بررسی اثر مصرف کود بیولوژیک، سولفات روی و کود نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی گندم

عباس خاصه سیرجانی[۱*]، حسن فرح بخش، سیدذبیح‌ا... راوری، نازنین پسندی پور و عالمه کرمی

کارشناس ارشد دفتر تغذیه گیاهی سازمان جهاد کشاورزی کرمان؛ khasseh48@yahoo.com .au

استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان؛ farahbakhsh@yahoo.com

عضو هیأت علمی بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذرکرمان؛ sz.ravari@yahoo.com

کارشناس ارشد سازمان جهاد کشاورزی کرمان؛ na_p63@yahoo.com و Aleme.karami@gmail.com

چکیده

به منظور بررسی اثر مصرف کود بیولوژیک تثبیت کننده نیتروژن، سولفات روی و تقسیط کود نیتروژنه بر عملکرد، اجزاء عملکرد و پروتئین گندم رقم پیشتاز در اقلیم معتدله کرمان، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهید باهنر در سال ۱۳۸۵ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. تیمارها شامل ترکیبی از ۳ فاکتور: تقسیط کود نیتروژنه از منبع اوره در سه سطح (n_1: یک دوم در مرحله پیش از کاشت و یک دوم در مرحله پنجه دهی، n_2: یک سوم در مرحله ساقه رفتن، دو سوم درمرحله خوشه دهی، n_3 :یک سوم در مرحله ساقه دهی، یک سوم درمرحله خوشه دهی و یک سوم در مرحله شیری دانه)، کودسولفات روی در دو سطح (z_1: ۵۰ کیلوگرم در هکتار و z_0: صفر کیلوگرم در هکتار) و کود بیولوژیک نیتروژنوباکتر در دو سطح (a_1: ۲ کیلوگرم در هکتار a_0: صفر کیلوگرم در هکتار) بودند. صفات مورد اندازه گیری عبارت بودند از عملکرد دانه، تعداد خوشه در مترمربع، تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه و پروتئین دانه. بر اساس نتایج بدست آمده حداکثر عملکرد با کاربرد کود بیولوژیک ازتوباکتر، مصرف روی (Zn) و سطح دوم تقسیط کود نیتروژنه یعنی تیمار ($n_2z_1a_1$) به میزان ۷۶۶۷ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که در مقایسه با تیمار ($n_2z_0a_0$) ۳۸/۳۴٪ افزایش نشان داد. بیشترین اجزاء عملکرد به میزان ۴۴/۰۷، ۴۶۷، ۴۴/۶۱ (گرم) به ترتیب مربوط به تعداد دانه در خوشه، تعداد خوشه در مترمربع و وزن هزاردانه نیز با مصرف کود ازتوباکتر، مصرف روی (Zn) و سطح دوم فاکتور تقسیط کود نیتروژنه ($n_2z_1a_1$) به دست آمد که در مقایسه با تیمار ($n_2z_0a_0$) به ترتیب ۲۳/۶٪، ۸/۵۷٪ و ۱۱/۸۳٪ افزایش یافت. اثر فاکتورهای مورد بررسی بر میزان پروتئین دانه معنی دار شد. بیشترین میزان پروتئین دانه از سطح سوم تیمار تقسیط کود نیتروژنه با مصرف کود بیولوژیک (n_3a_1) به میزان ۱۵٪ و کمترین آن از سطح اول تیمار تقسیط کود نیتروژنه که در آن روی و کودبیولوژیک مصرف نشد (n_1z_0 و n_1a_0) به ترتیب به میزان ۹/۵٪ و ۹٪ به دست آمد.

واژه های کلیدی: گندم، عملکرد و اجزا عملکرد، پروتئین دانه، نیتروژن، روی و ازتوباکتر

---

[۱] نویسنده مسئول، آدرس: کرمان، انتهای خیابان خواجو، سازمان جهاد کشاورزی، دفتر تغذیه گیاهی

* دریافت: مرداد ۱۳۸۹ و پذیرش: خرداد ۱۳۹۰

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

محدودیت میزان تولید کودهای شیمیایی در مقیاس جهانی و هزینه‌های بالای تولید باعث شده الگوی مصرف جهانی کود تغییر کند، بنابراین بالا بردن راندمان کودهای شیمیایی همواره از اهداف محققان و تولید کنندگان کشاورزی بوده است (ملکوتی و نفیسی، ۱۳۷۱). از جمله عواملی که بر راندمان کودهای شیمیایی و قابلیت جذب عناصر غذایی آن توسط گیاه تأثیر می‌گذارد زمان مصرف کود و کاربرد کودهای بیولوژیک است (نیلسن و همکاران، ۱۹۹۸ و گیلیک وهمکاران، ۲۰۰۱). کودهای شیمیایی نیتروژنه (اوره)، کودهای ریزمغذی از جمله روی (سولفات روی) وکود بیولوژیک نیتروژنه (ازتوباکتر) عملکرد، اجزاء عملکرد و درصد پروتئین دانه گندم را تحت تأثیر قرار می‌دهند. لطف الهی و ملکوتی (۱۳۷۶)؛ کادر و همکاران (۲۰۰۲) ؛ مشرام و همکاران (۱۹۸۲) و میشائیل و اوتمن (۲۰۰۰) گزارش کردند مصرف کود نیتروژنه از منبع اوره در مراحل ساقه‌دهی، غلاف رفتن و گل‌دهی عملکرد، اجزاء عملکرد و پروتئین دانه را بهبود می‌دهد. کاربرد کود نیتروژنه به صورت تقسیط در بهار (ساقه دهی وخوشه دهی) منجر به بازیافت و راندمان بیشتر نیتروژن در مقایسه با مصرف تمامی کود نیتروژن قبل از کاشت می‌شود. همچنین مصرف بهاره نیتروژن (ساقه دهی وخوشه دهی) برای گندم زمستانه باعث می‌گردد که نیتروژن برای گیاه به نحو مطلوبتری قابل دسترس بوده و در مقایسه با مصرف پاییزه و یا تقسیط نیتروژن در آب و هوای خشک مزیت بیشتری دارد (خادمی، ۱۳۷۷ و بحرانی ۱۳۸۳). محلول پاشی اوره در مرحله ظهور برگ پرچم عملکرد، اجزاء عملکرد و پروتئین دانه گندم را در اقلیم معتدله افزایش داد که این افزایش به لحاظ تأمین نیتروژن مورد نیاز در مرحله پرشدن دانه و بهبود وزن هزار دانه گزارش شده است. عباد و لیووراس (۲۰۰۲) و شیگیرو و موحدین (۲۰۰۲) گزارش کردند مصرف کود نیتروژنه به میزان مساوی در مرحله ساقه‌دهی گندم در مقایسه با مصرف آن قبل از کاشت می‌تواند از طریق بالا بردن میزان نیتروژن جذب شده و افزایش راندمان کود مصرفی عملکرد، اجزاء عملکرد را بهبود دهد. افزایش عملکرد و پروتئین دانه به مدیریت صحیح مصرف کود نیتروژنه بستگی دارد. به طوری که اگر مقدار نیتروژن خاک در پایان فصل رشد برای گندم قابل جذب باشد در کنار افزایش عملکرد، میزان پروتئین دانه نیز افزایش می‌یابد (گلچین و ملکوتی، ۱۳۷۸). بررسی‌های جهانی نشان داده است که تقسیط کود نیتروژنه به طور معنی داری میزان پروتئین دانه را افزایش می دهد همچنین مصرف کود نیتروژنه در بهار (مراحل ساقه‌دهی و خوشه‌دهی) در مقایسه با مصرف تمامی آن در پاییز علاوه بر افزایش عملکرد دانه باعث افزایش پروتئین دانه نیز می‌شود (سدری و ملکوتی، ۱۳۷۸). از نظر تئوری و عملی بهترین موقع مصرف کود نیتروژنه نزدیک به زمان حداکثر نیاز گیاه به آن است.ملکوتی و ثواقبی (۱۳۷۸) گزارش کردند در کشتهای آبی که تمامی کود نیتروژنه یکجا قبل از کاشت مصرف می‌گردد برای اینکه پروتئین دانه گندم زمستانه را به ۱۱/۲ درصد برسانند به ۱۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نیاز است و برای رساندن پروتئین دانه گندم به ۱۲/۵ درصد به ۳۳۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نیاز می‌باشد در حالی که با رعایت زمان مصرف چنانچه ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار درمرحله ساقه دهی و ۴۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بعد از خوشه‌دهی مصرف گردد، بیشترین عملکرد دانه و پروتئین (۱۲/۵ درصد) حاصل می شود. روی نیز ازجمله عناصر اصلی لازم برای رشد گندم است و به علت کمبود روی درخاکهای زراعی در اغلب کشورها از جمله ایران به لحاظ آهکی بودن خاک، افت عملکرد کمی و کیفی گندم مشهود است، به طوری که گاهی تا بیش از ۵۰ درصد کاهش تولید غلات به دلیل کمبود این عنصر می باشد (ملکوتی و ثواقبی، ۱۳۷۸ و سدری و ملکوتی، ۱۳۷۸). کوددهی با روی تعداد دانه و عملکرد را در گندم رقم گلدمارک افزایش داده است. چاک ماک و ایکیز (۱۹۹۶) و شامرا و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که در اثر مصرف روی عملکرد گندم ۵ تا ۵۴ درصد و به طور متوسط ۴۳ درصد افزایش یافت. افزایش درصد پروتئین دانه با کاربرد کود سولفات روی و پتاسیم تا ۱۴/۳۳ درصد نیز توسط ملکوتی و ثواقبی (۱۳۷۸) و سلیسپور (۲۰۰۶) گزارش شده است. در آزمایش دیگری مصرف ۴۰ کیلوگرم سولفات روی در هکتار در مزارع آبی علاوه بر افزایش ۲۰ درصدی تولید غلظت روی در دانه وکلش را افزایش داده و درصد پروتئین دانه از ۱۰/۶ به ۱۴ درصد افزایش یافت (ملکوتی، ۱۳۷۷). کود بیولوژیک نیتروژنه ازتوباکتر افزون بر تثبیت بیولوژیک نیتروژن، با تولید انواع هورمون، آنتی‌بیوتیک و مواد دیگر می‌تواند عملکرد را تا ۴۰٪ افزایش دهد. همچنین بهبود درصد پروتئین دانه با تثبیت بیولوژیکی نیتروژن و فراهمی آن در زمان پرشدن دانه با مصرف این کود توسط سقیر خان وآلمس ۲۰۰۷، ریدوان ۲۰۰۸، گیلیک و پنروز ۲۰۰۱؛ رائی و گائور، ۱۹۸۸، رام وچاندراکر، ۱۹۸۵ نیز گزارش شده است .

