Archive of SID

تأثیر کاربرد تلفیقی منابع مختلف نیتروژن بر عملکرد و جذب نیتروژن توسط ذرت علوفه‌ای (*Zea mays* L.) در منطقه رشت

Integrated Application of Different Nitrogen Sources on Yield and Nitrogen Uptake in Forage Corn (*Zea mays* L.) in Rasht Region

زکیه ابراهیم قوچی[۱]، غلامرضا محسن‌آبادی[۲*]، سیدمحمدرضا احتشامی[۳] و اکبر فرقانی[۴]

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۳/۰۷ تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۸/۲۰

چکیده

به‌منظور بررسی کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی، دامی و زیستی بر فراهمی نیتروژن، صفات مورفولوژیک و عملکرد ذرت، آزمایش مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دانشگاه گیلان در سال ۱۳۹۰ اجرا شد. تیمارها شامل: شاهد (بدون کود)، ۱۰۰٪ کود شیمیایی، ۱۰۰٪ کود دامی، ۱۰۰٪ کود زیستی (*Pseudomonas fluorescens* + *Azospririllum brasilenes*)، ۵۰٪ کود شیمیایی + کود زیستی، ۷۵٪ کود شیمیایی + کود زیستی، ۵۰٪ کود شیمیایی + ۵۰٪ کود دامی، ۲۵٪ کود دامی + ۲۵٪ کود شیمیایی + کود زیستی، ۷۵٪ دامی + کود زیستی، ۵۰٪ کود دامی + کود زیستی بود. نتایج نشان داد تیمار کود شیمیایی خالص، ۵۰٪ کود شیمیایی + ۵۰٪ کود دامی و ۵۰٪ کود شیمیایی + کود زیستی بالاترین عملکرد ماده خشک را داشتند. این تیمارها دارای بیشترین تعداد برگ، قطر ساقه و کم‌ترین درصد برگ‌ریزی بودند. نتایج صفات کیفی نیز نشان داد که بالاترین عملکرد پروتئین و جذب نیتروژن از تیمارهای کود شیمیایی خالص، ۵۰٪ کود دامی+ ۵۰٪ کود شیمیایی، ۷۵٪ کود شیمیایی + کود زیستی و ۵۰٪ کود شیمیایی+ کود زیستی حاصل گردید. بالاترین کارآیی مصرف، کارآیی زراعی و کارآیی جذب نیتروژن (به‌ترتیب ۹۵/۱۶، ۱/۱۷ و ۴۲/۴۱) از ۵۰٪ کود شیمیایی + کود زیستی به‌دست آمد. بیشترین کارآیی استفاده و کارآیی فیزیولوژیک نیتروژن از تیمار زیستی حاصل گردید. در نهایت، داده‌ها نشان داد که تیمار ۵۰٪ کود شیمیایی + کود زیستی نسبت به تیمار کود شیمیایی کارآیی مصرف نیتروژن بالاتری داشت و نیز تفاوت معنی‌داری در عملکرد ماده خشک و عملکرد پروتئین بین این دو تیمار وجود نداشت. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که با کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی، این امکان وجود دارد که با کاهش هزینه‌ها و بدون کاهش چشمگیر در تولید، بتوان در راستای کشاورزی پایدار گام برداشت.

واژه‌های کلیدی: کارآیی مصرف نیتروژن، کود دامی، کود زیستی، کود شیمیایی

۱، ۲ و ۳. به‌ترتیب دانشجوی دکتری زراعت و استادیاران، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۴. استادیار گروه خاکشناسی، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، رشت، ایران
*: نویسنده مسئول Email: mohsenabadi@guilan.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

با احتساب ۶ میلیارد نفر جمعیت کره زمین و مصرف سرانه حدود ۱۱ گرم نیتروژن در روز، میزان نیتروژن مورد نیاز حدود ۲۴ میلیون تن در سال بر آورد گردیده است (*مانیون*[1]، 1988). هم‌چنین با رشد سالانه حدود ۱/۴ درصد، جمعیت کره زمین در سال ۲۰۲۵ بالغ بر ۸/۳ میلیارد نفر خواهد بود (*توران*[2] و همکاران، 2006). با این وجود، روش‌های کشاورزی متداول امروزی موفقیت قابل قبولی در زمینه استفاده و مدیریت صحیح منابع نداشته و با اتکا بیش از حد به نهاده های مصنوعی و تزریق انرژی کمکی مانند کودها و سموم شیمیایی، باعث ایجاد اکوسیستم‌های زراعی ناپایدار شده است (*روبرتز*[3]، 2008). آلودگی محیط‌زیست ناشی از کاربرد کودهای شیمیایی از یک سو و مسأله تأمین غذای کافی با کیفیت مناسب برای جمعیت روزافزون جهان از سوی دیگر، تجدید نظر در روش‌های تولید محصولات زراعی و تغییر جهت به سمت کشاورزی پایدار را ضروری ساخته است. در همین راستا یکی از راهکارهای مهم برای نیل به توسعه پایدار کشاورزی، مصرف نهاده کافی به‌صورت مصرف تلفیقی کودهای شیمیایی، زیستی و آلی می‌باشد، که نتیجه آن کاهش آلودگی‌های محیطی، کاهش آبشویی نیترات، تصعید آمونیاک و دنیتریفیکاسیون در مناطق مرطوب می‌باشد (*فجیرا و بلگار*[4]، 2005). همچنین جهت صرفه جویی و افزایش کارآیی مصرف کودهای نیتروژن، استفاده از باکتری‌های محرک رشد که تثبیت‌کننده نیتروژن هستند، مناسب به‌نظر می‌رسد (*زائد و محمد*[5]، 2006). بررسی‌ها نشان داده که کاربرد باکتری‌های محرک رشد، ضمن کاهش میزان مصرف و بهبود کارآیی کودهای شیمیایی سبب افزایش رشد گیاهان به‌واسطه افزایش جذب نیتروژن و فسفر می‌شوند (*ککمکی*[6] و همکاران، 2005؛ *کاواگلیری*[7] و همکاران، 2004). از سوی دیگر با توجه به آن‌که هم‌زمانی تأمین نیتروژن با نیاز گیاه نقش مهمی در افزایش کارآیی این عنصر دارد، کودهای آلی می‌توانند نقش بسیار مهمی را در افزایش کارآیی نیتروژن ایفا کنند، ضمن این‌که نقش کودهای دامی و یا کمپوست حاصل از آن در بهبود کارآیی نیتروژن را می‌توان به باز چرخش عناصر غذایی و بهبود خصوصیات فیزیکی و بیولوژیکی خاک نسبت داد (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۸). کودهای دامی علاوه‌بر بهبود ساختمان خاک و تمرکز عناصر غذایی در سطح خاک (*تونایتو*[8] و همکاران، 2006)، به‌عنوان مهمترین منبع جهت افزایش فعالیت باکتری‌ها عمل کرده و باکتری‌ها در این شرایط از کارآیی بالاتری برخوردار خواهند بود (*توران* و همکاران، 2006). کارایی جهانی مصرف نیتروژن برای تولید غلات، حدود ۳۳ درصد گزارش شده است، هر چند در شرایط آزمایشی و تحت کنترل، ۴۶ تا ۸۶ درصد نیز گزارش شده است (*والش*[9] و همکاران، 2012). در تغذیه بهینه گیاهان آن‌چه حائز اهمیت است، مصرف مقدار متعادلی از عناصر غذایی مورد نیاز در منطقه گسترش ریشه‌ها می‌باشد. در شرایطی که میزان عناصر در منطقه توسعه ریشه، جهت نقل و انتقال مواد به گیاه در حد مطلوبی باشد، مواد تولید شده در فرایند فتوسنتز ازکمیت و کیفیت خوبی برخوردار بوده و میزان کارآیی مصرف کود نیز معقول خواهد بود (*جاگدیسواران*[10] و همکاران، 2005). همچنین بهبود کارآیی مصرف نیتروژن برای افزایش عملکرد، بهینه کردن سود اقتصادی و کاهش آبشویی نیترات به آب‌های زیر زمینی ضروری می‌باشد (مجیدیان و همکاران، ۱۳۸۷). *باشان*[11] و همکاران (2004) نشان دادند که کاربرد کودهای زیستی همراه با کاهش ۵۰ درصدی در مصرف مقادیر توصیه شده کودهای شیمیایی در مورد ارزن و ذرت موجب افزایش عملکرد شد. در آزمایش *حسن علیده و حجتی*[12] (2012)، تلقیح ذرت با باکتری‌های محرک رشد منجر به افزایش جذب نیتروژن و در نهایت افزایش ۳۰ درصدی عملکرد ذرت شد. با افزایش مصرف کود شیمیایی کارآیی مصرف نیتروژن، کارآیی زراعی و کارآیی فیزیولوژیک نیتروژن کاهش پیدا کرد (*طایفه*[13] و همکاران، 2011) که نشان‌دهنده‌ی پایین بودن سودمندی نیتروژن در این شرایط است. در آزمایش دیگری کاربرد تلفیقی کود آلی به همراه کود شیمیایی موجب افزایش درصد نیتروژن جذب شده در ذرت در مقایسه با کود شیمیایی به تنهایی شد (*میوتگی*[14] و همکاران، 2012).

