Archive of SID

نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار
جلد یازدهم، شماره دوم، ۱۴۰۰
۱۴۳-۱۵۸
http://ejsms.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/ejsms.2021.18578.1992
(مقاله کامل علمی- پژوهشی)

اثر کودهای آلی و شیمیایی بر رشد، عملکرد و اسانس گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis* L.)

عسکر قنبری عدیوی*[1]، سینا فلاح[2]، مجتبی کریمی[3] و زهرا لری گوئینی[4]

[1]دانشجوی دکتری گروه زراعت، دانشگاه شهرکرد، [2]استاد گروه زراعت، دانشگاه شهرکرد،
[3]استادیار گروه زراعت، دانشگاه شهرکرد، [4]دانشیار پژوهشکده علوم پایه سلامت، دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۹/۰۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۱۶

چکیده

سابقه و هدف: کودهای آلی منبع ارزشمندی برای تغذیه گیاهان در اکوسیستم‌های کشاورزی به شمار می‌روند، زیرا علاوه بر داشتن عناصر غذایی می‌توانند به افزایش سطح ماده آلی خاک‌ها نیز کمک نمایند که در اراضی مناطق خشک و نیمه خشک می‌تواند نقص کمبود مواد آلی خاک را به‌خوبی جبران نماید. از طرفی، به‌کارگیری کودهای آلی در کشت گیاهان دارویی به علت سطح زیرکشت محدود این گیاهان و هم‌چنین کاهش اتکا به کودهای شیمیایی اولویت بیش‌تری دارد. بنابراین در این آزمایش اثرات کودهای آلی و شیمیایی بر رشد، عملکرد و اسانس گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis* L.) مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سایت کشت الگویی گیاهان دارویی جهاد کشاورزی کوهرنگ (با متوسط بارندگی ۱۳۵۷ میلی‌متر و کمینه و بیشینه دما ۲/۸ و ۱۶/۲ سلسیوس) در سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل کود مرغی با سه سطح کارایی جذب نیتروژن (به ترتیب ۱۰۰، ۷۰ و ۴۰ درصد؛ PM_{100}، PM_{70}، PM_{40})، کود گوسفندی با سه سطح کارایی جذب نیتروژن (به ترتیب ۱۰۰، ۷۰ و ۴۰ درصد؛ SM_{100}، SM_{70}، SM_{40}))، کود گاوی با سه سطح کارایی جذب نیتروژن (به ترتیب ۱۰۰، ۷۰ و ۴۰ درصد؛ CM_{100}، CM_{70}، CM_{40}) و هم‌چنین یک تیمار کود شیمیایی (۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار + ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار) به عنوان شاهد مثبت (CF) و عدم مصرف کود (C) به عنوان شاهد منفی و در مجموع با ۳۳ کرت آزمایشی بودند. صفات اندازه‌گیری‌شده شامل رنگیزه‌های فتوسنتزی، شاخص سطح برگ، زیست‌توده گیاهی، میزان اسانس و عملکرد اسانس بودند. آنالیز داده‌ها به‌وسیله نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون LSD انجام شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد در چین اول (۴ تیر ماه) بیش‌ترین میزان کلروفیل a و b به ترتیب در شرایط تغذیه با PM_{40} و CF مشاهده شد. زیست‌توده اندام هوایی تیمارهای PM_{40}؛ PM_{70}، PM_{100} و CF به ترتیب با ۳۷۶۰، ۳۶۷۲، ۳۶۳۲ و ۳۵۷۶ کیلوگرم در هکتار بدون اختلاف معنی‌دار در گروه آماری قرار گرفته و دارای حداکثر زیست‌توده بودند. بیش‌ترین میزان اسانس در تیمارهای PM_{40}، CF و PM_{70} به ترتیب با ۱/۴۹، ۱/۳۳ و ۱/۳ درصد به‌دست آمد ولی حداکثر عملکرد اسانس با کودهای PM_{40}، PM_{70}، CF و PM_{100} به‌دست آمد (به ترتیب با ۵۶/۳، ۴۷/۸، ۴۷/۳ و ۴۳/۸

* مسئول مکاتبه: askarghanbariodivi@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

کیلوگرم در هکتار). در چین دوم (۱۵ شهریور ماه) تیمارهای PM_{40}، CF، CM_{40} و SM_{40} به ترتیب با ۷/۶، ۷/۲، ۷/۱ و ۶/۹ میکروگرم در میلی‌لیتر دارای بیش‌ترین کلروفیل a و تیمارهای CF، PM_{40} و PM_{70} به ترتیب با ۶/۸، ۶/۷ و ۶/۵ میکروگرم در میلی‌لیتر دارای بیش‌ترین کلروفیل b بودند. بالاترین زیست‌توده اندام هوایی در شرایط تغذیه با PM_{40} و PM_{70} مشاهده گردید (به ترتیب با ۲۸۰۱ و ۲۷۴۶ کیلوگرم در هکتار). میزان اسانس تیمارهای کودی در مقایسه با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت ولی PM_{40} و PM_{70} به ترتیب با تولید ۵۰/۷ و ۴۳/۶ کیلوگرم در هکتار دارای حداکثر عملکرد اسانس بودند.