هدف از آزمایش حاضر بررسی اثر مصرف کود بیولوژیک تثبیت کننده نیتروژن، سولفات روی و تقسیط کود نیتروژنه بر عملکرد، اجزاء عملکرد و پروتئین دانه

Archive of SID

www.SID.ir

گندم در اقلیم معتدله بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در ۱۵ آبان ماه ۱۳۸۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهید باهنر کرمان با عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۱۷ دقیقه شمالی، طول ۵۷ درجه و ۵ دقیقه شرقی، ارتفاع ۱۷۴۷ متر از سطح دریا، متوسط بارندگی ۱۴۳ میلیمتر، حداکثر و حداقل دمای سالانه به ترتیب ۴۰ و ۸- درجه سانتی‌گراد و در زمینی که برخی خصوصیات فیزیکی وشیمیائی آن در جدول ۱آورده شده است اجرا شد (تعیین فامیل خاک به لحاظ عدم تعیین مینرالوژی رسها امکان پذیر نبود) این آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام گردید. تیمارها شامل ترکیبی از ۳ فاکتور: تقسیط کود نیتروژنه (n_1: یک دوم در مرحله پیش از کاشت و یک دوم در مرحله پنجه دهی؛ n_2: یک سوم در مرحله ساقه رفتن، دو سوم در مرحله خوشه دهی؛ n_3: یک سوم در مرحله ساقه دهی، یک سوم در مرحله خوشه دهی و یک سوم در مرحله شیری دانه)، کود سولفات روی (z_1: ۵۰ کیلوگرم در هکتار و z_0: صفر کیلوگرم در هکتار) و کود بیولوژیک نیتروژنوباکتر (a_1: ۲ کیلوگرم در هکتار و a_0: صفر کیلوگرم در هکتار) بودند. کودهای پایه برمبنای آزمون خاک و بر اساس ۱۶۱، ۲۳، ۷۰/۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، فسفر، پتاس و روی به ترتیب از منابع اوره و سولفات آمونیم، سوپر فسفات تریپل، سولفات پتاسیم و سولفات روی مصرف گردید. سایر عناصر مورد نیاز درحدکفایت درخاک موجود بود. (آهن: ۵/۵mg/kg ، مس: ۰/۹mg/kg ، منگنز: ۸/۵ mg/kg، بر: ۰/۶۸ mg/kg). کودهای فسفر و پتاس پیش از کاشت ،کود روی (سولفات روی گرانوله) در مرحله دو تا سه برگی قبل ازآبیاری بین ردیفها پاشیده شد و کودهای نیتروژنه نیز براساس تیمارهای آزمایش مصرف شدند. از آنجا که در کرت هایی که تیمار کودی سولفات روی اعمال گردید میزان ۱۶/۷ کیلوگرم در هکتار سولفات به خاک اضافه می شد لازم بود به جای بخشی از کود اوره ازسولفات آمونیم به منظور تأمین سولفات درکرتهایی که تیمار کودی سولفات روی اعمال نشده بود استفاده گردد تا بدین ترتیب اثر سولفات مصرفی در تمام تیمارهای آزمایشی یکسان باشد به عبارتی از میزان ۱۶۱ کیلوگرم در هکتار نیتروژن مورد نیاز، ۱۴/۶۶ کیلوگرم در هکتار به واسطه مصرف ۶۹/۵۸ کیلوگرم در هکتار کود سولفات آمونیم (در کرت هایی که تیمار سولفات روی اعمال نشد) کسر و مابقی نیتروژن مورد نیاز (۱۴۶/۳۴ کیلوگرم در هکتار) ازکود اوره تأمین گردید. کود نیتروژنه ازتوباکترکه دارای باکتری ازتوباکتر کروکوکوم وآزسپریلیوم باجمعیت 10^8 عدد درهرگرم بود به صورت پودری (جامد) در بسته بندی یک کیلوگرمی با حامل آن پرلیت ازنمایندگی فروش آن خریداری و بر پایه دو کیلوگرم در هکتار با بذر آمیخته گردید. در هر کرت، بذرکاری با تراکم ۴۰۰ دانه در مترمربع از رقم پیشتاز در ۶ خط ۶ متری با فاصله ۲۰ سانتی‌متر انجام و به روش نشتی در تاریخ ۱۵ آبان ماه آبیاری شد. صفات مورد اندازه گیری عبارت بودند از عملکرد دانه، تعداد خوشه در متر مربع، تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه و پروتئین دانه. برای تعیین درصد پروتئین دانه از دانه‌های حاصله از هرکرت نمونه تصادفی به وزن ۱/۵ کیلوگرم تهیه و میزان پروتئین آن در دو آزمایشگاه ۱- بخش شیمی غلات موسسه اصلاح و نهال بذر کرج ۲- بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمان به روش کجلدال اندازه‌گیری شد. برای تجزیه و تحلیل آماری داده ها به روش تجزیه واریانس (PROC ANOVA) از نرم‌افزار MSTATC استفاده شد و مقایسه میانگین های صفات مورد بررسی به روش آزمون چند دامنه ای دانکن در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثر تیمارها درسطح ۱درصد و اثرات متقابل آنها برعملکرد دانه نیز در سطح ۱ درصد$p<0.00$ (اثرمتقابل روی*نیتروژن $p<0.05$) معنی دارشد. مقایسه میانگین عملکرد دانه تحت تیمارهای تقسیط کود نیتروژنه که در آنها روی و ازتوباکتر مصرف نشد($n_1z_0a_0$، $n_2z_0a_0$، $n_3z_0a_0$)و در آن تیمار $n_1z_0a_0$ به عنوان شاهد و عرف منطقه مدنظر بود، نشان داد که بیشترین عملکرد دانه متعلق به تیمار $n_2z_0a_0$ (یک سوم در مرحله ساقه رفتن، دو سوم درمرحله خوشه‌دهی) به میزان ۴۷۲۷ کیلوگرم بود که در مقایسه با شاهد (یک دوم در مرحله پیش از کاشت و یک دوم در مرحله پنجه دهی) و تیمار یک سوم در مرحله ساقه دهی، یک سوم درمرحله خوشه دهی و یک سوم در مرحله شیری دانه ($n_3z_0a_0$) به ترتیب ۳۲/۴۵ ٪ و ۲۲/۷۲ ٪ افزایش داشت (جدول۳). عملکرد بیشتر در تیمار $n_2z_0a_0$ را می توان به علت در دسترس بودن این عنصر در مرحله رشد سریع گیاه و بالا بودن سرعت جذب دانست. پائین بودن عملکرد در تیمار$n_1z_0a_0$ را احتمالاً می توان به پائین بودن کارائی کود نیتروژنه به لحاظ آب‌شوئی و نیترات زدائی همچنین دنیتریفیکاسیون به معنی احیاء نیترات و نیتریت به N_2, NO_2 , NO در مرحله مصرف کود نیتروژنه قبل از کاشت و مراحل اولیه رشد که بوته‌ها هنوز رشد

