فصلنامه بوم‌شناسی گیاهان زراعی
جلد ۱۲، شماره ۱، صفحات ۷۵ – ۶۹
(بهار ۱۳۹۵)

اثر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی و پرمصرف بر برخی صفات مورفوفیزیولوژیک ذرت در مراحل مختلف رشدی

آسیه امیدحقی
دانشجوی کارشناسی ارشد
گروه زراعت و اصلاح نباتات
واحد تبریز
دانشگاه آزاد اسلامی
تبریز، ایران
نشانی الکترونیک ✉:
omidhaghi117@yahoo.com

ابراهیم خلیل‌وند بهروزیار*
استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات
واحد تبریز
دانشگاه آزاد اسلامی
تبریز، ایران
نشانی الکترونیک ✉:
e.khalilvand@iaut.ac.ir

علیرضا عیوضی
استادیار پژوهش
مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی
ارومیه، ایران
نشانی الکترونیک ✉:
alirezaeivazi@yahoo.com

چکیده به منظور ارزیابی اثر محلول‌پاشی عناصر نیتروژن، منیزیم، گوکرد و آهن در مراحل مختلف رشدی بر برخی صفات مورفوفیزیولوژیکی ذرت سینگل کراس ۷۰۴، آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی ساعتلوی ارومیه در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳ اجرا گردید. فاکتورهای مورد آزمایش شامل محلول‌پاشی با نیتروژن، منیزیم، گوگرد، آهن در مراحل ۸-۱۰ برگی، ظهور تاسل و پرشدن دانه بود. مراحل مختلف رشدی تأثیر معنی‌داری بر تعداد ردیف در بلال، وزن کل دانه‌های بلال و وزن خشک بلال در سطح احتمال ۵٪ و تعداد دانه در ردیف و وزن ۱۰۰ دانه در سطح ۱٪ داشت. همچنین اثر محلول‌پاشی با عناصر غذایی در سطح ۱٪ بر صفات تعداد دانه در ردیف، وزن ۱۰۰ دانه، وزن کل دانه‌های بلال و وزن خشک بلال معنی‌دار بود. محلول‌پاشی با عناصر غذایی در مراحل مختلف رشدی نیز تأثیر معنی‌داری در سطح ۵٪ بر وزن خشک بلال داشت. تیمار مرحله ۸-۱۰ برگی ۴۲/۴۶٪ ارتفاع بلال، ۵/۹۸٪ ردیف در بلال، ۴۵٪ تعداد دانه در ردیف، ۳۹/۴۲٪ وزن ۱۰۰ دانه و ۳/۸۴٪ وزن کل دانه‌های بیشتری نسبت به مرحله پر شدن دانه داشت. بیشترین مقدار در کلیه صفات به جز صفت تعداد دانه در ردیف مربوط به تیمار کاربرد نیتروژن بود. کاربرد نیتروژن ۴۵/۷۱٪ ارتفاع بلال، ۲۹/۱٪ وزن ۱۰۰ دانه و ۳۳/۶۱٪ وزن کل دانه‌های بیشتری نسبت به خود اختصاص داد. همچنین کاربرد آهن ۴۳/۳۹٪ تعداد دانه در ردیف بیشتری نسبت به تیمار شاهد داشت. محلول پاشی ۵٪ نیتروژن و ۵ در هزار سولفات آهن سبب بهبود برخی از صفات مورفوفیزیولوژیک ذرت می‌گردد و این موضوع نشان می‌دهد که محلول‌پاشی ضمن فراهمی تغذیه مناسب گیاه از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه می‌باشد.

