مجله زارعت و اصلاح نباتات
جلد ۸، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۱
صفحات ۱۹۷-۱۹۱

بررسی تاثیر گوگرد و مایه تلقیح تیوباسیلوس بر غلظت آهن، روی، مس و منگنز در گیاه کلزا در شرایط گلخانه‌ای

Effect of sulfur and Thiobacillus inoculant on Iron, Zinc, Copper and Manganese concentration in canola in greenhouse condition

زرنگار اخوان[۱]، علیرضا فلاح[۲]، شکوفه رضایی عمروآبادی[۱]

چکیده

جذب عناصر غذایی توسط گیاهان در بسیاری از خاک‌های ایران به علت بالا بودن pH و فراوانی یون کلسیم با مشکل مواجه است، از جمله این عناصر می‌توان عناصر ریزمغذی را نام برد. جهت بررسی تاثیر کود بیولوژیک بر تامین عناصر کم‌مصرف مورد نیاز گیاه کلزا، آزمایشی گلخانه‌ای در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی کرج واقع در ماهدشت به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۵ تیمار شامل ۵ سطح گوگرد عنصری (۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰، ۸۰۰، ۱۰۰۰ kg/ha) و ۳ سطح تیوباسیلوس (بدون مایه تلقیح، ۵ و ۱۰ گرم مایه تلقیح در ۶ کیلوگرم خاک گلدان، با جمعیت ۱۰۷ باکتری در گرم مایه تلقیح) با سه تکرار در سال ۸۸-۸۹ به اجرا درآمد تا اثر اکسایش گوگرد در حضور باکتری اکسیدکننده گوگرد و قابلیت جذب عناصر میکرو تعیین و مقدار عناصر جذب شده در تیمارها با یکدیگر مقایسه شود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارها از نظر غلظت آهن، روی، مس و منگنز تفاوت معنی‌داری در سطح ۱ % وجود داشت. اثر متقابل گوگرد و باکتری تیوباسیلوس در غلظت عناصر آهن، روی و مس گیاه در سطح ۱ % و غلظت منگنز در سطح ۵ % معنی‌دار بود. متوسط غلظت آهن، روی، مس و منگنز در تیمارهای بدون تلقیح به ترتیب ۷۵۴/۵، ۲۳، ۲۲/۲۳ و ۱۲۲/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم بود در حالیکه این مقدار در تیمارهای تلقیح شده به ترتیب ۹۱۸/۴، ۳۱/۸، ۲۹ و ۱۳۴/۷۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بود و به ترتیب ۱/۵، ۲، ۲ و ۰/۵۷ برابر افزایش عملکرد نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: عناصر کم‌مصرف، قابلیت جذب، کلزا، گوگرد، مایه‌تلقیح

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه خاکشناسی، کرج، البرز، ایران
۲- موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، البرز، ایران

مقدمه

یکی از دانه‌های روغنی که در این سال‌ها در کشور توجه بسیاری را به خود جلب کرده و در طرح کاهش واردات روغن گیاهی نیز سهم فراوانی برای آن در نظر گرفته شده، کلزا است. این محصول در میان دانه‌های روغنی در جهان بیشترین میزان تولید را در دهه‌های اخیر داشته و امروزه مقام سوم را پس از سویا و نخل روغنی در فراورده‌های روغن نباتی بدست آورده است (Berry and Spink, 2006).

کلزا بر خلاف دیگر گیاهان زراعی به مواد غذایی نیاز فراوان دارد. در کشت کلزا مصرف نوع و میزان مواد غذایی معمولاً مربوط به آزمایش خاک مزرعه می‌شود. میزان و نوع عناصر مورد نیاز در کلزا باید در مرحله رشد پاییزه و مرحله رشد بهاره بطور دقیق تنظیم گردد. بیشترین نیاز مواد غذایی در شروع رشد گیاه، و در بهار تا زمان گلدهی است. البته تغییرات آبهوایی و مکانی در میزان مصرف مواد غذایی بی تاثیر نیست (حجازی، ۱۳۷۹).

گیاه روغنی کلزا نیاز بیشتری به گوگرد دارد، گوگرد باعث افزایش قابلیت استفاده عناصر کم مصرف می‌گردد (ملکوتی، ۱۳۷۹). آزمایش‌های مزرعه‌ای در سال ۱۹۹۸-۹۹ در کانادا نشان داد که مصرف گوگرد علائم کمبود را در کلزا برطرف نمود و باعث افزایش درصد روغن و پروتئین دانه شد. همچنین در این تحقیقات نتیجه‌گیری شد که کمبود گوگرد با مصرف گوگرد در طی مراحل رشد برطرف گردید، منتها باید کوددهی قبل از گلدهی کلزا انجام گیرد (Malhi & Leach, 2000).