Archive of SID

www.SID.ir

کافی به منظور جذب عناصر غذایی ندارند نسبت داد. میزان هدر رفت این عنصر از طریق ذکر شده ۹/۵ تا ۱۰ درصد برای گندم گزارش شده است (اآئولاخ و همکاران ۱۹۸۴). تحقیقات ۱۸ ساله اآئولاخ و همکاران (۱۹۸۴) در بیش از ۱۰۰ آزمایش نشان داده است که اگر مصرف کود نیتروژنه به صورت سرک با مراحل ساقه‌دهی، گل‌دهی و گرده‌افشانی همزمان باشد عملکرد دانه را ۳۰ تا ۴۰ درصد افزایش می‌دهد. افزایش عملکرد در نتیجه بالارفتن راندمان مصرف کود نیتروژنه وقتی که در مرحله ساقه دهی و غلاف رفتن و گل دهی مصرف شود، توسط آنتونی و هووارد (۲۰۰۳) نیز گزارش شده است. خادمی (۱۳۷۷) طی آزمایشی گزارش کرد کاربرد کود نیتروژنه به صورت تقسیط در بهار (مرحله ساقه دهی و گلدهی) منجربه بازیافت و راندمان بیشتر نیتروژن در مقایسه با مصرف تمامی کود نیتروژن قبل از کاشت می‌شود. همچنین مصرف بهاره کود نیتروژنه برای گندم زمستانه باعث می گردد که نیتروژن برای گیاه به نحو مطلوبتری قابل دسترس بوده و در مقایسه با مصرف پاییزه و یا تقسیط کود نیتروژنه در آب و هوای خشک مزیت بیشتری دارد . آنتونی و هووارد (۲۰۰۳) تأکید کردند محلول پاشی اوره در مرحله ظهور برگ پرچم عملکرد دانه گندم را افزایش می دهد که این افزایش به لحاظ تأمین نیتروژن مورد نیاز در مرحله پرشدن دانه و بهبود وزن هزار دانه گزارش شده است. با مصرف کود سولفات روی در سطوح مختلف فاکتور تقسیط کود نیتروژنه که در آن ازتوباکتر مصرف نگردید ($n_2z_1a_0$، $n_3z_1a_0$، $n_1z_1a_0$) بیشترین عملکرد دانه به میزان ۵۳۵۳ کیلوگرم در هکتار از تیمار$n_2z_1a_0$ به دست آمد که ۳۸٪ نسبت به شاهد $n_1z_1a_0$و ۱٪ نسبت به تیمار $n_3z_1a_0$ افزایش نشان داد که از نظر آماری با این تیمار تفاوت معنی داری نداشت. یلماز (۱۹۹۷) با بررسی روشهای مختلف مصرف روی شامل مصرف خاکی، بذرمال، محلول پاشی، خاکی + محلول پاشی و بذرمال + محلول پاشی گزارش کرد بیشترین عملکرد دانه (۱۰۹٪ در مقایسه با شاهد) از روش مصرف خاکی به دست آمد که با نتایج این آزمایش تطابق داشت. تورون و همکاران (۲۰۰۱) نیز طی دو سال آزمایش، اثر کود روی (Zn) بر عملکرد دانه ۲۵ واریته گندم در خاکهایی با کمبود روی افزایش ۳۷ درصدی عملکرد دانه در سال اول و افزایش ۴۰٪ عملکرد دانه را در سال دوم گزارش کردند که با نتایج مارلین (۲۰۰۹) و ضیائیان و ملکوتی (۲۰۰۲) و این تحقیق مطابقت داشت. همچنین افزایش پروتئین دانه با مصرف روی توسط مارالین (۲۰۰۹) وسلیسپور (۲۰۰۶) و دانگ و همکاران (۲۰۰۷) گزارش شده است. بیشترین عملکرد دانه با مصرف کود بیولوژیک ازتوباکتر در سطوح مختلف فاکتور تقسیط کود نیتروژنه که در آن روی مصرف نگردید ($n_3z_0a_1$ ،$n_2z_0a_1$ ،$n_1z_0a_1$) به ترتیب به میزان ۵۸۷۰ کیلوگرم در هکتار از تیمار $n_2z_0a_1$ به دست آمد که نسبت به تیمارهای $n_1z_0a_1$، $n_3z_0a_1$ به ترتیب ۲۷/۱۳٪، ۱۹/۲۸٪ افزایش نشان داد.که این افزایش را می توان به لحاظ نقش موثر کود بیولوژیک ازتوباکتر در توسعه سیستم ریشه ای بوته ها، بالارفتن راندمان جذب عناصر غذائی و مقاوم شدن بوته‌ها به بیماریها به واسطه ترشح آنتی بیوتیک‌ها دانست. (مانسک و همکاران ۲۰۰۰؛ و کادر و همکاران ۲۰۰۲ و لوبینگ لین و همکاران ۲۰۰۹). به طوری که در تیمار شاهد بیماری پاخوره به میزان ۱۰ تا ۱۵ درصد و بیماری زنگ زرد به میزان ۵ تا۱۰ درصد در هر کرت مشاهده که هر دو بیماری کنترل گردید.

