"مجله علوم زراعی ایران"
جلد دوازدهم، شماره ۴ زمستان ۱۳۸۹

اثر نوع کود نیتروژن و مصرف کود زیستی بر عملکرد و کیفیت آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.)

Effect of nitrogen fertilizer and biofertilizer application on yield and quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.)

ساناز شوقی کلخوران[۱]، امیر قلاوند[۲]، سید علی محمد مدرس ثانوی[۳] و پریسا اکبری[۴]

چکیده

شوقی کلخوران، س.، ا. قلاوند، س. ع. م. مدرس ثانوی و پ. اکبری. ۱۳۸۹. اثر نوع کود نیتروژن و مصرف کود زیستی بر عملکرد و کیفیت آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.). **مجله علوم زراعی ایران. ۱۲ (۴) ۴۸۱-۴۶۷.**

به منظور بررسی تأثیر روش‌های مختلف تغذیه خاک و باکتری‌های افزاینده رشد Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) **بر عملکرد دانه و روغن و ترکیب اسیدهای چرب آفتابگردان** (*Helianthus annuus* L.)**، آزمایشی در سال‌های زراعی ۱۳۸۶-۱۳۸۵ و ۱۳۸۷-۱۳۸۶ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران اجرا گردید. این آزمایش به صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به اجرا در آمد. عامل اصلی شامل کود در پنج سطح ۱۰۰ درصد آلی (F_1)، ۷۵ درصد آلی+۲۵ درصد شیمیایی (F_2)، ۵۰ درصد آلی+۵۰ درصد شیمیایی (F_3)، ۲۵ درصد آلی+۷۵ درصد شیمیایی (F_4)، ۱۰۰ درصد شیمیایی (F_5) و عامل فرعی شامل دو سطح تلقیح بذور با باکتری‌های افزاینده رشد (I_1) و عدم تلقیح بذور (I_0) بود. نتایج به دست آمده نشان داد که عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد روغن و میزان پروتئین به طور معنی‌داری در روش‌های تلفیقی بیشتر از تیمارهای شیمیایی و آلی بود. بیشترین و کمترین میزان روغن (۵۱/۱ و ۴۶/۳ درصد) به ترتیب در تیمار ۱۰۰ درصد آلی و تیمار ۵۰ درصد آلی+۵۰ درصد شیمیایی به دست آمد، در حالی که در رابطه با میزان پروتئین (۲۰/۹ و ۱۸/۳ درصد) نتیجه معکوس بود. با افزایش سهم کود آلی در روش‌های مختلف تغذیه‌ای و با استفاده از کود زیستی باکتریایی، میزان اسیدهای چرب اشباع به طور معنی‌داری کاهش و اسیدهای چرب غیر اشباع (اولئیک و لینولئیک) افزایش یافتند. بیشترین میزان اسید لینولئیک (۵۲/۶ درصد) و اسید اولئیک (۳۹/۸ درصد) به ترتیب در تیمارهای ۵۰ درصد آلی+۵۰ درصد شیمیایی و ۱۰۰ درصد آلی بدست آمد. نتایج نشان داد که تلقیح بذرها با کود زیستی باکتریایی موجب افزایش عملکرد دانه (۷/۸ درصد) و روغن (۱۱/۳ درصد)، عملکرد بیولوژیک، میزان پروتئین (۴/۹ درصد) و روغن (۲/۶ درصد) و بهبود کیفیت روغن گردید. بنابراین به نظر می‌رسد که در مدیریت تولید آفتابگردان، با استفاده از روش‌های مختلف تغذیه‌ای نیتروژن می‌توان روغن‌هایی با کیفیت متنوع برای مصارف مختلف تولید کرد.**

واژه‌های کلیدی : آفتابگردان، باکتری‌های افزاینده رشد، پروتئین، روغن وکود آلی.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۹/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۲/۸

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

۲- دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: ghalavaa@modares.ac.ir)

۳- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

۴- دانشجوی دکتری دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.4.8.1]

مقدمه

درک تأثیر روش‌های مختلف تغذیه گیاه به منظور استفاده بهینه از عوامل اقلیمی، مدیریت زراعی و نهاده‌های کشاورزی، می‌تواند کمک مؤثری در جهت افزایش تولید با کیفیت مطلوب محصول و کاهش مصرف کودهای شیمیایی نماید. با انتخاب روش صحیح تغذیه گیاه می‌توان ضمن حفاظت از محیط زیست، جلوگیری از کاهش کیفیت آب‌ها، کاهش فرسایش خاک و حفظ تنوع زیستی، کارایی نهاده‌ها را نیز افزایش داد (Beauchamp, 1986).

آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) از نظر تولید روغن در بین گیاهان یکساله تولید کننده روغن بعد از سویا، پنبه دانه و بادام زمینی در مقام چهارم قرار دارد (Anonymous, 2001). آفتابگردان یکی از مهم‌ترین دانه‌های روغنی در جهان می‌باشد که به دلیل عملکرد بالای روغن، بالا بودن ارزش غذایی و فقدان عوامل ضد تغذیه‌ای، سطح زیر کشت آن افزایش یافته است (Kazi *et al*., 2002). بالا بودن میزان اسیدهای چرب غیر اشباع لینولئیک و اولئیک که از اسیدهای چرب ضروری بوده و حدود ۹۰ درصد ازکل اسیدهای چرب روغن آفتابگردان را تشکیل می‌دهند، باعث افزایش ارزش تغذیه‌ای روغن آن شده است (Izquierdo and Aguirrezabal, 2008). ارقام روغنی اصلاح شده آفتابگردان دارای ۴۰ تا ۵۰ درصد روغن در دانه می‌باشند. دانه آفتابگردان همچنین دارای ۲۹ تا ۳۵ درصد پروتئین است و علاوه بر تولید روغن، کنجاله حاصل از روغن‌کشی دانه نیز می‌تواند در جیره غذایی دام‌ها مورد استفاده قرار گیرد (Roe *et al*., 1997).

