مجله به‌زراعی نهال و بذر
جلد ۲-۲۶ ، شماره ۴، سال ۱۳۸۹

اثر منابع نیتروژن بر عملکرد، ترکیب اسیدهای چرب و میزان عناصر ریزمغذی دانه ارقام پرمحصول کلزا (*Brassics napus* L.)

Effect of Nitrogen Sources on Seed Yield, Fatty Acids Composition and Micro Nutrients Content in High Yielding Rapeseed (*Brassica napus* L.) Varieties

معرفت مصطفوی‌راد[۱]، زین‌العابدین طهماسبی سروستانی[۲]،
سیدعلی‌محمد مدرس ثانوی[۳] و امیر قلاوند[۴]

۱- دانشجوی دکتری، دانشگاه تربیت مدرس و عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مرکزی، اراک.
۲ و ۳ و ۴- عضو هیأت علمی دانشگاه تربیت مدرس تهران، تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۱۱/۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۹/۱۸

چکیده

مصطفوی‌راد، م.، طهماسبی سروستانی، ز.، مدرس ثانوی، س. ع. م.، و قلاوند، ا. ۱۳۸۹. اثر منابع نیتروژن بر عملکرد، ترکیب اسیدهای چرب و میزان عناصر ریزمغذی دانه ارقام پرمحصول کلزا (*Brassics napus* L.). **مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲-۲۶** (۴): ۴۰۱ - ۳۸۷.

به منظور ارزیابی عملکرد، اجزاء عملکرد و خصوصیات مرفولوژیک در ارقام زمستانه کلزای سازگار با مناطق سرد و خشک ایران و تعیین ارقام پرمحصول، آزمایش مزرعه‌ای در سال‌های زراعی ۱۳۸۶- ۱۳۸۵ و ۱۳۸۷- ۱۳۸۶ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، اراک واقع در عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۵ دقیقهٔ شمالی و طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۴۲ دقیقهٔ شرقی و ارتفاع ۱۷۷۵ متر از سطح دریا اجراء شد. در این آزمایش ۱۵ رقم زمستانهٔ کلزا در قالب طرح پایهٔ بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که ارقام لیکورد (۲۸۹۵ کیلوگرم در هکتار)، مودنا (۲۸۶۰ کیلوگرم در هکتار) و اوکاپی (۲۱۳۹ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب در مقایسه با سایر ارقام عملکرد دانه در هکتار بالاتری را داشتند. به منظور بررسی اثر منابع آلی و شیمیایی نیتروژن بر عملکرد، ترکیب اسیدهای چرب و میزان عناصر ریزمغذی دانه ارقام پرمحصول کلزا در سال زراعی ۱۳۸۸- ۱۳۸۷ در همان منطقه آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل ارقام کلزا دارای سه سطح V1 (اوکاپی)، V2 (مودنا) و V3 (لیکورد) و منابع نیتروژن (بر مبنای ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) در سه سطح N1 (آزوکمپوست)، N2 (۵۰ ٪ آزوکمپوست + ۵۰ ٪ اوره) و N3 (اوره) بودند. در این آزمایش، لیکورد بیشترین عملکرد دانه (۳۴۷۹ کیلوگرم در هکتار)، گلوکوزینولات (۶/۹ میکروگرم بر کیلوگرم)، اسیدهای چرب استئاریک (۲/۲ ٪) و لینولنیک (۱۷/۲ ٪)، میزان عناصر ریزمغذی آهن (۳۶۵/۶ قسمت در میلیون)، روی، مس (۵/۹ قسمت در میلیون) و منگنز (۱۸۲/۵ قسمت در میلیون) را داشت. تغذیه تلفیقی از نظر عملکرد دانه (۳۵۱۱/۵ کیلوگرم در هکتار)، محتوی عناصر ریزمغذی نظیر مس (۵/۹ قسمت در میلیون) و منگنز دانه (۱۷۹/۷ قسمت در میلیون) بر تیمارهای دیگر برتری نشان داد. نتایج نشان داد که با افزایش عملکرد دانه، کیفیت روغن کلزا کاهش یافت. در این تحقیق تیمار آزوکمپوست کیفیت روغن را افزایش داد ولی تغذیه تلفیقی و رقم لیکورد از نظر عملکرد دانه نسبت به دیگر تیمارها برتری داشت.

واژه‌های کلیدی: کلزا، منابع نیتروژن، اسیدهای چرب، عناصر ریزمغذی و گلوکوزینولات.

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: tahmasebi@modares.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

کلزا سومین گیاه روغنی مهم دنیاست که سطح کشت آن در مناطق معتدل دنیا به سرعت در حال افزایش است (Basalma, 2008). مهم‌ترین هدف تولید کنندگان و به‌نژادگران کلزا، افزایش عملکرد دانه و کمیت و کیفیت روغن می‌باشد که به شدت تحت تأثیر شرایط محیطی و اثر متقابل محیط × رقم قرار می‌گیرد. از طرفی در آینده افزایش سطح زیر کشت به سختی میسر خواهد بود و لازم است به زراعت‌های فشرده و ارقام پرمحصول توجه بیشتری شود (Marjanovic Jeromela *et al*., 2008). یکی از راهکارهای موثر در راستای افزایش عملکرد کمی و کیفیت، یافتن تیپ‌های ایده‌آل و پرمحصول، متناسب با شرایط اقلیمی هر منطقه است. بنابر این مقایسه عملکرد ارقام و ژنوتیپ‌های رایج جهت شناسایی ارقام پرمحصول منطقه ضروری است.