اجزاء عملکرد

اثرات ساده و اثرات متقابل تیمارها (به جزء اثر متقابل روی*نیتروژن $p<0.05$) بر وزن هزار دانه $p<0.001$ معنی دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین وزن هزار دانه تحت تیمارهای تقسیط نیتروژن که در آنها روی و ازتوباکتر مصرف نشد نشان داد که بیشترین میزان این صفت مربوط به تیمار $n_2z_0a_0$ به میزان ۳۹/۳۳ گرم وکمترین آن مربوط به تیمار $n_1z_0a_0$ به میزان ۲۹/۲۱ گرم بود. افزایش ۲۶ درصدی وزن هزاردانه در تیمار $n_2z_0a_0$ در مقایسه با تیمار $n_1z_0a_0$ را می توان به دلیل تأمین نیتروژن در مراحل نمو دانه و فراوانی آن طی دوره نمو طولی ساقه و خوشه که اساس افزایش وزن هزار دانه است دانست. (هیروشی و همکاران (۲۰۰۷) گابریل و همکاران، ۲۰۰۲). اثر فاکتور تقسیط نیتروژن، ازتوباکتر، اثر متقابل روی*نیتروژن، بر تعداد دانه در خوشه $p<0.05$ معنی‌دارشد این در حالی بود که اثر فاکتور روی (Zn) و اثرمتقابل روی*ازتوباکتر $p<0.001$ معنی دارشد اما اثرات متقابل سه گانه (نیتروژن*روی*ازتوباکتر) و اثر متقابل نیتروژن* ازتوباکتر بر این صفت اثر معنی دار نداشت (جدول۲). تعداد خوشه در مترمربع تحت تأثیر اثر متقابل روی*نیتروژن قرار نگرفت (جدول ۲) اما اثر فاکتور تقسط نیتروژن، ازتوباکتر و اثر متقابل سه گانه (نیتروژن*روی*ازتوباکتر)$p<0.001$ و اثر فاکتور روی، اثر متقابل نیتروژن*ازتوباکتر و اثر متقابل روی*ازتوباکتر$p<0.05$ بر روی این صفت معنی دار شدند (جدول ۲). بیشترین تعداد دانه در خوشه و تعداد خوشه در مترمربع نیز از تیمار $n_2z_0a_0$ به دست آمد که در مقایسه با تیمار $n_1z_0a_0$ (عرف منطقه) به ترتیب ۱۱/۳۸٪ و ۳۹/۱۱٪ افزایش نشان داد که این بهبود به لحاظ بالا بودن بازدهی مصرف کود نیتروژنه در مرحله ساقه دهی و خوشه رفتن است که توسط هیروشی و همکاران (۲۰۰۷) و براون و

Archive of SID

www.SID.ir

همکاران (۲۰۰۵) گزارش شده است. این نکته قابل ذکر است که تعادل بین سه جزء عملکرد با نوع رقم متفاوت است و این موضوعی است که باید برای تعیین زمان صحیح مصرف کود نیتروژنه مورد توجه قرارگیرد. بهترین رقم از نظر میزان تولید محصول رقمی است که بعد از مرحله پنجه دهی به نیتروژن بیشتری نیاز داشته باشد. چنین ارقامی قادر به تولید دانه بیشتر در هر خوشه و همچنین بذور سنگین‌تری می‌باشند (لطف الهی، ۱۳۷۶). با مصرف کود سولفات روی در سطوح مختلف فاکتور تقسیط نیتروژن که در آن ازتوباکتر مصرف نگردید ($n_1z_1a_0$، $n_2z_1a_0$ ،$n_3z_1a_0$) بیشترین تعداد خوشه در مترمربع و وزن هزار دانه از تیمار $n_2z_1a_0$ به دست آمد که نسبت به تیمارهای $n_1z_1a_0$ و $n_3z_1a_0$ به ترتیب (۱۶/۶٪، ۱۹/۵٪) و (۸/۳٪، ۵٪) افزایش نشان داد این در حالی بود که تعداد دانه در خوشه در هر سه تیمار ذکر شده در یک سطح آماری قرارگرفتند (جدول ۳). افزایش تعداد دانه با مصرف کود سولفات روی را می توان به نقش مستقیم این عنصر در فعالیت‌های آنزیمی (کربنیک آهیدراز، هیدروژناز، پروتئیناز، نیترات رودکتاز) متابولیسم اکسین، فتوسنتز، کلروفیل و فعالیت کاتالیزورها نسبت داد (دونی وهمکاران، ۲۰۰۷ و مارالین و همکاران، ۲۰۰۹ و شامرا و همکاران ۲۰۰۸ و برنا، ۱۹۹۸؛ و ایکیز و همکاران، ۱۹۹۸) همچنین روی از طریق بهبود فعالیت کاتالیزورها در بساک گندم و افزایش دانه در خوشه باعث افزایش عملکرد می‌شود (ملکوتی و داوودی، ۱۳۷۸). عدم تأمین نیتروژن به مقدار کافی در تیمار $n_1z_1a_0$ در مراحل بعدی رشد (ساقه دهی و خوشه دهی) به دلیل هدررفت این عنصر از طریق آبشوئی و نیترات زدائی که حاصل مصرف آن در مراحل قبل از کشت و پنجه زنی بوده است، راندمان کود را کاهش داده به طوری که اجزاء عملکرد شامل تعداد خوشه در مترمربع و وزن هزار دانه کاهش یافتند و علی رغم افزایش دانه در خوشه، به دلیل کمبود نیتروژن اکثر دانه ها چروکیده شده و وزن هزار دانه از ۴۰ گرم به ۳۲ گرم کاهش داشته است. این در حالی است که تقسیط کود نیتروژنه در مرحله ساقه دهی و خوشه دهی و تامین نیتروژن مورد نیاز بوته ها در این مراحل از رشد، ازچروکیده شدن دانه ها تا حد چشمگیری جلوگیری کرده به طوری که با افزایش وزن هزاردانه تا ۴۰ گرم عملکرد تا ۳۸٪ نسبت به تیمار $n_1z_1a_0$ افزایش نشان داد. روند این بهبود با شدت کمتری در تیمار $n_3z_1a_0$ مشاهده شد که این بهبود نیز ناشی از تأمین بخشی از نیتروژن مورد نیاز بوته ها در مراحل ساقه دهی و خوشه دهی بوده است (فیز و همکاران، ۱۹۹۴؛ هاگینز و اسمیت، ۱۹۸۹و آلکونز و همکاران،۱۹۹۳). مصرف کود بیولوژیک ازتوباکتر در سطوح مختلف فاکتور تقسیط کود نیتروژنه که در آن روی مصرف نگردید ($n_1z_0a_1$ ،$n_3z_0a_1$,$n_2z_0a_1$ بیشترین تعداد خوشه در مترمربع (معنی دار در سطح ۵ درصد)، دانه در خوشه (ns) و وزن هزار دانه (معنی دار در سطح ۵ درصد) به ترتیب ۴۴۶ خوشه، ۳۸/۶ دانه و ۴۲ گرم از تیمار $n_2z_0a_1$ به دست آمد که نسبت به تیمارهای $n_1z_0a_1$ و $n_3z_0a_1$ به ترتیب (۱۹/۲٪، ۴/۹۲ ،۴/۷۶٪) و (۸/۰۷٪، ۸/۵۴٪، ۲/۶٪) افزایش نشان داد. مانسک و همکاران (۲۰۰۰) و کادر و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که مصرف کود بیولوژیک ازتوباکتر باعث افزایش پنجه‌زنی، توسعه سیستم ریشه‌ای، افزایش تعداد پنجه‌های بارور و بهبود وزن هزار دانه در گندم می‌شود. افزایش اجزاء عملکرد در تیمار $n_2z_0a_1$ را می‌توان به علت نقش مؤثر باکترهای تثبیت کننده نیتروژن دانست که با تثبیت نیتروژن و رها سازی آن در مراحل ساقه دهی و خوشه دهی باعث افزایش نیتروژن قابل مصرف در مراحل حساس مذکور شده اند (کایا و همکاران، ۲۰۰۲ و میراجانا و همکاران، ۲۰۰۶ و جیمز و پولسن، ۲۰۰۴).