بر این اساس، با توجه به نقش مؤثر نیتروژن در ساختمان ترکیبات پروتئینی و ضرورت بهینه‌سازی مصرف کودهای شیمیایی در سیستم‌های زراعی منطقه، این مطالعه با هدف بررسی اثرات کودهای آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر کارآیی مصرف نیتروژن در ذرت علوفه‌ای انجام شد.

1. Mannion
2. Turan
3. Roberts
4. Fageria and Baligar
5. Zaidi and Mohammad
6. Cakmaci
7. Cavaglieri
8. Tonitto
9. Walsh
10. Jagadeeswaran
11. Bashan
12. Hasanalideh and Hojati
13. Tayefe
14. Mutegi

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۰ در مزرعه پژوهشی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان در رشت اجرا شد. محل اجرای آزمایش در ۳۷ درجه و ۱۹ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۳۹ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریا (۷-) متر بود. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار روی گیاه ذرت انجام شد که ترکیب‌های کودی مختلف مورد ارزیابی قرار گرفتند. تیمارهای کودی عبارت بودند از:

۱- تیمار بدون کود شیمیایی، بدون تلقیح و بدون کود دامی (شاهد) ۲- تیمار حاوی ۱۰۰٪ کود شیمیایی (نیتروژن ۱۵۰ کیلو گرم در هکتار از منبع اوره + فسفر ۴۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپر فسفات تریپل) + بدون تلقیح و بدون کود دامی ۳- تیمار حاوی کود دامی (۲۸ تن در هکتار) + بدون تلقیح و بدون کود شیمیایی ۴- تیمار حاوی کود زیستی (*Pseudomonas fluorescens + Azospririllum brasilenes*) + بدون کود دامی و بدون کود شیمیایی ۵- تیمار حاوی ۵۰٪ کود شیمیایی + کود زیستی ۶- تیمار حاوی ۷۵٪ کود شیمیایی + کود زیستی ۷- تیمار حاوی ۵۰٪ کود شیمیایی + ۵۰٪ کود دامی ۸- تیمار حاوی ۲۵٪ کود دامی + ۲۵٪ کود شیمیایی + کود زیستی ۹- تیمار حاوی ۷۵٪ کود دامی + کود زیستی ۱۰- تیمار حاوی ۵۰٪ کود دامی + کود زیستی. قبل از شروع آزمایش از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک مزرعه و از کود دامی (کود گاوی) برای تعیین بعضی از ویژگی‌های شیمیایی و تعیین نیاز کودی نمونه‌گیری به عمل آمد (جدول‌های ۱ و ۲).

جدول ۱: برخی خصوصیات خاک مزرعه آزمایشی

Table 1: Some characteristics of experimental soil

ماده آلی Organic matter (%)	بافت خاک Texture	درصد سیلت Silt (%)	درصد رس Clay (%)	درصد شن Sand (%)
0.63	Silt	44	49	7
اسیدیته PH	هدایت الکتریکی EC(ds.m)	نیتروژن Total N (%)	فسفر قابل جذب Available P (p.p.m)	پتاسیم قابل جذب Available K (p.p.m)
5.8	0.42	0.07	2.9	113

جدول ۲: نیتروژن و فسفر کل کود گاوی مورد آزمایش

Table 2: Total Nitrogen and Phosphor of experimental manure

درصد فسفر کل Total P (%)	درصد نیتروژن کل Total N (%)
0.49	1.12

مراحل آماده‌سازی زمین شامل شخم اولیه و عملیات خاک‌ورزی ثانویه شامل دو دیسک عمود بر هم، تسطیح زمین توسط لِولِر و همچنین ایجاد جوی و پشته توسط فاروئر قبل از کاشت بود. عملیات کاشت در ۲۵ خرداد به‌صورت جوی و پشته‌ای و با دست صورت گرفت. دو عدد بذر با فاصله کاشت ۱۵ سانتی‌متر از همدیگر، با فاصله ردیف ۶۵ سانتی‌متر، در پنج ردیف در کرت‌های به طول ۶ متر و در عمق ۵ سانتی‌متری از خاک وسط پشته قرار داده شد. برای کاشت از بذر ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ استفاده شد که بذر آن از موسسه اصلاح و نهال بذر کرج تهیه شد. مایه تلقیحی باکتریایی از بانک میکروبی مؤسسه تحقیقات خاک و آب کرج تهیه شدند. مایه تلقیحی باکتریایی حاوی باکتری سودوموناس و آزوسپریلیوم بود. برای تأمین عناصر غذایی مورد نیاز ۱۵۰ کیلو گرم نیتروژن از منبع اوره در سه مرحله (۱/۳ قبل از کاشت، ۱/۳ در مرحله ۲-۳ برگی و ۱/۳ در مرحله ۸ برگی)، ۴۰ کیلوگرم فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل و ۴۰ کیلوگرم پتاسیم از منبع سولفات پتاس به خاک افزوده شد. کود دامی کاربردی کود گاوی بود، که بلافاصله پس از پخش در سطح خاک به‌وسیله دیسک با خاک مخلوط شد تا از انتشار نیتروژن آن به‌صورت آمونیاک به اتمسفر جلوگیری شود. خصوصیات کود گاوی مورد آزمایش در جدول ۲ ارائه شده است. برای تلقیح بذرها از روش *سوماسگاران و هوبن*[1] (1994) استفاده شد. بدین ترتیب که قبل از کشت، پس از محاسبه بذر برای هر تیمار (۱۴۰ گرم برای هر تیمار آزمایشی) و ریختن بذر ذرت در داخل یک کیسه پلی‌اتلینی، مقدار ۲۰ میلی‌لیتر محلول شکر ۲۰ درصد، به آن اضافه گردید. آنگاه کیسه حاوی بذر و ماده چسباننده به‌مدت ۳۰ ثانیه به شدت