نتیجه‌گیری: در این مطالعه با توجه به تولید حداکثری زیست‌توده گیاهی در سطوح مختلف کود مرغی و هم‌چنین برتری عملکرد اسانس این سطوح طی چین اول و PM_{40} و PM_{70} در چین دوم، نتیجه‌گیری می‌شود که سطح متوسط کود مرغی برای رشد زوفا و تولید اسانس مناسب است. بنابراین می‌توان از کود مرغی به عنوان جایگزین کود شیمیایی برای تولید گیاه دارویی زوفا در شرایط آب و هوایی مشابه کوهرنگ استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: اسانس، زوفا، فتوسنتز، کارایی کود، کودهای دامی

مقدمه

گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis* L.) از خانواده نعناء و یکی از مهم‌ترین گونه‌های گیاهی است (۲۱) که بومی جنوب‌غربی آسیا و جنوب اروپا بوده و در بسیاری از کشورهای جهان نیز رشد می‌کند. به‌دلیل رایحه کافور و طعم تلخ آن اغلب به‌عنوان ادویه آشپزخانه استفاده می‌شود (۸). این گیاه کاربرد زیادی در طب سنتی و مدرن دارد و به عنوان یک ماده خلط‌آور، ادرارآور، اشتهاآور، درمان‌کننده عوارض گوارشی، التهاب حنجره، آسم، برونشیت، تبخال و بهبود سریع زخم کاربرد دارد (۱۴). زوفا در طب سنتی ایران یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی است که از قسمت‌های هوایی آن برای آسم، برونشیت و سرفه، زخم، مسکن، ضدعفونی‌کننده و ضدمیکروبی استفاده می‌شود (۳). این گیاه خشکی‌پسند است و به‌خوبی به خشکسالی و شرایط کم‌بارش سازگار می‌باشد (۱۵)، بنابراین می‌تواند در شرایط خشک و نیمه‌خشک گیاه مناسبی برای سیستم‌های زراعی به‌شمار رود.

اهمیت تولید داروهای گیاهی همراه با حفظ محیط زیست از مواردی است که مورد توجه کشاورزان، پژوهشگران و سیاست‌گذاران قرار گرفته است (۱۹). آلودگی‌های ناشی از استفاده بیش از حد کودهای شیمیایی و انواع نهاده‌های دیگر بحث اول مجامع محیط زیستی و کشاورزی است. از طرف دیگر استفاده از کودهای دامی را قلب کشاورزی پایدار در دنیا می‌توان قلمداد کرد. زیرا عمده زمین‌های کشاورزی کشور به شدت دچار کمبود ماده آلی هستند و در دسته اراضی فقیر قرار دارند. کشت و کارهای پی‌درپی، عدم توجه به مسائل آیش و تناوب، عدم مصرف بقایای گیاهی در زمین و هم‌چنین عدم مصرف کودهای دامی و سبز همه باعث این فقر شده‌اند (۱۱). پژوهش‌ها نشان می‌دهد که استفاده بیش از حد کودهای شیمیایی، عملکرد گیاهان زراعی را کاهش می‌دهد. این کاهش می‌تواند دلایل مختلفی از اسیدی شدن خاک، کاهش فعالیت بیولوژیکی خاک، کاهش ویژگی‌های فیزیکی خاک، عدم وجود عناصر کم‌مصرف در کودهای شیمیایی پرمصرف باشد. (۲، ۲۵).

مواد آلی به علت اثر مفیدی که بر ویژگی‌های

www.SID.ir

Archive of SID

فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و حاصلخیزی خاک دارند، یکی از ارکان مهم باروری خاک محسوب می‌شوند. کودهای آلی باعث افزایش ماده آلی خاک می‌شوند و به سبب بهبود ویژگی‌های شیمیایی خاک مانند pH، ظرفیت تبادل کاتیونی و افزایش فعالیت ریزجانداران و میزان دسترسی به مواد غذایی، باعث افزایش باروری خاک می‌شوند (۲۲).

کودهای دامی اگر به شکل صحیح مصرف شوند سبب تغییرات چشمگیر در کیفیت زمین مانند حفظ عناصر غذایی در خاک، اصلاح pH، اصلاح ساختمان خاک، نفوذپذیری بهتر، تأمین عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف می‌شوند. مصرف این کودها در مزارع از یک طرف سبب کاهش کم‌تر کودهای شیمیایی و از سوی دیگر با حذف منابع آلودگی در اطراف دامپروری‌ها سبب کاهش مشکلات آلایندگی آنان می‌شوند (۲٦).

با توجه به مرکز ثقل بودن ریشه گیاه هر گونه تغییر در مدیریت حاصلخیزی خاک از طریق مصرف نهاده‌های دامی مانند کودهای دامی باعث بهبود ویژگی‌های خاک می‌گردد که علاوه بر افزایش رشد و عملکرد سبب پایداری بوم‌نظام کشاورزی در درازمدت می‌گردد (۱٦).

صالحی و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که کاربرد کود مرغی سبب افزایش عملکرد گیاه دارویی گندم سیاه در مقایسه با کود شیمیایی (اوره و سوپر فسفات تریپل) گردید (۲۳). ابوالمجد و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که استفاده از کود مرغی در مقایسه با شاهد عملکرد دانه گیاه رازیانه را به میزان ٤٥ درصد افزایش داد (۱).

ژائو و همکاران (۲۰۱۹) در بررسی اثر جایگزینی کودهای دامی و کودهای شیمیایی بر خاکدانه و ترکیب نیتروژن و کربن خاک‌های ورتیسویل[1] به این نتیجه رسیدند که مصرف کودهای دامی از طریق افزایش خاکدانه‌های بزرگ و افزودن نیتروژن و کربن آلی (۳۰) می‌تواند شرایط رشد را برای توسعه ریشه و جذب بهتر آب و عناصر غذایی توسط گیاه فراهم نماید (۲۲).

