

بررسی تأثیر سطوح مختلف محلول پاشی مس و روی بر عملکرد و خواص کیفی دانه کلزا

آذر مرشدی^۱ و حسین نقیبی^۲

^۱ گروه بخش خاکشناسی، ^۲ گروه شیمی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

تاریخ دریافت: ۸۱/۱۱/۶؛ تاریخ پذیرش: ۸۳/۲/۱۳

چکیده

تأثیر محلول پاشی مس و روی، بر اجزا عملکرد، عملکرد دانه، روغن، پروتئین و خواص کیفی دانه کلزا (رقم آکاپی)، در منطقه دشتکار بردسیر واقع در ۶۵ کیلومتری جنوب غربی کرمان مورد بررسی قرار گرفت. دو بار محلول پاشی (یکی در مرحله ساقه رفتن و دیگری اوایل گلدهی) در مزرعه‌ای با ۱۶ تیمار شامل مقادیر مختلف مس در چهار سطح: Cu1 (بدون مس)، Cu2 (۰/۱۵ کیلوگرم در هکتار)، Cu3 (۰/۳ کیلوگرم در هکتار) و Cu4 (۰/۴۵ کیلوگرم در هکتار) و مقادیر مختلف روی در چهار سطح: Zn1 (بدون روی)، Zn2 (۰/۸ کیلوگرم در هکتار)، Zn3 (۱/۶ کیلوگرم در هکتار) و Zn4 (۲/۴ کیلوگرم در هکتار) به صورت فاکتوریل با طرح بلوک‌های خرد شده در سه تکرار به اجرا درآمد. نتایج آزمایش نشان می‌دهد که بین سطوح روی و اثر متقابل مس و روی بر تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه، روغن و پروتئین در واحد سطح، از نظر آماری اختلاف معنی داری وجود دارد و حداکثر مربوط به تیمار اثر متقابل Cu3Zn4 می‌باشد. تیمارهای Zn4، Zn3 و Cu2 تأثیر بیشتری بر افزایش درصد روغن دانه داشته، در حالی که ماکزیمم درصد مربوط به تیمار اثر متقابل Cu3Zn4 می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: کلزا، تولید روغن و پروتئین، محلول پاشی، عملکرد دانه، غلاف کلزا (میوه کلزا)

۱۵



مقدمه

کلزا (*Brassica napus L.*) یکی از گیاهان روغنی است که کشت آن برای تولید روغن چند سال قبل در کشور مورد توجه قرار گرفته است و بیش از ۹۰ درصد روغن خوراکی مورد نیاز کشور از طریق واردات تأمین می‌گردد. نیاز روزافزون به استفاده از گیاهان روغنی برای تأمین روغن خوراکی در سطح جهانی، اهمیت کشت و تولید این گیاهان را روشن‌تر می‌کند. در این میان دانه‌های گیاه روغنی کلزا، با دارا بودن بیش از ۴۰ درصد روغن خوراکی از نظر تأمین روغن، جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده است. از طرف دیگر، پس از استحصال

روغن از دانه‌ها، تفاله باقیمانده حاوی حدود ۳۰ درصد پروتئین است که این نیز از نظر تغذیه دام با ارزش است (احمدی و جاویدفر، ۱۳۷۸). کمبود ریزمغذی‌ها، در گیاهان زراعی گسترش جهانی دارد. کشت مداوم، آهکی بودن خاک‌ها و عدم مصرف کودهای حاوی عناصر غذایی لازم، از جمله عوامل بروز کمبود در اغلب خاک‌های ایران می‌باشد (ملکوتی و تهرانی، ۱۳۷۸). در صورتیکه طی دوران رشد گیاه، کمبود ریزمغذی‌ها مشاهده شود، می‌توان با محلول پاشی از طریق برگ، این مشکل را بر طرف نمود (منگل^۱، ۱۹۸۰).