یکی از عناصر غذایی مهم برای رشد گیاهان نیتروژن است. نیاز گیاهان به نیتروژن زیاد بوده و مصرف متعادل و مناسب آن ضروری است. این عنصر جزء اصلی ترکیبات حیاتی چون اسیدهای نوکلئیک، پروتئین‌ها، آنزیم‌ها و ترکیباتی مانند آدنوزین تری فسفات (ATP) که منبع انرژی شیمیایی برای سلول است، می‌باشد. نیتروژن معمولا به شکل کودهای شیمیایی تهیه و مصرف می‌شود. تأمین نیتروژن ازطریق مصرف زیاد کودهای شیمیایی یکی ازدلایل اصلی آلودگی آب‌های سطحی و زیر زمینی و در نهایت مسمومیت انسان، دام و آبزیان می‌باشد و علاوه بر پیامدهای منفی زیست محیطی، افزایش هزینه‌های تولید را نیز به همراه دارد (Chandrasekar *et al*., 2005). از طرف دیگرکودهای آلی نیز حاوی مقدار قابل توجهی نیتروژن هستند که در مزرعه برای چند سال می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. برخی از پژوهشگران اظهار داشته‌اند که می‌توان در زمین‌های زراعی با مصرف کودهای دامی حدود ۴۲ درصد نیتروژن، ۲۹ درصد فسفر و ۷۵ درصد پتاسیم مورد نیاز گیاهان را تأمین کرد. این موضوع موجب به دست آمدن حداکثر عملکرد محصول شده و کارایی مصرف کودهای شیمیایی نیز افزایش می‌یابد (Laur, 1975). بررسی‌ها نشان داده‌اند که کودهای شیمیایی و یا دامی به تنهایی برای تولید پایدار کشاورزی نمی‌توانند مفید واقع شوند، از این رو تأمین تلفیقی عناصر غذایی با استفاده از کودهای شیمیایی و آلی، کمبود مواد غذایی را جبران کرده، حاصلخیزی خاک حفظ شده و تولید پایدار محصول را به همراه دارد (Mohammad, 1999). استفاده از کودهای زیستی حاوی باکتری‌های آزوسپریلوم و ازتوباکتر که از تثبیت کننده‌های اختیاری نیتروژن مولکولی بوده و ریزوباکتری‌های افزاینده رشد (PGPR) نامیده می‌شوند، به جای کودهای شیمیایی موجب فراهم کردن مواد غذایی مورد نیازگیاه و افزایش رشد آن می‌شود. به علاوه آن‌ها به عنوان تحریک کننده‌های زیستی، در کاهش سطوح اتیلن در گیاه و ایجاد مقاومت سیستمیک و استقرار گیاهچه نقش دارند و به حفظ سلامتی محیط زیست هم کمک می‌کنند (Wu *et al*., 2005 ; Dey *et al*., 2004). پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر روش‌های مختلف کودی و کود زیستی باکتریایی بر صفات آفتابگردان با هدف افزایش

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.4.8.1]

عملکرد و بهبود کیفیت دانه در گیاه آفتابگردان انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال های زراعی ۱۳۸۶-۱۳۸۵ و ۱۳۸۷-۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، با مختصات جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۴ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۱۳۵۲ متر از سطح دریا اجرا گردید. این منطقه بر اساس تقسیم‌بندی اقلیمی کوپن دارای آب و هوای نیمه خشک می‌باشد. در این آزمایش تأثیر روش‌های مختلف تغذیه‌ای و باکتری‌های افزاینده رشد (تلقیح و عدم تلقیح) به منظور تأمین نیتروژن، شامل کودهای آلی (کود دامی گاوی نسبتا خشک و پوسیده شده به میزان ۴۸ تن در هکتار)، شیمیایی (کود نیتروژن به میزان ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره) و تلفیقی در آفتابگردان (هیبرید آلستار) مورد بررسی قرار گرفت. در هر سال قبل از کشت از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌گیری صورت گرفت و مقادیر کودی تیمارها با توجه به نیتروژن موجودی خاک در هر دو سال (جداول ۱و ۲)، تجزیه کود دامی (سال اول حاوی ۱/۲۵ و سال دوم ۰/۷۱ درصد نیتروژن) با کارایی جذب ۳۰ درصد و کود شیمیایی اوره (حاوی ۴۶ درصد نیتروژن) و بر اساس ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (نیاز کودی آفتابگردان (طبق توصیه کودی مرکز تحقیقات اصلاح و تهیه بذر و نهال کرج)) محاسبه شد.

این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. عامل اصلی در ۵ سطح کودی شامل، ۱۰۰ درصد آلی (F_1)، ۷۵ درصد آلی+۲۵ درصد شیمیایی (F_2)، ۵۰ درصد آلی+۵۰ درصد شیمیایی (F_3)، ۲۵ درصد آلی+۷۵ درصد شیمیایی (F_4)، ۱۰۰ درصد شیمیایی (F_5) و عامل فرعی در ۲ سطح شامل تلقیح بذور با باکتری‌های افزاینده رشد (I_1) و عدم تلقیح بذور (I_0) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. کل کود دامی و نیمی از کود شیمیایی محاسبه شده برای هر کرت با احتساب نیتروژن موجودی خاک به صورت پیش از کاشت توزیع و با خاک مخلوط شد و باقی‌مانده کود شیمیایی به صورت سرک در مرحله ۶ تا ۸ برگی (V_6-V_8)، بر اساس کدبندی اشنایتر و میلر (Schneiter and Miller, 1981) توزیع گردید. کود زیستی به صورت مایه تلقیح نیتروکسین [یک لیتر به ازای ۳۰ کیلوگرم بذر در هکتار (بر اساس توصیه کودی شرکت بیوتکنولوژی مهر آسیا (MAB CO.) که حاوی ترکیبی از باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن شامل ازتوباکتر و آزوسپریلیوم بود]، مصرف شد. در هر گرم مایه تلقیح مایع، 10^8 عدد باکتری زنده و فعال حضور داشت. بذرها با استفاده از این مایه، تلقیح و بلافاصله پس از خشکاندن در سایه و تحت شرایط محیط آزمایشگاه کشت شدند. کاشت در سال زراعی ۱۳۸۶-۱۳۸۵ در تاریخ ۷ تیر ماه و در سال زراعی ۱۳۸۷-۱۳۸۶ در تاریخ ۲۲ تیر ماه و به صورت خشکه‌کاری در واحدهای آزمایشی شامل ۶ ردیف ۷ متری و به صورت جوی و پشته با آرایش ۲۰ ×۵۰ سانتی متر با رعایت یک متر فاصله بین دو کرت به اجرا در آمد. عملیات داشت (آبیاری به صورت نواری و کنترل علف‌های هرز (به صورت دستی و به دفعات مورد نیاز) در طول دوره رشد صورت گرفت. در پایان مرحله گرده‌افشانی، جهت پیشگیری از خسارت پرندگان، از هر کرت ۱۵ بوته از خطوط میانی و با در نظر گرفتن اثر حاشیه که دارای رشد معادل میانگین جامعه هر کرت بود، انتخاب و طبق‌های آن‌ها به وسیله پاکت کاغذی پوشانده شد. برداشت نهایی پس از رسیدگی فیزیولوژیک دانه‌ها صورت گرفت و صفات عملکرد دانه و بیولوژیک بر حسب کیلوگرم در هکتار، میزان پروتئین، میزان روغن و عملکرد روغن (بر حسب کیلوگرم در هکتار) و

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.4.8.1]

جدول۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در سال اول (۱۳۸۵)

Table 1. Chemical and physical characteristics of the soil of the experimental site in first year (2006)