شناسه مقاله:
نوع مقاله: **پژوهشی**
تاریخ پژوهش: **۱۳۹۳**
تاریخ دریافت: **۹۴/۱۰/۰۱**
تاریخ پذیرش: **۹۵/۰۲/۲۶**

واژه‌های کلیدی:
- **آهن**
- **عناصر کم مصرف**
- **گوکرد**
- **ماکروالمان**
- **منیزیم**
- **نیتروژن**

مقدمه ذرت به دلیل اهمیت بالایی که در تغذیهٔ انسان و دام داشته و سازگاری گسترده‌ای با مناطق آب و هوایی معتدل و گرمسیری، یکی از گیاهان زراعی راهبردی محسوب می‌شود.[۲۲] افزایش سطح زیرکشت ذرت طی چند دههٔ گذشته و فشرده‌سازی سیستم‌های کشت این گیاه به همراه نیاز بالای ذرت به عناصر غذایی موجب شده است که علاوه بر مصرف مفرط نهاده‌های شیمیایی، هزینه‌های تولید افزایش یافته و خطرات زیست محیطی ایجاد شود.[۴] محلول‌پاشی به عنوان یک مکمل برای کوددهی و تکنیکی مؤثر جهت ارتقای رشد گیاه و توان گیاهان زراعی به وسیله جذب سریع و سرعت بخشیدن به انتقال عناصر جذب شده از برگ‌ها به عناصر مختلف می‌باشد.[۲۲] با روش تغذیهٔ برگی می‌توان عناصر را در سریع‌ترین زمان در اختیار گیاهان قرار داد تا عناصر غذایی به صورت مستقیم در اختیار شاخه و برگ یا میوه قرار گیرند.[۱۱] نیتروژن به عنوان عنصری مهم و حیاتی برای گیاه در ساختمان پروتئین، اسیدهای نوکلئیک و کلروفیل وجود دارد و بیش از عناصر غذایی دیگر از طریق آبشویی از دست می‌رود.[۶] *استیونز و همکاران (۲۰۰۲)* گزارش کردند که محلول‌پاشی کود نیتروژنه، تاثیر کاربرد موادغذایی را افزایش می‌دهد و موجب می شود که موادغذایی به راحتی توسط برگ جذب شده و میزان محصول تحت تاثیر قرار گیرد. .[۲۰] *چوهان و همکاران (۲۰۰۴)* نشان دادند محلول‌پاشی اوره در مرحله شیری شدن دانه گندم وزن هزار دانه را افزایش می‌دهد.[۷] گوگرد از عناصر غذایی ضروری برای رشد گیاه برای ساختن پروتئین و آنزیم از طریق شرکت در ساختمان اسیدهای آمینه متیونین[۱] و سیستئین[۲] الزامی است.[۱۳] بر اساس گزارش *موسوی و همکاران (۲۰۱۴)* گوگرد تأثیر مهمی در افزایش جذب سایر عناصر مهم نظیر فسفر در خاک‌های قلیایی داشته و در افزایش خوشه-های اصلی در گیاه کرچک نقش مهمی را به عهده دارد. .[۱۳] آهن با ایجاد رشد رویشی مناسب از طریق افزایش تعداد و سطح برگ، مشارکت در فتوسنتز، افزایش ارتفاع و ماده خشک، زمینه تشکیل و توسعه عملکرد و اجزای عملکرد را فراهم می‌آورد.[۱۵] *فرج زاده و همکاران (۲۰۰۹)* نشان دادند که با محلول‌پاشی سولفات آهن، وزن دانه‌ی ذرت ۴۷/۳۵٪ افزایش می‌یابد.[۸] منیزیم تنها عنصر فلزی موجود در کلروفیل در متابولیسم مواد کربوهیدراته و در چرخه اسید سیتریک[۳] مؤثر در تنفس گیاه دخالت دارد. منیزیم به عنوان انتقال دهنده فسفر به دانه در گیاهان عمل می‌کند و فعال‌کننده بسیاری از آنزیم‌ها از جمله دهیدروژناز[۴] و دکربوکسیلاز[۵] است.[۱۲] بر اساس تحقیق *یارنیا و همکاران (۲۰۱۳)* در ذرت مشخص شد که محلول‌پاشی منیزیم در مراحل ۸-۱۰ برگی، ظهور تاسل و پر شدن دانه‌ها موجب افزایش غلظت این عنصر در دانه‌ها می‌گردد.[۲۲] در مناطق خشک و نیمه خشک ایران به دلیل بالا بودن اسیدیته، جذب عناصر ریز مغذی معمولاً کم است.[۲] از این رو ممکن است مقدار موادغذایی جذب شده توسط گیاه از خاک کافی نباشد.[۲۱] گزارش‌هایی وجود دارد که نشان می‌دهد تا دو سوم عناصر مصرف شده در سیستم‌های کشاورزی از طریق آبشویی، تصعید، تثبیت، رواناب و فرسایش تلف می‌شوند. از این رو با وجود ضرورت تأمین عناصر غذایی خاک و گیاه زراعی، فراهمی عناصر غذایی باید به شکلی باشد که ضمن تأمین نیازهای زراعی، از اتلاف منابع و آلودگی آن‌ها جلوگیری شود.[۵] هدف از انجام این تحقیق مشخص نمودن اثر محلول‌پاشی برخی از عناصر پرمصرف و ریزمغذی در مراحل مختلف رشدی بر برخی از صفات ذرت هیبرید ۷۰۴ بود.