بر اساس آزمون خاک و آب مزرعه، کودهای تریپل سوپر فسفات و اوره از هر کدام ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، در هفته اول مهر ماه ۱۳۷۹ بصورت پخش سطحی و با دیسک با خاک شخم خورده مخلوط گردید. چون خاک مزرعه حاوی مقدار کافی پتاسیم بود و سولفات نیز در آب آبیاری و خاک مزرعه، باندازه کافی وجود داشت، کودهای حاوی این عناصر مصرف نشدند (جدولهای ۱ و ۲). بذر از رقم اکاپی در دهه اول مهر ماه با دستگاه بذرکار کشت شد. در هنگام شروع رشد فعال گیاه، هفته سوم اسفندماه ۱۳۷۹، بطورتصادفی بوته‌های کلزا از قطعات مورد نظر تهیه و به آزمایشگاه منتقل گردید. بعد از شستشوی برگ‌ها و خشک نمودن، آنها در کوره در درجه حرارت ۷۵-۸۰ درجه سانتی‌گراد پودر شد و به روش اکسیداسیون خشک و هضم با HCl مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفتند (امامی، ۱۳۷۵؛ هانگ و همکاران، ۱۹۹۵). عناصر غذایی برگ‌ها، از جمله ریزمغذی‌ها با استفاده از دستگاه جذب اتمی شعله اندازه‌گیری شدند (جدول ۳).

محلول‌پاشی بوته‌های کلزا در دو نوبت یکی در مرحله ساقه‌رفتن و دیگری در شروع گلدهی انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های خرد شده با سه تکرار اجرا گردید، که در آن فاکتور روی (از منبع سولفات روی) در ۴ سطح: ۰، ۰/۸، ۱/۶ و ۲/۴ کیلوگرم روی در هکتار، فاکتور مس (از منبع سولفات مس) در ۴ سطح: ۰، ۰/۱۵، ۰/۳۰ و ۰/۴۵ کیلوگرم مس در هکتار در نظر گرفته شدند. در این آزمایش در هر بلوک، ۱۶ کرت (با ۳ تکرار)، در مجموع ۴۸ کرت، با اندازه هر کرت ۱۲ مترمربع مورد مطالعه و پژوهش قرار گرفتند. تقسیط دوم کود ازته بر مبنای ۲۰۰ کیلوگرم نیترات آمونیم در اواسط اسفند ماه ۱۳۷۹ و تقسیط سوم آن ۲۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار، اواخر فروردین ماه ۱۳۸۰ در همه قطعات مصرف شد. پس از رسیدن کامل غلاف‌ها از هر کرت ۱۰ بوته بطور تصادفی نمونه‌برداری گردید، متوسط تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه اندازه‌گیری

وسعت زیادی از خاک منطقه مورد آزمایش دارای بافت ماسه‌ای، یا لوم ماسه‌ای، pH قلیائی بود و همچنین با کمبود مس و روی مواجه بود (جدول ۱). بدلیل pH قلیائی این خاک‌ها مصرف حاکی کودهای حاوی مس، سبب افزایش استحکام جذب سطحی آن در روی سطوح تبادل و کاهش مقدار آن در محلول خاک می‌شود. از طرفی، Zn با مواد آلی خاک ترکیب می‌شود و کمپلکس‌هایی از روی را تشکیل می‌دهد که ممکن است برخی از آنها غیرقابل انحلال باشند (سالاردینی و مجتهدی، ۱۳۶۷). کودهای معدنی و آلی مس به منظور رفع کمبود این عنصر به کار می‌روند (کالدول، ۱۹۷۱). مصرف حاکی ۱۰ کیلوگرم CuSO_4 در هکتار، معمولاً کافی به نظر می‌رسد (روتر و لاباناسکا، ۱۹۶۶)، ولی اشکالاتی در ارتباط با مصرف آن وجود دارد، زیرا این نمک به سرعت مقدار زیادی یون Cu^{++} تولید کرده که در اثر جذب شدن به مواضع تبادل بی‌تحرك می‌شود، محلول‌پاشی بر روی برگ گیاهان دچار کمبود، معمولاً با استفاده CuSO_4 ، اکسی‌کلرید مس و یا کی‌لیت‌های آن انجام می‌گیرد (مرتوت و همکاران، ۱۹۹۱). در طول مرحله زایشی، در اثر رقابت برای جذب کربوهیدرات‌ها، بین اندام‌های زایشی (دانه و میوه) و ریشه‌ها، از فعالیت ریشه‌ها کاسته شده و در نتیجه جذب مواد غذایی بوسیله ریشه کاهش می‌یابد. در این مرحله محلول‌پاشی عناصر غذایی، این رقابت را کاهش می‌دهد و تأثیر مطلوبی در افزایش عملکرد خواهد داشت (ملکوتی و تهرانی، ۱۳۷۸)، که آزمایش حاضر با توجه به این نظر انجام گرفت.