علیزاده و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که مقدار نیتروژن آزاد شده از کود دامی در سال اول بخش کوچکی از نیتروژن آن است، از این‌رو برای تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه باید مقادیر زیادی از کود دامی مصرف شود (٦). اقبال و همکاران (۲۰۰٤) گزارش کردند که در سال اول کاربرد کود گاوی ٤۰ درصد و در سال‌های بعدی ٦۰ درصد از نیتروژن آن برای گیاه ذرت قابل‌دسترس می‌باشد. (۱۰). آزمایش‌های موجود بیانگر این واقعیت هستند که آزادسازی نیتروژن از کودهای آلی نسبت به کود شیمیایی مانند اوره به‌تدریج و آرام صورت می‌گیرد، به‌طوری‌که اثر اقتصادی کود دامی پس از چهار سال و اثر فیزیکی آن تا هفت سال هم قابل مشاهده است (٦).

از آن‌جاکه میزان معدنی‌شدن نیتروژن آلی در کودهای دامی متفاوت است (٦) و در سال اول بخشی از نیتروژن معدنی می‌شود که برای گیاه قابل استفاده است و بقیه در سال‌های بعدی معدنی می‌شود. از طرفی کودهای دامی علاوه بر نیتروژن می‌توانند بر میزان و شرایط جذب سایر عناصر غذایی، رطوبت خاک و مواد تحریک‌کننده رشد نیز مؤثر باشند. بنابراین در این آزمایش با در نظر گرفتن دامنه‌ای از کارایی معدنی شدن (از ۱۰۰ تا ٤۰ درصد) کودهای آلی در کشت گیاه دارویی زوفا اثرات آن‌ها بر میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی، شاخص سطح برگ، زیست‌توده گیاهی، میزان اسانس و عملکرد اسانس در مقایسه با کود شیمیایی مورد ارزیابی قرار گرفت.

1- Vertisoil

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی کارایی مصرف کودهای دامی (گاوی، گوسفندی و مرغی) در گیاه دارویی اسانس‌دار زوفا آزمایشی مزرعه‌ای در سایت الگویی گیاهان دارویی جهاد کشاورزی شهرستان کوهرنگ (طول و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی و ۵۰ درجه و ۱۶ دقیقه شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۲۲۳۴ متر) طی سال ۱۳۹۷ تا ۱۳۹۸ اجرا شد آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد تیمارهای آزمایشی شامل سه سطح کود گاوی به‌ترتیب با کارایی ۱۰۰، ۷۰ و ۴۰ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه، سه سطح کود گوسفندی به ترتیب با کارایی ۱۰۰، ۷۰ و ۴۰ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه، سه سطح کود مرغی به ترتیب با کارایی ۱۰۰، ۷۰ و ۴۰ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه، تیمار کود شیمیایی بر اساس ۱۰۰٪ نیتروژن مورد نیاز (نیتروژن + فسفر) و تیمار بدون کود نیتروژن (شاهد) و در مجموع ۳۳ کرت آزمایشی بود. ویژگی‌های شیمیایی کودهای دامی مورد استفاده در جدول ۱ مشاهده می‌شود.

جدول ۱- ویژگی‌های شیمیایی کودهای دامی مورد استفاده.

Table 1. Chemical properties of livestock manures used.

ویژگی Parameter	واحد Unit	کود مرغی Poultry manure	کود گوسفندی Sheep manure	کود گاوی Cattle manure
pH*	-	6.71	7.92	7.9
EC*	dS/m	4.75	4.38	1.98
OC	%	31.2	17.5	19.5
N	%	4.5	2.64	2.32
P	%	1.71	0.59	0.56
K	%	0.98	1.25	0.62
Fe	mg/kg	1475	3812	1718
Zn	mg/kg	425	120	206
Cu	mg/kg	117	28.1	51.72
Mn	mg/kg	493	331	220

* pH و EC در عصاره ۱ به ۱۰ تهیه شد.

* pH and EC were prepared in the extracts 1:10.

هر کرت آزمایشی شامل ۶ خط کاشت به طول ۳ متر و فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر بود. سطوح کودی این پژوهش پس از تعیین میزان کود نیتروژن آن‌ها مشخص گردید. به‌طوری‌که ابتدا ترکیب شیمیایی هر یک از کودهای دامی مورد استفاده در آزمایشگاه تعیین شد و سپس بر اساس میزان نیتروژن موجود در کود دامی و کارایی معدنی‌شدن آن مطابق تیمارهای مربوطه (۴۰، ۷۰ و ۱۰۰ درصد) مقادیر کود دامی به‌صورت کیلوگرم در مترمربع جهت هر کرت آزمایشی انجام شد. مقدار کود مصرفی برای تیمارهای PM_{100}، PM_{70} و PM_{40} به‌ترتیب ۲/۲۲، ۳/۱۷ و ۵/۵۶ تن در هکتار؛ برای تیمارهای SM_{100}، SM_{70} و SM_{40} به ترتیب ۳/۷۹، ۵/۴۱ و ۹/۴۷ تن در هکتار؛ و تیمارهای CM_{100}، CM_{70} و CM_{40} به ترتیب ۴/۳۱، ۶/۱۶ و ۱۰/۷۸ تن در هکتار بود.

www.SID.ir

Archive of SID

در تیمار کود شیمیایی میزان نیتروژن (براساس ۱۰۰ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه) و فسفر هر کدام ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب از منبع کود اوره و کود سوپرفسفات تریپل استفاده شد. با توجه به کافی بودن میزان پتاسیم خاک (جدول ۲)، کود پتاسیم استفاده نشد.