مواد و روش‌ها این تحقیق طی سال زراعی ۱۳۹۳ به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی تحت شرایط مزرعه‌ای در سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی ساعتلوی

[1] methionine
[2] cysteine
[3] citric acid cycle
[4] dehydrogenase
[5] decarboxylase

جدول۱) تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک محل مورد آزمایش

Table 1) Soil Physical and chemical analysis

Clay %	Silt %	Sand %	K (ava) mg kg^{-1}	P (ava) mg kg^{-1}	N %	C %	Fe (ava.) mg kg^{-1}	Mg (ava.) mg kg^{-1}	Ec $\times 10^3$
43	43	16	425	12	0.12	2/1	2.84	324	0.18

ارومیه با عرض جغرافیایی ۴۳ درجه و ۷۸ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۲ دقیقه اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل محلول‌پاشی عناصر منیزیم از منبع سولفات منیزیم، آهن از منبع سولفات آهن، گوگرد وتابل به نسبت ۵ در هزار و نیتروژن از منبع اوره به نسبت ۵٪ به همراه شاهد بدون محلول‌پاشی و مراحل مختلف رشدی گیاه شامل ۸–۱۰ برگی، ظهور تاسل و پرشدن دانه بودند. بافت خاک مزرعه لومی رسی با اسیدیته متغیر ۶/۵ تا ۷/۵ بود. میزان مصرف کودهای شیمیایی پایه بر اساس توصیه آزمایشگاه تجزیهٔ آب و خاک مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی ارومیه صورت گرفت (جدول ۱). هر کرت شامل چهار ردیف کشت به فواصل ۷۰ و روی ردیف ۲۰ سانتی‌متری بودند. به منظور محلول‌پاشی عناصر از سمپاش‌دستی استفاده گردید. حین محلول‌پاشی کرت‌ها، کرت‌های شاهد نیز با آب معمولی محلول‌پاشی شدند. صفات اندازه‌گیری شامل تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن ۱۰۰ دانه، وزن کل دانه‌های بلال و وزن خشک بلال بودند. وزن دانه‌های بلال در ۵ بوته‌ی برداشت شده از هر تیمار اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها مدنظر قرار گرفت. تعداد ردیف در بلال از طریق شمارش میانگین تعداد ردیف‌های دانه در بلال‌های انتخابی، تعداد دانه در ردیف با شمارش ۳ ردیف از بلال‌های انتخابی و وزن ۱۰۰ دانه با استفاده از توزین نمونه حاوی ۱۰۰ بذر از هر تیمار در چهار تکرار بر حسب گرم محاسبه گردیدند. برای تجزیه و تحلیل اطلاعات بدست آمده از این تحقیق، از نرم افزار MSTATC و برای انجام مقایسات میانگین از آزمون دانکن با ضریب احتمال ۵٪ استفاده شد.