مواد و روشها

این آزمایش در سال زراعی ۸۰-۱۳۷۹ در منطقه دشتکار واقع در جنوب غربی شهرستان بردسیر، در مزرعه‌ای شخصی، با همکاری مدیریت زراعت جهاد کشاورزی استان کرمان به اجرا گذاشته شد. قبل از کاشت،

- 1 - Caldwell
- 2 - Reuther & Labanauskas
- 3 - Mortvedth et al



جدول ۴- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثرات سطوح مختلف مس و روی بر اجزاء عملکرد.

منبع تغییر	طول غلاف	تعداد دانه در غلاف	تعداد غلاف در بوته	ارتفاع بوته	وزن هزار دانه
مس	۰/۱۵۵	۴/۴۹	۶۴۱/۲۷	۲۶۰/۸	۰/۰۱۹
مس و روی	۰/۰۶۱	۳/۱۱	۱۳۳۲/۱۴**	۲۲۶/۳	۰/۰۶۴
روی	۰/۱۲۴	۳/۶۷	۱۲۶۰/۸۹*	۴۴۰/۴	۰/۰۵۰
خطا	۰/۱۱۸	۱/۹۸	۳۷۳/۵۸	۴۲۸/۹	۰/۰۸۲
بلوک	۱/۰۲*	۷/۰۲*	۱۲۸۶/۳۹*	۲۳۰/۰	۰/۱۲۲

**، * به ترتیب مربوط به $\alpha \geq 0.01$ و 0.05 می باشد.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات اصلی و متقابل سطوح مختلف مس و روی بر اجزاء عملکرد.

تیمار	طول غلاف (cm)	تعداد دانه در غلاف	تعداد غلاف در بوته	وزن هزار دانه (g)	ارتفاع بوته (cm)
مس (کیلوگرم در هکتار)					
۰ (Cu۱)	۵/۸	۲۳/۳	۱۳۰/۷	۳/۲	۹۲/۳
۰/۱۵ (Cu۲)	۵/۵	۲۲/۰	۱۳۷/۳	۳/۵	۹۳/۲
۰/۳ (Cu۳)	۵/۷	۲۲/۰	۱۴۴/۵	۳/۵	۱۰۱/۳
۰/۴۵ (Cu۴)	۵/۸	۲۲/۸	۱۳۱/۲	۳/۵	۴۰۰/۳
روی (کیلوگرم در هکتار)					
۰ (Zn۱)	۵/۸	۲۳/۲	۱۲۷/۸b	۳/۵	۹۴/۶
۰/۸ (Zn۲)	۵/۸	۲۲/۰	۱۳۲/۷b	۳/۴	۱۰۵/۸
۱/۶ (Zn۳)	۵/۶	۲۲/۳	۱۳۰/۱b	۳/۴	۹۳/۴
۲/۴ (Zn۴)	۵/۶	۲۲/۸	۱۵۳/۰a	۳/۴	۹۳/۴
اثر متقابل					
Cu۱Zn۱	۵/۷	۲۴/۰	۹۸/۱d	۵/۳	۹۳/۳
Cu۱Zn۲	۵/۸	۲۳/۲	۱۴۲/۰b	۳/۶	۹۳/۶
Cu۱Zn۳	۵/۸	۲۲/۹	۱۴۵/۵b	۳/۳	۹۲/۰
Cu۱Zn۴	۵/۷	۲۳/۰	۱۳۶/۹bc	۳/۰	۹۰/۳
Cu۲Zn۱	۵/۵	۲۱/۵	۱۳۳/۴bc	۳/۶	۸۹/۷
Cu۲Zn۲	۵/۷	۲۲/۷	۱۳۸/۸bc	۳/۴	۹۶/۶
Cu۲Zn۳	۵/۴	۲۱/۳	۱۲۸/۸b	۳/۶	۹۱/۷
Cu۲Zn۴	۵/۵	۲۲/۸	۱۴۸/۲b	۳/۵	۹۴/۷
Cu۳Zn۱	۶/۰	۲۳/۷	۱۳۳/۹bc	۳/۵	۱۰۰/۵
Cu۳Zn۲	۵/۸	۲۰/۰	۱۴۴/۸b	۳/۳	۱۰۵/۱
Cu۳Zn۳	۵/۴	۲۱/۴	۱۱۳/۵d	۳/۵	۱۰۲/۳
Cu۳Zn۴	۵/۵	۲۲/۹	۱۸۵/۷a	۳/۵	۹۷/۳
Cu۴Zn۱	۵/۹	۲۳/۴	۱۴۵/۸b	۳/۵	۹۴/۰
Cu۴Zn۲	۵/۸	۲۱/۸	۱۰۵/۳e	۳/۶	۱۲۸/۰
Cu۴Zn۳	۵/۸	۲۳/۶	۱۳۲/۷bc	۳/۴	۸۷/۴
Cu۴Zn۴	۵/۷	۲۲/۴	۱۴۱/۰b	۳/۵	۹۰/۹