جدول ۲- ویژگی‌های خاک مزرعه مورد آزمایش.

Table 2. Soil properties of experimental field.

بافت خاک Soil textre	pH	EC (dS/m)	کربن آلی Organic carbon (%)	نیتروژن کل Total nitrogen (%)	فسفر قابل‌دسترس Availabe phosphorus (mg/kg)	پتاسیم قابل‌دسترس Available potassium (mg/kg)
رسی Clay	7.75	0.76	0.76	0.08	8	320

برای کاشت ابتدا نشا گیاه زوفا از شرکت گیاهان دارویی چویلان تهیه شد و سپس در اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۷ در کرت‌های آزمایشی آماده شده کاشته شدند. آبیاری گیاهان به‌وسیله تیپ و بر اساس شرایط محیطی انجام گردید. وجین علف‌های هرز به‌صورت دستی انجام شد. از آن‌جا که استقرار گیاهان چندساله در سال اول انجام می‌شود و رشد این گیاهان در سال اول نیز کم است، تیمارهای کودی در اول اردیبهشت سال دوم اعمال شد.

در تاریخ ۲۸ خرداد ۱۳۹۸ با نمونه‌گیری از سرشاخه گیاه، اندازه‌گیری مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی شامل کلروفیل a، b، کلروفیل کل و کارتنوئید با استفاده از روش لیچنتالر[1] (۱۹۸۷) انجام شد. برای این منظور ۰/۲ گرم از برگ‌های فریز شده انتهای گیاه با ۱۵ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد سائیده شده و پس از صاف کردن جذب آن‌ها با اسپکتروفتوتر در طول موج‌های ٦٤٦/٨، ٦٦٣/٢ و ٤٧٠ نانومتر خوانده شد و غلظت رنگیزه‌ها بر حسب میکروگرم بر میلی‌لیتر وزن تر محاسبه گردید (۱۷).

$$Chl_a\ (\mu g/ml) = 12.25\ A_{663.2} - 2.79\ A_{646.8}$$

$$Chl_b(\mu g/ml) = 21.21\ A_{646.8} - 5.1\ A_{663.2}$$

$$Total\ Chl\ (\mu g/ml) = 7.15\ A_{663.2} + 18.71\ A_{646.8}$$

$$Carotenoid\ (\mu g/ml) = (1000(A_{470}) - 1.8(Chla) - 85.02(Chlb))/198$$

در تاریخ ٤ تیرماه (چین اول) و ۱۵ شهریورماه (چین دوم) گیاهان از سطح زمین قطع شد و سپس سطح برگ به‌وسیله نرم‌افزار دیجی‌مایزر[2] اندازه‌گیری شد و شاخص سطح برگ محاسبه شد (۱۸). هم‌چنین مقدار ۱/۵ مترمربع از هر کرت آزمایشی با رعایت اثرات حاشیه‌ای برداشت و پس از سایه خشک کردن به عنوان زیست‌توده گیاهی محاسبه گردید. با استفاده از رابطه زیر شاخص سطح برگ محاسبه شد (۱۸).

$$LAI = (LA / DG)$$

1- Lichtenthaler
2- Digimizer

www.SID.ir

Archive of SID

جهت اندازه‌گیری میزان اسانس (به روش حجمی)، ۱۰۰ گرم از سرشاخه‌های گلدار گیاه در زمان گلدهی، پس از خشک شدن کامل در سایه، آسیاب شده، جهت استخراج اسانس توسط دستگاه کلونجر[1] و با روش تقطیر با آب به‌مدت ۲ ساعت در یک مرحله مورد استفاده قرار گرفت (۱۲).