1. Somasegaran and Hoben

www.SID.ir

Archive of SID

تکان داده شد تا سطح کلیه بذرها به‌طور یکنواخت چسبناک گردد. پس از آن، مقدار ۲۰ گرم از مایه تلقیح به بذرهای چسبناک اضافه شد و پس از آن ۴۵ ثانیه تکان دادن و اطمینان از چسبندن یکنواخت مایه تلقیح به بذرهای آغشته به مایه تلقیح بر روی ورقه آلومینومی تمیز در زیر سایه پهن گردید تا بذور خشک شوند. سپس به سرعت کاشت بذور انجام شد. برداشت در مرحله ۱/۲ خط شیری (مرحله خمیری) و از سطحی به مساحت ۲ مترمربع و به‌صورت دستی صورت گرفت. برای اندازه‌گیری میزان عملکرد، علوفه تَر بلافاصله با ترازوی دقیق توزین و سپس بوته‌های برداشت شده در آون آزمایشگاه دانشکده کشاورزی در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد خشک گردید و عملکرد علوفه خشک محاسبه شد. مقدار پروتئین توسط تکنولوژی NIR[1] در موسسه جنگل‌ها و مراتع تهران اندازه‌گیری شد و با استفاده از تقسیم پروتئین خام بر عدد ۵/۷ مقدار نیتروژن محاسبه شد (*فولر*[2] و همکاران، 1989). جهت تعیین کارآیی مصرف، کارآیی استفاده، کارآیی جذب، کارآیی فیزیولوژیک نیتروژن وکارآیی زراعی کود به ترتیب از رابطه‌های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ استفاده شد (*حسن علیده و حجتی*، 2012):

رابطه ۱) $$\text{کارآیی مصرف نیتروژن} = \frac{\text{عملکرد اقتصادی}}{\text{مقدار کود نیتروژن مصرف شده}}$$

رابطه ۲) $$\text{کارآیی استفاده از نیتروژن} = \frac{\text{عملکرد اقتصادی}}{\text{نیتروژن جذب شده}}$$

رابطه ۳) $$\text{کارآیی جذب نیتروژن} = \frac{\text{نیتروژن جذب شده}}{\text{مقدار کود نیتروژن مصرف شده}}$$

رابطه ۴) $$\text{کارآیی فیزیولوژیک نیتروژن} = \frac{\text{عملکرد در تیمار شاهد- عملکرد در تیمار کودی}}{\text{نیتروژن جذب شده در تیمار شاهد- جذب شده در تیمار کودی}}$$

رابطه ۵) $$\text{کارآیی زراعی کود} = \frac{\text{عملکرد در تیمار شاهد- عمکرد در تیمار کودی}}{\text{مقدار کود نیتروژن مصرف شده}}$$

در این تحقیق برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SAS و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون توکی استفاده شد.

نتایج و بحث

عملکرد علوفه خشک

در گیاهان علوفه‌ای، وزن خشک، یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های کمی است. نتایج تجزیه واریانس عملکرد علوفه خشک اختلاف معنی‌داری بین تیمارها نشان داد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین عملکرد علوفه خشک معادل ۱۹۲۵۳ کیلوگرم در هکتار از تیمار کود شیمیایی خالص به‌دست آمد که با تیمارهای تلفیقی ۵۰٪ شیمیایی + ۵۰٪ دامی، ۷۵٪ شیمیایی + زیستی و ۵۰٪ شیمیایی+ زیستی از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۴). بالا بودن عملکرد در اثر کاربرد این ترکیبات تیماری را می‌توان به فراهمی و جذب بیشتر نیتروژن در این تیمارها نسبت داد. مشاهدات *کرامر*[3] و همکاران (2002) در ذرت و جمشیدی و همکاران (۱۳۹۰) در رازیانه نیز نشان داد که کود شیمیایی موجب افزایش معنی‌دار عملکرد نسبت به کاربرد کود آلی شد. به نظر می‌رسد احتمالاً سهولت جذب و فراهمی مناسب‌تر نیتروژن برای گیاه از منابع شیمیایی نسبت به منابع ارگانیک و جذب سریع‌تر این منبع تغذیه‌ای توسط گیاه، سبب می‌شود در مرحله‌ای از رشد گیاه که سرعت جذب نیتروژن بالاست میزان نیتروژن تجمع یافته در خاک توسط تیمارهای آلی و زیستی به تنهایی، نتواند جوابگوی میزان جذب باشد، لذا عملکرد این تیمارها نسبت به کود شیمیایی خالص و تیمارهای تلفیقی با کود شیمیایی پایین‌تر بوده است. تیمار کود زیستی خالص و دامی خالص با شاهد از لحاظ عملکرد ماده خشک و عملکرد علوفه تر تفاوت معنی‌داری نداشت. به نظر می‌رسد در مورد کود زیستی توانایی تثبیت نیتروژن توسط باکتری‌ها در این شرایط خاص (بافت سنگین و رطوبت بالای خاک در منطقه) محدود بوده و به‌تنهایی تأمین‌کننده نیاز گیاه نبوده است.

1. Near Infrared Reflectance Spectroscopy
2. Fowler
3. Kramer

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳: تجزیه واریانس تأثیر کاربرد کودهای شیمیایی، دامی و زیستی بر صفات مورد بررسی در ذرت علوفه‌ای

Table 3: Analysis of variance of effect of bio-, manure and chemical fertilizers on the measured characteristics in forage corn

		میانگین مربعات Mean of square							
منبع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	عملکرد علوفه خشک Dry matter yeild	عملکرد پروتئین Protein yield	جذب نیتروژن N Uptake	کارآیی مصرف نیتروژن N consuming efficiency	کارآیی استفاده از نیتروژن N utilization efficiency	کارآیی جذب نیتروژن N uptake efficiency	کارآیی زراعی نیتروژن N agronomic efficiency	کارآیی فیزیولوژیک نیتروژن N physiological efficiency
تکرار Replicate	2	8019557.9	47006.9	1446.8	92.6	1.5	0.01	217.5	226.1
تیمار Treatment	9	31473378.3**	249612.7**	7682.7**	1019.7**	208.9*	0.14**	169.7**	837.8*
خطا Erorr	18	3149302.8	30016.1	923.8	111.4	59.4	0.03	31.47	224.8
ضریب تغیرات C.V	–	13/5	18.4	18.4	15.7	9.5	20.6	20	19.7

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

* and** significant at %5 and %1 probability level, respectively

جدول ۴: مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در سطوح مختلف تیمارهای آزمایشی

Table 4: Mean comparison of the measuredtraits at different treatment levels

تیمار Treatment	عملکرد علوفه خشک Dry matter yield (kg/ha)	عملکرد پروتئین Protein yeild (kg/ha)	جذب نیتروژن N Uptake (kg/ha)	کارآیی مصرف نیتروژن NCE (kg/kg)	کارآیی استفاده از نیتروژن NUE (kg/kg)	کارآیی جذب نیتروژن NUpE (kg/kg)	کارآیی زراعی نیتروژن NAE (kg/kg)	کارآیی فیزیولوژیک نیتروژن NPE (kg/kg)
شاهد Control	7545^{d}	520^{d}	91.25^{b}	–	83.33^{ab}	-	–	–
۱۰۰٪ شیمیایی 100% Chemical	19253^{a}	1416^{a}	248.46^{a}	64.2^{bcd}	71.67^{b}	0.82^{ab}	24.99^{ab}	74.73^{ab}
۱۰۰٪ دامی 100% Manure	12759^{bcd}	1015^{abcd}	178^{abcd}	42.5^{d}	72.15^{b}	0.55^{b}	17.38^{b}	60.61^{b}
۱۰۰٪ زیستی 100% Bio	9934^{dc}	621^{d}	109^{d}	-	95.16^{a}	-	–	114.92^{a}
۵۰٪ شیمیایی + زیستی 50% Ch + Bio	14275^{abc}	1007.5^{abcd}	176.8^{abcd}	95.2^{a}	81.16^{ab}	1.17^{a}	$42/4^{a}$	81.14^{ab}
۷۵٪ شیمیایی + زیستی 75% Ch + Bio	14319^{abc}	1139.8^{abc}	200^{abc}	63^{dc}	71.83^{b}	0.88^{ab}	29.5^{ab}	62.63^{b}
۵۰٪ شیمیایی + ۵۰٪ دامی 50% Ch + 50% M	16175^{ab}	1288.6^{ab}	226^{ab}	54^{dc}	77.9^{b}	0.75^{ab}	28.76^{ab}	64.4^{b}
۲۵٪ دامی + ۲۵٪ شیمیایی + زیستی 25% Ch + 25% M + Bio	13177^{bc}	862^{bcd}	151.2^{bdc}	87.8^{ab}	87.38^{ab}	1^{ab}	22.37^{b}	81.26^{ab}
۷۵٪ دامی + زیستی 75% M + Bio	11736^{bcd}	703.7^{cd}	123.5^{dc}	52^{dc}	92.04^{ab}	0.54^{b}	25.58^{b}	78.6^{ab}
۵۰٪ دامی + زیستی 50% M + Bio	11814^{bcd}	837^{bcd}	146.8^{bdc}	78.8^{abc}	82.17^{ab}	0.97^{ab}	33.07^{ab}	65.68^{b}