حد بحرانی کربن آلی در خاک‌های زیر کشت کلزا ۲% و برای عناصر غذایی فسفر، پتاسیم، آهن، روی، منگنز، مس و بور به ترتیب ۲۰، ۳۰۰، ۷، ۲، ۵، ۱ و ۱ میلی گرم در کیلوگرم می‌باشد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۴).

انجام آزمون خاک جهت تعیین وضعیت غذایی در برخی خاک‌ها نشان می‌دهد که علیرغم وجود مقادیر فراوان برخی از عناصر غذایی (P, Zn, Fe,..) در این خاک‌ها، فرم محلول و قابل جذب این عناصر کمتر از مقدار لازم برای رشد و نمو مناسب گیاه می‌باشد. کمبود عناصر غذایی یکی از عوامل محدود کننده در تولید محصول با کمیت و کیفیت بالا در این خاک‌ها محسوب می‌شود.

(Tisdale et al, 1984; Kaplan & Orman, 1998)

بسیاری از محققین گزارش کردند که مصرف گوگرد و تولید اسید سولفوریک در نتیجهٔ اکسایش آن، باعث کاهش pH، تامین سولفات مورد نیاز گیاهان و افزایش قابلیت جذب فسفر و عناصر کم مصرف در خاک‌ها می‌شود (Davood et al, 1985). استفاده از مواد اسیدزا (گوگرد، اسید سولفوریک و...) جهت کاهش pH خاک (حتی به‌طور موضعی) به عنوان یک روش موثر برای افزایش قابلیت دسترسی عناصر کم مصرف در خاک‌های با pH بالا نتایج سودمندی داشته است. به دلیل سرعت کند اکسایش گوگرد شرط بهره‌گیری از این توان بالقوه گوگرد، حضور باکتری‌های اکسید کننده این ماده در خاک است (بشارتی و صالح راستین، ۱۳۸۰) طیف وسیعی از میکروارگانیسم‌ها قادر به اکسایش گوگرد در محیط هستند که از بین آنها فقط باکتری‌های هتروتروف، به‌ویژه جنس تیوباسیلوس نقش مهمی در اکسایش گوگرد خاک‌های زراعی ایفاء می‌کنند (Tate, 1995). بسیاری از محققین نیز گزارش کرده‌اند اکسیداسیون گوگرد و تولید اسید سولفوریک باعث کاهش pH خاک و افزایش دسترسی فسفر و عناصر کم‌مصرف می‌شود و باکتری تیوباسیلوس باعث تسریع این فرایند می‌شود و به منظور کاهش مشکلات تغذیه‌ای گیاهان در خاک‌های آهکی تحقیقات زیادی در نقاط مختلف دنیا انجام شده است.

(Kaplan & Orman, 1998; Pathiratna et al., 1989; Tisdale et al., 1993; Zapata & Roy, 2004; Khavazi et al., 2001;).

هدف از این تحقیق نشان دادن راه حل منطقی و در تعامل با محیط زیست در استفاده از کود بیولوژیک و قابل جذب کردن عناصر خاک برای گیاه است که از مصرف بی‌رویه

کودهای شیمیایی نیز می‌کاهد.

مواد و روش‌ها

نخست مایه تلقیح باکتری تیوباسیلوس تهیه شد. به منظور سهولت جداسازی باکتری از نمونه‌ها و تهیه کشت خالص، از محیط کشت postgate که یک محیط غنی کننده برای باکتری‌های تیوباسیلوس محسوب می‌شود استفاده شد. از نمونه‌های خاک رقت‌های مختلف (۵-۱۰-۱-۱۰) تهیه و از هر رقت ۰/۱ سی سی روی محیط کشت جامد postgate ریخته شد و مایه تلقیح تهیه شده به حامل پرلیت اضافه شد. (Vishniac, 1973). در مرحله بعد، از عمق ۲۰-۰ سانتیمتری خاک زراعی نمونه برداری و از الک ۵ میلی متری گذرانده شد و در گلدان‌های ۶ کیلوگرمی توزیع گردید. کشت گلخانه‌ای کلزا به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. تیمارها شامل ۵ سطح گوگرد عنصری (۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰، ۸۰۰، ۱۰۰۰ kg/ha) و ۳ سطح مایه تلقیح تیوباسیلوس تیواکسیدانس (بدون مایه تلقیح، ۵ و ۱۰ گرم مایه تلقیح در ۶ کیلوگرم خاک گلدان، با جمعیت ۱۰۷ باکتری در گرم مایه تلقیح) بود. گوگرد به خاک گلدان‌ها اضافه و خوب مخلوط شد. بذرهای کلزا در عمق ۲ سانتیمتری خاک کاشته شد. با احتساب ۳ تکرار برای هر تیمار مجموعاً در ۴۵ گلدان ۶ کیلوگرمی ۷ بذر کلزا از رقم Okapi کشت و بعد از ۱۰ روز تعداد بوته‌ها به ۳ عدد در هر گلدان تقلیل یافت. بعد از کشت، کودهای نیتروژن از منبع اوره و پتاسه از منبع کلرور پتاسیم بر اساس آزمون خاک بصورت محلول به خاک گلدان‌ها اضافه شد. در طول دوران رشد گیاه رطوبت گلدان‌ها در حد ۷۰ % ظرفیت زراعی ثابت نگه داشته شد. پس از برداشت گیاهان، غلظت آهن، روی، مس و منگنز (عصاره گیری با DTPA) اندازه‌گیری و داده‌ها با نرم افزار MSTATC تجزیه و تحلیل و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