علاوه بر این کمبود نیتروژن قابل دسترس از عوامل مهم محدود کننده عملکرد کلزای زمستانه در بسیاری از مناطق تحت کشت کلزا بشمار می‌رود (Rathke *et al*., 2006). استفاده بهینه از منابع نیتروژن برای بهبود عملکرد اقتصادی و کاهش آلودگی‌های زیست محیطی امری ضروری است (Mason and Brennan, 1998). کودهای آلی نظیر آزوکمپوست (کمپوست فرآوری شده از سرخس آزولا) به عنوان منبع نیتروژن و دیگر عناصر غذایی به خاک حیات می‌بخشند و سال‌ها به تغذیه گیاهان بعدی نیز کمک می‌کنند (Ali Khan and Hussain Khan, 2006).

کیفیت روغن کلزا با ترکیب اسیدهای چرب نظیر اسید لینولئیک، اسید لینولنیک، اسید اولئیک، اسید استئاریک و اسید پالمتیک تعیین می‌شود (Hu *et al*., 1999). میزان این اسیدهای چرب در ارقام اصلاح شده به ترتیب ۳۰-۲۰، ۲۰-۱۰، ۷۰-۵۰، ۳۰-۲ و ۱۰-۴ درصد می‌باشد (Mattson and Grundy, 1985). گلوکوزینولات و پروتئین مسیر بیوسنتزی مشترکی دارند و گلوکوزینولات‌ها از اسیدهای امینه مشتق می‌شوند (Blokhina *et al*., 2003). کودهای نیتروژن‌دار ممکن است سرعت هیدرولیز ترکیب اسیدهای چرب و یا انتقال آنها از پروپلاستیدها به اجزاء سیتوسول را تحت تاثیر قرار دهند (Steer and Seiler, 2005). اغلب خاک‌های زراعی ایران به دلایل متعددی از قبیل قلیایی بودن، کمبود مواد آلی و حلالیت کم عناصر ریزمغذی، دچار کمبود آهن، روی و منگنز می‌باشند. از طرفی دانه‌های روغنی نیاز بالایی به عناصر ریزمغذی به ویژه آهن، منگنز، عنصر بور و روی دارند (Malakouti and Tehrani, 2001). نیاز کلزا به عنصر روی دو برابر گندم گزارش شده است (Nuttall *et al*., 1993). بدین ترتیب کاربرد آزوکمپوست می‌تواند در تامین عناصر ریزمغذی مورد نیاز کلزا نقش بارزی ایفا نماید. اگر چه کلزا برای تولید روغن و پروتئین کنجاله

Archive of SID

www.SID.ir

استفاده می‌شود، وجود سطح قابل توجهی از عناصر ریزمغذی در کلزا سبب شده است برای تعیین و شناخت جنبه‌های مختلف تغذیه‌ای از بافت‌های رویشی کلزا به عنوان سبزی خوردن محور بسیاری از تحقیقات قرار گیرد. چون کلزا می‌تواند مقادیر قابل توجهی از عناصر پرمصرف و کم مصرف مورد نیاز در رژیم غذایی را تامین نماید (Miller *et al*., 2009). بنابراین با توجه به نیاز بالای گیاهان به کودهای نیتروژن‌دار و نقش این عنصر در رشد و نمو گیاهان و مشکلات زیست‌محیطی ناشی از کاربرد بی‌رویه آن، استفاده از جایگزین‌های مناسب نظیر آزوکمپوست ضروری به نظر می‌رسد.

هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر منابع مختلف نیتروژن بر عملکرد دانه، ترکیب اسیدهای چرب و میزان عناصر ریزمغذی در دانه سه رقم کلزای پرمحصول زمستانه در شرایط اقلیمی سرد و خشک اراک بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش اول: به منظور ارزیابی و مقایسه عملکرد، اجزاء عملکرد و خصوصیات مرفولوژیک ارقام زمستانه کلزای سازگار با مناطق سرد و خشک ایران و تعیین ارقام پرمحصول کلزا، در طی سال‌های زراعی ۱۳۸۶– ۱۳۸۵ و ۱۳۸۷– ۱۳۸۶ تعداد ۱۵ رقم کلزای دو صفر تیپ زمستانه در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اراک واقع در عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۵ دقیقهٔ شمالی و طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۴۲ دقیقهٔ شرقی و ارتفاع ۱۷۷۵ متر از سطح دریا در قالب طرح پایهٔ بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار کشت شدند.

آزمایش دوم: در سال زراعی ۱۳۸۸– ۱۳۸۷ در همان منطقه جهت بررسی اثر منابع آلی و شیمیایی نیتروژن بر عملکرد دانه، ترکیب اسیدهای چرب و میزان عناصر ریزمغذی در دانه سه رقم پرمحصول کلزا به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار انجام شد. قبل از اجرای آزمایش از عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه برداری و خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک تعیین شد (جدول ۱). تیمارها شامل ارقام کلزا دارای سه سطح V1 (اوکاپی)، V2 (مودنا) و V3 (لیکورد) و منابع نیتروژن (بر مبنای ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) دارای سه سطح N1 (آزوکمپوست)، N2 (۵۰ درصد آزوکمپوست + ۵۰ درصد اوره) و N3 (اوره) بودند. هر کرت شامل ۲ پشته ۶۰ سانتی‌متری و ۶ خط کشت به فاصله ۱۵ سانتی‌متر و به طول ۶ متر بود و مقدار ۷۵ کیلوگرم فسفر خالص در هکتار از منبع سوپر فسفات تریپل نیز استفاده شد. کلیه عملیات زراعی کلزا بر اساس روش‌های متداول انجام شد. پس از رسیدگی محصول با حذف حاشیه، محصول کلزا با دست برداشت و میزان عملکرد دانه در هکتار بر مبنای رطوبت ۱۲ درصد و درصد روغن دانه به روش NMR (Nuclear Magnetic Resonance) و

