای مختلف

(وجود حداقل یک حرف مشترک در ستون‌ها نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج‌درصد است)

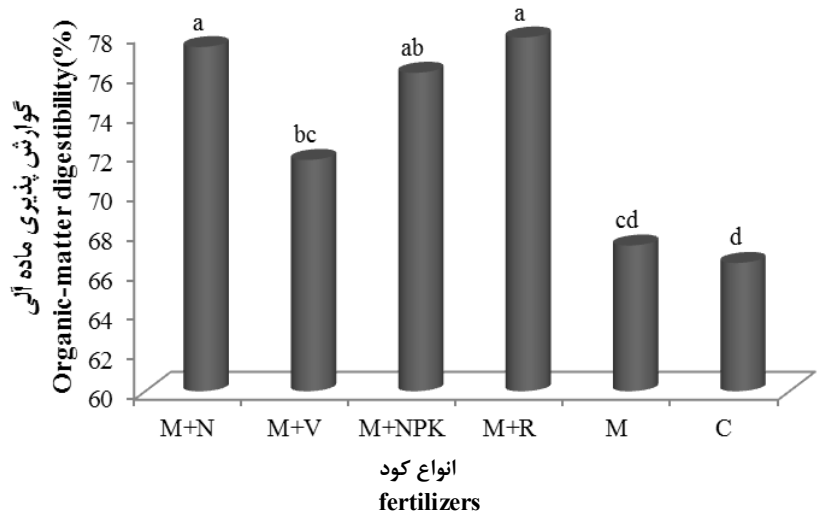
Figure 4- Changes ADF of *Vicia villosa* Roth plant as affected by different fertilizers
(Common letter on the columns indicate no significant difference between treatments at the 5% level probability)



شکل ٥- تغییرات گوارش‌پذیری ماده خشک ماشک گل‌خوشه‌ای تحت تأثیر کودهای مختلف

(وجود حداقل یک حرف مشترک در ستون‌ها نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج‌درصد است)

Figure 5- Changes dry-matter digestibility of *Vicia villosa* Roth plant as affected by different fertilizers
(Common letter on the columns indicate no significant difference between treatments at the 5% level probability)

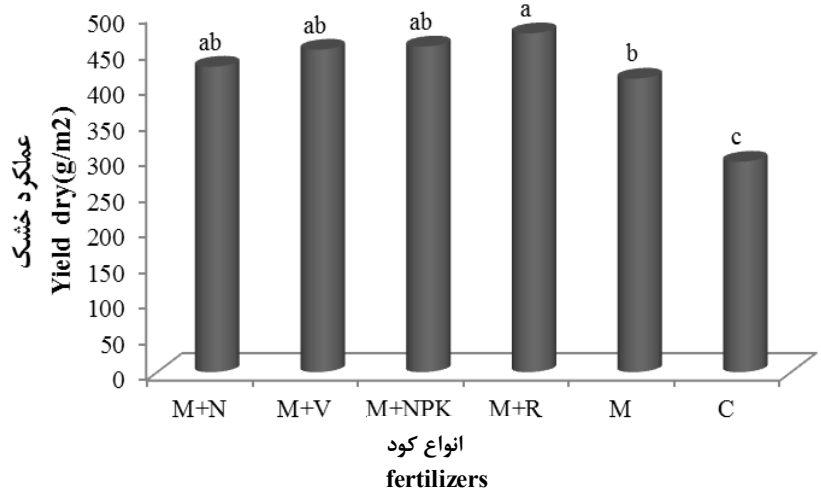


شکل ٦- تغییرات گوارش‌پذیری ماده آلی گیاه ماشک گل‌خوشه‌ای تحت تأثیر کودهای مختلف

(وجود حداقل یک حرف مشترک در ستون‌ها نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج‌درصد است)

Figure 6- Changes organic-matter digestibility of *Vicia villosa* Roth plant as affected by different fertilizers

(Common letter on the columns indicate no significant difference between treatments at the 5% level probability)



شکل ۷- تغییرات عملکرد علوفه خشک ماشک گل‌خوشه‌ای تحت تأثیر کودهای مختلف

(وجود حداقل یک حرف مشترک در ستون‌ها نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج‌درصد است)