عملکرد اسانس از حاصل ضرب محتوای اسانس گیاهان در وزن خشک مربوطه محاسبه شد (۲۲). آنالیز واریانس داده‌های مستخرج شده در این آزمایش توسط نرم‌افزار SAS-9 و مقایسه میانگین آن توسط آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد بین تیمارهای کودی در هر دو چین از لحاظ میزان کلروفیل a اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد وجود دارد. در چین اول بیش‌ترین میزان کلروفیل a در تیمار PM_{40} با ۹/۷ میکروگرم در میلی‌لیتر گزارش گردید (جدول ٤). در چین دوم نیز تیمارهای PM_{40}، CM_{40} و SM_{40} به ترتیب با ۷/٦، ۷/۱ و ٦/۹ میکروگرم در میلی‌لیتر بیش‌ترین میزان کلروفیل a را گزارش کردند و با تیمار کود شیمیایی فاقد اختلاف معنی‌دار بودند و بنابراین از این لحاظ می‌توانند جایگزین کود شیمیایی باشند (جدول ٤). میزان کلروفیل موجود در برگ معیاری مهم در سلامتی گیاه و وضعیت رشد آن و شاخصی از فعالیت فتوسنتزی برگ می‌باشد (۵). با افزایش مصرف نیتروژن، جذب آن توسط ریشه‌ها بیش‌تر شده و در نتیجه منجر به افزایش رشد رویشی و تولید برگ‌های بیش‌تر می‌گردد. در واقع افزایش تعداد برگ‌ها به منزله افزایش سطح جذب نوری و سطح فتوسنتز گیاه است (۲٤). در پژوهشی بر روی گیاه دارویی بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) در بین سه کود شیمیایی، دامی و کمپوست زباله شهری، کود شیمیایی از بیش‌ترین کارایی نسبت به دو نوع دیگر در افزایش میزان کلروفیل a و b برخوردار بود (۷) دلیل این افزایش را می‌توان در بالا بودن ترکیبات با ساختار نیتروژنه دانست، از این رو استفاده از نیتروژن و کودهای با میزان نیتروژن بالا تا حد زیادی می‌تواند سبب افزایش میزان کلروفیل برگ در گیاه شود (۲۲). در بین کودهای دامی مصرفی با توجه به نتایج تجزیه شیمیایی در جدول ۱، بیش‌ترین میزان نیتروژن مربوط به کود مرغی بود (٤/۵ درصد) و میزان نیتروژن کودهای گوسفندی و گاوی به ترتیب ۲/٦٤ و ۲/۳۲ درصد بود. حال این میزان نیتروژن در تیمار با کارایی ۱۰۰ درصد است و با کارایی ۷۰ و ٤۰ درصد میزان نیتروژن به ترتیب به ٦/٤۳ و ۱۱/۲۵ می‌رسد که می‌توان دلیلی بر افزایش میزان کلروفیل a در PM_{40} باشد. بررسی جداگانه سطوح هر کود نیز حاکی است که بیش‌ترین میزان کلروفیل در هر نوع کود دامی در کارایی ٤۰ درصد آن کود حاصل شد. به‌طور مثال در تیمارهای کود مرغی بیش‌ترین میزان کلروفیل a در تیمار کود مرغی با راندمان ٤۰ درصد با ۹/۷ میکروگرم در میلی‌لیتر، در بین تیمارهای کود گوسفندی بیش‌ترین میزان کلروفیل a در تیمار کود گوسفندی با راندمان ٤۰٪ با ۷/٤۵ میکروگرم در میلی‌لیتر و در تیمار کود گاوی نیز به همین صورت بیش‌ترین میزان کلروفیل a در تیمار کود گاوی با راندمان ٤۰ درصد با ۸/۰۱ میکروگرم در میلی‌لیتر ثبت شد. در مورد تیمار کود شیمیایی با توجه به این‌که نیتروژن مورد نیاز گیاه به راحتی تامین می‌شود و هم‌چنین با نگاهی به نقش کلیدی نیتروژن در ساختار کلروفیل‌ها مشاهده شد که تیمار کود شیمیایی نیز در چین دوم دسته تیمارهای برتر قرار گرفت و می‌توان کودهای دامی که در یک گروه آماری قرار گرفته‌اند را جایگزین مناسبی برای کود شیمیایی دانست.

1- Clevenger

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر تیمارهای کودی بر رنگدانه‌های فتوسنتزی گیاه زوفا.

Table 3. Analysis of variance (mean squares) the effect of fertilizer treatments on photosynthetic pigments of hyssop.

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	کلروفیل a Chlorophyll a		کلروفیل b Chlorophyll b		کلروفیل کل Total chlorophyll		کارتنوئیدها Carotenoids	
		چین اول First cutting	چین دوم Second cutting	چین اول First cutting	چین دوم Second cutting	چین اول First cutting	چین دوم Second cutting	چین اول First cutting	چین دوم Second cutting
تکرار Replication	2	0.279 ns	0.300 ns	0.534 ns	0.653 ns	0.466 ns	1.742 ns	0.0513 ns	0.040 ns
تیمار کودی Fertilizer treatment	10	5.231 **	2.370 **	2.783 **	3.386 **	14.188 **	9.748 **	0.0512 ns	0.254 **
خطای آزمایشی Error	20	0.136	0.697	0.070	0.692	0.233	1.424	0.061	0.068
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	5.01	13.46	6.96	15.95	4.32	10.45	17.6	11.08

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, * and ** are non-significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

جدول ٤- مقایسه میانگین رنگیزه‌های فتوسنتزی زوفا تحت‌تأثیر منابع کودی مختلف.

Table 4. Comparison of mean photosynthetic pigments of hyssop affected by different fertilizer sources.

تیمار کودی Fertilizer treatment	کلروفیل a Chlorophyll a		کلروفیل b Chlorophyll b		کلروفیل کل Total chlorophyll		کارتنوئیدها Carotenoids	
	(µg/ml)							
	چین اول First cutting	چین دوم Second cutting	چین اول First cutting	چین دوم Second cutting	چین اول First cutting	چین دوم Second cutting	چین اول First cutting	چین دوم Second cutting
PM_{100}	8.7 b	5.8 abc	4.5 b	5.0 abc	13.1 ab	10.8 bcd	1.47 a	2.3 abc
PM_{70}	6.3 ef	5.6 bc	3.3 cde	6.5 ab	9.6 ef	12.1 abc	1.45 a	2.5 ab
PM_{40}	9.7 a	7.6 a	4.5 b	6.7 a	14.2 a	14.4 a	1.32 a	2.5 ab
SM_{100}	6.7 de	5.0 c	3.1 de	4.4 c	9.8 e	9.4 cd	1.5 a	2.4 ab
SM_{70}	5.7 f	6.1 abc	3.0 e	4.6 bc	8.6 fg	10.7 bcd	1.15 a	2.5 ab
SM_{40}	7.5 cd	6.9 abc	3.7 c	5.3 abc	11.2 d	12.2 abc	1.28 a	2.0 bc
CM_{100}	6.4 ef	5.0 c	3.5 cde	4.1 c	9.9 e	9.1 d	1.36 a	2.4 ab
CM_{70}	7.6 c	6.2 abc	4.9 b	4.7 bc	12.5 bc	10.9 bcd	1.64 a	2.5 ab
CM_{40}	8.0 bc	7.1 ab	3.7 cd	5.6 abc	11.7 cd	12.7 ab	1.33 a	1.7 c
CF	8.7 b	7.2 ab	5.5 a	6.8 a	14.2 a	14.0 a	1.46 a	2.2 abc
Control	5.7 f	5.7 abc	2.2 f	3.7 c	7.9 g	9.4 cd	1.5 a	2.7 a