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1. Physico-chemical properties of soil at the experimental site

سال زراعی Growing season	عمق نمونه (سانتیمتر) depth (cm)	هدایت الکتریکی EC ds/m	اسیدیته خاک PH	کربن آلی (٪) Organic carbon (%)	نیتروژن کل (٪) Total nitrogen (%)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Available phosphorus (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Available phosphorus (mg/kg)	شن (٪) Sand (%)	سیلت (٪) Silt (%)	رس (٪) Clay (%)
2006-2007	0-30	1.1	7.84	0.48	0.42	9.3	200	45	17	38
2007-2008	0-30	0.9	7.96	0.52	0.43	13	240	46	19	35
2008-2009	0-30	0.93	7.84	0.56	0.42	8.6	370	44	17	39

Archive of SID

www.SID.ir

پروتئین دانه به روش اینفراماتیک (Inframatic 8620) و اسیدهای چرب به روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (High Performance Liquid Chromatography) و عناصر ریزمغذی به روش جذب اتمی (Atomic Absorption) اندازه‌گیری شدند. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه میانگین‌ها به روش LSD انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس مرکب داده‌های آزمایش اوّل نشان داد که ارقام مختلف کلزا از نظر ارتفاع بوته، طول دوره رشد، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه و عملکرد دانه و روغن تفاوت معنی‌داری ($P\leq0.01$) داشتند (جدول ۲). نصری و همکاران (Nasri *et al*., 2008) نیز نشان دادند که ارقام کلزا از نظر عملکرد و اجزاء عملکرد دانه تفاوت‌های معنی‌دار داشتند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ارقام لیکورد، مودنا و اوکاپی به ترتیب در مقایسه با دیگر ارقام عملکرد دانه بالاتری دارا بودند (جدول ۳). در این تحقیق، رقم لیکورد از نظر تعداد خورجین در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد روغن به ترتیب بر ارقام مودنا و اوکاپی برتری داشت (جدول ۳). تعداد خورجین در بوته و وزن هزار دانه از اجزای مهم عملکرد دانه بودند که با نتایج تحقیقات تیلور و اسمیت (Taylor and Smith, 1992) مطابقت داشت. در این تحقیق رقم آناتول و لیکورد از نظر تعداد خورجین در بوته تفاوت معنی‌دار نداشتند. ولی با توجه به وجود سازوکار جبرانی بین اجزاء عملکرد دانه در کلزا (Jensen *et al*., 1996)، رقم لیکورد تعداد دانه بیشتری در هر خورجین داشت. از طرفی طول دوره رشد لیکورد بیشتر از آناتول بود و بدین ترتیب عملکرد دانه بیشتری نسبت به آناتول تولید کرد. نتایج نشان داد که تولید تعداد مناسبی از خورجین‌ها که بتوانند چرخه رشد خود را به طور طبیعی کامل کنند، می‌تواند نقش بارزی در افزایش عملکرد دانه ایفا کنند و تنها بالا بودن تعداد خورجین در بوته نمی‌تواند دستیابی به عملکرد بالا در محصول کلزا را تضمین کند.

در آزمایش دوّم تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که ارقام کلزا برای کلیه صفات اندازه‌گیری شده به استثناء اسید چرب لینولئیک تفاوت بسیار معنی‌دار داشتند (جدول ۴). اثر منبع نیتروژن و برهمکنش رقم × منابع نیتروژن برتمامی صفات مورد مطالعه بسیار معنی‌دار بود (جدول ۴). نصری و همکاران (Nasri *et al*., 2008) نشان دادند که ارقام کلزا از نظر عملکرد و اجزاء عملکرد دانه متفاوت بودند ولی از نظر محتوی روی دانه تفاوت معنی‌داری نداشتند. ترکیب اسیدهای چرب در ارقام مختلف سویا نیز بسته به نوع شرایط محیطی، متفاوت گزارش شده است (Voldeng *et al*., 1997). در حالیکه میلر و همکاران (Miller *et al*., 2009)

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- خلاصه تجزیه واریانس مرکب برای خصوصیات مختلف در ارقام کلزا

Table 2. Summary of combined analysis of variance for different characteristics in rapeseed varieties

			میانگین مربعات MS							
S.O.V.	منبع تغییرات	درجه آزادی df.	ارتفاع بوته Plant height	شاخه‌های فرعی Secondary branches	دوره رویش Growth duration	تعداد خورجین در گیاه Siliques per plant	تعداد دانه در خورجین Seed per silique	وزن هزار دانه 1000 seed weight	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد روغن Oil yield
Year (y)	سال	1	663.14**	1.003**	422.50**	5555.45**	39.309**	0.112**	37781.51**	306583.76**
R(Y)	تکرار در سال	4	0.26	0.32	0.033	0.397	0.019	0.0058	220.04	9728.068
Variety (V)	رقم	14	748.69**	7.875ns	71.424**	7546.73**	88.587**	0.490**	891129.09**	494248.238**
Y × V	سال × رقم	14	239.82**	0.279ns	20.0238**	480.02**	7.267**	0.0332**	184221.42**	88373.557**
Error	خطا	56	0.157	0.2008	0.214	0.462	0.0147	0.0053	351.41	18087.723
C.V.%	ضریب تغییرات (٪)		0.35	2.97	0.056	0.58	0.44	1.96	0.62	5.69

* and **: Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.
ns: Non- significant.