نتایج و بحث مراحل مختلف رشدی تأثیر معنی‌داری را بر تعداد ردیف در بلال، وزن کل دانه‌های بلال و وزن خشک بلال در سطح احتمال ۵٪ و تعداد دانه در ردیف و وزن ۱۰۰ دانه در سطح احتمال ۱٪ داشت. همچنین اثر محلول‌پاشی با عناصر غذایی در سطح احتمال ۱٪ بر صفات تعداد دانه در ردیف، وزن ۱۰۰ دانه، وزن کل دانه‌های بلال و وزن خشک بلال معنی‌دار بود. محلول‌پاشی با عناصر غذایی در مراحل مختلف رشدی نیز اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ بر صفت وزن خشک بلال داشت (جدول ۳). بیشترین تعداد ردیف دانه در بلال ذرت مربوط به تیمار مرحله ۸–۱۰ برگی به میزان ۱۵/۴ بود و کمترین مقدار را تیمار مرحله پر شدن دانه به میزان ۱۴/۵۳ به خود اختصاص داد (جدول ۲). تیمار مرحلهٔ ۸–۱۰ برگی ۵/۹۸٪ نسبت به مرحلهٔ پر شدن دانه افزایش نشان می‌دهد. این موضوع نشان می‌دهد محلول‌پاشی در مرحله ۸–۱۰ برگی مهم و وجود مقادیر کافی از مواد غذایی در عصاره گیاهی می‌تواند در افزایش تعداد ردیف دانه موثر باشد. نتایج آزمایش دیگری نیز حاکی از تأثیر مثبت و معنی‌دار عناصر ریزمغذی در زراعت آفتابگردان بر تعداد ردیف دانه، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه و در نهایت عملکرد دانه می‌باشد.[۱۴]

بیشترین تعداد دانه در ردیف بلال

جدول ۲) اثر مراحل مختلف رشدی بر برخی صفات مورفوفیزیولوژیک ذرت

Table 2) Effect of different growth stages on some of measured corn morpho-physiological characteristics

Growth stage	number of row on ear	number of seed on row	100-grain weight (g)	total seed weight on ear (g)
8-10 leaves	15.4 a	33.77 a	24.72 a	86.37 a
Tasseling	15.3 a	27.20 b	21.46 b	86 a
Filling	14.53 b	23.55 c	17.73 c	83.17 b

جدول ۳) تجزیه واریانس اثر محلول‌پاشی عناصر بر برخی از صفات مورفوفیزیولوژیک در مراحل مختلف رشدی ذرت

Table3) The variance analysis of nutrients foliar application on some of corn morpho-physiological characteristics in different growth stages

Source of variance	df	Means of square				
		number of row on ear	number of seed on row	100-grain weight	total seed weight on ear	ear dry weight
Replication	2	1.35 ^{ns}	18.02 ^{ns}	54.33 ^{ns}	81.48 ^{ns}	2497 ^{ns}
Growth stage	2	3.48 *	443.08 **	183.68 **	47.73 *	798 *
Foliar application	4	1.02 ^{ns}	128.86 **	35.37 **	253.42 **	1000 **
FA× GS	8	1.61 ^{ns}	1.61 ^{ns}	2.82 ^{ns}	9.94 ^{ns}	571 *
Error	28	0.97	0.97	2.06	9.18	176
CV%	-	6.54	3.39	6.73	3.55	12.31