Figure 7- Changes yield dry of *Vicia villosa* Roth plant as affected by different fertilizers

(Common letter on the columns indicate no significant difference between treatments at the 5% level probability)

گوارش‌پذیری ماده آلی

در شکل ۶ اثر کاربرد کودهای زیستی، شیمیایی و آلی بر گوارش‌پذیری ماده آلی گیاه ماشک گل‌خوشه‌ای را نشان می‌دهد که در سطح یک‌درصد معنی‌دار بوده است. گوارش‌پذیری ماده آلی در اثر تیمار تلفیقی ریزوبیوم و میکوریزا (۷۷/۸۶درصد) در مقایسه با تیمار شاهد (۶۶/۴۸درصد) بیشتر است.

گزارش شده است، میزان قابلیت هضم ماده آلی گیاه سورگوم علوفه‌ای در تیمار تلفیقی ازتوباکتر و سودموناس نسبت به تیمار کود شیمیایی و شاهد بیشتر بود (Saeidnezhad *et al.*, 2012). هم‌چنین نتایج تحقیقات گذشته تأییدکننده این موضوع است که کیفیت علوفه در اثر تلقیح با قارچ میکوریزا، بهبود چشم‌گیری نسبت به شاهد داشته است (Cazzato *et al.*, 2012).

عملکرد خشک

شکل ۷ عملکرد علوفه خشک ماشک گل‌خوشه ای در اثر کاربرد انواع میکروارگانیسم و کود را نشان می‌دهد. اثر کاربرد انواع میکروارگانیسم و کود بر عملکرد علوفه خشک ماشک گل‌خوشه‌ای معنی‌دار بود. در این آزمایش، تلقیح دوگانه کود زیستی ریزوبیوم و میکوریزا به نسبت ۳۷/۸۹درصد شاهد افزایش عملکرد داشت.

گزارش شده است تلقیح میکوریزا و سینورایزوبیوم و تلفیق آن‌ها باعث افزایش وزن خشک اندام هوایی نسبت به شاهد شد. باکتری سینورایزوبیوم با افزایش تثبیت بیولوژیکی نیتروژن و میکوریزا با جذب بالاتر فسفر قابل‌دسترس باعث رشد رویشی بیشتر در گیاه شده و از طرف دیگر با توجه به اثرات مثبتی که بین دو عنصر وجود دارد باعث بهبود وزن خشک اندام هوایی شده است (Cazzato *et al.,* 2012). هم‌چنین افراسیابی و همکاران (Afrasiabi *et al*., 2010) گزارش کردند بیش‌ترین میزان عملکرد علوفه در هکتار با ۴۷۴۴کیلوگرم در تیمار وجود کود بیولوژیک همراه با ۷۵کیلوگرم کود فسفره سوپرفسفات‌تریپل و کمترین میزان عملکرد علوفه با ۱۱۰۴کیلوگرم در هکتار متعلق به تیمار عدم وجود کود بیولوژیک و سطح صفر کیلوگرم کود فسفره سوپرفسفات‌تریپل بود.

نتیجه‌گیری

این تحقیق تأثیر مثبت استفاده از کودهای زیستی و آلی را روی کیفیت علوفه ماشک گل‌خوشه‌ای نشان‌داد و در این بین استفاده تلفیقی از میکوریزا و ریزوبیوم بیش‌ترین تأثیر را در افزایش ویژگی‌های فوق داشت. این نهاده‌های طبیعی بدون کوچک‌ترین صدمات و مخاطرات محیطی و با حفظ پایداری و سلامت سیستم کشاورزی می‌تواند نیازهای غذایی گیاه را تا حدود زیادی برطرف کند و هم‌چنین باعث بهبود کیفیت محصول کشاورزی خواهد شد.