وجود حروف مشترک در هر ستون نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد طبق آزمون توکی است

In each column, numbers with similar letters have no significant difference (p=0.05) according to the Tukey method

داده‌هایی که با - نشان داده شده، به علت عدم مصرف کود نیتروژنه محاسبه نشدند

The data shown with - were not calculated due to the lack of nitrogen fertilizer

Ch، M و Bio به ترتیب کودهای شیمیایی، دامی و زیستی هستند

Ch, M and Bio are Chemical, Manure and Biofertilizer, respectively

NCE، NUE، NUpE، NPE و NAE به‌ترتیب کارآیی مصرف نیتروژن، کارآیی استفاده از نیتروژن، کارآیی جذب نیتروژن، کارآیی فیزیولوژیک نیتروژن و کارآیی زراعی نیتروژن هستند

NCE, NUE, NUpE, NPE and NAE are Nitrogen consumption efficiency, Nitrogen utilization efficiency, Nitrogen uptake efficiency, Nitrogen physiological efficiency and Nitrogen agronomic efficiency, respectively

www.SID.ir

Archive of SID

اما با این وجود موجب افزایش ۳۳/۶۶ درصدی عملکرد نسبت به شاهد شد که با نتایج *محمدی*[1] و همکاران (2012) مطابقت داشت. *سرهان*[2] و همکاران (2011) گزارش کردند که کاربرد تلفیقی کود زیستی به همراه کود دامی موجب افزایش وزن تر و وزن خشک اندام‌های هوایی کدو گردید. کود دامی خالص هم در مقایسه با شاهد نتواست افزایش معنی‌داری در عملکرد ماده خشک ایجاد کند علت این امر را می‌توان به کندی آزاد سازی نیتروژن از کودهای دامی در سال اول نسبت داد. مقدار کود دامی قابل دسترس برای گیاه در سال اول، ۳۵ درصد کل نیتروژن آن است که به عوامل مختلفی از قبیل شرایط خاک، اقلیم، نوع کود دامی، مرحله پوسیدگی کود بستگی دارد (*اقبال*[3] و همکاران، 2001). بنابراین علی‌رغم ناتوانی کودهای زیستی و دامی در فراهم نمودن نیازهای ذرت به تنهایی، همان‌طورکه مشاهده می‌شود کاربرد تلفیقی آنها با کود شیمیایی می‌تواند موثر واقع گردد و موجب کاهش مصرف کود شیمیایی گردد.

عملکرد پروتئین

نتایج تجزیه واریانس نشان داد تیمارهای کودی تأثیر معنی داری بر روی عملکرد پروتئین داشت (جدول ۳). نکته قابل ملاحظه در مورد کیفیت علوفه این است که محتوای پروتئین به تنهایی نمی‌تواند معرف کیفیت علوفه تولید شده باشد، زیرا ممکن است درصد پروتئین بالا در اثر پایین بودن عملکرد تولیدی چندان قابل توجه نباشد و یا ممکن است گیاهی با درصد پروتئین کم ولی تولید ماده خشک بالاتر پروتئین بیش تری تولید کرده و در نتیجه اهمیت بیشتری داشته باشد، بنابراین عملکرد پروتئین در هکتار که برآیندی از عملکرد ماده خشک و درصد پروتئین می‌باشد، نسبت به درصد پروتئین اهمیت بیش‌تری در تعیین ارزش کیفی علوفه دارد. بیش‌ترین عملکرد پروتئین معادل ۱۴۱۶/۲ کیلوگرم در هکتار از تیمار کود شیمیایی خالص به‌دست آمد و از لحاظ آماری با تیمارهای ۵۰٪ شیمیایی + ۵۰٪ دامی، ۷۵٪ کود شیمیایی + کود زیستی، ۵۰٪ کود شیمیایی + کود زیستی و کود دامی خالص تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۴). با توجه به این نتایج، می‌توان استنباط نمود که در حضور کودهای دامی و زیستی، جذب نیتروژن از کود شیمیایی افزایش می یابد و هم‌چنین کاربرد توأم کودها سبب بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شوند، کودهای شیمیایی نیز موجب تأمین عناصر نیتروژن و فسفر مورد نیاز گیاه مخصوصاً در اوایل دوره رشد گیاه که کودهای آلی در حال تجزیه هستند، می‌شود و در نتیجه شرایط مناسب‌تری برای رشد و تولید گیاه فراهم می شود و نهایتاً عملکرد پروتئین افزایش می‌یابد که با نتایج مجیدیان (۱۳۸۷) مطابقت داشت.

جذب نیتروژن

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که نیتروژن جذب شده در بوته در سطح یک درصد تحت تأثیر تیمارهای کودی اعمال شده قرار گرفت (جدول ۳). براساس جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) مشخص شد که بالاترین میزان نیتروژن جذب شده در تیمار ۱۰۰٪ کود شیمیایی به مقدار ۲۴۸/۴۶ (کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای ۵۰٪ کود شیمیایی + ۵۰٪ کود دامی و ۵۰٪ شیمیایی + زیستی نداشت. کمترین مقدار نیتروژن جذب شده در تیمار شاهد (۹۱/۲۵ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد (جدول ۴). بنابراین همان‌طور که دیده می‌شود، بین میزان نیتروژن جذب شده با مقدار نیتروژن مصرف شده ارتباط نزدیکی وجود دارد. *ملافیلابی*[4] و همکاران (2010) گزارش کردند که با افزایش میزان نیتروژن در خاک محتوی کل نیتروژن بوته به‌طور معنی-داری رو به افزایش گذاشت. افزایش محتوی نیتروژن گیاه در نتیجه اعمال تیمارهای مربوط به کود شیمیایی خالص و تیمار تلفیقی کود دامی و شیمیایی را می‌توان با تحریک سطح فتوسنتزکننده و رشد رویشی ذرت و در نتیجه جذب نیتروژن مرتبط دانست، به‌طوری‌که این تحریک منجر به افزایش وزن خشک و در نهایت افزایش محتوی نیتروژن گیاه در واحد سطح می‌شود. علاوه‌بر این، کود دامی با بهبود خواص فیزیکی خاک مانند افزایش ظرفیت نگهداری آب، کاهش چگالی ظاهری و نیز افزایش تخلخل خاک منجر به افزایش ظرفیت نگهداری عناصر در خاک می‌شود. از آنجایی که نیتروژن از عناصر اصلی تشکیل-دهنده اسیدهای نوکلئیک بوده و این اسیدها نقش مهمی در میزان مواد انتقال یافته به دانه‌ها به عهده دارند (رضوانی‌مقدم و همکاران، ۱۳۹۱)، افزایش جذب نیتروژن می‌تواند عملکرد نهایی را مستقیماً تحت تأثیر قرار دهد. در این آزمایش، تیمار کود زیستی خالص با شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت. این در-حالی است که *کومار و اهلاوات*[5] (2006) نقش کودهای زیستی را در افزایش معنی‌دار جذب نیتروژن توسط گندم مثبت ارزیابی کردند. چنین نتایج متفاوتی در مورد نقش کودهای

1. Mohammadi
2. Sarhan
3. Eghball
4. Mollafilabi
5. Kumar and Ahlawat

www.SID.ir

Archive of SID

بیولوژیک در بهبود عملکرد گیاهان ممکن است ناشی از شرایط آب و هـوایی، خصوصـیات فیزیکـی و بیوشـیمیایی خـاک و یـا تلقیح مؤثر بذر با باکتری محرک رشد باشد. پس می‌توان گفـت که کود دامی به‌تنهایی قابل توصیه نیست، اما در تلفیق با کـود شیمیایی باعث افزایش مشهود عملکرد و کاهش استفاده از کود شیمیایی می‌شود.