مربوط به تیمار اثر متقابل $Cu^3 Zn^4$ می باشد (جدول ۷).

در ارتباط با خواص کیفی دانه (درصد روغن و پروتئین)، تجزیه واریانس داده ها نشان داد که بین سطوح مختلف روی و اثر متقابل مس و روی، از نظر تأثیر بر درصد روغن و پروتئین دانه، اختلاف معنی داری در سطح آماری ۰/۱ درصد وجود دارد (جدول ۶). مقایسه میانگین اثرات اصلی تیمارها نشان داد که تیمارهای Zn^3 (۳۶/۴ درصد روغن، ۲۷ درصد پروتئین) و Zn^4 (۳۵/۷ درصد روغن، ۲۶/۴ درصد پروتئین) در مقایسه با Zn^1 و Zn^2 تأثیر بیشتری داشته اند. ولی بیشترین مقدار درصد روغن (۴۰/۲ درصد) از تیمار اثر متقابل $Zn^4 Cu^3$ حاصل شد (جدول ۷).

در مورد عملکرد دانه، روغن و پروتئین در واحد سطح، تجزیه واریانس داده ها نشان می دهد که بین سطوح مختلف مس، روی و اثر متقابل آنها اختلاف معنی داری در سطح آماری ۰/۱ درصد وجود دارد (جدول ۶). در این ارتباط مقایسه میانگین ها نشان می دهد که با مصرف کودهای مس و روی، عملکرد دانه، تولید روغن و پروتئین در واحد سطح افزایش می یابد، بطوریکه سطح Cu^3 (عملکرد دانه ۱/۹۲، روغن ۰/۷ پروتئین ۰/۵ تن در هکتار) و سطح Zn^4 (عملکرد دانه ۱/۸۲، روغن ۰/۷ پروتئین ۰/۵ تن در هکتار) در مقایسه با بقیه سطوح مس و روی تأثیر بیشتری داشته اند، در حالیکه بیشترین عملکرد دانه (۲/۵)، روغن (۱/۰۱) و پروتئین (۰/۶۷) تن در هکتار

جدول ۶- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثرات سطوح مختلف مس و روی بر خواص کیفی دانه و عملکرد دانه، روغن و پروتئین در واحد سطح.

منبع تغییر	درصد پروتئین	درصد روغن	عملکرد دانه	تولید روغن	تولید پروتئین
مس	۰/۱۴	۴۳/۰۱***	۱/۶۰***	۰/۲۴***	۰/۱۰***
روی	۸/۱۵***	۴۰/۶۴***	۰/۶۵***	۰/۱۳***	۰/۰۵***
مس*روی	۱/۰۶	۳۳/۹۷***	۰/۳۶***	۰/۰۵**	۰/۰۲**
خطا	۰/۶۵	۴/۹۲	۰/۰۵۴	۰/۰۳	۰/۰۰۹
بلوک	۰/۱۴	۶/۳۷	۰/۱۱۸	۰/۰۲۲	۰/۰۲*

***،**،* به ترتیب مربوط به $\alpha \geq 0.001, 0.01, 0.05$ می باشد.

جدول ۷- مقایسه میانگین اثرات اصلی و متقابل سطوح مختلف محلول پاشی مس و روی بر عملکرد دانه، روغن، پروتئین و خواص کیفی دانه.