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.
ns: غیر معنی‌دار

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- مقایسه میانگین خصوصیات مختلف در ارقام مختلف کلزا

Table 3. Mean comparison for different characteristics in different rapeseed varieties

	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant hieght (cm)	شاخه‌های فرعی Secondary branches	دوره رویش Growth period	تعداد خورجین در بوته Siliques per plant	تعداد دانه در خورجین Seeds per silique	وزن هزار دانه (گرم) 1000 seed weight (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed Yield (kg/ha)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار) Oil yield (kg/ha)
سال زراعی Growing season								
2005-2006	116.93a	4.658b	264.27a	108.84b	28.08a	3.674b	3014.49b	2304.56b
2006-2007	111.5b	4.869a	259.93b	124.55a	26.76b	3.745a	3055.47a	2421.29a
رقم Variety								
Anatol	91.37l	6.40b	251.500j	199.75a	21.83k	3.538f	2256.83m	1809.50h
Billy	110.38h	5.05de	263.00e	112.22c	29.25b	3.658de	2596.50l	2034.45g
Talayeh	120.97d	5.00e	260.500i	84.63k	38.167a	3.523f	2906.17h	2222.13ef
GK Helena	134.08a	3.866i	265.500a	112.23c	21.67l	3.830c	3007.50f	2300.47ef
Gkh 1103	117.27e	2.733k	264.17d	99.017h	28.73d	3.651de	3180.50e	2493.06bc
GKH 305	115.98f	5.233c	265.00b	91.083i	26.00i	3.623e	3176.67e	2509.06bc
Licord	132.23b	6.600a	261.500g	199.75a	28.32e	4.403a	3794.67a	2895.44a
Lilian	106.37i	4.267g	264.00d	89.167j	27.92f	3.438g	3246.33d	2579.00b
Lioness	113.95g	3.617j	265.500a	107.78e	28.93c	3.537f	2759.33k	2213.72ef
Modena	103.02k	4.117gh	262.00f	104.70f	26.57h	3.455fg	3655.00b	2860.37a
Oase	117.6e	4.783f	262.00f	132.083b	28.26e	3.515fg	2856.17i	2323.25de
Okapi	105.33j	6.667a	260.500h	102.95g	27.26g	3.518fg	3276.67c	2139.08fg
Opera	105.45j	5.167cd	260.83h	102.42g	26.61h	4.112b	2819.83j	2228.23ef
SLM046	122.8c	4.100h	261.00h	102.42g	28.06	3.723d	2973.33g	2394.66cd
Zarfam	116.42f	3.85i	264.50c	110.67d	23.68j	4.117b	3019.17f	2440.65bcd

میانگین‌هایی، در هر ستون و برای هر عامل، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌داردر سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column and for each factor, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- Using LSD.

Archive of SID

www.SID.ir

نشان دادند که بین ارقام کلزا تفاوت معنی‌داری از نظر محتوی عناصر ریزمغذی آهن، روی و مس وجود نداشت. علاوه بر این تفاوت‌های معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های کلزا از نظر جذب و استفاده نیتروژن از منابع مختلف گزارش شده است (Sieling *et al*., 1998). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که رقم لیکورد از نظر عملکرد دانه، اسیدهای چرب استئاریک و لینولنیک و غلظت گلوکوزینولات کنجاله و عناصر ریزمغذی آهن، روی، مس و منگنز بر ارقام دیگر برتری داشت (جدول ۵).

در هر سه رقم پرمحصول کلزا با کاهش عملکرد دانه میزان اسید لینولنیک نیز کاهش نشان داد. بدین ترتیب اسید لینولنیک را می‌توان یکی از عوامل موثر در افزایش عملکرد دانه ارقام پرمحصول کلزا برشمرد، چون اسید لینولنیک نقش مهمی در فتوسنتز ایفا می‌کند (Hugly *et al*., 1989) و سنتز لینولنیک برای توسعه دانه گرده ضروری است (McConn and Browse, 1996). میزان گلوکوزینولات کنجاله نیز در رقم لیکورد بیشتر از ارقام دیگر بود. به نظر می‌رسد که ارقام پرمحصول کلزا محتوی گلوکوزینولات بیشتری نیز هستند و ممکن است حذف کامل گلوکوزینولات منجر به کاهش چشمگیر عملکرد دانه شود. علاوه بر این دانه‌های روغنی نیاز بالایی به عناصر ریزمغذی نظیر آهن، منگنز و روی دارند (Malakouti and Tehrani, 2001).

در نتیجه بخشی از افزایش عملکرد رقم لیکورد می‌تواند ناشی از قابلیت بیشتر آن در جذب عناصر غذایی ریزمغذی و سایر منابع رشد در جهت افزایش عملکرد دانه باشد. در این تحقیق رقم اوکاپی کمترین عملکرد دانه و بیشترین میزان اسیدهای چرب پالمیتیک و اولئیک را دارا بود. نتایج نشان می‌دهد که افزایش عملکرد دانه و کیفیت روغن کلزا روند معکوسی دارند. اثر منابع مختلف تغذیه نیتروژن نیز بر کلیه صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود (جدول ۴). این نشان می‌دهد که مدیریت تغذیه نیتروژن، کارایی مصرف منابع به وسیله گیاه زراعی را تغییر می‌دهد (Kramer *et al*., 2002).