جدول ۵: تجزیه واریانس تأثیر کودهای شیمیایی، زیستی و دامی روی برخی صفات رویشی در ذرت علوفه‌ای
Table 5: Analysis of variance of the effect of bio-, chemical and manure fertilizers on some growth characteristics in forage corn

		میانگین مربعات Mean of square				
منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	قطر ساقه Stem diameter	تعداد برگ Leaf number	تعداد برگ سبز Green leaf number	درصد برگ‌ریزی Defoliation percent
تکرار Replicate	2	522.4	0.11	10.6	11.16	28
تیمار Treatment	9	933.8**	0.15*	3.6**	5.4**	41.8**
خطا Error	18	112.2	0.04	0.64	0.73	5.47
C.V ضریب‌تغییرات	-	4.4	11.7	7.8	9.1	21.3

*، ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪
* and** significant at %5 and %1 probability levels, respectively

جدول ۶: مقایسه میانگین‌های تأثیر کودهای شیمیایی، زیستی و دامی روی برخی صفات رویشی در ذرت علوفه‌ای
Table 6: Analysis of variance of the effect of bio-, chemical and manure fertilizers on some growth characteristics in forage corn

تیمار Treatment	ارتفاع بوته plant height (cm)	قطر ساقه stem diameter (cm)	تعداد برگ سبز green leaf number	تعداد برگ بوته leaf number	درصد برگ‌ریزی defoliation percent
شاهد Control	214.5^{c}	1.4^{b}	7.5^{d}	9^{c}	17^{a}
۱۰۰٪ شیمیایی %100 Chemical	262.5^{a}	2.1^{a}	12^{a}	12.6^{a}	5.4^{c}
۱۰۰٪ دامی %100 Manure	236.5^{abc}	1.5^{ab}	8.6^{bcd}	9.6^{bc}	11^{abc}
۱۰۰٪ زیستی %100 Bio	227.1^{bc}	1.6^{bc}	8.2^{dc}	9.4^{bc}	12.9^{ab}
۵۰٪ شیمیایی + زیستی %50 Ch + Bio	244.86^{abc}	1.8^{ab}	9.5^{adcd}	11^{abc}	13.3^{ab}
۷۵٪ شیمیایی + زیستی %75 Ch + Bio	245.8^{ab}	1.9^{ab}	10^{abc}	10.3^{abc}	9.2^{bc}
۵۰٪ شیمیایی+ ۵۰٪ دامی %50 Ch+%50 M	249.5^{ab}	2.05^{a}	10.9^{ab}	11.6^{ab}	5.9^{c}
۲۵٪ دامی + ۲۵٪ شیمیایی + زیستی %25 Ch + %25 M + Bio	244.4^{abc}	1.7^{ab}	9.2^{bcd}	10^{bc}	8.7^{bc}
۷۵٪ دامی + زیستی %75 M+ Bio	235.6^{abc}	1.8^{ab}	8.7^{bcd}	9.8^{bc}	14.5^{ab}
۵۰٪ دامی + زیستی %50 M+ Bio	244.4^{abc}	1.7^{ab}	9^{bcd}	10.2^{bc}	11.4^{abc}

وجود حروف مشترک در هر ستون نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد طبق آزمون توکی است
In each column, numbers with similar letters have no significant difference (p=0.05) according to the Tukey method
Ch، M و Bio به ترتیب کودهای شیمیایی، دامی و زیستی هستند
Ch, M and Bio are Chemical, Manure and Biofertilizer, respectively

کارآیی نیتروژن

نتایج به‌دست آمـده از تجزیـه واریـانس داده‌هـا نشـان داد کـه تیمارهای کودی اثر معنی‌داری در سطح یک درصد بـر کـارآیی مصرف، کارآیی جذب و کارآیی فیزیولوژیک نیتروژن و در سطح پنج درصد بر کارآیی زراعی و کارآیی استفاده از نیتروژن داشت (جدول ۳).

کارآیی مصرف نیتروژن

نتایج مقایسه میانگین داده‌هـا نشـان داد کـه بـالاترین کـارآیی مصرف نیتروژن از تیمـار ۵۰٪ کـود شـیمیایی + کـود زیسـتی معادل ۹۵/۱۶ کیلوگرم بر کیلوگرم حاصل گردیـد کـه اخـتلاف معنی‌داری با تیمارهای ۲۵٪ کود شیمیایی + ۲۵٪ کود دامـی + کود زیستی و ۵۰٪ کود دامی + کود زیستی (به‌ترتیب ۸۷/۸۵ و ۷۸/۷۶) نداشت (جدول ۴). به‌عبارت دیگر با افزایش مقدار کود

www.SID.ir

Archive of SID

مصرفی، کارآیی مصرف نیتروژن کاهش پیدا کرد. پایین ترین کارآیی مصرف نیتروژن از تیمار ۱۰۰ درصد کود دامی معادل ۴۲/۵ درصد به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای ۵۰٪ شیمیایی + ۵۰ درصد شیمیایی، ۷۵٪ دامی + زیستی و ۷۵٪ درصد شیمیایی نداشت. در آزمایش *طایفه* و همکاران (2011)، با افزایش مصرف کود شیمیایی کارآیی مصرف نیتروژن کاهش پیدا کرد که نشان‌دهنده‌ی پایین بودن سودمندی مصرف نیتروژن و صحت قانون بازده نزولی در مورد مصرف نیتروژن در این شرایط است. *باشان* و همکاران (2004) نیز نشان دادند که کاربرد کودهای زیستی همراه با کاهش ۵۰ درصدی در مصرف مقادیر توصیه شده کودهای شیمیایی در مورد ارزن و ذرت موجب افزایش عملکرد و کارآیی مصرف نیتروژن شد. افزودن کود دامی و کود زیستی به‌دلیل تولید اسید هومیک و کاهش PH به واسطه ترکیب گازکربنیک تولید شده از تجزیه مواد آلی با آب، تولید ترکیباتی نظیر فسفوهومیک که با سهولتی بیشتر جذب گیاه می‌شوند و با پوشاندن سطوح ترکیبات اکسیدهای آهن و آلومینیوم توسط هوموس و کاهش تثبیت فسفات خاک، قابلیت جذب عناصر افزایش می‌یابد. همچنین، تغییر در اندازه و مورفولوژی خارجی و داخلی ریشه‌ها به‌دلیل تأثیر مثبت باکتری‌های محرک رشد، بر توانایی ریشه در دسترسی به حجم وسیع‌تر خاک اثر گذاشته و قابلیت استفاده و جذب عناصر غذایی و آب را افزایش داده که در نهایت منجر به افزایش کارآیی مصرف کود و عملکرد بیشتر می‌گردد. بدین ترتیب با کاربرد باکتری‌های محرک رشد، علاوه‌بر بهره‌مندی از سایر اثرات مفید این باکتری‌ها که نتیجه‌ی آن افزایش رشد گیاه است (زهیر[1] و همکاران، 2004)، با افزایش کارآیی مصرف کود، کاهش مصرف آن تا ۵۰ درصد امکان‌پذیر خواهد بود.