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک	شن	سیلت	رس	اسیدیته خاک	مواد خنثی شونده	رطوبت قابل دسترس	ظرفیت تبادلی کاتیون	مواد آلی	نیتروژن کل	پتاسیم	فسفر
Chemical and physical characteristics of soil	Sand	Silt	Clay	pH	Total neutralized materials	Available water	Cation exchange capacity	Organic matter	Total nitrogen	K	P
	(%)				(%)	(%)	($meq.100g^{-1}$)	(%)	(%)	($mg.kg^{-1}$)	
	69	20	11	7.7	5.5	12	6.4	1.06	0.07	>350	>25

جدول۲- میزان نیتروژن خاک در سال دوم آزمایش (۱۳۸۶)، بر اساس تیمارهای تغذیه‌ای در سال اول (۱۳۸۵)

Table 2.Nnitrogen content in the soil of the experimental site (2007) from each pre-plant nutrition treatments of the first year (2006)

تیمارهای تغذیه‌ای Nutrition treatments	۱۰۰ درصد آلی 100% organic		۷۵ درصد آلی+۲۵ درصد شیمیایی 75% organic + 25% chemical		۵۰ درصد آلی+۵۰ درصد شیمیایی 50% organic + 50% chemical		۲۵ درصد آلی+۷۵ درصد شیمیایی 25% organic + 75% chemical		۱۰۰درصد شیمیایی 100% chemical	
	I_1	I_0	I_1	I_0	I_1	I_0	I_1	I_0	I_1	I_0
نیتروژن کل (درصد) Total nitrogen (%)	0.11	0.11	0.10	0.07	0.10	0.11	0.10	0.10	0.11	0.11

*The numbers in the table are the means of three replications

*اعداد ذکر شده در جدول، میانگین سه تکرار است.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.4.8.1]

ترکیبات اسیدهای چرب [اسیدپالمتیک (C16:0)، اسیداستئاریک (C18:0)، اسیداولئیک (C18:1)، اسیدلینولئیک (C18:2)، اسیدلینولنیک (C18:3) و اسیدآراشیدونیک (C20:4(n6)] اندازه‌گیری شدند.

برای اندازه گیری میزان روغن و پروتئین دانه از دستگاه Inframatic 8620 Percon, Germany استفاده گردید. اندازه‌گیری اسیدهای چرب روغن بر اساس روش پیشنهادی متکالف (Metcalf *et al*., 1966) و با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی (Unicam 4600, Cambridge, England) با ستون کاپیلاری BPX70 به طول ۳۰ متر و قطر ۰/۲۵ میلی متر، استفاده شد.

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS (SAS Institute, 2002) انجام و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی دار(LSD) صورت گرفت. به دلیل ناهمگون بودن واریانس خطای آزمایشی در دو سال برای صفات عملکرد روغن و بیولوژیک، اسیدآراشیدونیک، اسیدلینولنیک و اسیداستئاریک، آنالیز واریانس و مقایسه میانگین‌ها به صورت سالیانه و برای باقی صفات به صورت مرکب انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد بیولوژیک

روش‌های مختلف حاصلخیزی و باکتری‌های افزاینده رشد در طی دو سال آزمایش اثر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک داشتند (جدول ۳). روش‌های تغذیه‌ای تلفیقی، عملکرد بیولوژیک بیشتری نسبت به سایر تیمارها (تغذیه‌ای آلی و شیمیایی) در هر دو سال داشتند و تیمار تغذیه تلفیقی ۵۰ درصد آلی+۵۰ درصد شیمیایی بالاترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص داد (جدول ۴). افزایش قابلیت دسترسی گیاه به عناصر غذایی به ویژه نیتروژن با مصرف توأم کودهای آلی و شیمیایی و افزایش رشد و فتوسنتز به دلیل افزایش سطح برگ گیاه از عوامل افزایش عملکرد در تیمارهای سیستم تغذیه تلفیقی می‌باشد. گزارش شده است که مصرف توأم کودهای آلی و شیمیایی سبب تسریع فرآیند معدنی شدن و آزاد سازی نیتروژن آلی و افزایش فراهمی نیتروژن معدنی می‌شود (Beauchamp, 1986). نتایج مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک در هر سال نشان داد که کلیه تیمارهای تغذیه‌ای با بذور تلقیح شده، به طور معنی‌داری عملکرد بیولوژیک بیشتری نسبت به تیمارهای تغذیه‌ای بدون تلقیح باکتریایی داشتند (جدول ۴). بیشترین عملکرد بیولوژیک از تیمارهای ۵۰ درصد آلی+۵۰ درصد شیمیایی همراه با تلقیح باکتری در هر دو سال به دست آمد. با توجه به نتایج سایر محققان (Shata *et al*., 2007)، می‌توان نتیجه گرفت که در حضور کودهای آلی و زیستی، جذب نیتروژن از کود شیمیایی افزایش می‌یابد. با توجه به این که با افزودن ماده آلی به خاک، ابتدا فرآیند آلی شدن و سپس معدنی شدن نیتروژن انجام می‌گیرد، افزودن همزمان کود آلی و شیمیایی، ضمن تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه، به دلیل آلی شدن نیتروژن شیمیایی توسط باکتری‌های تجزیه کننده ماده آلی خاک، هدرروی نیتروژن (آبشویی، متصاعد شدن یا تثبیت) کاهش یافته و سپس به دلیل فرآیند معدنی شدن، مجددا نیتروژن به صورت تدریجی به شکل قابل جذب گیاه در آمده و سبب فراهمی آن در طول دوره رشد گیاه می‌شود. در این رابطه، تناسب بین نسبت شکل آلی به معدنی نیتروژن بسیار اهمیت دارد. بر اساس نتایج به دست آمده، نسبت مساوی از دو شکل آلی و معدنی نیتروژن بهترین نسبت می‌باشد. تیمارهای تغذیه‌ای ۵۰ درصد آلی+۵۰ درصد شیمیایی و ۲۵ درصد آلی+۷۵ درصد شیمیایی همراه با کود زیستی، عملکرد بیولوژیک بیشتری نسبت به تیمارهای تغذیه ای ۱۰۰درصد شیمیایی و ۷۵ درصد آلی+۲۵ درصد شیمیایی داشتند و کمترین عملکرد بیولوژیک در تیمار ۱۰۰ درصد آلی بدون تلقیح باکتریایی حاصل گردید (جدول۴). مقایسه اثر تیمارهای تغذیه‌ای در هر یک از سطوح باکتری در

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.4.8.1]

هر سال، نشان دهنده تبعیت تولید عملکرد بیولوژیک از یک روند مشابه می‌باشد. به این صورت که در هر دو سال، و نیز در هر دو سطح تلقیح و عدم تلقیح، ترتیب تولید عملکرد بیولوژیک به صورت ۵۰ درصد آلی+۵۰ درصد شیمیایی> ۲۵ درصد آلی+۷۵ درصد شیمیایی> ۷۵ درصد آلی+۲۵ درصد شیمیایی> ۱۰۰درصد شیمیایی> ۱۰۰درصد آلی بوده است. این موضوع می‌تواند دلیل بر نقش بیشتر تیمارهای تغذیه تلفیقی در مقایسه با کودزیستی در عملکرد بیولوژیک باشد و می‌توان استنباط کرد که توانایی تثبیت نیتروژن توسط باکتری‌ها محدود بوده و جواب‌گوی نیاز گیاه نمی‌باشد. بین عملکرد بیولوژیک با عملکرد دانه و عملکرد روغن همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۵). در این آزمایش افزایش عملکرد بیولوژیک باعث ایجاد سطح فتوسنتز کننده زیادتر شده و در اثر تولید مواد پرورده بیشتر، باعث افزایش عملکرد دانه و در نهایت عملکرد روغن شده است.