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند. PM_{100}، PM_{70}، PM_{40}: کود مرغی به‌ترتیب با کارایی ۱۰۰، ۷۰ و ٤۰ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه؛ SM_{100}، SM_{70}، SM_{40}: کود گوسفندی به ترتیب با کارایی ۱۰۰، ۷۰ و ٤۰ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه؛ CM_{100}، CM_{70}، CM_{40}: کود گاوی به ترتیب با کارایی ۱۰۰، ۷۰ و ٤۰ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه؛ CF: کود شیمیایی، Control: بدون کود.

In each column, the means with at least one similar letter based on LSD test are not significantly different. PM_{100}, PM_{70}, PM_{40}: Poultry manure with efficiency of 100, 70 and 40% of plant nitrogen requirement, respectively; SM_{100}, SM_{70}, SM_{40}: Sheep manure with efficiency of 100, 70 and 40% of plant nitrogen requirement, respectively; CM_{100}, CM_{70}, CM_{40}: Cattle manure with efficiency of 100, 70 and 40% of plant nitrogen requirement, respectively; CF: Chemical fertilizer, Control: No fertilizer.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج تجزیه واریانس نشان از اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد در بین تیمارهای کودی از لحاظ صفت کلروفیل b در هر دو چین داشت (جدول ۳). در چین اول بیش‌ترین میزان کلروفیل b در تیمار CF با ۵/۵ میکروگرم در میلی‌لیتر گزارش گردید. ولی در چین دوم بیش‌ترین میزان کلروفیل b سطوح مختلف کود مرغی و هم‌چنین کارایی ۴۰ درصد سایر کودهای دامی با تیمار کود شیمیایی اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ٤). این نتیجه نشان می‌دهد که طی چین اول معدنی‌شدن کودهای دامی به‌خصوص کودهای گوسفندی و گاوی با نیاز نیتروژن گیاه را به‌خوبی تأمین نکرده است و به همین دلیل میزان کلروفیل b در مقایسه با کود شیمیایی کم‌تر است. اما در چین دوم وجود زمان کافی موجب افزایش فراهمی نیتروژن معدنی (٦) و در نتیجه بهبود وضعیت کلروفیل در تیمارهای کود دامی شده است.

بررسی نتایج حاصل از تجزیه واریانس بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد بین تیمارهای کودی مورد آزمایش در صفت کلروفیل کل در هر دو چین برداشت بود (جدول ۳). در چین اول بیش‌ترین میزان کلروفیل کل در تیمارهای کود PM_{40}، CF و PM_{100} به‌ترتیب با ١٤/٢، ١٤/٢ و ١٣/١ میکروگرم در میلی‌لیتر بود. هم‌چنین در چین دوم تیمارهای PM_{40}، CF، CM_{40} SM_{40} و PM_{70} به‌ترتیب با ١٤/٤، ١٤، ١٢/٧، ١٢/٢ و ١٢/١ میکروگرم در میلی‌لیتر بدون اختلاف معنی‌دار در یک گروه آماری قرار گرفتند که نسبت به سایر تیمارها برتری معنی‌دار داشتند (جدول ٤). ورود مواد آلی به خاک باعث بهبود جذب سایر عناصر غذایی توسط گیاهان شده که این امر نیز می‌تواند میزان فتوسنتز گیاه و در نتیجه فراهم نمودن سوبسترا برای شرکت نیتروژن در ساختارهای گیاه مانند کلروفیل‌ها فراهم سازد (۱۲).

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان از عدم وجود اختلاف معنی‌دار در بین تیمارهای مورد آزمایش بر میزان کارتنوئید در چین اول داشت در حالی‌که در چین دوم در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۳). به‌طوری‌که در چین دوم بیش‌ترین میزان کارتنوئیدها در تیمار شاهد با ۲/۷ میکروگرم در میلی‌لیتر مشاهده شد (جدول ٤). دسترسی اندک به نیتروژن در تیمار شاهد دلیل افزایش کارتنوئیدها برای جبران بخشی از کارکرد کلروفیل‌ها برگ این تیمار می‌باشد.

در هر دو چین شاخص سطح برگ زوفا تحت‌تأثیر تیمار کودی قرار گرفت (جدول ۵). در چین اول تیمارهای PM_{40}، SM_{40} و PM_{70} به ترتیب با ٤/٦، ۳/۷ و ۳/۵ بدون اختلاف معنی‌دار با تیمار CF در گروه آماری برتر قرار گرفتند. در چین دوم نیز دو تیمار PM_{40} و PM_{70} بیش‌ترین میزان شاخص سطح برگ (به ترتیب با ٤/٠ و ۲/۷) را ثبت کردند (جدول ٦). به‌نظر می‌رسد جذب نیتروژن بیش‌تر در این تیمارها سبب افزایش سطح برگ گردیده است. بالا بودن میزان کلروفیل a و کلروفیل کل در در تیمارهای PM_{40}، CF و SM_{40} می‌تواند دلیلی بر افزایش سطح برگ در همین تیمارها نسبت به سایر تیمارهای مورد آزمایش باشد. علاوه بر این، افزایش سطح برگ به احتمال زیاد می‌تواند به‌دلیل بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیک خاک باشد که از محاسن استفاده از کودهای دامی است و در نتیجه آن گیاه آب و املاح غذایی را به راحتی از خاک جذب کرده و به مصارف حیاتی خود می‌رساند. یاداو و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که شاخص سطح برگ گیاه