برخی از خصوصیات خاک مورد استفاده در کشت گلدانی قبل از اعمال تیمارهای کودی اندازه‌گیری شد که در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده

Table1- Physical and chemical characteristics of the used soil

بافت Texture	تجزیه اندازه‌ای ذرات			فسفر قابل جذب P mg/kg	پتاسیم قابل استفاده K mg/kg	درصد نیتروژن کل Total N%	درصد ماده آلی O.M. %	درصد کربنات کلسیم معادل Equivalent CaCO 3%	pH	EC dS /m	%رطوبت اشباع Saturation Moisture%
	رس Cl	سیلت Si	شن Sa								
S.L	5	34	61	13/6	250/2	0/17	1/66	6/2	/95 7	3/48	34/5

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول۲) اثر دوگانه گوگرد و باکتری تیوباسیلوس بر غلظت آهن، روی، مس و منگنز تفاوت معنی‌داری داشت.

بین تیمارها از نظر غلظت آهن، روی، مس و منگنز تفاوت معنی داری در سطح ۱% وجود داشت. اثر متقابل گوگرد و باکتری تیوباسیلوس در جذب عناصر آهن، روی و مس در سطح ۱% و جذب منگنز در سطح ۵% معنی دار بود. متوسط غلظت آهن، روی، مس و منگنز در تیمارهای بدون تلقیح به

ترتیب ۷۵۴/۵، ۲۳، ۲۲/۲۳ و ۱۲۲/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم بوده در حالیکه این مقدار در تیمارهای تلقیح شده به ترتیب ۹۱۸/۴، ۳۱/۸، ۲۹ و ۱۳۴/۷۵ میلی گرم بر کیلوگرم بودند و به ترتیب ۱/۵، ۲، ۲ و ۰/۵۷ برابر افزایش عملکرد نشان دادند.

جدول۲- تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر عناصر جذب شده توسط گیاه

Table2- Analysis of treatments effect on absorbed elements by plant

	میانگین مربعات MS					
منابع تغییرات	درجه آزادی	آهن	روی	مس	منگنز	
	S.O.V	DF	Fe	Zn	Cu	Mn
تکرار Replication	2	11/622$^{n.s}$	8/267$^{n.s}$	1/717$^{n.s}$	61/739$^{n.s}$	
باکتری Bacteria	2	317525/689**	398/467**	871/217**	793/106**	
گوگرد Sulfur	4	246771/519**	779/203**	358/422**	2493/778**	
باکتری×گوگرد Bacteria×Sulfur	8	106077/286**	30/328**	69/897**	8/203*	
اشتباه آزمایشی Error	28	8/706	0/761	2/324	6/429	
ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of Variation (%)		0/34	3/02	5/73	1/94	

** و * در سطح ۱% و ۵% معنی دار است وn.s معنی دار نیست.

* and ** are significant in 5% and 1% level and n.s. is not significant

جدول۳- مقایسه میانگین اثر ساده باکتری روی صفات مورد بررسی در گیاه

Table3-Single effect of bacteria on plant traits

سطوح باکتری	آهن mg/kg	روی mg/kg	مس mg/kg	منگنز mg/kg
Bacteria Levels	Fe	Zn	Cu	Mn
T0	754.5^{c}	23.00^{c}	22.23^{b}	3122.^{b}
T1	807.8^{b}	30.93^{b}	22.17^{b}	133.7^{a}
T2	1029.0^{a}	32.67^{a}	35.40^{a}	1358^{a}

تیمارهایی که با حروف مشابه هستند دارای اختلاف معنی دار نیستند.