کارآیی استفاده از نیتروژن

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین و کمترین کارآیی استفاده نیتروژن به‌ترتیب از تیمارهای کود زیستی و کود شیمیایی خالص به‌ترتیب معادل ۹۵/۱۶ و ۷۱/۶۷ کیلوگرم بر کیلوگرم حاصل گردید. دو عامل اساسی در افزایش کارآیی استفاده از نیتروژن عبارتست از: جذب نیتروژن کافی از خاک تا قبل از گلدهی گیاه و همچنین جذب نیتروژن در مراحل انتهایی رشد. *یانگ*[2] و همکاران (2011) گزارش کردند که اعمال روش‌هایی که بتواند منجر به کاهش سرعت آزاد شدن عناصر از کودهای شیمیایی شود، می‌تواند علاوه‌بر افزایش رفع نیاز گیاه به این عنصر، منجر به افزایش کارآیی استفاده از نیتروژن شود. در این آزمایش نیز همان‌طورکه در جدول ۴ مشاهده می‌شود تیمارهای تلفیقی ۷۵٪ دامی + کود زیستی و ۵۰٪ دامی + زیستی کارآیی استفاده از نیتروژن را نسبت به کود شیمیایی خالص افزایش دادند به گزارش *ژائو*[3] و همکاران (2007) با افزایش مصرف کود نیتروژن، کارآیی بهره‌وری نیتروژن کاهش می‌یابد که نشان‌دهنده‌ی پایین بودن سودمندی نیتروژن و افزایش هزینه تولید می‌باشد. همچنین، اسدی و همکاران (۱۳۹۰) بیان کردند که کارآیی استفاده از نیتروژن ممکن است به‌علت هدر رفتن آن از طریق تصعید، دنیتریفیکاسیون، آبشویی و یا به سبب عدم جذب نیتروژن به‌وسیله محصول کاهش یابد.

کارآیی جذب نیتروژن

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین و کمترین کارآیی جذب نیتروژن به‌ترتیب از تیمارهای ۵۰٪ کود شیمیایی + کود زیستی و ۷۵٪ کود دامی + کود زیستی حاصل گردید (جدول ۴). همان‌طورکه در جدول مشاهده می‌شود با افزایش کود مصرفی مقدار کارآیی جذب نیتروژن کاهش پیدا کرد. به‌عبارت دیگر افزایش کارآیی جذب در نهایت منجر به افزایش کارآیی مصرف نیتروژن در تیمار ۵۰٪ کود شیمیایی + کود زیستی گردید. به‌نظر می‌رسد کود زیستی با کمک به توسعه سیستم ریشه‌ای، بر توانایی ریشه در دسترسی به حجم وسیع‌تر خاک اثر گذاشته و قابلیت استفاده و جذب عناصر غذایی را افزایش داده و در نهایت منجر به افزایش جذب، انتقال و همگون‌سازی نیتروژن شده است که با نتایج آزمایش *حسن علیده و حجتی* (2012) مطابقت داشت.

کارآیی فیزیولوژیک نیتروژن

براساس مقایسه میانگین‌ها بالاترین کارآیی فیزیولوژیک در تیمار کود زیستی خالص به مقدار ۱۱۴/۹۲ کیلوگرم بر کیلوگرم مشاهده شد (جدول ۴)، لذا کاهش کارآیی استفاده از نیتروژن در مقادیر بالای مصرف نیتروژن ناشی از کاهش کارآیی فیزیولوژیک در این شرایط می باشد. به عبارت دیگر در شرایط مصرف زیاد نیتروژن، جذب بیشتر نیتروژن در افزایش عملکرد چندان تأثیرگذار نیست، در نهایت کارآیی فیزیولوژیک نیتروژن کاهش می‌یابد که با نتایج آزمایش *حسن علیده و حجتی* (2012) مطابقت داشت. کمترین کارآیی فیزیولوژیک نیتروژن از تیمار کود دامی خالص (۶۰/۶۱) حاصل گردید (جدول ۴).

1. Zahir
2. Yang
3. Zhao

www.SID.ir

Archive of SID

کارآیی زراعی کود

براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، بیشترین کارآیی زراعی به مقدار ۴۲/۴۱ (کیلوگرم بر کیلوگرم) در تیمار ۵۰٪ کود شیمیایی + کود زیستی مشاهده شد. براساس مطالعات *وسی*[1] (2003)، غلظت بالای عناصر غذایی و برهم خوردن تعادل الکتروشیمیایی و وجود عناصر سنگین مانند بور و کادمیوم به سبب مصرف مقادیر اضافی کودهای شیمیایی ممکن است موجب سمیت، کاهش جذب عناصر غذایی و سرانجام موجب کاهش کارآیی زراعی کود گردند. از طرفی، در تغذیه بهینه گیاهان آن‌چه حائز اهمیت است، مصرف متعادل عناصر غذایی مورد نیاز، در منطقه گسترش ریشه‌ها می‌باشد. در شرایطی که میزان عناصر در منطقه توسعه ریشه، جهت نقل و انتقال مواد به گیاه در حد مطلوبی باشد، مواد تولید شده در فرایند فتوسنتز واجد کمیت و کیفیت لازم بوده و میزان کارآیی کود نیز معقول خواهد بود. کارآیی زراعی به فصل رشد، میزان عملکرد، ذخایر نیتروژن خاک و زمان و مقدار کود مورد استفاده بستگی دارد. در واقع در تیمار ۵۰٪ کود شیمیایی + کود زیستی، در دسترس بودن نیتروژن به مقدار مناسب در مراحل رشد و مطابقت زمان کوددهی با نیازمندی گیاه به نیتروژن، باعث کاهش تلفات و افزایش جذب نیتروژن و کارآیی زراعی نیتروژن شد.