اثر متقابل نیتروژن*روی*کودبیولوژیک

مقایسه میانگین عملکرد دانه تحت تیمار اثر متقابل سه فاکتوره تقسیط کود نیتروژنه*روی*کود بیولوژیک که در آن روی و ازتوباکتر در سطوح مختلف تقیسط نیتروژن مصرف شد (جدول ۳) نشان داد که بیشترین عملکرد به میزان ۷۶۶۷ کیلوگرم در هکتار از تیمار ($n_2z_1a_1$) به دست آمد که در مقایسه با شاهد ($n_2z_0a_0$) ۳۸/۳۴ ٪ افزایش نشان داد. بیشترین اجزاء عملکرد شامل دانه در خوشه، تعداد خوشه در مترمربع و وزن هزار دانه از تیمار ($n_2z_1a_1$) به دست آمد که به ترتیب به میزان ۲۳/۶ ٪، ۸/۶ ٪ و ۱۱/۸۳٪ نسبت به شاهد ($n_2z_0a_0$) افزایش نشان داد. این افزایش را می توان به دلیل بالا بودن راندمان مصرف کود در مراحل ساقه دهی،خوشه دهی، تأمین بودن نیتروژن مورد نیاز در مراحل بعدی (پرشدن دانه)، توانائی بالای جذب عناصر به واسطه توسعه سیستم ریشه دانست که با یافته‌های جورج وگابریل (۱۹۸۰) و روت و مارشال (۱۹۸۸) مطابقت دارد. بررسی تیمارهای $n_1z_1a_1$ و$n_1z_0a_0$ نشان می دهد که مصرف کود روی و کود ازتوباکتر در سطح اول فاکتور تقسیط کود نیتروژنه به دلیل تأثیر مثبت کودهای مذکور در افزایش تعداد دانه در خوشه، تأمین بخشی از نیتروژن در زمان پرشدن دانه و نهایتاً بهبود وزن هزار دانه (جدول ۳) احتمالاً می تواند در خاکهائی با درصد کربن آلی بالای ۰/۵٪ مانع از آبشوئی و دنیتریفیکاسیون نیتروژن شده و راندمان کود نیتروژنه را در این مرحله بهبود دهد. درصورتی که کود نیتروژنه در سه

Archive of SID

www.SID.ir

مرحله و به طور مساوی تقسیط گردد (سطح سوم تقسیط کود نیتروژنه) و کود روی و ازتوباکتر مصرف نشود (z_0a_0) عملکرد از طریق کاهش تعداد خوشه در مترمربع و تعداد دانه در خوشه در مقایسه با مصرف این دو نوع کود در این سطح ($n_3z_1a_1$) کاهش یافته است (جدول۳). این در حالی است که نحوه تقسیط کود نیتروژنه در این تیمار فقط در افزایش وزن هزار دانه تا ۳۸گرم موثر بوده است که این افزایش به لحاظ کاهش دو جزء دیگر عملکرد (تعداد دانه درخوشه و تعداد خوشه در متر مربع) عملاً خنثی شده است چرا که مصرف کود نیتروژنه از مرحله گلدهی به بعد تاحدی سبب افزایش تعداد دانه در خوشه می شود اما اصولاً موجب ازدیاد اندازه و وزن هزار دانه شده که در مقایسه با افزایش تعداد دانه چشمگیرتر است (کوپر و بلیکنی، ۱۹۹۰ و شیگیرو و همکاران، ۲۰۰۲)

پروتئین دانه

نتایج مقایسه میانگین پروتیین دانه نشان داد که بیشترین میزان این صفت از تیمار n_3z_1 به میزان ۱۴/۸ درصد به دست آمد (جدول۴) که در مقایسه با تیمار n_1z_1 (شاهد که در آن تقسیط کود نیتروژنه عرف منطقه است) ۲۰/۹۴٪ افزایش داشت. درصد پروتئین دانه با مصرف کود نیتروژنه در مراحل مختلف رشد تحت تأثیر قرار می‌گیرد. هرچه مرحله سرک اوره با مراحل ساقه‌دهی، خوشه رفتن و مرحله شیری دانه همزمان باشد میزان پروتئین دانه افزایش می‌یابد. این مراحل در کشت‌های پاییزه با پایان فصل سرما و شروع رشد رویشی در بهار همزمان است و به دلیل اینکه بوته‌ها ازنظر درجه حرارت و میزان رطوبت در شرایط مناسبی قرار می‌گیرند فتوسنتز با شدت بیشتری انجام شده و فرآورده‌های فتوسنتزی و انتقال مجدد مواد با سرعت بالاتر و مواد از جمله نیتروژن به طرف دانه‌های در حال رشد (منبع‌های قوی) منتقل می‌شوند به طوری که پروتئین دانه تا ۱۴ درصد قابل افزایش است (براون و همکاران (۲۰۰۷) و هیروشی و همکاران (۲۰۰۷) گرنت و همکاران، ۱۹۸۵و السن و کورتز، ۱۹۸۲). این نکته قابل توجه است که بخشی از بهبود پروتئین دانه با مصرف این تیمار (n_3z_1) را می‌توان به نقش مؤثر روی در فرایندهای فیزیولوژیکی سنتز پروتئین نسبت داد چرا که ریبوزوم‌ها از جمله ارگانیزمهایی هستند که در سنتز پروتئین نقش دارند، بنابراین کاهش یا ناپایداری این مواد باعث اختلال در سنتز پروتئین می‌شود و روی از جمله عناصری است که از این پدیده جلوگیری می‌کند. (دونگ زین و همکاران (۲۰۰۷) و رنگل و گراهام، ۱۹۹۵و چاکماک و همکاران، ۱۹۹۶). همچنین کاهش پروتئین دانه در مواقعی که گیاه با کمبود روی مواجه می‌شود به علت از بین رفتن RNA است که به دلیل هیدرولیز شدن آن و تجمع نوکلئوئیدهای RNA و تجمع دی و تری فسفاتهای مربوطه حاصل می‌شود. که با مصرف کود سولفات روی در این تیمار از اینگونه اختلالات جلوگیری شده است به طوری که در تیمار n_2z_0 علی‌رغم توزیع مناسب کود نیتروژنه، عدم مصرف کود روی، پروتئین دانه را به میزان ۱۵/۵۴٪ در مقایسه با تیمار n_3z_1 کاهش داده است. پروتئین دانه ۹/۵٪ حاصل از تیمار n_1z_0 را می توان به دو دلیل عمده تقسیط نامناسب کود نیتروژنه و عدم مصرف کود روی دانست به طوری که در همین تیمار اگر روی مصرف شود (n_1z_1) پروتئین دانه تا ۱۱/۷٪ قابل افزایش است (جدول۴). ازجمله دلایل دیگر پایین بودن درصد پروتئین دانه در تیمار n_1z_0 احتمالاً درصد بالای لکه زردی بذر ناشی از عدم مصرف روی بوده است چرا که نقش روی در فرآیندهای فیزیولوژیکی سنتز پروتئین دانه اثبات شده است. بنابراین با افزایش تعداد تقسیط‌های کود نیتروژنه و همزمانی آن با مراحل بعد از گل‌دهی احتمالاً همراه مصرف سولفات روی می‌توان درصد پروتئین دانه را تا ۱۴/۸ درصد افزایش داد. این موضوع توسط الن و اسپیرز (۱۹۸۰) نیز گزارش شده است. مصرف کود بیولوژیک ازتوباکتر در سطوح مختلف فاکتور تقسیط کود نیتروژنه در مقایسه با شاهد (عدم مصرف کود بیولوژیک) بر درصد پروتئین دانه تأثیر معنی‌دار داشت (جدول ۵). بیشترین درصد پروتئین دانه از تیمار n_3a_1 به میزان ۱۵ درصد به دست آمد و کمترین آن از تیمار n_1a_0 به میزان ۹٪ حاصل شد این افزایش بایستی به دلیل تأمین نیتروژن از راه تثبیت بیولوژیک و رهاسازی نیتروژن قابل جذب پیرامون ریشه گیاه توسط باکتری ازتوباکترکروکوکوم، به عبارت دیگر بهبود تأمین نیتروژن بوته‌ها و افزایش کارآیی مصرف نیتروژن باشد (رجائی و همکاران، ۱۳۸۶ و مارتینز و همکاران، ۱۹۸۸ و یاهلوم و اکن، ۱۹۸۴) . تأثیر مثبت کود بیولوژیک در جبران کاهش احتمالی پروتئین دانه در سطح اول فاکتور تقسیط کود نیتروژنه (n_1a_1 در مقایسه با n_1a_0) از ۹٪ به ۱۲/۵٪ با کاهش لکه زردی بذر مشاهده شد. دلایل این بهبود به توسعه سیستم ریشه‌ای گیاه، تثبیت بیولوژیکی نیتروژن، تولید اسیدهای آمینه ضروری در سنتز پروتئین، تولید بوته‌های مقاوم به بیماریها، افزایش سطح سبز مزرعه مربوط می‌شود، که توسط میراجانا و همکاران (۲۰۰۶) و ریدوان (۲۰۰۸) و رام و همکاران (۲۰۰۱) کوستاکورتا و همکاران (۱۹۹۲)؛ الشانشوری و همکاران (۱۹۹۵)؛ نیوتو و همکاران (۱۹۹۱)؛ گانگو و همکاران (۱۹۹۷) و نیز گزارش شده است.