تیمار	عملکرد دانه (تن در هکتار)	عملکرد روغن (تن در هکتار)	عملکرد پروتئین (تن در هکتار)	درصد روغن در دانه	درصد پروتئین در دانه
مس (کیلوگرم در هکتار)					
۰ (Cu ¹)	۱/۲b	۰/۳۸c	۰/۳۱b	۳۱/۸	۲۶/۱
۰/۱۵ (Cu ²)	۱/۲b	۰/۴۳bc	۰/۳۱b	۳۶/۲	۲۶/۴
۰/۳ (Cu ³)	۱/۹a	۰/۷۰a	۰/۵۰a	۳۵/۲	۲۵/۹
۰/۴۵ (Cu ⁴)	۱/۷a	۰/۶۰ab	۰/۴۳a	۳۴/۷	۲۶/۲
روی (کیلوگرم در هکتار)					
۰ (Zn ¹)	۱/۳b	۰/۴۳b	۰/۳۳c	۳۲/۸b	۲۵/۰c
۰/۸ (Zn ²)	۱/۴b	۰/۴۷b	۰/۳۷bc	۳۳/۰b	۲۶/۲b
۱/۶ (Zn ³)	۱/۴b	۰/۵۲b	۰/۳۸b	۳۶/۴a	۲۷/۰a
۲/۴ (Zn ⁴)	۱/۸a	۰/۶۷a	۰/۴۸a	۳۵/۷bc	۲۶/۴ab
اثر متقابل					
Cu ¹ Zn ¹	۰/۸۴f	۰/۲۷d	۰/۲۲g	۳۱/۰ghi	۲۴/۸
Cu ¹ Zn ²	۰/۹۴f	۰/۲۶d	۰/۲۴g	۲۸/۹hi	۲۶/۴
Cu ¹ Zn ³	۱/۲bc	۰/۴۶bc	۰/۳۳f	۳۸/۳ab	۲۷/۶



۲۵/۷	۲۸/۴i	۰/۴۷bc	۰/۵۲bc	۱/۸bc	Cu ₁ Zn _۴
۲۵/۵	۳۳/۶ghi	۰/۱۶g	۰/۲۱e	۰/۳۳f	Cu _۲ Zn _۱
۲۶/۵	۳۸/۲ab	۰/۳۰ef	۰/۴۴bc	۱/۱۳bcde	Cu _۲ Zn _۲
۲۷/۰	۳۶/۸de	۰/۳۷bcde	۰/۵۲bc	۱/۳۸bcde	Cu _۲ Zn _۳
۲۶/۶	۳۶/۱de	۰/۴۰bcde	۰/۵۷bc	۱/۵۲bcd	Cu _۲ Zn _۴
۲۴/۱	۳۲/۶ghi	۰/۴۵bcd	۰/۶۱bc	۱/۸۷bc	Cu _۳ Zn _۱
۲۶/۲	۳۴/۴	۰/۴۶bc	۰/۶۱bc	۱/۷۵bc	Cu _۳ Zn _۲
۲۶/۵	۳۳/۷def	۰/۴۰bcde	۰/۵۲bc	۱/۵۴bcd	Cu _۳ Zn _۳
۲۶/۸	۴۰/۲a	۰/۶۷a	۱/۰۱a	۲/۵۱a	Cu _۳ Zn _۴
۲۵/۸	۳۳/۴def	۰/۵۰bc	۰/۶۶b	۱/۹۵b	Cu _۴ Zn _۱
۲۵/۵	۳۰/۵hi	۰/۴۲bcde	۰/۵۰bc	۱/۶۵bc	Cu _۴ Zn _۲
۲۶/۹	۳۶/۸bcd	۰/۴۲bcde	۰/۵۷bc	۱/۵۷bcd	Cu _۴ Zn _۳
۲۶/۵	۳۷/۹bcd	۰/۳۹bcde	۰/۵۶bc	۱/۴۵bcde	Cu _۴ Zn _۴

بحث و نتیجه گیری

مس در هکتار همزمان با کاشت، عملکرد دانه شلغم روغنی را زیاد کرده است (سینگ و همکاران^۳، ۱۹۷۵). دو بار محلول پاشی روی (از منبع اکسید روی)، با غلظت کل ۲/۴ کیلوگرم روی در هکتار بر روی بوته های کلزا (رقم طلاییه) تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه و درصد روغن و پروتئین دانه را افزایش داد (مرشدی و همکاران، ۱۳۷۹). نتایج کار حاضر نشان می دهد که محلول پاشی روی، عملکرد، درصد روغن و پروتئین دانه کلزا (رقم اکاپی) را افزایش می دهد. از آنجا که روی برافزایش درصد پروتئین، روغن و عملکرد دانه گیاهان از جمله کلزا تأثیر مستقیم دارد، سبب سنتز پروتئین شده، بنابراین در گیاهان دچار کمبود این عنصر مقدار پروتئین کاهش یافته و اسیدهای آمینه تجمع می یابند. این عنصر نیز در سنتز پروتئین لوله گرده شرکت کرده و سبب ذخیره آن در این اندام شده که این امر منجر به افزایش گرده افشانی و تشکیل بیشتر میوه و دانه می شود. تعدادی از آنزیم ها در گیاهان از جمله کربنیک آن هیدراز توسط این عنصر فعال و سبب سنتز کربوهیدرات ها می شود (مارشنر^۴، ۱۹۹۳).