ذرت مربوط به تیمار مرحله ۸-۱۰ برگی به میزان ۳۴/۸ بود و کمترین مقدار را تیمار مرحله پر شدن دانه به میزان ۲۴ به خود اختصاص داد (جدول ۲). از لحاظ تیمارهای کاربرد عناصر غذایی نیز مشاهده گردید که بیشترین تعداد دانه در ردیف بلال مربوط تیمار کاربرد آهن به میزان ۳۳/۷۷ بود و کمترین مقدار را تیمار شاهد به میزان ۲۳/۵۵ به خود اختصاص داد (جدول ۴). بین محلول‌پاشی با سولفات منیزیم و اوره اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. کمبود آهن به سازوکار تولید کلروفیل آسیب می‌رساند زیرا معلوم شده است که مقدار کلروفیل گیاهان به در دسترس بودن مداوم آهن بستگی دارد. مقدار آهن در رابطه با مقادیر سایر عناصر در بسیاری از موارد همان قدر مهم و یا حتی مهمتر از مقدار مطلق این عنصر در بافت گیاهی است.[۱۴] تیمار مرحلهٔ ۸-۱۰ برگی ۴۵٪ تعداد دانه در ردیف بیشتری نسبت به مرحلهٔ پرشدن دانه نشان داد و همچنین تیمار کاربرد آهن ۴۳/۳۹٪ تعداد دانه در ردیف بیشتری نسبت به تیمار شاهد داشت. *هانوی (۱۹۹۲)* نیز معتقد است تعداد دانه یکی از اجزای اصلی عملکرد دانه می‌باشد و اثر مثبت افزایش نیتروژن در بهبود عملکرد دانه از طریق افزایش تعداد دانه در بلال است.[۸] *رز و همکاران (۲۰۰۲)* و *بنک (۲۰۰۴)* نشان دادند عناصری که در فعالیت‌های فتوسنتزی گیاه شرکت می‌کنند میزان تولید شیرهٔ پرورده را در گیاه بالا می‌برند و چنانچه میزان صادرات فتوسنتزی به اندام-های گیاهی در مرحله گل‌دهی به خوبی صورت پذیرد، باعث افزایش تعداد دانه در گیاه می‌شود.[۳،۱۷] تیمار مرحله ۸-۱۰ برگی به میزان ۲۴/۷۲ گرم بیشترین و

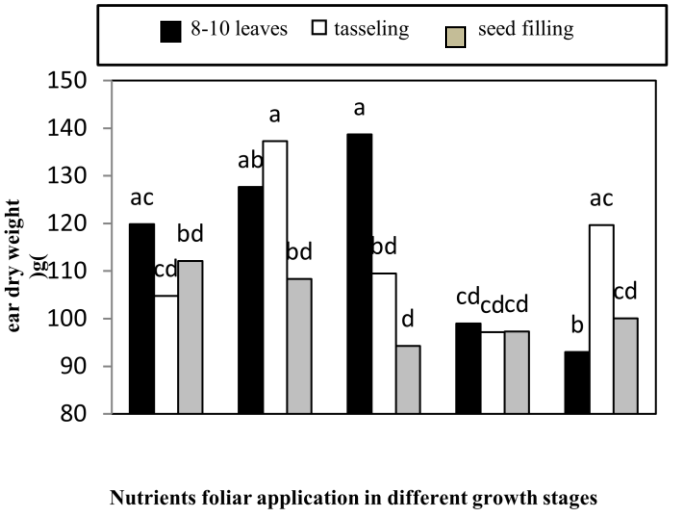
جدول ۴) اثر محلول‌پاشی عناصرغذایی بر برخی صفات مورفوفیزیولوژیک ذرت

Table 4) Effect of nutrients foliar application on on some corn morpho-physiological characteristics

Foliar application	Number of seed on row	100-grain weight (g)	Total seed weight on ear (g)
Mg	30.11 b	20.91 b	85.6 b
N	30.22 b	24.44 a	85.2 b
S	27.55 c	21.01 b	85 b
Fe	33.77 a	21.46 b	89.67 a
Control	23.55 d	18.93 c	67.11 c