نتیجه گیری نهائی

با توجه به اینکه تولید گندم در کشور با دو

Archive of SID

www.SID.ir

هدف افزایش عملکرد در واحد سطح و بهبود کیفیت محصول تولیدی دنبال می‌شود بنابراین در صورتی که کود اوره به صورت تقسیط یک سوم ساقه‌دهی و دو سوم خوشه دهی مصرف شود با افزایش وزن هزار دانه و تعداد خوشه در مترمربع باعث افزایش عملکرد خواهد شد. ضمن اینکه مصرف کود سولفات روی و کود بیولوژیک با این تیمار در بهبود افزایش کمی محصول از طریق افزایش تعداد دانه در خوشه و تعداد پنجه‌های بارور هر بوته (سولفات روی) و افزایش وزن هزار دانه و خوشه در مترمربع (کود بیولوژیک) موثر است. بنابراین توصیه می‌شود در خاکهائی با بافت متوسط و درصد کربن آلی بالای ۰/۵٪ سرک‌های کود ازته به صورت تقسیط در دو مرحله (یک سوم ساقه دهی و دو سوم خوشه‌دهی) به همراه مصرف کود سولفات روی و کود بیولوژیک به منظور افزایش عملکرد و بهبود کیفیت استفاده شود و در صورت عدم استفاده از کودهای روی و ازتوباکتر حداقل به منظور تولید گندم با کیفیت بالا از نظر درصد پروتئین دانه سرک‌های اوره را به صورت تقسیط از مراحل ساقه دهی تا انتهای مرحله شیری دانه با نسبت‌های مساوی در اقلیم‌های سرد تا معتدله سرد مصرف کرد. این نکته نیز قابل ذکر است که نویسندگان نسبت کربن به ازت را اندازه‌گیری نکرده اند ولی به نظر می‌رسد که هر چند میزان کربن آلی گزارش شده زیاد نیست اما به دلیل اینکه این مقدار ماده آلی بومی خاک بوده، بنابراین نیتروژنی که در خاک وجود داشته قابلیت جذب مناسبی برای بوته ها داشته است. همچنین اگرچه میزان پروتئین بالا (۱۵-۱۴ درصد)دور از انتظاراست اما احتمالاً فراهم آوردن شرایط مناسب عاری از تنش محیطی خصوصاً تنش رطوبتی (تأمین کافی نیتروژن و رعایت وتوجه به زمان مصرف در غلات) به نظر می‌رسد بتواند کیفیت مدنظر را حاصل نماید.

جدول ۱- مشخصات فیزیکوشیمیایی خاک

عمق (cm)	pH	EC (dSm^{-1})	TNV (٪)	OC (٪)	P_{av}	K_{av} (mg/kg)	Zn_{ex}	بافت
۰-۳۰	۷/۱	۲/۳	۱/۲۵	۰/۸۵	۱۲	۱۲۰	۰/۳۷	لوم شنی

جدول ۲- میانگین مربعات عملکرد و صفات وابسته به آن

منبع تغییرات	درجه آزادی	پروتئین دانه	تعداد خوشه درمترمربع	تعداددانه‌در خوشه	وزن هزار دانه (g)	عملکرد دانه
تکرار	۲	۰/۷ns	۰/۰۴ns	۱۱/۶۳ *	۶/۷۳*	۰/۰۱۴ns
تقسیط نیتروژن	۲	۱۰/۹۲۴**	۱/۵۳ **	۱۰/۰۸*	۶/۱۶*	۱۴/۰۴۰**
روی	۱	۵/۸۴۰۴*	۰/۴۴*	۷۲۱/۲**	۷۵/۸۳*	۶/۴۵۲**
ازتوباکتر	۱	۱۵/۰۸**	۵/۴۴**	۷۰*	۶۰۱/۳۱**	۷/۶۳۶**
روی* نیتروژن	۲	۲/۸۰۷*	۰/۰۱۹ns	۶/۱۸۹*	۶۵/۰۱۲*	۲/۸۴۴*
نیتروژن*ازتوباکتر	۲	۱/۰۲۸*	۰/۲۰۴*	۱/۵۱ns	۲/۴*	۱/۵۸۲**
روی* ازتوباکتر	۱	۳/۰۴*	۰/۶۴*	۶۲/۴۱**	۴۰/۱۷*	۰/۳۲۹**
روی* ازتوباکتر* نیتروژن	۲	۰/۸۰	۰/۸۵**	۲/۸۸ns	۷/۱۵*	۰/۳۸۸**
خطا	۲۲	۰/۶	۰/۰۴۷	۳/۲۹۹	۵/۶۹	۰/۰۱۱
CV%		۸/۴۵	۵/۹۱	۴/۹۵	۶/۴۲	۲/۲۶

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد (کیلوگرم در هکتار)، تعداد دانه در خوشه، در متر مربع، وزن هزار دانه (گرم) تحت تیمار اثر متقابل سه گانه تقسیط نیتروژت * سولفات روی* کود بیولوژیک