نتایج تحقیق حاضر نشان می دهد که اثر متقابل مس و روی نسبت به کاربرد هر کدام از این عناصر به تنهایی بیشتر مشهود است، به طوری که تیمار اثر متقابل

نتایج حاصل از این آزمایش مشخص می کند که محلول پاشی سطوح Cu_۳ و Cu_۴، عملکرد دانه، روغن و پروتئین را در واحد سطح افزایش می دهد، که این افزایش در مقایسه با سطوح Cu_۱ و Cu_۲ از نظر آماری معنی دار است (جدول ۶). در همین رابطه (کارامانز و همکاران^۱، ۱۹۸۶) نشان دادند که محلول پاشی مس (به صورت سولفات یا کلرات) با غلظت ۰/۲۵ کیلوگرم مس در هکتار، در خاک های با کمبود مس، سبب افزایش معنی دار عملکرد دانه گندم و کلزا شده است.

یکی از وظایف مس شرکت در متابولیسم کربوهیدرات است. متابولیسم کربوهیدرات نیز در بوته های دچار کمبود مس تحت تأثیر قرار گرفته و مقدار قندهای کاهنده کاهش یافته، در صورتیکه اسیدهای آلی و آسپاراژین تجمع می یابند چنین به نظر می رسد که نقش مس در بیوسنتز روغن حائز اهمیت باشد (پراون و همکاران^۲، ۱۹۵۸). در این آزمایش محلول پاشی روی سبب افزایش تعداد غلاف در بوته شد، که سطح Zn_۴ (۲/۴ کیلوگرم روی در هکتار) بیشترین اثر را داشت. همین سطح در مقایسه با شاهد ۳۸ درصد عملکرد دانه، ۹ درصد غلظت روغن و ۶ درصد پروتئین دانه را افزایش داد. در آزمایش دیگری مصرف خاکی ۵ کیلوگرم سولفات روی و



می شود که مصرف مس تا حد ۰/۳ کیلوگرم در هکتار (سطح Cu^۳) عملکردها را افزایش داده و بعد از آن افزایشی مشاهده نمی شود، همچنین مصرف روی تا حد ۲/۴ کیلوگرم در هکتار (سطح Zn^۴) عملکرد را زیاد می کند. بنابراین بهتر است سطوح دیگری از روی با غلظت های بیشتر آزمایش شوند تا حد بحرانی آن برای کلزا در این شرایط مشخص شود. اینگونه به نظر می رسد که محصول ۲/۵ تن در هکتار دانه کلزا از مزرعه ای که خاک آن ماسه ای و از نظر بعضی عناصر غذایی فقیر است، نتیجه ای امیدوار کننده باشد.

Cu^۳Zn^۴ تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه، روغن و پروتئین را نسبت به شاهد بیش از سه برابر افزایش داده است. از آنجا که خاک مزرعه مورد نظر ماسه ای سبک و با کمبود مس و روی روبرو است (جدول ۱)، در نتیجه با مصرف این دو عنصر کمبودها در گیاه برطرف رشد و عملکردها افزایش یافت. بر طبق قانون بازده نزولی میچرلیخ در صورت کمبود مواد معدنی در خاک، رشد و عملکرد گیاه تحت تأثیر این کمبود است، با مصرف این مواد رشد و عملکرد افزایش می یابد، ولی بعد از برطرف نمودن کمبود، دیگر افزایشی در رشد و عملکرد مشاهده نمی شود (مارشنر، ۱۹۹۳). از این تحقیق، نتیجه گیری