References

1. Afrasiabi, M., Amini Dehaghi, M. and Modarres Sanavy, S. A. M. 2010. Effect of phosphate biofertilizer Barvar-2 and triple super phosphate fertilizer on yield, quality and nutrient uptake of *Medicago scutellata,* cv. Robinson. Journal of Science and Agriculture 4(4): 43-54. (In Persian with English Abstract).
2. Amanlou, H. 1993. Feed and feeding dairy cows. Zanjan University Press. 596 pp. (In Persian with English Abstract).
3. Anonymous. 1983. Multiple cropping. American Society of Agronomy. Special Publication. No.27.
4. Cazzato, E., Laudadio, V. and Tufarelli, V. 2012. Effects of harvest period, nitrogen fertilization and mycorrhizal fungus inoculation on triticale (×*Triticosecale* Wittmack) forage yield and quality. Renewable Agriculture and Food Systems 27(4): 278-286.
5. Coleman, S. E., and Moore, J. E. 2003. Feed quality and animal performance. Field Crops Research 84: 17- 29.
6. Dodd, J. 2000. The role of arbuscular mycorrhizal fungi in agro-natural ecosystems. Outlook on Agriculture 29(1): 63-70.
7. Farnworth, J. and Ruxton, I. B. 1973. The response of forage sorghum to applications of nitrogen and iron chelate. University College of North Wales Publication No. 17.
8. Fisher, L. J. and Fowler, D. B. 1975. Predicted forage value of whole plant cereals. Canadian Journal of Plant Science, 55:975-979.
9. Ghasemi, A., Ghasemi, M. and Ghanbari, M. 2002. The effect of different amounts of manure, chemical and qualitative composition of the index and absorption of nitrogen in forage maize single cross 704. Seventh Congress of Agronomy and Plant Breeding, September 2002. Karaj. (In Persian with English Abstract).
10. Glenn, R. D., Mallesh, B. C., Kubra, B. and Bagyaraj, D. J. 1992. Influence of vermicompost application on the available macronutrients and selected microbial populations in a paddy field. Soil Biology and Biochemistry 24: 1317–1320.
11. Goto, I., and D. J. Minson. 1977. Prediction of the dry matter digestibility of tropical grasses using a Pepsincellulase assay. Animal Feed Science and Technology 2: 247-253.
12. Haghparast tanha, M. 1993. Terricolous and agricultural soils. Islamic Azad University Publications of Rasht. No 83-98. (In Persian with English abstract).
13. Hail, Y., Daci, M. and Tan, M. 2009. Evaluation of annual legumes and barley as sole crops and intercrop in spring frost conditions for animal feeding. Yield and quality. Journal Animal Advance 8(7): 1337- 1342.
14. Kader, M. A., Mian, M. H. and Hoque, M. S. 2002. Effects of Azotobacter inoculant on the yield and nitrogen uptake by wheat. Journal of Biological Sciences 2(4): 259-261.
15. Karimi, H. 1988. Crops and modified forage plants. Tehran University Press. 234 pp. (In Persian with English Abstract).
16. Kocheki, A. 1986. Agriculture in the dry areas. Jahad Mashhad University Publications. 202 pp. (In Persian with English Abstract).
17. Kurdali, F. N., Sharabi, E. and Arsalan, A. 1996. Rainfed vetch-barley mixed cropping in the Syrian semi-arid conditions. Plant & Soil 183(1):137-148.