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌های مربوط به عملکرد دانه آفتابگردان در دو سال آزمایش نشان داد که عملکرد دانه به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار گرفت (جدول۳)، به طوری که تیمارهای سیستم تغذیه تلفیقی عملکرد دانه بیشتری نسبت به تیمارهای سیستم تغذیه آلی و شیمیایی تولید کردند و در بین تیمارهای سیستم تغذیه تلفیقی، تیمار تلفیقی ۵۰ درصد آلی+۵۰ درصد شیمیایی، بالاترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد (جدول ۶). پژوهشگران دلیل این افزایش عملکرد در روش‌های تغذیه تلفیقی را ناشی از مطابقت بیشتر بین نیتروژن قابل استفاده خاک با نیازهای گیاه می‌دانند (Mooleki *et al*., 2004). افزایش فعالیت میکروبی و آزاد سازی عناصر غذایی موجود در کلوئیدهای خاک، اصلاح خواص فیزیکی خاک و در نتیجه تهویه بهتر آن می‌تواند از دلایل افزایش عملکرد در روش‌های تغذیه تلفیقی و ارگانیک باشد (Nandhagopal *et al*., 1995). تیمارهای تغذیه‌ای تلفیقی ۵۰ درصد آلی+۵۰ درصد شیمیایی و ۲۵ درصد آلی+۷۵ درصد شیمیایی عملکرد دانه بیشتری نسبت به تیمارهای تغذیه‌ای ۱۰۰درصد شیمیایی و ۷۵ درصد آلی+۲۵ درصد شیمیایی داشتند و کمترین عملکرد دانه در تیمار ۱۰۰درصد آلی حاصل گردید (جدول ۶) این موضوع می‌تواند به دلیل ساکن‌سازی نیتروژن معدنی توسط کودهای آلی و کاهش قابلیت دسترسی به این عنصر به خصوص در مراحل اولیه رشد گیاه نسبت به کودهای شیمیایی باشد. تلقیح بذور با کود زیستی باکتریایی اثر مثبت و معنی‌داری بر عملکرد داشت (جدول‌های ۳ و۶) که این افزایش می‌تواند به وسیله ایجاد چرخه موادغذایی و قابل دسترس ساختن و افزایش جذب آن توسط باکتری‌های حاصل شود.

میزان پروتئین

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب نشان داد که تیمارهای تغذیه‌ای و کود زیستی اثر معنی‌داری بر میزان پروتئین دانه داشته‌اند (جدول۳). با توجه به نتایج مقایسه اثرات اصلی تیمارهای تغذیه‌ای و باکتری‌های افزاینده رشد در تجزیه مرکب، میزان پروتئین دانه به عنوان یک صفت مهم به منظور استفاده از کنجاله دانه آفتابگردان در تغذیهٔ دام به شکل محسوسی با مصرف تلفیقی کودها افزایش می‌یابد. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بالاترین میزان پروتئین در تیمار تلفیقی ۵۰درصد آلی+۵۰درصد شیمیایی می‌باشد (جدول۶). به نظر می‌رسد که با مصرف تلفیقی کودها از طریق جلوگیری از هدرروی نیتروژن به علت وجود کود دامی، نیتروژن بیشتری در اختیار گیاه قرار گرفته و لذا میزان پروتئین در تیمارهای تلفیقی نسبت به سایر تیمارها بیشتر بوده است. گزارش شده است که با افزایش مصرف نیتروژن، میزان پروتئین دانه آفتابگردان افزایش می‌یابد (Kheir *et al*., 1991). کود زیستی باکتریایی اثر معنی‌داری نیز بر میزان پروتئین داشته است، به طوری که میزان پروتئین دانه گیاهان تلقیح شده نسبت به

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.4.8.1]

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب صفات گیاهی و ترکیب اسیدهای چرب روغن دانه آفتابگردان در تیمارهای تغذیه‌ای و باکتری‌های افزاینده رشد

Table 3. Combined analysis of variance for plant characteristics and fatty acids content of sunflower grain oil in nutrition and PGPR treatments

			میانگین مربعات (MS)										
S.O.V.	منابع تغییر	درجه آزادی d.f	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Grain yield	میزان پروتئین Protein (%)	میزان روغن Oil (%)	عملکردروغن Oil yield	اسید پالمتیک Palmetic acid	اسید استاریک Stearic acid	اسید اولئیک Oleic acid	اسید لینولئیک Linoleic acid	اسید لینولنیک Linolenic acid	اسید آراشیدونیک Arachidonic acid
Year (Y)	سال	1	1865603.1^{ns}	733057.1^{ns}	28.3^{*}	97.5^{**}	438750.1^{ns}	1.1^{*}	13.1^{**}	0.5^{ns}	5.3^{ns}	0.11^{**}	0.20^{*}
Y (R)	خطای سال	4	709141.5	180412.9	2.5	2.5	62892.3	0.1	0.2	3.1	1.9	0.002	0.02
Fertilizer (F)	کود	4	13356270.8^{**}	2320009.4^{**}	12.4^{**}	36.8^{**}	372735.6^{**}	0.5^{**}	1.5^{**}	9.2^{**}	31.6^{**}	0.0008^{ns}	0.03^{*}
Y×F	سال ×کود	4	70955.9^{ns}	5653.1^{ns}	0.04^{ns}	0.6^{ns}	1911.2^{ns}	0.01^{ns}	0.3^{**}	3.3^{*}	2.8^{ns}	0.0001^{ns}	0.01^{*}
Error a	خطای الف	16	1173653.6	60528.5	0.5	1.6	17050.8	0.04	0.03	1.03	0.9	0.0002	0.002
Biofertilizer (I)	کود زیستی	1	5950860.6^{**}	572717.4^{**}	15.4^{**}	24.7^{**}	243913.9^{**}	3.8^{**}	1.8^{**}	16.2^{**}	41.2^{**}	0.0004^{ns}	0.002^{ns}
F×I	کود ×کود زیستی	4	237698.6^{*}	10651.5^{ns}	0.35^{ns}	0.6^{ns}	3376.4^{ns}	0.04^{ns}	0.14^{*}	0.6^{ns}	4.4_{**}	0.0029^{**}	0.01^{**}
I×Y	سال× کود زیستی	1	51674.2^{ns}	3872.1^{ns}	0.05^{ns}	0.4^{ns}	67.3^{ns}	0.6^{**}	0.07^{ns}	0.1^{ns}	2.9_{*}	0.0005^{ns}	0.000001^{ns}
Y×F×I	سال ×کود ×کود زیستی	4	49756.4^{ns}	4097.5^{ns}	0.25^{ns}	0.2^{ns}	1072.2^{ns}	0.07^{ns}	0.1^{*}	0.8^{ns}	1.3^{*}	0.0003^{ns}	0.01^{**}
Error b	خطای ب	20	63420.1	6676.4	0.25	0.6	1977.2	0.04	0.04	0.8	0.4	0.0004	0.002
C.V (%)	ضریب تغییرات		2.8	3.4	2.5	1.6	3.8	3.3	4.9	2.4	1.2	7.4	5.7