محلول‌پاشی در مرحله پر شدن دانه به میزان ۱۷/۷۳ گرم کمترین وزن ۱۰۰ دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). از لحاظ تیمارهای کاربرد عناصر غذایی نیز بیشترین وزن ۱۰۰ دانه مربوط به تیمار کاربرد نیتروژن به میزان ۲۴/۴۴ گرم بود و کمترین مقدار را تیمار شاهد به میزان ۱۸/۹۳ گرم به خود اختصاص داد (جدول ۴). کاربرد نیتروژن احتمالاً به علت افزایش سطح برگ به خصوص برگ‌های میانی که منبع نزدیکی به بلال می‌باشند موجب افزایش وزن ۱۰۰ دانه گردیده است. محلول‌پاشی در مرحلهٔ ۸-۱۰ برگی ۳۹/۴۲٪ وزن ۱۰۰ دانه بیشتری نسبت به مرحلهٔ پرشدن دانه نشان داد و همچنین ک اربرد تیمار نیتروژن ۲۹/۱۰٪ بیشترین وزن ۱۰۰ دانه نسبت به کاربرد تیمار شاهد داشت. بین محلول‌پاشی با سولفات منیزیم، گوگرد و سولفات آهن اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. فتوسنتزی که در طول پر شدن دانه‌ها انجام می‌گیرد معمولا مهمترین منبع تشکیل‌دهنده وزن

دانه و عملکرد دانه می‌باشد. علت آن این است که اغلب مواد فتوسنتزی قبل از پر شدن دانه در رشد رویشی یا گل‌دهی مورد استفاده قرار می‌گیرد، در حالی که در طول پر شدن دانه اغلب مواد فتوسنتزی به فرآیند پر شدن دانه اختصاص می‌یابد.[۲۲] بیشترین وزن کل دانه های بلال مربوط به تیمار مرحله ۸–۱۰ برگی به میزان ۸۶/۳۷ گرم بود و تیمار مرحله پر شدن دانه به میزان ۸۳/۱۷ گرم



شکل ۱) اثر محلول‌پاشی عناصر غذایی در مراحل مختلف رشدی بر وزن خشک بلال ذرت

Figure 1) Effect of nutrients foliar application in different growth stages on ear dry weight

کمترین وزن کل دانه های بلال را به خود اختصاص داد (جدول ۳). از لحاظ تیمارهای کاربرد عناصر غذایی نیز بیشترین وزن کل دانه مربوط تیمار کاربرد نیتروژ Control Fe ـم N S تـ Mg به میزان ۶۷/۱۱ گرم داشتند (جدول ۴). مرحلهٔ ۸–۱۰ برگی ۳/۸۴٪ وزن کل دانه بیشتری نسبت به مرحلهٔ پرشدن دانه نشان داد و همچنین کاربرد تیمار نیتروژن نیز ۳۳/۶۱٪ بیشترین وزن کل دانه بلال را نسبت به کاربرد تیمار شاهد داشت. *ایرمان و همکاران (۲۰۱۵)* گزارش کردند که با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بیشترین مقدار عملکرد دانه تولید می‌شود.[۱۰]

محلول‌پاشی اوره در مرحله ۸–۱۰ برگی با میانگین ۱۳۸/۷ گرم در بوته بیشترین و محلول‌پاشی با کود اوره در مرحله پر شدن دانه با میانگین ۹۴/۲۵ گرم در بوته کمترین وزن خشک بلال را به خود اختصاص دادند (شکل ۱). محلول پاشی اوره در مرحله ۸–۱۰ برگی اختلاف معنی داری با محلول‌پاشی گوگرد در مرحله ظهور تاسل نداشت. مصرف نیتروژن در مرحله ۸–۱۰ برگی تحریک توسعه سطح برگی وظرفیت فتوسنتزی را به دنبال دارد. افزایش سطوح فتوسنتز در اثر مصرف نیتروژن درمراحل اولیه رشد از عوامل موثر افزایش عملکرد به شمار می‌رود.[۱۴] تیمار کاربرد اوره در مرحلهٔ ۸–۱۰ برگی ۴۷/۱۶٪ وزن خشک بلال بیشتری نسبت به کاربرد تیمار کاربرد اوره در مرحلهٔ پرشدن دانه داشت. *امینی و همکاران (۲۰۱۵)* نشان دادند که با محلول پاشی ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن عملکرد بیولوژیکی ذرت ۱۴٪ نسبت به شاهد افزایش می‌یابد.[۱]

نتیجه گیری کلی

محلول‌پاشی در مرحله ۸–۱۰ برگی مهم و وجود مقادیر کافی از مواد غذایی در عصاره گیاهی می‌تواند در افزایش عملکرد و اجزای عملکرد موثر باشد. همچنین، کاربرد عنصر نیتروژن باعث افزایش وزن دانه‌ها از طریق تاثیر مثبت بر برخی از اجزای عملکرد می‌گردد.