18. Marschner, H. and Dell, B. 1994. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. Plant Soil 159:89-102.
19. Martin, J. P., Black, J. H. and Hawthorne, R. M. 1997. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of green house tomatoes. Bioresource Technology 75: 175– 180.
20. Mehrvarz, S. and M.R. Chaichi. 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 & Environmental Sciences, 3(6): 855-860.
21. Menke, K. H. and Staingass, H. 1988. Estimation of energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid Animal research and development 28: 7-55.
22. Minson, D. J. 1990. Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press.
23. Mirlohi, A., Bozorgavar, N. and Basiri, M. 2001. Effect of nitrogen on growth, yield and quality of forage sorghum silage Tuesday Hybrid. Jounal of science and technology of agriculture and natural resourcrs, water and soil science 4(2):105-116. (In Persian with English Abstract).
24. Mishra, S., Sharma, S. and vasudevan, P. 2008. Comparative effect of biofertilizers on fodder production and quality in guinea grass (*Panicum maximum* Jacq.). Journal of the Science of Food and Agriculture 88:1667-1673.
25. Poshtdar, A., Siadat, S. A., Abdali mashhadi, A., Mosavi, S. A. and Hamdi, H. 2012. Comparison between application of PGPR bacteria and chemical fertilizers on quality and total silage yield of Maize under different organic seed bed. International Journal of Agriculture and Crop Sciences 11:713-717.
26. Rajabzadeh Motlagh, F., Mohammadi, a. and Asghari, H. R. 2011. Check inoculated mycorrhizal fungi and bacteria multiple nodules and nitrogen fertilizer application on the growth and production of hay a year. Scientific journal of Range 6(3): 216-227. (In Persian with English Abstract).
27. Saeidnezhad, A. H., Rezvani moghadam, P., Khazaei, H. R. and Nassiri mahallati, M. 2012. Effect of organic materials, fertilizers, biological and chemical fertilizer on digestibility and protein Forage sorghum spidifid varieties. Iranian Journal of Field Crops Research 9(4):623-630. (In Persian with English Abstract).
28. Sharma, A.K. 2002. Bio-fertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios Indian Publications 456 pp.
29. Smith, S.E. and Read, D.J. 2008. Mycorrhizal Symbiosis, third ed. Academic Press, London, UK.
30. Soest, P .J .V. 1985. Composition, Fiber quality, and Nutritive value of forages. In: Forages, The Science of grassland Agriculture. Maurice, E.H., B. F. Robert, and M.S. Darrel (4th Ed), Iowa state Univ. press Ames, Iowa, USA. p. 413-421.
31. Tilley, J.M.A., and Terry, R.A., 1963. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. Journal of British Grassland Society 18: 104-111.
32. Toro, M. R., Azcon, and Barea, J. M. 1998. The use of isotopic dilution techniques to evaluate the interactive effects of *Rhizobium* geneotype, mycorrhizal fungi Gphosphate solubilizing rhizobacteria and rock phosphate on nitrogen and phosphorous acquistion by *Medicago sativa*. New Phytologists 138: 265-273.
33. Van Soest, P.J., Robertson, J. B., and Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74: 3583-3597.
34. Whalen, J. K. and Chang, C. 2002. Macroaggregate Characteristics in Cultivated Soils after 25 Annual Manure Applications. Soil Science Society of America Journal 66: 1637-1647.
35. Wilson, J. R. 1994. Cell wall characteristics in relation to forage digestion by ruminants Journal of Agricultural Science. Camb 122: 173-182.
36. Yazdani, M., Bahmanyar, M.A., Pirdashti, H., and Esmaili, M .A. 2009. Effect of phosphate solubilization microorganisms (PSM) and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield and yield components of corn (*Zea mays* L.). Proceedings of World Academy of Sciences, Engineering and Technology pp. 2070-3740.
37. Yolcu, H., Turan, M., Lithourgidis, A., and Çakmakçi, R. K. A. 2011. Effects of plant growth-promoting rhizobacteria and manure on yield and quality characteristics of Italian ryegrass under semi-arid conditions. Australian Journal of Crop Science 5(13): 1730-1736.
38. Zeidan, M. S., Kabesh, M. O. and Saber, M. S. M. 2001. Utilization of biofertilizers in field crop production. 14-Effect of organic manuring and biofertilization on yield and composition of two faba bean varieties cultivated in a newly reclaimed soil. Journal of Agronomy 23: 47-57.

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 14, No. 4, Winter. 2017, p. 699-710

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۴، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۵، ص. ۷۱۰-۶۹۹

The Effects of Biological Fertilizers, Chemical Fertilizers and Manure Application on Some Qualitative Characteristics of *Vicia villosa* Roth Forage under Greenhouse Condition

R. Kamaei[1]- M. Parsa[2*]- M. Jahan[2]- H. Rajari Sharifabadi[3]- A. A. Naserian[4]

Received: 11-04-2014
Accepted: 22-12-2015

Introduction

Fertilizer management plays an important role in successful crop production. The biological fertilizers have been suggested not only to elimination or significant reduction of chemical fertilizer dependency but also increase of soil fertility and improvement of crop yield and quality.