ns: Non-significant

ns: غیر معنی دار

*,**: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

* و **: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.4.8.1]

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای تغذیه‌ای و باکتری‌های افزاینده رشد بر صفات گیاهی و ترکیب اسیدهای چرب روغن دانه آفتابگردان

Table4. Mean comparison of intraction effects of nutrition and PGPR treatments on plant characteristics and fatty acids content of sunflower grain oil

Biofertilizer کود زیستی	treatments Fertilizer تیمارهای کود آلی	اسید لینولئیک Linoleic acid (%)	عملکرد بیولوژیک Biological yield ($kg.ha^{-1}$) ۱۳۸۵ 2006	۱۳۸۶ 2007	اسید استئاریک Stearic acid (%) ۱۳۸۵ 2006	۱۳۸۶ 2007	اسید لینولنیک Linolenic acid (%) ۱۳۸۵ 2006	۱۳۸۶ 2007	اسید آرشیدونیک Archidonic acid (%) ۱۳۸۵ 2006	۱۳۸۶ 2007
تلقیح بذور با باکتری‌های افزاینده رشد (inoculation with PGPR)	(100% organic) (۱۰۰ درصد آلی)	48.4de	7629.5e	7814.2f	3.23c	4.47de	0.29bc	0.20g	0.86bcd	0.93a
	(75% organic + 25% chemical) (۷۵ درصد آلی+۲۵ درصد شیمیایی)	49.2c	8943.9cd	9470.8cd	3.23c	4.35e	0.33ab	0.25a	0.87bcd	0.76f
	(50% organic + 50% chemical) (۵۰ درصد آلی+۵۰ درصد شیمیایی)	52.6a	10117.9a	10280.0a	3.53 bc	4.27e	0.31abc	0.22e	0.86bcd	0.66k
	(25% organic + 75% chemical) (۲۵ درصد آلی+۷۵ درصد شیمیایی)	52.1a	9406.5bc	9708.3bc	3.43bc	4.67cd	0.33ab	0.23d	0.97ab	0.79e
	(100% chemical) (۱۰۰ درصد شیمیایی)	50.9b	8605.4d	8900.0e	4.33a	4.99ab	0.31abc	0.21f	0.90abcd	0.74g
عدم تلقیح بذور با باکتری‌های افزاینده رشد (non-inoculation with PGPR)	(100% organic) (۱۰۰ درصد آلی)	47.8e	6411.8f	7095.8g	3.17c	4.66cd	0.34a	0.25b	1.01a	0.85c
	(75% organic + 25% chemical) (۷۵ درصد آلی+۲۵ درصد شیمیایی)	48.3e	8520.4d	9064.2e	3.80b	4.86bc	0.32abc	0.23d	0.95abc	0.89b
	(50% organic + 50% chemical) (۵۰ درصد آلی+۵۰ درصد شیمیایی)	51.8a	9717.8ab	9927.5b	3.76b	4.63d	0.30abc	0.23d	0.83cd	0.72i
	(25% organic + 75% chemical) (۲۵ درصد آلی+۷۵ درصد شیمیایی)	49.1cd	8809.1cd	9325.0d	4.43a	4.86bc	0.28c	0.22e	0.82d	0.81d
	(100% chemical) (۱۰۰ درصد شیمیایی)	48.1e	7801.4e	7905.0f	4.66a	5.14a	0.33abc	0.24c	0.91abcd	0.67j

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using LSD Test.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.4.8.1]

جدول ۵- ضرایب همبستگی ساده بین صفات گیاهی آفتابگردان در تجزیه مرکب

Table6. simple correlation coefficients between traits of sunflower in combined analysis

Plant characteristic	صفت گیاهی	اسیدپالمتیک Palmetic acid	اسیداستئاریک Stearicacid	اسید اولئیک Oleic acid	اسید لینولئیک Linoleic acid	اسید لینوانیک Linolenic acid	اسید آرشیدونیک Archidonic acid	عملکرد دانه Grain yield	میزان روغن Oil content (%)	عملکرد روغن Oil yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield
Stearic acid	استئاریک اسید	0.71^{**}									
Oleic acid	اولئیک اسید	-0.55^{*}	-0.41^{ns}								
Linoleic acid	لینولئیک اسید	-0.24^{ns}	-0.18^{ns}	-0.34^{ns}							
Linolenic acid	لینوانیک اسید	-0.30^{ns}	-0.74^{**}	0.11^{ns}	0.08^{ns}						
Archidonic acid	آرشیدونیک اسید	-0.30^{ns}	-0.54^{*}	0.25^{ns}	-0.15^{ns}	0.64^{**}					
Seed yield	عملکرد دانه	0.06^{ns}	0.16^{ns}	-0.50^{*}	0.70^{**}	-0.30^{ns}	-0.52^{*}				
Oil content (%)	میزان روغن	-0.17^{ns}	0.27^{ns}	0.54^{*}	-0.51^{*}	-0.53^{*}	-0.04^{ns}	-0.41^{ns}			
Oil yield	عملکرد روغن	0.03^{ns}	0.26^{ns}	-0.38^{ns}	0.60^{**}	-0.47^{*}	-0.59^{**}	0.97^{**}	-0.17^{ns}		
Biological yield	عملکرد بیولوژیک	-0.02^{ns}	0.09^{ns}	-0.46^{*}	0.75^{**}	-0.23^{ns}	-0.47^{*}	0.99^{**}	-0.43^{ns}	0.95^{**}	
Protein content (%)	میزان پروتئین	0.12^{ns}	0.42^{ns}	-0.33ns	0.63^{**}	-0.58^{**}	-0.70^{**}	0.81^{**}	-0.08^{ns}	0.85^{**}	0.79^{**}

ns: Non-significant

*,**: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

ns: غیر معنی دار

* و **: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.4.8.1]