Treatments with similar symbol have not significant difference

جدول۴- مقایسه میانگین اثر ساده گوگرد روی صفات مورد بررسی در گیاه

Table4- Single effect of sulfur on plant traits

سطوح گوگرد	آهن mg/kg	روی mg/kg	مس mg/kg	منگنز mg/kg
Sulfur Levels	Fe	Zn	Cu	Mn
S1	718.2^{e}	17.06^{e}	19.39^{e}	110.2^{e}
S2	768.9^{d}	22.56^{d}	22.17^{d}	120.7^{d}
S3	819.8^{c}	29.61^{c}	26.17^{c}	128.5^{c}
S4	869.6^{b}	34.78^{b}	29.94^{b}	141.2^{b}
S5	1142.0^{a}	40.33^{a}	35.33^{a}	152.4^{a}

تیمارهایی که با حروف مشابه هستند دارای اختلاف معنی دار نیستند.

Treatments with similar symbol have not significant difference

جدول۵- مقایسه میانگین اثر دوگانه باکتری و گوگرد روی صفات مورد بررسی در گیاه
Table5- comparison of dual effect of bacteria & sulfur on plant

منگنز mg.kg Mn	مس mg.kg Cu	روی mg.kg Zn	آهن mg.kg Fe	باکتری×گوگرد Bacteria×Sulfur
102.0 h	16.83 i	14.33 k	671.3 m	S1T0
112.7 g	20.17 ghi	17.83 j	692.3 l	S2T0
120.8 f	23.17 efgh	22.50 hi	763.0 j	S3T0
132.3 d	25.83 def	27.17 f	794.7 h	S4T0
143.7 c	25.17 def	33.17 d	851.0 e	S5T0
113.3 g	17.50 i	21.17 i	700.8 k	S1T1
125.3 e	19.50 hi	25.83 fg	783.0 i	S2T1
132.3 d	22.17 fgh	31.17 e	822.0 g	S3T1
144.3 c	23.83 efg	36.17 c	851.7 e	S4T1
153.3 b	27.83 d	40.33 b	881.5 c	S5T1
115.3 g	83. 23 g	15.67 k	782.3 i	S1T2
124.0 ef	26.83 de	24.00 gh	831.3 f	S2T2
132.3 d	33.17 c	35.17 c	874.3 d	S3T2
147.0 c	40.17 b	41.00 b	962.3 b	S4T2
160.3 a	53.00 a	47.50 a	1694.0 a	S5T2

تیمارهایی که با حروف مشابه هستند دارای اختلاف معنی دار نیستند.

Treatments with similar symbol have not significant difference

تاثیر مصرف گوگرد و آزادسازی عناصر غذایی تثبیت شده در خاک منوط به اکسایش آن در خاک و تولید اسید سولفوریک می‌باشد. اسید تولید شده در اثر واکنش با عناصر غذایی تثبیت شده باعث افزایش حلالیت آنها و در نهایت افزایش جذب عناصر بوسیله گیاه می‌گردد. اکسایش گوگرد در خاک عمدتاً به صورت بیولوژیک و توسط میکروارگانیسم‌های مختلف از جمله باکتری‌های جنس تیوباسیلوس صورت می‌گیرد (بشارتی و صالح راستین، ۱۳۷۹). از آنجا که با افزایش گوگرد، افزایش عملکرد و افزایش جذب اتفاق افتاد و استفاده از مایه تلقیح باعث افزایش بیشتر گردید نتیجه‌گیری می‌شود که کود گوگردی در اثر اکسایش باعث بهبود کیفیت گیاه می‌شود و باکتری تیوباسیلوس باعث تسریع این فرایند می‌شود. نتایج مشابه در بسیاری تحقیقات دیگر نیز بدست آمده است.

(Kaplan & Orman,1998; Tisdal et al,1993; Morvedt et al,1991; kalbasi et al,1988; Modaihsh et al 1989; Deluca et al, 1989; Pathiratna, 1989).

با توجه به نتایج فوق، کودهای بیولوژیک به عنوان طبیعی ترین و مطلوبترین راه حل برای زنده و فعال نگه داشتن سیستم حیاتی خاک و تامین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان زراعی مطرح می‌شوند.

تامین عناصر غذایی به صورت کاملاً متناسب با تغذیه طبیعی گیاهان، کمک به تنوع زیستی، تشدید فعالیت‌های حیاتی، بهبود کیفیت و حفظ بهداشت محیط زیست و در مجموع حفظ و حمایت از سرمایه‌های ملی از مهمترین مزایای کودهای بیولوژیک محسوب می‌شوند. برشمردن این مزایا نباید به نفی کامل کودهای شیمیایی تعبیر شود. این کودها به شرط رعایت اولویت برای تغذیه طبیعی گیاهی و در حد مکمل انواع بیولوژیک قابل توجه هستند.