www.SID.ir

Archive of SID

اسفرزه تحت تیمارهای کود آلی افزایش معنی‌داری داشتند و هم‌چنین متذکر شدند که بهبود توسعه ریشه، جذب عناصر غذایی و به تبع آن افزایش فتوسنتز و ساخت مواد در افزایش رشد عمومی گیاه تحت تیمارهای تغذیه ارگانیک نقش تعیین‌کننده‌ای می‌تواند داشته باشد (۲۹). دلفین و همکاران (۲۰۰۵) گزارش نمودند که نیتروژن یک عنصر تعیین‌کننده در تغذیه، رشد و عملکرد گیاه محسوب می‌شود، به‌طوری‌که میزان نیتروژن قابل‌دسترس برای گیاه می‌تواند میزان پروتئین دانه، محتوی کلروفیل برگ و اندازه و حجم پروتوپلاسم سلولی را افزایش دهد و هم‌چنین سطح برگ، فعالیت فتوسنتزی را تحت‌تأثیر قرار دهد (۹). بالا بودن شاخص سطح برگ در تیمار کود شیمیایی به احتمال زیاد می‌تواند به‌دلیل بهبود شرایط جذب عناصر غذایی در خاک (۲۰) و تأثیر این عناصر به‌خصوص نیتروژن بر افزایش رشد رویشی گیاه باشد که منتج به افزایش تعداد و سطح برگ‌های گیاه شده است (۲۷).

جدول ۵- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای کودی بر شاخص سطح برگ، زیست‌توده اندام هوایی و تولید اسانس گیاه زوفا.

Table 5. Analysis of variance of the effect of fertilizer treatments on LAI, arial biomass and essential oil prodction of hyssop.

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	شاخص سطح برگ LAI		زیست‌توده اندام هوایی Arial biomass		میزان اسانس Essential oil content		عملکرد اسانس Essential oil yield	
		چین اول First cutting	چین دوم Second cutting	چین اول First cutting	چین دوم Second cutting	چین اول First cutting	چین دوم Second cutting	چین اول First cutting	چین دوم Second cutting
تکرار Replication	2	0.476^{ns}	0.400^{ns}	147108^{ns}	199796^{ns}	0.004^{ns}	0.010^{ns}	36.422^{ns}	53.01^{ns}
تیمار کودی Fertilizer treatment	10	2.44^{**}	1.41^{**}	736478^{**}	390184^{**}	0.028^{**}	0.039^{**}	228.631^{**}	108.65^{*}
خطای آزمایشی Error	20	0.557	0.303	124516	132219	0.007	0.011	29.381	46.50
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	26.12	24.58	11.52	16.99	6.82	6.17	14.04	18.62

^{ns} و ** به ترتیب فاقد معنی‌دار بودن، معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

^{ns}, ** are non-significant and significant at 1% probability levels, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦- مقایسه میانگین شاخص سطح برگ، زیست‌توده اندام هوایی و تولید اسانس زوفا تحت‌تأثیر منابع کودی مختلف.

Table 6. Comparison of the average of LAI, arial biomass and essential oil prodction of hyssop affected by different fertilizer sources.

تیمار کودی Fertilizer treatment	شاخص سطح برگ LAI		زیست‌توده اندام هوایی Arial biomass (kg/ha)		میزان اسانس Essential oils content (%)		عملکرد اسانس Essential oils yield (kg/ha)	
	چین اول First cutting	چین دوم Second cutting	چین اول First cutting	چین دوم Second cutting	چین اول First cutting	چین دوم Second cutting	چین اول First cutting	چین دوم Second cutting
PM_{100}	2.4 bcd	2.0 bc	3632 ab	2448 abc	1.21 b	1.49 c	43.81 abc	36.6 bc
PM_{70}	3.5 abcd	2.7 ab	3672 ab	2746 ab	1.30 ab	1.59 bc	47.80 ab	43.6 ab
PM_{40}	4.6 a	4.0 a	3760 a	2801 a	1.49 a	1.81 ab	56.25 a	50.7 a
SM_{100}	2.5 bcd	2.2 bc	2464 d	1906 bc	1.22 b	1.59 bc	30.04 d	30.5 c
SM_{70}	2.4 bcd	2.0 bc	2776 cd	1973 abc	1.22 b	1.79 ab	33.90 cd	35.1 bc
SM_{40}	3.7 abc	2.5 bc	2932 bcd	2056 abc	1.25 b	1.74 ab	36.55 bcd	35.8 bc
CM_{100}	2.1 bcd	1.9 bc	2496 d	1955 bc	1.26 b	1.75 ab	31.68 cd	34.2 bc
CM_{70}	2.1 cd	1.8 bc	2736 d	1949 bc	1.16 b	1.88 a	31.69 cd	36.8 bc
CM_{40}	2.6 bcd	2.1 bc	2912 bcd	2113 abc	1.15 b	1.76 ab	33.55 cd	37.4 bc
CF	3.9 ab	2.2 bc	3576 abc	1842 c	1.33 ab	1.78 ab	47.34 ab	32.6 bc
Control	1.7 d	1.3 c	2744 d	1750 c	1.17 b	1.68 abc	32.15 cd	29.5 c

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با هم اختلاف معنی‌داری ندارند. PM_{100}، PM_{70}، PM_{40}: کود مرغی به ترتیب با کارایی ۱۰۰، ۷۰ و ٤٠ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه؛ SM_{100}، SM_{70}، SM_{40}: کود گوسفندی به ترتیب با کارایی ۱۰۰، ۷۰ و ٤٠ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه؛ CM_{100}، CM_{70}، CM_{40}: کود گاوی به ترتیب با کارایی ۱۰۰، ۷۰ و ٤٠ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه؛ CF: کود شیمیایی، Control: بدون کود.