جدول ۶- مقایسه میانگین اثرات اصلی تیمارهای تغذیه‌ای و باکتری‌های افزاینده رشد بر صفات گیاهی و ترکیب اسیدهای چرب روغن دانه آفتابگردان (۸۶-۱۳۸۵)

Table 5. Mean comparison of main effects of different nutrition and PGPR treatments on plant characteristics and fatty acids content of sunflower grain oil (2006-2007)

کود زیستی Biofertilizer	Fertilizer treatments تیمارهای کودی	اسید پالمتیک Palmetic acid (%)	اسید اولئیک Oleic acid (%)	عملکرد دانه Grain yield ($kg.ha^{-1}$)	میزان روغن Oil content (%)	عملکردروغن Oil yield ($kg.ha^{-1}$) ۱۳۸۶ 2007	عملکردروغن Oil yield ($kg.ha^{-1}$) ۱۳۸۵ 2006	میزان پروتئین Protein content (%)
	(100% organic) (۱۰۰ درصد آلی)	5.82c	39.8a	1777.1d	51.1a	819.3d	999.0b	18.3d
	(75% organic + 25% chemical) (۷۵ درصد آلی+۲۵ درصد شیمیایی)	6.03b	39.1ab	2491.9b	49.0b	1119.0bc	1321.2a	19.1c
	(50% organic + 50% chemical) (۵۰ درصد آلی+۵۰ درصد شیمیایی)	6.05b	37.7c	2924.9a	46.3d	1275.9a	1436.0a	20.9a
	(25% organic + 75% chemical) (۲۵ درصد آلی+۷۵ درصد شیمیایی)	6.17b	37.9c	2643.0b	47.6c	1171.9ab	1350.4a	20.2b
	(100% chemical) (۱۰۰ درصد شیمیایی)	6.40a	38.5bc	2193.8c	48.4bc	997.3c	1131.9b	19.9b
تلقیح بذور با باکتری‌های افزاینده رشد (Inoculation with PGPR)		5.80b	39.1a	2503.8a	49.1a	1141.5a	1310.4a	20.2a
عدم تلقیح بذور با باکتری‌های افزاینده رشد (Non-inoculation with PGPR)		6.30a	38.1b	2308.4b	47.8b	1011.9a	1185.1a	19.2b

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using LSD Test

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.4.8.1]

گیاهان تلقیح نشده بیشتر بوده است (جداول ۳ و ۶). این موضوع با نتایج رام رائو و همکاران (Ram Rao *et al*., 2007) مطابقت دارد.

میزان روغن

نتایج مقایسه میانگین حاکی از معنی دار بودن اثرات اصلی تیمارهای تغذیه‌ای و باکتری‌های افزاینده رشد در تجزیه مرکب روی میزان روغن دانه آفتابگردان است، به نحوی که بیشترین میزان روغن دانه در تیمار ۱۰۰ درصد کود آلی و کمترین میزان روغن دانه در تیمار تلفیقی ۵۰ درصد آلی + ۵۰ درصد شیمیایی به دست آمد (جدول ۶). پژوهشگران دلیل کاهش میزان روغن در تیمارهای تلفیقی را ناشی از وجود بیشتر نیتروژن قابل دسترس در خاک می‌دانند و یک رابطه منفی بین افزایش نیتروژن و میزان روغن گزارش کرده‌اند (Kasem and Mesilby, 1992). باسو و همکارن (Basu *et al*., 2008) نیز نشان دادند که کود دامی منجر به افزایش عملکرد دانه، میزان روغن و پروتئین در بادام زمینی می‌گردد. کود زیستی باکتریایی اثر معنی داری بر میزان روغن دانه داشته است (جدول۳)، به طوری که میزان روغن دانه گیاهان تلقیح شده نسبت به گیاهان تلقیح نشده بیشتر بود (جدول ۶). شهاتا و الخواز (Shehata and EL-Khawas, 2003) افزایش معنی‌دار میزان روغن آفتابگردان را با مصرف کود زیستی گزارش کردند. با توجه به این که باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپریلوم جزء باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن اختیاری هستند، فعالیت آن‌ها بستگی به میزان فراهمی نیتروژن در محیط دارد. در صورت فراوانی نیتروژن معدنی در خاک (تیمار ۵۰ درصد آلی + ۵۰ درصد شیمیایی)، این باکتری‌ها به صورت مصرف کننده نیتروژن درآمده و سبب کاهش نیتروژن قابل استفاده برای گیاه می‌شوند. اما در تیمار ۱۰۰ درصد آلی که بیشترین شکل آلی نیتروژن در خاک وجود دارد، تثبیت نیتروژن توسط باکتری‌ها افزایش یافته و علی رغم محدودیت آن، سبب رشد بهتر گیاه در مقایسه با عدم حضور باکتری می‌شوند. این موضوع می‌تواند زمینه انجام فرآیندهای فیزیولوژیک مطلوب در گیاه را فراهم کرده و موجب افزایش میزان روغن دانه گردند.

عملکرد روغن

عملکرد روغن به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای تغذیه‌ای قرار گرفت (جدول ۳). تجزیه سالانه روی عملکرد روغن نشان داد که در هر دو سال بیشترین و کمترین عملکرد روغن دانه به ترتیب در تیمار تغذیه تلفیقی ۵۰ درصد آلی + ۵۰ درصد شیمیایی و در تیمار ۱۰۰ درصد آلی به دست آمد اما اختلاف معنی‌داری در سطوح عملکرد روغن در تیمارهای باکتریایی (تلقیح و عدم تلقیح) وجود نداشت (جدول ۶). از آن‌جایی که عملکرد روغن در واحد سطح (هکتار) از حاصلضرب دو عامل عملکرد دانه و میزان روغن ناشی می‌شود و عملکرد دانه در تیمار تلفیقی ۵۰ درصد آلی + ۵۰ درصد شیمیایی و با افزایش نیتروژن قابل دسترس، غالبا افزایش نشان می‌دهد و بر عکس میزان روغن کاهش می‌یابد، چون افزایش عملکرد دانه به ازای هر واحد کود در محدوده میزان مناسب بسیار بالاتر از کاهش میزان روغن در همان محدوده می‌باشد، رابطه عملکرد روغن و عملکرد دانه غالبا مستقیم است و با توجه به همبستگی بالا و معنی‌دار بین عملکرد روغن و عملکرد دانه می‌توان اشاره نمود که لازمه تولید عملکرد روغن مطلوب عملکرد دانه مطلوب است (جدول ۵). گزارش برخی پژوهشگران نیز این یافته را تایید می‌نماید (Blamey and Chapman, 1981).