نیتروژن*روی* کودبیولوژیک	عملکرد دانه (کیلوگرم درهکتار)	تعداد خوشه در مترمربع	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه (گرم)
$n_1z_1a_1$	۴۰۸۳ g	۳۲۳ h	۳۳/۱۷f	۳۰ g
$n_1z_1a_0$	۳۳۱۵ h	۳۰۰ i	۴۰ b	۳۲/۲ f
$n_1z_0a_1$	۴۲۷۷f	۳۶۰ f	۳۶/۷ d	۴۰ c
$n_1z_0a_0$	۳۱۹۳ i	۲۶۰ k	۲۹/۸۰ h	۲۹/۲۱ h
$n_2z_1a_1$	۷۶۶۷ a	۴۶۷ a	۴۴/۰۷ a	۴۴/۶۱ a
$n_2z_1a_0$	۵۳۵۳ c	۳۶۰ f	۴۱/۴ b	۴۰ c
$n_2z_0a_1$	۵۸۷۰ b	۴۴۶ b	۳۸/۶c	۴۲ b
$n_2z_0a_0$	۴۷۲۷ e	۴۲۷ c	۳۳/۶۳ e	۳۹/۳۳ d
$n_3z_1a_1$	۵۱۱۷d	۳۸۳e	۳۸/۱۷ c	۴۱ c
$n_3z_1a_0$	۵۲۹۸ c	۳۳۰ g	۴۱/۳ b	۳۸ e
$n_3z_0a_1$	۵۰۴۰ d	۴۱۰d	۳۵/۳ d	۴۰/۹ c
$n_3z_0a_0$	۳۶۵۳ h	۲۹۳ j	۳۱/۹g	۳۸ e

تفاوت میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن معنی‌دار نیست.

جدول ۴- مقایسه میانگین پروتئین دانه تحت تیمار اثرات متقابل تقسیط نیتروژن * روی

نیتروژن*روی	پروتئین دانه (٪)
n_1z_1	۱۱/۷e
n_1z_0	۹/۵f
n_2z_1	۱۳/۵c
n_2z_0	۱۲/۵ d
n_3z_1	۱۴/۸a
n_3z_0	۱۴/۲b

تفاوت میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن معنی‌دار نیست

جدول ۵- مقایسه میانگین پروتئین دانه تحت تیمار اثر متقابل تقسیط نیتروژن * ازتوباکتر

نیتروژن *ازتوباکتر	پروتئین دانه (٪)
n_1a_1	۱۲/۵e
n_1a_0	۹f
n_2a_1	۱۴/۵b
n_2a_0	۱۳/۲ d
n_3a_1	۱۵a
n_3a_0	۱۴c

تفاوت میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن معنی‌دار نیست.

Archive of SID

www.SID.ir

فهرست منابع:

۱. بحرانی،ع.و طهماسبی،ز.۱۳۸۳ اثر میزان و زمان مصرف نیتروژن بر عملکرد، اجزاء عملکرد و کارایی انتقال مجدد ماده خشک در دو رقم گندم زمستانه. مجله علمی پژوهشی،علوم کشاورزی-سال دوازدهم – شماره(۲).۱۳۸۵

۲. خادمی، ز.۱۳۷۷.بررسی تأثیر زمان مصرف و تقسیط کود نیتروژن بر عملکرد و درصد پروتئین گندم. نشریه فنی خاک و آب، جلد ۱۲شماره ۵.

۳. رجائی ،س.علیخانی،ح.عو رئیسی،ف.۱۳۸۶. اثر پتانسیلهای محرک رشد سویه های بومی ازتوباکتر کروکوکوم روی رشد، عملکرد و جذب عناصر غذائی در گندم . مجله علوم و فنون کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان. شماره۴۱

۴. سدری، م.ح.، و ملکوتی، م.ج.۱۳۷۷.بررسی مصرف آهن، روی و مس در بهبود خصوصیات کمی وکیفی گندم آبی. موسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه فنی. جلد ۱۲ شماره ۵.

۵. گلچین، ا.، ملکوتی، م.ج.۱۳۷۸. نگهداری و پویایی مواد آلی در خاک. نشریه فنی خاک و آب.جلد ۱۳ شماره۱. ۵۲-۴۰.

۶. لطف الهی، م.،و ملکوتی، م.ج. ۱۳۷۶. کاهش مصرف کود نیتروژنه و افزایش پروتئین دانه گندم از طریق محلول پاشی. چکیده مقالات اولین کنگره ملی کاهش مصرف سموم و استفاده بهینه ازکودهای شیمیایی در کشاورزی.دانشکده کشاورزی کرج.

۷. ملکوتی، م.ج.، و نفیسی، م.۱۳۷۱. مصرف کود در اراضی فاریاب و دیم. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس تهران.ایران.

۸. ملکوتی، م.ج.۱۳۷۵.کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در کشور شورای عالی سیاست گذاری کاهش مصرف سموم و استفاده بهینه از کودهای شیمیایی. وزارت کشاورزی. تهران.ایران.

۹. ملکوتی، م.ج.۱۳۷۷. روش جامع تشخیص و مصرف بهینه کودهای شیمیایی.انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ۶۸ صفحه.

۱۰. ملکوتی، م.ج.، و ثواقبی، غ.۱۳۷۸. روش های کاربردی برای کاهش اسید فیتیک در گندم در راستای بهبودکیفیت نان سبوس دار. موسسه تحقیقات خاک و آب.نشریه فنی شماره ۹۹.

۱۱. ملکوتی، م.ج.، و داودی، م.ح.۱۳۷۸. روی درکشاورزی (عنصری فراموش شده در چرخه حیات گیاه،دام و انسان). انتشارات سنا. ۲۰۹ صفحه.

۱۲. ملکوتی، م.ج.۱۳۸۰. مصرف بهینه کود بنیادیترین روش برای ارتقاء کیفی نان‌های تولیدی در کشور (از مزرعه تاسفره).نشریه فنی شماره ۵۲ .نشر آموزش کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی.

13. Abad., J. lioveras., and Michelena; 2002.Nitrogen fertilization and foliar urea effects on durum wheat yiled and quality and on residual soil nitrate in irrigated Mediterranean conditions.F.crop research.87.257-296
14. Alconz, F., Honz, M. and Haby, V.A. 1993 . Nitrogen fertilization timing effect on wheat production, nitrogen uptake efficiency, and residual soil nitrogen. Agron J. 85: 1195-1203.
15. Aulakh, D., Rennhe, A., and Paul, E.A. 1984. the influence of plant residues on the denitrification rates in conventional and zero tilled soils. Soil . sci. soc. Am.J. 48: 790- 794
16. Bansal, R., Takker L., Bhandari, A. L., and Rana, D.S.1990.Critical level of DTPA extractable zn for wheat in alkaline soils of semiarid region of punjab, India. Fer. Res. 21 (3) : 163-166.
17. Brenna, R.F.1992.The effect of zinc fertilizer on take all and the grain yield of wheat grown on zinc-defficient soil of the Esperance region, westwrn Australia. Fertilizer Reseach 31:215- 219
18. Chakmak, I., Ekiz, H., yilmaz, A., Torun, B ., and Braun, H.J. 1996. Zinc deficiency as a criticale problem in wheat production in centeral anatolia. Plant and soil, 180-165-172.
19. Copper, J.L., and Blakeny, A.B. 1990. The effect of two forms of nitrogen fertilizer applied