References

1. Amini N, Sohrabi zolmabadi H, Alavifazel M, Jahanbakhsk Z (2015) The effect of foliar application of nitrogen and manganese on yield and yield components of maize (*Zea mays* L.). LUDUS VITALIS. 11(1): 123-126.
2. Aref F (2011) Concentration of zinc and boron in corn leaf as affected by zinc sulphate and boric acid fertilizers in a deficient soil. Life Science Journal 8(1): 26-31.
3. Banks LW (2004) Effect of timing of foliar zinc fertilizer on yield component of soybeans. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 22(116): 226-231.
4. Biari A, Gholami A, Rahmani HA (2008) Growth promotion and enhanced nutrient uptake of maize by application of plant growth promoting rhizobacteria in arid region of Iran. Journal of Biological Sciences 8: 1015-1020.
5. Biswas B, Singh R, Mukhopadhyay ASN (2008) Use of nitrogen-fixing bacteria as biofertilizer for non-legumes: prospects and challenges. Applied Microbiology and Biotechnology 80: 199-209.
6. Botella MA, Cerda A, Martinez V, Lips SH (1994) Nitrate and ammonium uptake by wheat seeding as affected by salinity and light. Journal of Plant Nutrition 17(5): 839-850.
7. Chauhan, S, Apphun A, Singh VK, Dwivedi BS (2004) Foliar spray of concentrated urea at maturity of pigeon pea to induced foliation and increases its residual benefit to wheat. Field Crops Research 89: 17-25.
8. Farajzadeh Memari Tabrizi E, Yarnia M, Khorshidi MB, Ahmadzadeh V (2009) Effect of micronutrients and their application method on yield, crop growth rate and net assimilation rate of corn cv. Jeta. Journal of Food, Agriculture and Environment 7(2):611-615.
9. Hanway JJ (1992) How a corn plant develops. Iowa Coop, Extension Service. Special Report No. 48.
10. Imran S, Arif M, Khan A, Ali Khan M, Shah W, Latif A (2015) Effect of Nitrogen Levels and Plant Population on Yield and Yield Components of Maize. Advances in Crop Science and Technology 3: 2-7.
11. Kohnaward P, Jalilian J, Pirzad A (2012) Effect of foliar application of Micro-nutrients on yield and yield components of safflower under conventional and ecological cropping systems. International Research Journal of Applied and Basic Sciences 3(7): 1460-1469.
12. Merhaut DJ (2007) Magnesium. In: Barker AV, Pilbeam DJ (eds.). Handbook of Plant Nutrition Taylor and Francis Group. Boca Raton. FL 145-183.
13. Moosavi Y, Tajbakhsh M, Ghobadian B (2014) Study of Iranian castor yield with analysis of variance method. Plant Production Journal 36(4): 121-134. [in Persian].
14. Mosseddeq F, Smith DM (1994) Timing of nitrogen application to enhance spring wheat yield in Mediterranean climate. Agronomy Journal 86: 221-226.
15. Pinto A, Mota M Varennes A (2005) Influence of organic matter on the uptake of zinc, copper and iron by sorghum plants. Science Total Environment 326: 239-247
16. Rezvani Moghaddam P, Bromand Rezazadeh Z, Mohamad Abadi AA, Sharif A (2009) Effects of sowing dates and different fertilizers on yield, yield components, and oil percentage of castor bean (*Ricinus communis* L.). Journal of Agronomy 6(2): 303- 313. [in Persian].
17. Rose LA, Feltion WL, Banks LW (2002) Responses of four soybean variations to foliar zinc fertilizer. Australian Journal at Experimental Agriculture and Animal Husbandry 21: 236-240.
18. Sepehr A, Malakouti MJ (2004) Necessaries of optimized fertilizer using for increasing yield and improved quality of sunflower. Agricultural Educational Publication: Tehran [in Persian].
19. Shirvani Sarakhsi H, Yarnia M, Amirnia R (2010) Effect of nitrogen foliar application in different concentration and growth stage of corn (Hybrid 704). Advances in Environmental Biology 4(2): 291-298
20. Stevens B, Killen M, Bjornestad L (2002) Use of micronutrient fertilizers in sugar beet production powell research and extension center. Agronomy Journal 84: 22-25.
21. Veberic R, Vodnic D, Stampar F (2005) Influence of foliar application transpiration of "Golden Delicious" apple Leaves (Mauls Domesticate Bork.), Acts Agriculture Slovenia 85: 143-155.
22. Yarnia M, khalilvand Behrouzyar E, Khoii F R, Mogaddam M, Safarzadeh Vishkaii MN (2013) Effects of methanol and some micro-macronutrients foliar applications on maize (*Zea mays* L.) maternal plants on subsequent generation yield and reserved mineral nutrients of the seed. African Journal of Agricultural Research 8(7): 619-628.