اسیدهای چرب

نتایج مقایسه میانگین اثرات تیمارهای تغذیه‌ای و باکتری‌های افزاینده رشد در تجزیه مرکب و سالانه نشان داد که اثر تیمارهای تغذیه‌ای بر میزان اسید چرب پالمتیک معنی‌دار بوده و بیشترین مقدار آن در تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و کمترین میزان آن در تیمار ۱۰۰ درصد آلی حاصل شد. تلقیح با باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن نیز سبب کاهش معنی‌دار این اسید چرب

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.4.8.1]

گردید (جدول ۶). حضور باکتری‌ها می‌تواند از طریق افزایش نیتروژن قابل جذب گیاه باعث تداوم رشد گیاه و دیررسی آن و مواجه شدن با دماهای خنک‌تر شده و میزان اسیدهای چرب اشباع کاهش و اسیدهای چرب غیر اشباع افزایش یابد. با توجه به نتایج به دست آمده توسط هاریس و همکاران (Harris *et al.*, 1978) در استرالیا، معلوم شد که میان میزان اسید اولئیک و میانگین حداقل دمای روزها در حین دورهٔ گل‌دهی تا برداشت، رابطه‌ای منفی وجود دارد و بالا بودن دمای شب به ویژه حائز اهمیت است. با کاهش دما در حین رشد، میزان اسید لینولئیک در حدود ۴۹-۷۴ درصد افزایش یافت و با کاهش دما میزان اسید اولئیک افزایش یافت. اثر متقابل تیمارهای تغذیه‌ای و باکتری‌های افزاینده رشد بر اسید چرب استئاریک معنی‌دار بود به طوری که در سال اول بیشترین میزان آن در تیمار ۱۰۰ درصد شیمیایی بدون استفاده از باکتری‌های افزاینده رشد و کمترین مقدار آن نیز در تیمار درصد آلی بدون استفاده از باکتری‌های افزاینده رشد مشاهده شد. در هر یک از سطوح تلقیح و عدم تلقیح با باکتری، روند تغییرات اسیدچرب استئاریک مشابه اسید پالمتیک به صورت ۱۰۰ درصد شیمیایی> ۲۵ درصد آلی + ۷۵ درصد شیمیایی>۵۰ درصد آلی + ۵۰ درصد شیمیایی> ۷۵ درصد آلی + ۲۵ درصد شیمیایی>۱۰۰ درصد آلی مشاهده شد و افزایش میزان ماده آلی کاهش آن را به همراه داشت (جدول‌های ۴ و ۶). افزایش ماده آلی در خاک می‌تواند از طریق افزایش ظرفیت آبگیری آن و فراهم بودن رطوبت بیشتر برای گیاه، سبب تداوم رشد و تأخیر در رسیدگی شودکه این موضوع سبب کاهش این دو اسید چرب اشباع می‌گردد. در سال دوم علی‌رغم این‌که بیشترین میزان اسید چرب استئاریک در تیمار ۱۰۰درصد شیمیایی (در هر دو سطح تلقیح و عدم تلقیح) به دست آمد، اما این روند در سال اول مشاهده نشد و کمترین میزان آن در تیمار ۵۰ درصد آلی + ۵۰ درصد شیمیایی حاصل گردید (جدول ۴). نتایج نشان داد که اسیدهای چرب غیر اشباع مانند اسید لینولئیک در پاسخ به تیمار تغذیه تلفیقی افزایش، در حالی‌که اسید چرب غیر اشباع اولئیک کاهش می‌یابد (جدول ۶). با توجه به نتایج به دست آمده یک رابطه منفی بین میزان اسید اولئیک و لینولئیک وجود دارد، بنابراین بالاترین میزان اسید لینولئیک درتیمار تلفیقی ۵۰ درصد آلی + ۵۰ درصد شیمیایی همراه با کمترین میزان اسید اولئیک همراه بود. نتایج نشان داد که تلقیح بذور با باکتری‌های افزاینده رشد موجب کاهش معنی‌داری در اسیدهای چرب اشباع (اسید پالمتیک و استئاریک) و افزایش معنی‌داری در اسیدهای چرب غیر اشباع (اسید لینولئیک و اولئیک) در مقایسه با عدم تلقیح باکتریایی (تیمار کنترل) گردید (جدول ۶). نتایج مشابهی توسط شهاتا و الخاواز (Shehata and EL-Khawas, 2003) گزارش شده است. در واقع میزان اسیدهای چرب اشباع با افزایش میزان نیتروژن کاهش و میزان اسیدهای چرب غیر اشباع افزایش می‌یابد (Khaliq, 2004).

ضرایب همبستگی بین اسیدهای چرب، رابطه منفی و معنی‌داری بین اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع را نشان داد (جدول ۵). که این نتایج با نتایج سایر پژوهشگران مطابقت دارد (Fernandez-Martinez *et al.*, Miller *et al.*, 1987; 1993). با توجه به نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای تغذیه‌ای و باکتری‌های افزاینده رشد، بالاترین و پایین ترین میزان اسید لینولنیک در صورت استفاده از کود زیستی به ترتیب در تیمارهای ۷۵ درصد آلی + ۲۵ درصد شیمیایی و ۱۰۰درصد آلی در هر دو سال حاصل شد، در حالی‌که در صورت عدم استفاده از کودزیستی، به ترتیب در تیمارهای ۱۰۰درصد آلی و ۲۵ درصد آلی + ۷۵ درصد شیمیایی به دست آمد.

بر اساس نتایج به دست آمده از این تحقیق، با توجه به کیفیت روغن مورد نیاز دانه آفتابگردان می‌توان از تیمار ۱۰۰درصد آلی به همراه باکتری‌های افزاینده رشد

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.4.8.1]

به منظور افزایش حداکثری میزان روغن و اسیداولئیک و از تیمار ۵۰ درصد آلی + ۵۰ درصد شیمیایی همراه با باکتری‌های افزاینده رشد به منظور افزایش حداکثری میزان اسیدلینولئیک و عملکرد روغن و بیشترین میزان پروتئین کنجاله استفاده کرد.

منابع مورد استفاده

References

Anonymous. 2001. The objectives of conservation tillage: fewer trips, more rest soil and increased profitability. Monsanto Company. Available on the WWW.farmsource.com/Con Till/contill-pl-objectives.asp.

Basu, M., P. B. S. Bhadoria and S. C. Mahapatra. 2008. Growth, nitrogen fixation, yield and kernel quality of peanut in response to lime, organic and inorganic fertilizer levels. Bioresour. Tech. 99: 4675-4683.

Beauchamp, E. G. 1986. Availability of nitrogen from three manures to corn field. Can. J. Soil Sci. 66: 713-720.

Blamey, F. P. C. and J. Chapman. 1981. Protein, oil and energy yields of sunflower as affected by N and P fertilization. Agron. J. 73: 583–587.

Chandrasekar, B. R., G. Ambrose, N. Jayabalan. 2005. Influence of biofertilizers and nitrogen source level on the growth and yield of *Echinochloa frumentacea* (Roxb) Link. J. Agric. Tech. 1(2): 223-234.