Archive of SID

www.SID.ir

near anthesis on the grain quality of irrigated wheat .Aust . J. Exp. Agric. 30. 615-619.
20. Costacurta, A., Prines, E., Van Onckelen H., Michields, K., vanderleyden J., and Nuti M.P. 1992. IAA synthesis in azospirillum brasilense Sp6:analysis of a mutant imparied in IAM hydrolase. Symbiosis 13: 151-160.
21. Ekiz, H., Bagei, S.A., kiral, A. S., Eker, S., Gultekin, I., Alkan, A., and Gakmak, I.. 1998. Effects of zinc on the wheat yeild on the zinc defficient calcareous soils. Journal of Plant Nutrition , 21(10) : 2245-2256.
22. Ellen, J., and spiertz, J.H. 1980. Effect of rate and timing of nitrogen dressing on grain yield formation of winter wheat. Fertilizer Reseach 1(3) : 177-190.
23. Elshanshoury, A.R. 1995. Interactions of Azotobacter chrococcum, azospirillum brasilense and streptomyces mutabilis, in relation to their effect on wheat development. J. Agron. Crop. Sci. 175: 119-127.
24. Fiez, T.E., Miller, B.C., and Pan, W.L. 1994. Assessment of spatially variable nirogen Fertilizer management in winter wheat. J. prod. Agric. 7: 86-94.
25. F, Miceli., M.Martin.,G, Zerbi.1992.Yield, quality and Nitrogen Efficiency in Winter Wheat Fertilized whit increasing N levels at different time.J.Ag.Crop Sc.168.337-344
26. Gilick, B.E., Penrose, D., and Wenbo, M. 2001 . Bacterial promotion of plant growth. Biotechnology Advances, 19: 135-138.
27. Grant, A.U., Stobbe, E.H., and Rocz, G.J. 1985. The effect of fall applied N and fertilizer and timing of N application on yield and protein content of winter wheat grown on zero tilled land in Manitoba. Can. J. soil . sci. 65 (u) ; 621-628.
28. George, I. Ghobrial. 1980. Effects of level ,time,and splitting of urea on the yield of irrigated direct seeded rice.J.plant and soil 56.209-215
29. Huggins, D.R., Pan, W.L., and simith, J.L. 1989. Improving yield, percent protien and N use efficiency of no till hard red spring wheat through crop rotation and fall N fertilization. P. 51-56 in proe. Annu.
30. James, E.H., and Paulsen, G.M. 2004. Nitrogen assimilation and protein synthesis in wheat seedlings as affected by mineral nutrition. Plant Physiology. 44(5):636-640.
31. Jagnow, G., Hoeflich, G., and Hoffman, K.H. 1991. Inoculation of non- symbiotic rhizosphere bacteria: possibilities of increasing and stabilizing yield. Angew. Botanik. 65: 97-126.
32. Johnston, A.M., and Fowler, D.B. 1991. No till winter wheat production: response to spring applied nitrogen fertilizer from and placement. Agron. J. 83: 722- 728.
33. Kanungo, P.K, Ramakrishan, B., and Rao, V.R.M. 1997. Placement effect of organic sources on nitrogenase activity and nitrogen fixing bacteria in flooded rice soils.Biol. Fertil. soil. 25: 103-108.
34. Kaya, Y.K., Arisoy, R.Z. and Gocmen, A. 2002. Variation in grain yield and quality traits of bread wheat genotypes by zinc fertilization. Pakistan Journal of Sgronomy 1(4): 142-144.
35. Liin, D.M., and Dorna, J.W. 1984. Effects of water filld pore space on carbon dioxide and nitrous oxideproduction in tilled and non tilled soils. Soil Sei. Soc. Am. J. 48: 1267- 1272.
36. Kader, M.A., Mian, M.H., and Hoque, M.S. 2002. Effects of azotobacter inoculant on the yield and nitrogen uptake by wheat. Online Journal of Biological Sciences 2(4) 250-261.
37. Manske, G.B., Luttger, A., Behle, R.K., vlek, P.G., and Cimmit, M. 2000. Enhancement of mycorrhiza (VAM) infection, nutrient efficiency and plant growth by azotobacter chroococcum in wheat. Plant Breeding Bi. 78-83.
38. Mariana, A., Melay, A., Hernan, E., Echeverriab, S., Lopeza, C., Gullermo S., Fernand, A., and Barbara, N.O. 2003. Timing of nitrogen fertilization in wheat under conventional and no tillage system. Agronomy Journal 95:1525-1531.
39. Martinez-Toledo, M.V., Gonzalez-Lopez, T.DL.; and Moreno, J. 1988. Effect of

Archive of SID

www.SID.ir

inoculation with azotobacter chroococcum on nitrogenase activity of zea mays root grown in agricultural soil under aseptic and non sterile conditions. Bio. Fertile. Soil 6:170-173
40. Meshram, S.U., and Shende, S.T. 1982. Response of maize to azotobacter chroococcum. Plant and Soil. 69:265-273
41. Micheline.Ayoub.,S.grertin.,D.L.smith.1994.Nitrogen fertilizer rate and timming effect on Bread Wheat Protein in Eastern Canada.J.Ag.174.337-349
42. Michael j.Ottmana T.2000.wheat DurumGrain Quality as effected by nitrogen fertilization near antehsis and irrigation during grain fill.agronomy journal.92:1053-1041
43. Nieto, K.F., and Frankenberger, W.T. 1991. Influence of adenine, isopentyl alcohol and azotobacter chroccoccum on the vegetative growth if zea mays. Plant Soil. 135: 213-221.
44. Neilsen, D., Parchumchuck, P., and Hogue, E.J. 1998. Using soil solution monitoring to determin the effects of irrigation management and fertigation on nitrogen availability in high density apple orchard. J. Amer. Soc. Hort. Sci . 123(4): 706- 713
45. Shigero.takahashi.,MuhuddinR.Anwar and Sharon .devera.2002.Effects of Compost and Nitrogen Fertilizer on wheat nitrogen use in Japanese Soil.A.J.99.1151-1157
46. Rai, S.N., and Gaur, A.C. 1988. Characterization of azotobacter SPP. and effect of azotobacter and azospirillum as inoculant on the yield and N uptake of wheat crop. Plant and Soil 109:131-134
47. Ram,G., ; and Chandraker, B.V.S.1985. Influence of azotobacterization in presence of fertilizer nitrogen in the yield of wheat. Indian Soc. Soi. Sci. 33:424-426
48. Raun, W.R., and Johnson, G.V. 1999. Improving nitrogenous efficiency for cereal production. Agronomy Journal 9: 357- 363.
49. Rengel, Z., and Graham, R.D. 1995. Importance of seed zn content for wheat on zinc deficient soil. Plant and Soil. 173: 267-274.
50. Roth, G.W., and Marshall, H.G. 1987. Effects of timing of nitrogen fertilization and a fungicide on soft red winter wheat. Agronomy Journal. 79: 197-200.
51. Olsen, R.A., and Kurtz, T. 1982. Crop N requirements, utilization and fertilization. P. 567-604. In F. J. Stevenson. Nitrogen in agricultural soils. Agronomy Monoger. 22. ASA, CSSA, and SSSA Madison WI.
52. Tilak, K.V. B. R. and *et al*. 1982. Azospirillum brasilense and Azotobacter chroococcunm effect of maize and sorghum. Soil Biol. Biochem. 14:417-418
53. Torun, A. I., Gultekin, M., Kalayci and *et al*.; 2001.Effects of zinc fertilization on grain yield and shoot concentration of zinc,boron,and phosphorus,of 25wheat cultivars grown on a zinc- deficient and boron- toxic soil.plant nutrition.1817-1829
54. vaughan, B., westfall, P.G., and Barbarick, K.A. 1990. Nitrogen rate and timing effects on winter wheat grain yield, grain protein and economics I. Prod . Agric . 3: 324-328.
55. Yahlom, E.K. and Okon, y. 1984. Response of setaria italica to inoculation with azospirillum brasilense as compared to azetobacter chroocoum. Plant Soil 82: 77-85.
56. Yilmaz, Cakmak.1997.Effect of different zinc application methods on grain yield and zinc concentration in wheat cultivars grown on zinc deficient calcareous soils,j.plant Nutr.20(4),460- 471

Archive of SID

www.SID.ir