تغذیه تلفیقی از نظر عملکرد دانه بر تیمارهای دیگر برتری نشان داد که با نتایج سیلینگ و همکاران (Sieling *et al*., 1998)، مولکی و همکاران (Mooleki *et al*., 2004) و راتک و همکاران (Rathke *et al*., 2005) مطابقت داشت. در تغذیه تلفیقی در مقایسه با آزوکمپوست جذب عناصر ریزمغذی منگنز و مس افزایش یافت و با کاربرد اوره روند نزولی نشان داد. بنابر این می‌توان دریافت که کاربرد تلفیقی آزوکمپوست با اوره در فراهمی و جذب عناصر غذایی ریزمغذی و افزایش عملکرد دانه کلزا نقش بارزی دارد چون مواد آلی به عنوان منبع عناصر غذایی برای گیاهان عمل می‌کنند و عملکرد محصولات زراعی را افزایش می‌دهند (Akhtar and Malik, 2000). بیشترین درصد روغن دانه به تیمار آزوکمپوست و بیشترین

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- خلاصه تجزیه واریانس برای خصوصیات مختلف در ارقام کلزا تحت تاثیر منابع نیتروژن

Table 4. Summary of analysis of variance for different characteristics in rapeseed varieties as affected by nitrogen sources

S.O.V.	منبع تغییر	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS													
			عملکرد دانه Seed yield	درصد روغن Oil content	درصد پروتئین Protein content	عملکرد روغن Oil yield	گلوکوزینولات Glucosinolate	پالمیتیک Palmetic	استئاریک Sstearic	اولئیک Oleic	لینولئیک Linoleic	لینولنیک Linolenic	آهن Fe	منگنز Mn	مس Cu	روی Zn
Replication	تکرار	2	5419.1^{ns}	0.007^{ns}	0.004^{ns}	1261.3^{ns}	0.013*	0.00006^{ns}	0.0001^{ns}	0.00003^{ns}	0.009^{ns}	0.0001^{ns}	0.23^{ns}	1.21^{ns}	0.005^{ns}	0.056^{ns}
Variety (V)	رقم	2	514982.4**	2.926**	103.033**	9747.6**	1.735**	0.0344**	0.0220**	0.5468**	0.006^{ns}	0.7568**	44726.13**	747.35**	3.183**	91.151**
Nitrogen source (N)	منبع نیتروژن	2	1449734.5**	0.503**	3.169**	248873.5**	0.997**	0.1308**	0.2066**	0.7091**	1.224**	1.9576**	179332.6**	16.94**	2.314**	3.169**
N × V	رقم × منبع نیتروژن	4	47921.3**	1.202**	0.559**	19459.4**	1.725**	0.0455**	0.0069**	0.3261**	0.106**	0.2263**	19017.45**	28.05**	1.609**	0.559**
Error	خطا	16	1797.59	0.017	0.027	449.81	0.001	0.0002	0.0001	0.00001	0.0079	0.00002	1.43	0.0904	0.142	0.082
C.V. (%)	ضریب تغییرات (٪)		1.28	0.31	0.71	1.49	0.55	0.35	0.57	0.01	0.52	0.07	0.35	0.51	2.53	0.51

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

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns: Non- significant.

ns: غیر معنی‌دار

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر رقم ومنابع نیتروژن بر عملکرد دانه و روغن، ترکیب اسیدهای چرب روغن و میزان عناصر غذایی ریزمغذی در دانه کلزا

Table 5. Mean comparison for effect of varieties and nitrogen source on seed and oil yield, seed oil fatty acids composition and micro nutrients content in canola

	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg/ha)	درصد روغن Oil content (%)	درصد پروتئین Protein content (%)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار) Oil yield (kg/ha)	گلوکوزینولات (میکرومول بر کیلوگرم) Glucosinolate (µmol/kg)	پالمیتیک (٪) Palmetic (%)	استئاریک (٪) Stearic (%)	اولئیک (٪) Oleic (%)	لینولئیک (٪) Linoleic (%)	لینولنیک (٪) Linolenic (%)	آهن (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Fe (ppm)	منگنز (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Mn (ppm)	مس (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Cu (ppm)	روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Zn (ppm)
Variety رقم														
V1	3215.81c	42.53c	25.30a	1366.42c	6.6544b	4.304a	2.1674c	66.728a	17.243a	7.935c	290.89c	172.84c	5.258c	56.327b
V2	3275.89b	43.19a	21.46c	1414.99b	6.384c	4.251b	2.205b	66.694b	17.247a	8.022b	356.207b	181.213b	5.755b	54.874c
V3	3479.33a	42.80b	24.03b	1485.90a	6.891a	4.236c	2.224a	66.466c	17.214a	8.259a	365.62a	182.54a	5.917a	58.523a
Nitrogen source منبع نیتروژن														
N1	3064.74c	42.89a	23.89a	1314.68c	6.82a	4.34a	2.116	66.808a	17.427	7.767c	397.62a	178.71b	5.678b	57.63a
N2	3511.52a	42.69b	23.69b	1498.88a	6.678b	4.227b	2.189b	66.493c	17.261b	8.172b	370.29b	179.72a	5.916a	56.44b
N3	3394.78b	42.94a	23.22c	1453.75b	6.436c	4.22b	2.29a	66.585b	17.004c	8.277a	244.79c	178.16c	5.334c	55.645c

میانگین‌هایی، در هر ستون و برای هر عامل، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column and for each factor, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- Using LSD.

V1، V2 و V3: به ترتیب اوکاپی، مودنا و لیکورد. N1، N2 و N3: به ترتیب آزوکمپوست ۵۰ درصد، آزوکمپوست + ۵۰ درصد اوره و اوره.

V1, V2 and V3: Okapi, Modena and Licord, respectively. N1, N2 and N3: Azocompost, 50% Azocompost + 50% Urea, and Urea, respectively.