صفات مورفولوژیک

در این تحقیق اثر سطوح تیماری بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود (جدول ۵). بیش‌ترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار کود شیمیایی خالص معادل ۲۶۲/۵۳ سانتی‌متر بود که با تیمار شاهد و تیمار کود زیستی خالص تفاوت معنی‌داری داشت ولی با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان نداد و کم‌ترین ارتفاع بوته در تیمار شاهد معادل ۲۱۴/۴۶ سانتی‌متر مشاهده شد (جدول ۶). می‌توان استنباط نمود که این سطوح تیماری موجب بهبود شرایط خاک، افزایش تولید و افزایش جذب آب و مواد غذایی و در نهایت منجر به افزایش رشد رویشی و تقسیم سلولی از طریق افزایش تعداد گره و طول میانگره‌ها در اندام‌های گیاه به خصوص ساقه می‌شوند. از طرفی با تأمین شرایط مناسب برای گیاه، انتظار می‌رود مواد فتوسنتزی بیش‌تری توسط گیاه تولید شود، که این امر شرایط مناسب برای طویل شدن ساقه و افزایش رشد ساقه را فراهم می‌کند و گیاه با ارتفاع بیش‌تر به دلیل افزایش قابلیت دسترسی به نور و افزایش سطح برگ عملکرد بیش‌تری تولید می‌کند. نتایج این آزمایش با یافته‌های *اعظم شاه*[2] و همکاران (2009) مطابقت داشت. هر چند در این آزمایش کود زیستی به تنهایی از لحاظ آماری افزایش معنی‌داری در ارتفاع بوته ایجاد نکرد ولی با تولید هورمون‌های رشدی چون اکسین و جیبرلین موجب افزایش ۵/۹ درصدی ارتفاع بوته نسبت به شاهد گردید که مطابق با نتایج *زهیر* و همکاران (2004) مبنی بر افزایش ۸/۵ درصدی ارتفاع بوته‌های ذرت که بذرهای آن فقط با باکتری‌های ازتوباکتر و سودوموناس تلقیح شده بودند، می‌باشد. تیمارهای آزمایشی باعث اختلاف معنی‌داری بر روی قطر ساقه شدند (جدول ۵). بیش‌ترین قطر ساقه در تیمار کود شیمیایی خالص (۲/۱۲ سانتی‌متر) و هم‌چنین در تیمار تلفیقی ۵۰٪ شیمیایی + ۵۰٪ دامی (۲/۰۵ سانتی متر) مشاهده شد (جدول ۶). این دو تیمار با شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند ولی با سایر سطوح تیماری در یک سطح آماری قرار داشتند و کم‌ترین قطر ساقه (معادل ۱/۴۰ سانتی متر) از تیمار شاهد (بدون تلقیح، بدون کود شیمیایی و کود دامی) حاصل گردید. این نتایج با یافته *نادری و قدیری*[3] (2010) مطابقت داشت. لازم به توضیح است که جهت تولید گیاهی با ارتفاع مناسب که در طول فصل رشد با مشکل ورس مواجه نشود وجود ساقه قوی و مستحکم امری اجتناب ناپذیر است اما در مقابل، عوامل ایجاد استحکام در ساقه با کیفیت علوفه رابطه معکوس دارند زیرا این بافت‌ها اغلب لیگنینی بوده و موجب کاهش کیفیت علوفه می‌شوند. ترکیب تیماری هم‌چنین باعث اختلاف معنی‌داری در تعداد برگ در بوته شد (جدول ۵). بیش‌ترین تعداد برگ در بوته (۱۲/۶۶) از تیمار کود شیمیایی خالص به‌دست آمد و با تیمارهای ۵۰٪ کود شیمیایی + ۵۰٪ کود دامی، ۵۰٪ کود شیمیایی + کود زیستی و ۷۵٪ کود شیمیایی + کود زیستی با تعداد برگ به‌ترتیب ۱۱/۶، ۱۱ و ۱۰/۳۳ در یک سطح آماری قرار داشت. در ابتدای رشد گیاه ذرت، آغازه‌های زیادی از برگ شکل می‌گیرد که در شرایط مطلوب و ایده‌آل رشد، همه آنها پتانسیل ایجاد برگ بالغ را دارند، اما نامناسب بودن شرایط رشدی و تنش‌های محیطی باعث مرگ آغازه‌های برگ‌ها می‌شوند. در این تحقیق استنباط بر این است که در تیمارهای شیمیایی به‌همراه زیستی و هم‌چنین شیمیایی و دامی با تأمین شرایط مناسب رشدی برای گیاه موجب عدم کاهش قابل توجه تعداد آغازه برگ و در نهایت افزایش تعداد برگ در بوته گردید. نتایج حاصل از تجزیه واریانس روی تعداد برگ سبز در زمان برداشت نشان داد که سطوح تیماری تأثیر معنی‌داری بر روی تعداد برگ سبز داشت

1. Vessey

2. Azam Shah

3. Naderia and Ghadiri

www.SID.ir

Archive of SID

(جدول ۵). بیش‌ترین تعداد برگ سبز از تیمار کود شیمیایی خالص معادل ۱۲ برگ سبز حاصل گردید که با تیمارهای ۵۰٪ کود شیمیایی + ۵۰٪ کود دامی، ۵۰٪ کود شیمیایی + کود زیستی و ۷۵٪ شیمیایی + زیستی (به‌ترتیب ۱۰/۹۳، ۱۰/۰۶ و ۹/۵۳) اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۶). که با نتایج سرهان (2011) مبنی بر افزایش تعداد برگ سبز در تیمارهای تلفیقی مطابقت داشت. نتایج حاصل از تجزیه واریانس درصد برگریزی نشان داد که سطوح تیماری تأثیر معنی‌داری بر روی این صفت مورد ارزیابی گذاشت (جدول ۵). بیش‌ترین درصد برگ‌ریزی در تیمار شاهد (۱۷/۱۵٪) مشاهده شد (جدول ۵). کم‌ترین درصد برگ‌ریزی در تیمار کود شیمیایی خالص و هم چنین تیمار ۵۰٪ شیمیایی + ۵۰٪ دامی (به ترتیب ۵/۴۱ ٪و ۵/۸۹٪) مشاهده شد. به نظر می‌رسد در این سطوح تیماری با بهبود خصوصیات خاک و تأمین عناصر مورد نیاز برای گیاه موجب کاهش درصد برگ‌ریزی و به‌دنبال آن افزایش عملکرد کمی و کیفی گردید.

نتیجه‌گیری

بنابراین با توجه به این که عملکرد ماده خشک و عملکرد پروتئین در تیمار ۵۰٪ کود شیمیایی + زیستی تفاوت معنی‌داری با تیمار کود شیمیایی خالص نداشت و بالاترین کارآیی مصرف، کارآیی زراعی و کارآیی جذب نیتروژن از تیمار ۵۰٪ کود شیمیایی + کود زیستی به‌دست آمد، می‌توان با در نظر گرفتن صرفه‌جویی ایجاد شده در مصرف کود شیمیایی و کاهش هزینه‌های تولید، بدون کاهش چشم‌گیری در عملکرد، تناسبی میان مصرف نیتروژن و عملکرد برقرار کرد که البته نیاز به مطالعات بیشتری دارد تا صحت این نتایج کاملاً تأیید شود.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

اسدی، س.، زواره، م. و شاهین رخسار، پ. ۱۳۹۰. تأثیر محلول‌پاشی نیتروژن و پتاسیم مکمل بر عملکرد، کیفیت دانه و کارآیی استفاده از نیتروژن در برنج دورگ بهار. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، ۴ (۳):۱۹۰-۱۷۵.

جمشیدی، ا.، قلاوند، ا.، سفیدکن، ف. و محمدی گل‌تپه‌ای، ا. ۱۳۹۰. تأثیر کاربرد سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای (آلی، شیمیایی، بیولوژیک و تلفیقی) بر عملکرد و غلظت عناصر شاخ و برگ و دانه رازیانه. مجله علوم محیطی، ۸ (۴): ۷۲-۵۹.

رضوانی‌مقدم، پ.، سیدی، س. م. و آزاد، م. ۱۳۹۱. مقایسه تأثیر منابع آلی، شیمیایی و بیولوژیک نیتروژن بر کارآیی مصرف نیتروژن در سیاهدانه (*Nigella sativa* L.). فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۳ (۳):۲۶-۲.

کوچکی، ع.، غلامی، ا.، مهدوی دامغانی، ع. م. و تبریزی، ل. ۱۳۸۶. اصول کشاورزی زیستی (ارگانیک) ترجمه انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۳۸۶ صفحه.

مجیدیان، م.، قلاوند، ا.، کریمیان، ن. و کامکار حقیقی، ع. ا. ۱۳۸۷. تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن، کود دامی و آب آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، ۲: ۸۵-۶۷.

Azam Shah, S., Mahmood Shah, S., Mohammad, W., Shafi, M. and Nawaz. H. 2009. N uptake and yield of wheat as influenced by integrated use of organic and mineral nitrogen. International Jounal of Plant Production, 3 (3): 45-56.

Bashan, Y., Holguin, G. and de-Bashan, L. 2004. Azospirillum-plant relationships: physiological, molecular, agricultural and environmental. Canadian Journal of Microbiology, 50: 521-577.

Cakmaci, R., Akmakc, I. A., Figen, B., Adil, A., Fikrettin, S. and Ahin, B. C. 2005. Growth Promotion of plants by plant growth-promoting rhizobacteria under greenhouse and two different field soil conditions. Soil Biology and Biochemistry, 38: 1482-1487.

Cavaglieri, L. R., Passone, A. and Etcheverry, M. G. 2004. Correlation between screening procedures to select root endophytes for biological control of *Fusarium verticillioides* in *Zea mays*. Biological Control, 31: 259-262.

De carvahlo, E. V., Afferri, F. S., Peluzio, J. M., Dotto, M. A. and Cancellier, L. L. 2013. Nitrogen use efficiency in corn (*Zea mays* L.) genotypes under different conditions of nitrogen and seeding date. Maydica Electronic publication, 57: 43-48.