The effect of some micro-macronutrients foliar application on morpho-physiological characteristics of maize in different growth stages

Agroecology Journal

Volume 12, Issue 1, Page 69-75
Spring 2016

Asiyeh Omid Haghi
Master student
Agronomy and Plant Breeding Department
Tabriz Branch
Islamic Azad University
Tabriz, Iran
Email ✉: omidhaghi117@yahoo.com

Ebrahim khalilvand Behrouzyar*
Assistant professor
Agronomy and Plant Breeding Department
Tabriz Branch
Islamic Azad University
Tabriz, Iran
Email ✉: e.khalilvand@iaut.ac.ir
(corresponding author)

Alireza Eivazi
Research assistant professor
Agriculture and Natural Resources
Research Center
Urmia, Iran
Email ✉: alirezaeivazi@yahoo.com

Received: 22 December 2015 **Accepted:** 16 May 2016

ABSTRACT To investigate the effect of some micro-macronutrients as foliar application on some morphological and physiological characteristics of maize cv. SC704 in different growth stages an experiment was conducted in factorial based on randomized complete block design with three replications at the Research Station of Saatlo, Urmia, north-western Iran during growing seasons of 2013-2014. Treatments were five levels of foliar application include (N (Urea), Mg ($MgSO_4.H_2O$), Fe ($FeSO_4.H_2O$), Sulfur WP, and control) and three growth stages including of the 8-10 leaves stage, the tasseling stage and the seed-filling stage. Concentrations of foliar applications were determined in ratios of 5 to 1000 for Mg, Fe and S and 5 to 100 for N. A significant effect of different growth stages on ear height, number of row on ear, number of seed on row, 100-grain weight and total seed weight was found. Also, nutrients foliar application had a significant effect on ear height, number of seed on row, 100-grain weight and total seed weigh. In all of traits, treatment of 8-10 leaves stage had the highest and nitrogen foliar application in all treatments but seed on row number had the highest value. Application of treatments on 8-10 leaves stage was more than filling stage had 42.46% ear height, 5.98% number row per ear, 45% number of seed per row, 39.42% 100-grain weight and 2.84% total seed weight on ear. N-foliar application increased 45.71% ear height, 29.1 % 100- grain weight and 33.61 % total seed weight on ear compared to control. Besides, Fe foliar application had the highest number of seed on row comparing to control (43.39%). On the whole, 5% N foliar application and 5/1000 Fe foliar application improved the some of morpho-physiological characteristics of maize. This indicates that spraying while also providing balanced nutrition, is also economically affordable.

Keywords:
- Fe
- macro nutrients
- micro nutrients
- Mg
- nitrogen
- sulfur WP