Archive of SID

www.SID.ir

درصد پروتئین دانه به تیمار اوره اختصاص داشت. چون افزایش کود نیتروژن‌دار، سنتز پروتئین را به بهای کاهش سنتز روغن تشدید می‌کند (Lambers and Porter, 1992). تحقیقات نشان داده است که نیتروژن در کودهای آلی به آهستگی آزاد و به مقدار کمتری جذب گیاه می‌شود و در نتیجه سنتز پروتئین کاهش و درصد روغن دانه افزایش می یابد (Roe *et al*., 1997).

در این تحقیق گلوکوزینولات کنجاله روند معکوس نشان داد. به نظر می‌رسد افزایش گلوکوزینولات ناشی از فراهمی بیشتر گوگرد در اثر کاربرد آزوکمپوست باشد. در این راستا گزارش‌های متناقضی وجود دارد. به طوری که فورستر (Forster, 1978) دریافت که با افزایش نیتروژن درصد روغن کاهش و میزان گلوکوزینولات کنجاله افزایش یافت. برخی محققان دیگر گزارش کرده‌اند که افزایش گوگرد و نیتروژن سبب افزایش گلوکوزینولات می‌شود (Grant and Baily, 1993). در حالیکه بیلزبارو و همکاران (Bilsborrow *et al*., 1993) کمبود نیتروژن را عاملی برای افزایش گلوکوزینولات بر شمرده‌اند و اثر نیتروژن بر میزان گلوکوزینولات را از سالی به سال دیگر متفاوت گزارش کرده‌اند.

علاوه بر این میزان اسیدهای چرب پالمیتیک، اولئیک و لینولئیک و عنصر آهن در تیمار آزوکمپوست و میزان استئاریک و لینولنیک اسید در تیمار اوره بیشتر بود. اسید اولئیک بیشترین میزان از اسیدهای چرب روغن کلزا را تشکیل می‌دهد و تغییرات عمده آن در طی دوره نمو دانه اتفاق می‌افتد و شرایط نامساعد محیطی در این مرحله سبب تبدیل اسید اولئیک به اسید اروسیک شده و کیفت روغن را کاهش می‌دهد (Ahmad and Abdin, 2000).

چنین استنباط می‌شود که بهبود شرایط محیطی در طی نمو دانه در اثر کاربرد آزوکمپوست عاملی برای کاهش سنتز اسید اولئیک به اسید اروسیک و در نتیجه افزایش کیفیت روغن می‌باشد. همچنین گزارش شده است که کودهای آلی نظیر کمپوست، کود دامی، کود سبز و غیره برای رفع کمبود اغلب عناصر غذایی به ویژه آهن ضروری است (Malakouti and Tehrani, 2001). این نتایج با یافته‌های گوارتز و لمی (Govarts and Lemey, 2000) و دانیل و همکاران (Daniel *et al*., 2001) نیز مشابه بود. اثر منابع نیتروژن بر اسیدهای چرب روند یکسانی نداشت و تاثیرپذیری اسیدهای چرب از منابع مختلف نیتروژن، متفاوت بود. نتایج نشان داد که کاربرد کود آلی آزوکمپوست درصد روغن دانه را از طریق افزایش سنتز اسیدهای چرب به ویژه اولئیک و لینولئیک افزایش داد. کاربرد اوره محتوی اسیدهای چرب استئاریک و لینولنیک را افزایش و میزان اولئیک و لینولئیک را کاهش داد که می‌تواند ناشی از رقابت پروتئین با سنتز اسیدهای چرب دانه به

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل منبع نیتروژن × رقم بر روی خصوصیات مختلف کلزا

Table 6. Mean comparison for nitrogen sources × varietiy interaction on different characteristics in rapeseed

منبع نیتروژن	ارقام	عملکرد دانه	درصد روغن	درصد پروتئین	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	گلوکوزینولات (میکرومول بر کیلوگرم)	پالمیتیک (٪)	استاریک (٪)	اولئیک (٪)	لینولئیک (٪)	لینولنیک (٪)	آهن	منگنز	مس	روی
Source of nitrogen	Variety	Seed yield (kg/ha)	Oil content (%)	Protein content (%)	Oil yield (kg/ha)	Glucosinolate (µmol/kg)	Palmetic (%)	Stearic (%)	Oleic (%)	Linoleic (%)	Linolenic (%)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
	V1	2945.56g	42.67d	25.61a	1256.77g	7.031a	4.383a	2.094g	67.124a	17.402b	7.454i	305.619f	172.04f	5.166d	57.566c
N1	V2	3038.22f	43.22b	21.58e	1314.16f	6.516e	4.36b	2.122f	66.739b	17.557a	7.725h	415.69b	181.55c	5.873b	58.523b
	V3	3210.44e	42.78cd	24.47c	1373.13e	6.90b	4.289d	2.132f	66.564f	17.325b	8.121e	471.551a	182.55b	5.998ab	56.817d
	V1	3350.00d	42.10f	25.57a	1407.94d	6.362f	4.223e	2.184e	66.478h	17.328b	8.099f	370.531d	173.83e	6.059a	55.079f
N2	V2	3433.44c	42.86c	21.67e	1471.73b	6.908b	4.169f	2.187de	66.725c	17.231c	8.080g	387.667c	180.24d	5.666c	54.081g
	V3	3751.11a	43.10b	23.83d	1616.97a	6.762c	4.289d	2.198d	66.278i	17.226c	8.337a	352.692e	185.10a	6.024a	60.171a
	V1	3351.89d	42.82c	24.71b	1434.56c	6.570d	4.306c	2.224c	66.583e	17.001e	8.253d	196.523i	172.64f	4.549e	56.337e
N3	V2	3356.00d	43.48a	21.14f	1459.09b	5.727g	4.225e	2.307b	66.617d	19.922e	8.259c	265.256h	181.86bc	5.726c	52.017h
	V3	3476.44b	42.53e	23.80d	1467.60b	7.010a	4.129g	2.340a	66.557g	17.091d	8.318b	272.617g	179.98d	5.728c	58.582b

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- Using LSD.