Eghball, B., Wienhold, B. and Gilley, J. 2001. Comprehensive manur management for improved nutrient utilization and environment quality. Soil and Water Conservation Research, 1: 128-135.

Fageria, N. K. and Baligar, V. C. 2005. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. Advances in Agronomy, 88: 97-185.

Fowler, B. D., Brydon, J. and Baker, R. J. 1989. Nitrogen fertilization of no till winter wheat and rye. II: Influence of grain protein. Agronomy Journal, 81: 72-77.

Hasanalideh, A. H. and Hojati, M. 2012. Enhancing yield and nitrogen use efficiency of *Brassica Napus* L. using an integrated fertilizer management. Advances in Environmental Biology, 6 (2): 641-647.

Jagadeeswaran, R., Murugappan, V. and Govindaswamy, M. 2005. Effect of slow release NPK fertilizer sources on the nutrient use efficiency in turmeric (*Curcuma longa* L.). World Journal of Agricultural Science, 1: 65-69.

Kant, S., Bi, Y. M. and Rothstein, S. J. 2011. Understanding plant response to nitrogen limitation for the improvement of crop nitrogen use efficiency. Journal of Experimental Botany, 62 (4): 1499-1509.

Kramer, A. W., Timothy, A. D., Horwath, W. R. and Kessel, C. V. 2002. Combining fertilizer and organic input to synchronize N supply in alternative cropping systems in California. Agriculture, Ecosystems and Environment, 91: 233-243.

Kumar, V. and Ahlawat, I. P. S. 2006. Effect of biofertilizer and nitrogen on wheat (*Triticum aestivum*) and their after effects on succeeding maize (*Zea mays*) in wheat-maize cropping system. Indian Journal of Agricultural Sciences, 76 (8): 465-468.

Mannion, A. M. 1988. Future trends in agriculture: The role of biotechnology. Outlook on Agriculture, 27: 213-218.

Mohammadi, GH. R., Eghbal Ghobadi, M. and Sheikheh-poor, S. 2012. Phosphate biofertilizer, row spacing and plant density effects on Corn (*Zea mays* L.) yield and weed growth. American Journal of Plant Sciences, 3: 425-429.

Mollafilabi, A., Rashed, M. H., Moodi, H. and Kafi, M. 2010. Effect of plant density and nitrogen on yield and yield components of black cumin (*Nigella sativa* L.). Acta Horticulturae, 85: 115-126.

Mutegi, E. M., Biu Kung'u, J. and Muna, M. 2012. Complementary effects of organic and mineral fertilizers on maize production in the smallholder farms of Meru South District, Kenya. Agricultural Sciences, 3 (2): 221-229.

Naderia, R. and Ghadiri, H. 2010. Urban waste compost, manure and nitrogen fertilizer effects on the initial growth of corn (*Zea mays* L.). Desert, 15: 159-165.

Roberts, T. L. 2008. Improving nutrient use efficiency. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 32: 177-182.

Sarhan, Z., Ghurbat, H. and Jiyan Teli, A. 2011. Effect of bio and organic fertilizers on growth, yield and fruit quality of summer squash. Sarhad Journal of Agriculture, 3: 377-383.

Somasegaran, P. and Hoben, H. J. 1994. Hand book for Rhizobacteria: methods in legume. Rhizobium technology New York. Springer-Verlag. U.S.A.

www.SID.ir

Archive of SID

Tayefe, M., Gerayzade, A., Amiri, E. and Nasrollah Zade, A. 2011. Effect of nitrogen fertilizer on nitrogen uptake, nitrogen use efficiency of rice. International Conference on Biology, Environment and Chemistry, 24: 470-473.

Tonitto, C., David, M. B. and Drinkwater, L. E. 2006. Replacing bare fallows withcover crops in fertilizer-intensive cropping systems: A meta-analysis of crop yield and N dynamics. Agriculture, Ecosystems and Environment, 112: 58-72.

Turan, M., Ataoglu, N. and Sahin, F. 2006. Evaluation of the capacity of phosphate solubilizing bacteria and fungi on different forms of phosphorus in liquid culture. Journal of Sustainable Agriculture, 28: 99-108.

Vessey, J. K. 2003. Benefits of inoculating legume crops with rhizobia in the Northern Great Plains. Online:http://www.Umanitoba.ca/afs/agronomists_conf/2008/pdf/vessy_rhizobia.pdf.

Walsh, O., William, R., Klatt, A. and Solie, J. 2012. E ffect of delayed nitrogen fertilization on maize (*Zea mays* L.) grain yields and nitrogen use efficiency. Journal of Plant Nutrition, 35: 538-555.

Yang, Y. C., Zhang, M., Zheng, L., Cheng, D. D., Liu, M. and Geng, Y. Q. 2011. Controlled release urea improved nitrogen use efficiency, yield, and quality of wheat. Agronomy Journal, 103 (2): 479-485.

Zahir, A. Z., Arshad, M. and Frankenberger, W. F. 2004. Plant growth promoting Rhizobacteria. Advances in Agronomy, 81: 97-168.

Zaidi, A. and Mohammad, S. 2006. Co-inoculation effects of phosphate solubilizing micro-organisms and glomus fasciculatum on green gram-bradyrhizobium symbiosis. Journal of Agricultural Science, 30: 223-230.

Zhao, R. F., Chen, X. P., Zhang, F. S., Zhang, H., Schroder, J. and Romheld, V. 2007. Fertilization and nitrogen balance in a wheat-maize rotation system in North China. Agronomy Journal, 98: 935-945.

www.SID.ir

Archive of SID

Integrated Application of Different Nitrogen Sources on Yield and Nitrogen Uptake in Forage Corn (*Zea mays* L.) in Rasht Region

Ebrahim ghochi[1], Z., Mohsenabadi[2*], GH. R., Ehteshami[3], S. M. R. and Forghani[4], A.

Abstract

The effects of chemical, biological and manure fertilizers combinations on corn (SC.704) yield and nitrogen uptake was investigated in a field experiment at the faculty of Agriculture, University of Guilan in 2011. The experimental design was conducted as a randomized complete blocks design with ten treatments in three replications. Treatments included: no- fertilizer (control), %100 chemical fertilizer (150 kg N/ha and 40 kg P/ha), biofertilizer (*Pseudomonas fluorescens* + *Azospririllum brasileneset*), manure (28 ton/ha), and different proportions of these fertilizers (seven levels). Results showed that the highest dry matter yield was observed in %100 chemical fertilizers, %50 manure + %50 chemical and biofertilizer + %50 chemical treatments, showing no significant difference. These treatments also showed the highest number of leaves and the maximum stem diameter, in addition to the lowest leaf defoliation. Moreover, analysis of qualitative properties revealed that the highest protein yield and plant nitrogen absorption were observed in 100% chemical fertilizers, %50 manure + %50 chemical, biofertilizer + %75 chemical and biofertilizer + %50 chemical. The highest nitrogen ues efficiency, nitrogen agronomic efficiency and nitrogen uptake efficiency (95/13, 1.17 and 42.17 respectivley) were achieved in biofertilizer + %50 chemical treatment, and the highest nitrogen utilization efficiency and nitrogen physiological efficiency was taken in biological treatment. Finally, the results showed that dry matter and protein yield were statistically the same in %100 chemical and % 50 chemical + biofertilizer, showing higher nitrogen use efficiency in the integrated biofertilizer and chemical fertilizer treatment. Therefore, it can be concluded that integrated application of chemical and biological fertilizers is the best combination for maize crop production, resulting no significant decline in yield quantity and quantity.

Keywords: Nitrogen use efficiency, Manure, Biological fertilizer, Chemical fertilizer

1, 2 and 3. PhD Student and Assistant Professors, Respectively, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Guilan, Rasht, Iran

4. Assistant Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Guilan, Rasht, Iran

*: Corresponding author Email: mohsenabadi@guilan.ac.ir

www.SID.ir