منابع

۱. احمدی، م. ر. و ف. جاوید فر. ۱۳۷۷. تغذیه گیاه روغنی کلزا. شرکت سهامی خاص توسعه کشت دانه های روغنی، تهران، ۱۹۴ ص.
۲. امامی، ع. ۱۳۷۵. روش های تجزیه گیاه. موسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه فنی شماره ۹۸۲، جلد اول، تهران، ۱۲۸ ص.
۳. سالاردینی، ع. ا. و م. مجتهدی. ۱۳۶۷. اصول تغذیه گیاه. جلد دوم. (ترجمه). مرکز نشر دانشگاهی، تهران، ۳۱۵ ص.
۴. مرشدی، آ. و همکاران. ۱۳۷۹. تأثیر محلول پاشی آهن و روی بر عملکرد، خواص کیفی و غنی سازی دانه های کلزا در برد سیر کرمان. مجله خاک و آب، ویژه نامه کلزا، جلد: ۱۲، ص ۶۸-۵۶.
۵. ملکوتی، م. ج. و م. م. تهرانی. ۱۳۷۸. نقش ریز مغذی ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی، عناصر خرد با تأثیر کلان، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ۲۹۹ ص.
6. Brown, J. C., O.L., Tiffin, and R.S. Holmes. 1958. Carbohydrate and organic acid metabolism with C-14 distribution affected by copper in Thatcher wheat. Plant physio. 33: 38-42.
7. Caldwell, T.H. 1971. Copper deficiency in crops. Review of part work in soils and crops. Tech. Bulletin, Ministry of Agric., Fisheries and Food, UK, 21: 62-72.
8. Huang, L.D. Hu, and R.W. Bell. 1995. Diagnosis of Zinc deficiency in Canola by plant analysis. Com. Soil Sci. & Plant Anal. 26:3002-3022.
9. Karamanson, R.E.G.A. Kruger, and J. W. B. Stewart. 1986. Copper deficiency in cereal and oilseed crops in northern canadian prairie soils. Agron. J. 78:317-323.
10. Marschner, H. 1993. Mineral nutrition of higher plants. Second edition, Academic press, New York, USA. pp. 350-355.
11. Mengel, D. B. 1980. Role of Imicronutrients in efficient crop production. Indian cooperative extention service. New delhi, India.
12. Mortvedth, J.J., F.R., Cox, L.M., Shuman, and R.M., Welch, 1991. Micronutriets in Agriculture. Second edition. Soil science society of America, Inc. Madison, Wisconsin, USA. pp. 549-584.
13. Reuther, W., and C. K., Labanauskas, 1966. Copper, in: Diagnostic criteria for plants. Edited by: Chapman, H. C., Uni. of California, Agri. Pub. Berkley, U.S.A. pp. 157-179.
14. Singh, B. P., R. P., Singh, and T. P., Yadav, 1975. Effect of soil application of zinc and copper on the yield, its attributes and oil content of toria(B.Campestris var toria). Hayana Ag. Uni. J. of Res, 3: 283-285.



Effects of foliar application of Cu and Zn on yield and quality of canola seed (*Brassica napus L.*)

¹A. Morshedi and ²H. Naghibi

¹Department of Soil Sciences, Faculty of Agriculture, ²Department of Chemistry, Faculty of Sciences; Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

Abstract

The effect of foliar application of copper and zinc on grain, oil, protein yield, and seed quality of canola (OKP variety) were studied in Dashtkar region of Bardsir, 65 km south --west of Kerman. Copper and zinc solutions being sprayed twice (first in stem elongation and then in early flowering) in 16 treatments, each with different amounts of copper (copper sulfate), in four levels: Cu1 (0 kgCu/ha), Cu2 (0.15 kg Cu/ha), Cu3 (0.30 kg Cu/ha), Cu4 (0.45 kg Cu/ha) and zinc (zinc sulfate), in four levels: Zn1 (0 kgZn/ha), Zn2 (0.80 kg Zn/ha), Zn3 (1.60 kg Zn/ha) and Zn4 (2.40kg Zn/ha), using factorial experiment with split block design in three replications. The results showed that the effect of Zn levels and Cu-Zn interactions on pods/plant, seed, oil and protein yield were significant ($p < 0.1\%$). Whereas, Cu3Zn4 treatment made maximum increase. The results indicated that Zn3, Zn4 and Cu2 treatments had the most effect in increasing seed oil and protein (%). However Cu3Zn4 treatment, increased seed oil (%), seed Zn and Cu concentrations.

Keywords: Canola; Oil and Protein Production; Foliar Application; Seed Yield; Canola Pod (Canola Fruit)