V1، V2 و V3: به ترتیب اوکاپی، مودنا و لیکورد. N1، N2 و N3: به ترتیب آزوکمپوست ۵۰ درصد، آزوکمپوست + ۵۰ درصد اوره و اوره.

V1, V2 and V3: Okapi, Modena and Licord, respectively. N1, N2 and N3: Azocompost, 50% Azocompost + 50% Urea and Urea, respectively.

Archive of SID

www.SID.ir

ویژه اولئیک و لینولئیک به هنگام فراهمی بیشتر نیتروژن در اثر کاربرد اوره باشد. چون فراهمی بیشتر نیتروژن، سنتز پروتئین را به بهای کاهش سنتز اسیدهای چرب، تشدید می‌کند (Rathke *et al.*, 2005). بدین ترتیب به نظر می‌رسد که آزوکمپوست از طریق حفظ رطوبت خاک و جلوگیری از وقوع تنش‌های آبی سبب افزایش سنتز اسید چرب لینولئیک می‌شود. بنابراین عوامل محیطی نسبت اسیدهای چرب را در محصولات دانه‌های روغنی تعیین می‌نماید (Baldini *et al.*, 2000).

نتایج نشان داد که کلزا بسته به نوع منبع کود نیتروژن‌دار و رقم می‌تواند عناصر ریزمغذی آهن، منگنز، مس و روی را که در رژیم غذایی ضروری می‌باشند تأمین کند. محققان دیگری نیز نتایج مشابهی گزارش کرده‌اند (Miller *et al.*, 2009; Fowke *et al.*, 2006). بدین ترتیب گزینش رقم و مدیریت تغذیه مناسب با نیتروژن در زراعت کلزا برای افزایش عملکرد کمی و کیفیت و نوع کاربرد آن حائز اهمیت زیادی است. علاوه بر این بیشترین میزان اسیدهای چرب اولئیک، لینولئیک و لینولنیک به ترتیب به اثر متقابل آزوکمپوست × اوکاپی و آزوکمپوست × مودنا و تغذیه تلفیقی × لیکورد و بالاترین عملکرد دانه و عملکرد روغن به اثر متقابل تغذیه تلفیقی × لیکورد اختصاص داشت (جدول ۶). این نتایج نشان می‌دهد تاثیرپذیری اسیدهای چرب از آزوکمپوست در ارقام مختلف کلزا، متفاوت بود. تغییرات عملکرد کمی و کیفیت کلزا در واکنش به آزوکمپوست معکوس می‌باشد. ملکوتی و تهرانی (Malakouti and Tehrani, 2001) نیز اثر متقابل آهن و منگنز و مس را گزارش کرده‌اند به طوری که مقدار زیادی از منگنز در خاک می‌تواند مصرف آهن در گیاه را تحت تاثیر قرار دهد و کمبود مس سبب تجمع آهن در بافت‌های گیاهی می‌شود ولی زیادی مس در خاک باعث کمبود آهن در گیاه می‌شود.

بطور کلی نتایج نشان داد که تغذیه تلفیقی منابع نیتروژن می‌تواند در افزایش کمی و کیفیت کلزا نقش بارزی ایفا کند و رقم لیکورد در تغذیه تلفیقی از عملکرد دانه بالایی برخوردار بود.

Archive of SID

References

Ahmad, A., and M. Z. Abdin . 2000. Effect of sulphur application on lipid, RNA and fatty acid content in developing seeds of rapeseed (*Brassica campestris* L.). Plant Science 150: 71–76.

Akhtar, M., and Malik, A., 2000. Role of organic soil amendments and soil organisms in the biological control of plant parasitic nematodes: A review. Bioresource Technology 74: 35-47.

Ali Khan, R., and Hussain Khan, M., 2006. Organic farming – composting and its mechanism. Connecting Agri-Community for better farming. Pakistan's Largest

www.SID.ir

Agricultural Website

Baldini, M., Giovanardi, R., and Vannozzi, G. P. 2000. Effects of different water availability on fatty acid composition of the oil in standard and high oleic sunflower hydrids. Pp. 79-84. In: Proceedings of the 15th International Sunflower Conference, France.

Basalma, D. 2008. The correlation and path analysis of yield and yield components of different winter rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. Research Journal of Agricultural and Biological Science 4: 120-125.

Bilsborrow, P. E., Evans, E. J., and Zhao. F. J. 1993. The influence of spring nitrogen on yield, yield components and glucosinolate content of autumn-sown oilseed rape (*Brassica napus*).]. Agricultural Science 120: 219–224.

Blokhina, O., Virolainen, E., and Fagerstedt, K. V. 2003. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: A review. Annual Botany 91: 179-194.

Daniel, J., Miralles, B., Ferro, C., and Slafer, G. A. 2001. Developmental responses to sowing date in wheat, barley and rapeseed. Field Crops Research 71 (3): 211-223.

Forster, H. 1978. Influence of N and K fertilizers on the quality and yield of oil from old and new varieties of rapeseed (*Brassica napus* ssp. oleifera). Pp. 305–310. In: Fertilizer use and Production of Carbohydrates and Lipids.

Fowke, J. H., Morrow, J. D., Motley, S., Bostick, R. M., and Ness, R. M. 2006. Brassica vegetable consumption reduces urinary F2-isoprostane levels independent of micronutrient intake. Carcinogenesis 27 (10): 2096-2102.