منابع References

بشارتی، حسین و ناهید صالح راستین. ۱۳۷۹.تاثیر مصرف گوگرد و مایه تلقیح باکتری‌های تیوباسیلوس بر مقدار آهن و روی جذب شده توسط ذرت در شرایط گلخانه. مجله خاک و آب جلد ۱۲. شماره۷. صفحات ۶۳-۷۲. موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.

بشارتی، حسین و ناهید صالح راستین. ۱۳۸۰. بررسی تاثیر کاربرد مایه تلقیح باکتری‌های تیوباسیلوس همراه با گوگرد در افزایش قابلیت جذب فسفر، مجموعه مقالات ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور موسسه تحقیقات خاک و آب، صفحه ۲۹۳-۳۱۷.

حجازی، ا. ۱۳۷۹. زراعت کلزا. انتشارات روزنه. تهران.

ملکوتی، م. ۱۳۷۹. تغذیه متعادل گندم راهی به سوی خودکفایی در کشور وتامین سلامت جامعه (مجموعه مقالات) نشر آموزش کشاورزی سازمان تات وزارت کشاورزی. ۵۴۴ صفحه. کرج. ایران.

ملکوتی، م. ف، مشیری. م، غیبی. ۱۳۸۴. حد مطلوب غلظت عناصر غذایی در خاک در برخی از محصولات زراعی و باغی. نشریه فنی شماره ۴۰۵ موسسه تحقیقات خاک و آب. انتشارات سنا. تهران.

Berry, M. P., and Spink, J. H. 2006. A physiological analysis of oilseed rape yield, past and future (review). Journal of agriculture science, Cambridge. 199: 381-392.

Dawood, F., S. M. Al-Omaqri, and N. Murtatha. 1985. High level of sulfur affecting availability of some micro-nutriens in calcareous soil. pp. 55-68. In Proceeding of Secondary Regional Conference on sulfur and its usage in Arab countries. Riyadh, 2-5 March 1985, Saudi Arabia.

Kaplan, M. and S. Orman. 1998. Effect of elemental sulfur an sulfur containing waste in a calcareous soil in turkey. J. plant nutrition. 21 (8): 1655-1665.

Khavazi, K., F. Nougholipour and M. J. Malakouti. 2001. Effect of thiobacillus and phosphate solubilizing bacteria on increasing P availability from rock phosphate for corn. International Meeting on Direcct Application of Rock Phosphate and related Tecnology, Kuala Lumpur, Malaysia.

Kalbasi, M., and. Filsoof, F., and Rezai-Nejad, Y. 1988. Effect of sulfur treatment on yield and uptake of Fe, Zn and Mn by corn, sorghum and soybean. J. Plant Nutr., 11: 1353-1360.

Malhi, S. S., and D. Leach. 2000. Restore canola yield by correcting sulphure deficiency in the growing season. Xth International Colloqium the Optimazation of Plant Nutrition. April 8-13, Cario Sheraton, Cario-Egypt.

Modaihsh, S., Al-mustafa, W. A., and Metwally, A. E. 1989. Effect of elemental sulfur on chemical changes and nutrient availability in calcareous soils. Plant and Soil. 116: 95-101.

Morvedt, J. J., Giordano, P. M., and Lindsay, W. L. 1991. Micronutrient in agriculture. Soil. Sci. Soc. Am. Inc. Madison, Wisconsin U.S.A.

Pathiratna, L. S. S., U. P. De, S.Waidyanatha, and O. S. Peries. 1989. The effect of appatite and elemental sulfur mixtures on growth and P content of Centrocema pubescens. Fertilizer Research. 21: 37-43.

Tate III, R. L. 1995. The sulfur and related biogeochemical cycle, P. 359-372, In soil microbiology, John Willey

& Sons inc, New York.

Tisdale, S. L., W. L. Nelson, and J. D. Beaton. 1984. Soil Fertility and Fertilizers. 4th. Ed., McMillon Publishing Company, New York.

Tisdale, S.L., W. L. Nelson, J. D. Beaton and J. L. Havlin. 1993. Soil Fertility and Fertilizers. 5th ed. Mcmillon Publishing Co., New York.

Vishniac, W., and M. Santer. 1975. The Thiobacilli. Bacteriol. Rev. 21: 195-213.

Zapata, F. and R. N. Roy.2004. Use of phosphate rocks for sustainable agricultyr.