Materials and Methods

This experiment was conducted in a completely randomized design with three replications at the Research Greenhouse of Ferdowsi University of Mashhad. The experimental treatments included 1- mycorrhizae arbuscular (Glomus mosseae), 2- mycorrhizae arbuscular (Glomus mosseae) + vermicompost (M+V), 3- mycorrhizae + nitroxein (included bacteria Azospirillum sp. and Azotobacter sp.) (M+N), 4- mycorrhizae arbuscular + Rhizobium (R. legominuzarum) (M+R), 5-mycorrhizae arbuscular + NPK Chemical fertilizer (40-40-20) (M+NPK) and 6- Control (without fertilizer, C). In bio-fertilizer treatments, seeds were inoculated by mycorrhizae and Rhizobium immediately before planting, according the standard conditions and company recommendations. Chemical fertilizer and vermicompost were applied directly into the soil. The first irrigation was done immediately after planting and an additional irrigation was also done 4 days after planting to improve the seedling emergence. Subsequent irrigations were conducted at 10-days interval. Forage samples were collected at stage of 10% open bud. The samples were oven-dried in 70°C for 48 h and then weighed before being ground to pass through a 1-mm sieve. Both chemical analysis and in vitro digestibility assessments were performed in triplicate. Crud protein (CP), Ash, neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) content of forages were measured by standard methods. An in vitro gas production method was conducted to determine the dry matter (DM) and organic matter (OM) digestibility. All data were subjected to ANOVA using the GLM procedure of SAS (SAS 9.1) and means were compared by using LSD-test at 5% probability level.

Results and Discussion

The results showed that in vitro DM digestibility was significantly ($P < 0.5$) affected by experimental treatments. The highest in vitro digestibility of dry matter (73.44%) was observed in the combination of Nitroxin bio-fertilizer and mycorrhiza whereas forages in mycorrhiza + NPK treatment had lowest (67.39%) in vitro DM digestibility. However, experimental treatments had a trend to significant ($1.0 > P > 0.5$) effect on in vitro organic matter digestibility. The highest and the lowest in vitro OM digestibility values were observed in the Rhizobium + mycorrhiza (77.86%) and control (66.48%), respectively. Similarly, the results of previous studies indicated that forage quality significantly improved by inoculation with mycorrhizal fungi fertilizer in comparison with control. There was a significant difference between experimental treatments for percentage of crude protein. All fertilizer treatments increased CP content of forages as compared to that control. The effect of M, M + V and M+NPK treatments on CP was similar and the highest CP was associated to M + These effects of fertilizer treatments may be related to increasing the nitrogen fixation and absorption capacity of plant. Although a negative correlation has been reported between CP and fiber content of forages, the results of our study showed a low non-significant impact of fertilizer treatments on fiber content of forage expressed as NDA and ADF.

1- MSc. Student of Agronomy, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
2- Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
3- PhD student in Animal Nutrition, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
4- Professor, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
(*- Corresponding Author Email: parsa@um.ac.ir)

Moreover, the percentage of Ash for all fertilizer treatments was similar to control, except for Rhizobium + mycorrhiza treatment that showed a higher significant Ash content than control. In this experiment, a significant effect of fertilizer treatments was also observed for dry matter yield of forage. In comparison with control, the combination of mycorrhizal and Rhizobium increased forage dry matter yield by 37.89%. These results are in agreement with.

Conclusions

The use of biological and organic fertilizers improves availability of nutrients for plant without negative impact on soil and environment. In the present study, we showed an increase in qualitative and quantitative characteristics of Vicia villosa Roth forage by bio-fertilizers application under greenhouse condition. However, a combination of mycorrhiza and Rhizobium had the highest positive impact on forage yield and quality of Vicia villosa Roth. Further studies may be need to evaluation of the effects of these bio-fertilizers and/or their combinations with other organic and chemical fertilizer on specific crops and conditions.

Keywords: Dry matter digestibility, Organic matter digestibility, Mycorrhizae arbuscular, Rhizobium, Vermicompost