Dey, R., K. K. Pal, D. M. Batt and S. M. Chauhan. 2004. Growth promotion and yield enhancement of peanut (*Arachis hypogaea* L.) by application of plant growth promoting rhizobacteria. Microbio. Res. 159: 371-394.

Fernandez-Martinez, J., J. Munoz and J. **Gomez-Arnau. 1993**. performance of near- isogenic high and low oleic acid hybrids of sunflower. Crop Sci. 33: 1158-1163.

Harris, H. C., J. R. MC William and W. K. Mason. 1978. Influence of temperature on oil content and composition of sunflower seed. Aust. J. Agric. Res. 29: 1203-1212.

Izquierdo, N. G. and L. A. N. Aguirreza´bal. 2008. Genetic variability in the response of fatty acid composition to minimum night temperature during grain filling in sunflower. Field Crops Res. 106: 116–125.

Kasem, M. M., M. A. EL-Mesilby. 1992. Effect of rates and application treatments of nitrogen fertilizer on sunflower(*Heliantus annuus* L.).1. Growth characters. Annal. Agric. Sci. 30: 653-663.

Kazi, B. R., F. C. Oad, G. H. Jamro, L. A. Jamali and N. L. Oad. 2002. Effect of water stress on the growth, yield and oil content of sunflower. Pak. J. Appl. Sci. 2(5) 550-552.

Khaliq, A. 2004. Irrigation and nitrogen management effects on productivity of hybrid sunflower (*Helianthus annuus* L.). Ph.D. thesis, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan.

Laur, D. A. **1975**. Limitation of animal waste replacement of inorganic fertilizer. PP. 409-432. In: W. J. Jewell (Ed.), Energy Agriculture and Waste Management proc. Agriculture Waste Management. Conference Annual Arbor, Sci. Ann. Arbor, MI.

Metcalf, L. C., A. A. Schmitz, J. R. **Pelka. 1966**. Rapid preparation of methyl esters from lipid for gas chromatography analysis. Analytic. Chem. 38: 514-515.

Miller, J. F., D. C. Zimmerman, B. A. Vick. 1987. genetic control of high oleic acid content in sunflower oil.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.4.8.1]

Crop Sci. 27: 923-926.

Mohammad., S. 1999. Long-term effect of fertilizers and integrated nutrient supply in intensive cropping on soil fertility, nutrient uptake an yield of rice. Agric. Sci. 133: 365-370.

Mooleki, S. P., J. J. Schoenau, J. L. Chales and G. Wen. 2004. Effect of rat, frequency and incorporation of freedlot cattle manure on soil nitrogen availability, crop performance and nitrogen use efficiency in east-central Saskachwan. Can. J. Soil Sci. 84: 199-210.

Nandhagopal, A., K. S. Subramanian and A. Gopalan. 1995. Response of sunflower hybrids to nitrogen and phosphorus under irrigated condition. Madras Agric. J. 82: 80-83.

Ram Rao, D. M., J. Kodandaramaiah, M. P. Reddy, R. S. Katiyar and V. K. Rahmathulla. 2007. Effect of VAM fungi and bacterial biofertilizers on mulberry leaf quality and silkworn cocoon characters under semiaride conditions. Caspian J. Environ. Sci. 5(2) 111-117.

Roe, N. E., J. Stoffella and D. Greatz. 1997. Compost from various municipal solid waste feed stocks effect vegetable crops. II. Growth, Yield and fruit quality. J. Am. Soc. Hort. Sci. 122: 433-437.

SAS Institute Inc, 2002. The SAS System for Windows, Release 9.0. Statistical Analysis 810 Systems Institute, Cary. NC. USA.

Schneiter, A. A., and J. F. Miller. 1981. Description of sunflower growth stages. Crop Sci. 21: 901-903.

Shata, S. M., Safaa, A. Mahmoud and Hanan, S. Siam. 2007. Improving calcareous soil productivity by integrated effect of intercropping and fertilizer. Reas. J. Agric. Biol. Sci. 3(6) 733-739.

Shehata, M. M. and S. A. EL-Khawas. 2003. Effect of two biofertilizers on growth parameters, yield characters, nitrogenous components, nucleic acids content, minerals, oil content, protein profiles and DNA banding pattern of sunflower yield. Pak. J. Biol. Sci. 6(14) 1257-1268.

Wu, S. C., Z. H. Cao, Z. G. Li, K. C. Cheung and M. H. Wong. 2005. Effect of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. Geoderma 125: 155-166.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.4.8.1]

Effect of nitrogen fertilizer and biofertilizer application on yield and quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.)

Shoghi Kalkhoran, S[1]., A. Ghalavand[2], S. A. M. Modarres-Sanavy[3], P. Akbari[4]

ABSTRACT

Shoghi Kalkhoran, S., A. Ghalavand, S. A. M. Modarres-Sanavy, P. Akbari . 2010. Effect of nitrogen fertilizer and biofertilizer application on yield and quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.). **Iranian Journal of Crop Sciences. 12 (4) 467-481. (In Persian)**

In order to study the effects of different soil nutrition methods and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on grain and oil yield and fatty acid composition in sunflower (*Helianthus annuus* L.), a field experiment was conducted on research farm at college of agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran in 2006-2007 and 2007-2008 growing seasons. The experiment was studied in a split plot arrangement of treatments in a randomized complete block design with three replications. Five fertilizer treatments including 100% organic (F_1), 75% organic + 25% chemical (F_2), 50% organic + 50% chemical (F_3), 25% organic + 75% chemical (F_4), 100% chemical (F_5) were randomized to the main plots and two treatments of non-bacterial inoculation (I_0) and bacterial inoculation (I_1) were randomly assigned as the subplots. The results showed that integrated treatments produced significantly more grain, biological and oil yield and protein content than those grown in each of organic or chemical treatments. The maximum and minimum oil contents (51.1% and 46.3%) were obtained with the 100% organic and 50% organic + 50% chemical treatments, respectively, whereas the same treatments were in the converse position for protein content (20.9% and 18.3%). Saturated fatty acids decreased significantly, while unsaturated fatty acids (linoleic acid and oleic acid) increased in response to raising the organic manure and using biofertilizer. The highest linoleic acid (52.6%) and oleic acid (39.8) were observed in 50% organic + 50% chemical and 100% organic treatments, respectively. Application of biofertilizer increased the grain (7.8%), oil (11.3%) and biological yield, and also protein (4.9%) and oil (2.6%) content and improved the oil quality of sunflower seeds. Therefore, it seems that sunflower productivity and seed oil quality can be improved using different nitrogen nutrition methods.

Key words: Oil, Organic manure, PGPR, Protein and Sunflower

Received: December, 2009 **Accepted: April, 2010**

1- MSc Student, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
2- Associate Prof., Tarbiat Modares University, Tehran, Iran (Corresponding author)
(Email: ghalavaa@modares.ac.ir)
3- Professor, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
4- PhD Student, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.4.8.1]