Grant, G. A., and Baily, L. D. 1993. Fertility management in canola production. Canadian Journal of Plant Science 73: 651-870.

Govarts, C., and Lemey, J. 2000. Characterization of triglycerides isolated from Jojoba oil. Journal of American Oil Chemistry Society 77: 1325-1328.

Hugly, S., Kunt, L., Browse, J., and Somerville, C. 1989. Enhanced thermal tolerance of photosynthesis and altered chloroplast ultrastructure in a mutant of Arabidopsis deficient in lipid desaturastion. Plant Physiology 90: 1134-1142.

Hu, J., Li, G., Struss, D., and Quiros, C. F. 1999. SCAR and RAPD markers associated with 18- carbon fatty acids in rapeseed (*Brassica napus* L.). Plant Breeding 118: 145-150.

Jensen, C. R., Mogensen, V. O., Mortensen, G., and Fieldsen, J. K. 1996. Seed glucosinolate, oil and protein contents of field grown rape (*Brassica napus* L.) affected by soil drying and evaporative demand. Field Crops Research 47: 93-105.

Kramer, A. W., Timothy, A. D., Horwath, W. R., and Kessel, C. V. 2002. Combining fertilizer and organic input synchronize N supply in alternative cropping system in

Archive of SID

www.SID.ir

California. Agriculture, Ecosystem & Environment 91: 233-243.

Lambers, H., and Porter, H. 1992. Inherent variation in growth rate between higer plants: a search for physiological causes and ecological consequences. Advanced Ecological Researches 23: 187 - 261.

Malakouti, M. J., and Tehrani, M. M. 2001. Effects of micronutrients on the yield and quality of Agricultural products 'Micro Nutrients with Macro Effects. 2nd edition. Tarbiat Modares University Press. pp.299 (In Persian).

Marjanovic–Jeromela, A., Marinkovic, R., Mijic, A., Zdunic, Z., Ivanovska, S., and Jankulovska, M. 2008. Correlation and path analysis of quantitative traits in winter rapeseed (*Brassica napus* L.). Agriculturae Conspectus Scientificus 73 (1): 13-18.

Mason, M. G., and Brennan, R. F. 1998. Comparison of growth response and nitrogen uptake by canola and wheat following application of nitrogen fertilizer. Journal of Plant Nutrition 21 (7): 1483 – 1499.

Mattson, F. H., and Grundy, S. M., 1985. Comparison of the effect of dietary saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids on plasma lipids and lipoproteins in men. Journal of Lipid Research 26: 194-202.

McConn, M., and Browse, J., 1996. The critical requirement for linolenic acid is pollen development, net photosynthesis, in an Arabidopsis mutant. The Plant Cell 8: 403-416.

Miller-Cebert, R. L., Sistani, N. A. and Cebert, E. 2008. Comparative mineral composition among canola cultivars and other cruciferous leafy greens. Journal of Food Composition and Analysis. 22: 112-116.

Mooleki, S. P., Schoenau, J. J., Charles, J. L., and Wen, G. 2004. Effect of rate, frequency and incorporation of feedlot cattle manure on soil nitrogen availability, crop performance and nitrogen use efficiency in east-central Saskachwan. Canadian Journal of Soil Science 84: 199-210.

Nasri, M., Khalatbari, M., Zahedi, H., Paknejad, F., and Tohidi-Moghadam, H. R. 2008. Evaluation of micro and macro elements in drought stress condition in cultivars of rapeseed (*Brassica napus* L.). American Journal of Agricultural and Biological Sciences 3 (3): 579-583,

Nuttall, W. F., Boswell, C. C., Sinc, A.G., Moulin, S. A., Townley-Smith, L. J., and Gallway, G. L. 1993. The effect of time of application and placement of sulphur fertilizer source on yield of wheat**,** canola and barley. Communication of Soil Science and Plant Analysis 24: 2143-2202.

Rathke, G. W., Behrens, T., and Diepenbrock, W. 2006. Integrated nitrogen management strategies to improve seed yield, oil content and nitrogen efficiency of winter oilseed rape

Archive of SID

www.SID.ir

(Brassica napus L.): A review. Agriculture, Ecosystem & Environment 117: 90-108.

Rathke, G. W., Christen, O., and Diepenbrock, W. 2005. Effects of nitrogen source and rate on productivity and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown in different crop rotations. Field Crops Research 94: 103-113.

Roe, N. E., Stoffella, P. J., and Greatz, D. 1997. Compost from various municipal solid waste feed stocks affect vegetable crops. I: Emergence and seedling growth. Journal of American Society of Horticultural Science 122: 427-432.

Sieling, K., Schroder, H., and Hanus, H. 1998. Mineral and slurry nitrogen effects on yield, N- uptake, and apparent N-use efficiency of oilseed rape (*Brassica napus* L.). Journal of Agricultural Science (Cambridge) 130: 165–172.

Steer, T. B., and Seiler, J. G. 2005. Change in fatty acid composition of sunflower (*Helianthus annus* L.) seeds in response to time of nitrogen application, supply rates and defoliation. Journal of the Science of Food and Agriculture 51(1): 11-26.

Taylor, A. J., and Smith, C. J. 1992. Effect of sowing date and seeding rate on yield and yield Components of irrigated Canola (*Brassica napus* L.) grown on a red–brown earth in south eastern Australia. Australian Journal of Agricultural Research 43: 1629 – 1641.

Voldeng, H. D., Cober, E. R., Hume, D. J., Gillard, C., and Morrison, M. J. 1997. Fifty eight years of genetic improvement of short season soybean cultivars in Canada. Crop Science 37: 428-431.

Archive of SID

www.SID.ir