In each column, the means with at least one similar letter based on LSD test are not significantly different. PM_{100}, PM_{70}, PM_{40}: Poultry manure with efficiency of 100, 70 and 40% of plant nitrogen requirement, respectively; SM_{100}, SM_{70}, SM_{40}: Sheep manure with efficiency of 100, 70 and 40% of plant nitrogen requirement, respectively; CM_{100}, CM_{70}, CM_{40}: Cattle manure with efficiency of 100, 70 and 40% of plant nitrogen requirement, respectively; CF: Chemical fertilizer, Control: No fertilizer.

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد بین تیمارهای کودی بر صفت زیست‌توده گیاهی بود. همان‌طور که در جدول ٦ مشاهده می‌شود در چین اول سطوح مختلف کود مرغی همانند کود شیمیایی بیش‌ترین زیست‌توده گیاهی را گزارش کردند و مقدا آن در PM_{40}؛ PM_{70}، PM_{100} و CF به ترتیب ۳۷٦۰، ۳٦۷۲، ۳٦۳۲ و ۳۵۷٦ کیلوگرم در هکتار بود. اما در چین دوم نیز فقط PM_{40} و PM_{70} دارای بالاترین زیست‌توده بودند (به ترتیب ۲۸۰۱ و ۲۷٤٦ کیلوگرم) (جدول ٦). مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که در چین زیست‌توده گیاهی تیمار کود شیمیایی و شاهد به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای کاهش یافت ولی میزان افت زیست‌توده در کرت‌های دریافت‌کننده کود دامی در مقایسه با چین اول کم‌تر بود و به همین دلیل کود شیمیایی در چین دوم ماده خشک مشابه شاهد تولید نمود (جدول ٦). بیش‌تر بودن زیست‌توده گیاهی تیمار کود شیمیایی در چین اول و تیمارهای کود مرغی در هر دو چین را می‌توان به برتری نسبی کلروفیل‌ها و شاخص سطح برگ نسبت داد (جدول ٤). میزان کلروفیل مناسب سبب افزایش پتانسیل فتوسنتز در گیاه می‌شود و هم‌چنین شاخص سطح

www.SID.ir

Archive of SID

برگ بالا نیز سبب تولید بیش‌تر مواد پرورده و بالطبع انتقال آن‌ها به قسمت‌های دیگر گیاه می‌شود (۱).

لیتی و همکاران (۲۰۰٦) گزارش کردند که با توجه به اهمیت ریشه گیاه هر گونه تغییر در مدیریت حاصلخیزی خاک از طریق مصرف نهاده‌های دامی باعث بهبود ویژگی‌های خاک می‌شود که علاوه بر افزایش رشد و عملکرد سبب پایداری بوم نظام کشاورزی در درازمدت می‌گردد (١٦). با افزایش مصرف کود دامی، به‌دلیل بهبود فراهمی عناصر غذایی، رشد بوته‌ها افزایش یافته که این امر علاوه بر افزایش ارتفاع و قطر بوته، بهبود وزن اندام هوایی را به دنبال دارد (١٦). کاربرد کودهای دامی و به‌ویژه کود مرغی سبب افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، کاهش چگالی ظاهری خاک، تعدیل دمای خاک، افزایش منافذ خاک، افزایش غلظت عناصر غذایی، افزایش رشد ریشه و جذب مواد غذایی به‌وسیله گیاه می‌شود (٤، ١٣).

در بین تیمارهای کودی مورد آزمایش از لحاظ میزان اسانس اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد مشاهده گردید (جدول ۵). به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان اسانس در چین اول با تیمار PM_{40} و PM_{70} به ترتیب با ۱/٤۹ و ۱/۳ درصد حاصل شد که با تیمار کود شیمیایی با میانگین اسانس ۱/۳۳ درصد اختلاف معنی‌داری نداشتند. در چین دوم همه تیمارهای کودی به استثنای PM_{100} فاقد اختلاف آماری معنی‌دار بودند (جدول ٦). به نظر می‌رسد میزان قابل‌توجه نیتروژن و فسفر موجود در کود مرغی سبب افزایش میزان اسانس شده باشد. هم‌چنین وجود اسیدهای آلی فولویک و هیومیک (۲۸) و مقدار زیاد عناصر کم‌مصرف در کود مرغی (جدول ۱) با تأثیر بر سنتز متابولیت‌های ثانویه موجب افزایش اسانس می‌شود. ساشکووا و همکاران (۲۰۲۰) بیان کردند که در کود مرغی مقادیر قابل‌توجهی فسفر، پتاسیم و کربن وجود دارد که سبب تکمیل فرایند تغذیه‌ای گیاه می‌گردد (۲۸). آن‌ها بیان کردند که عصاره کود مرغی دارای مقادیر زیادی اسید هیومیک و اسید فولویک است که این اسیدهای آلی در افزایش کارایی جذب عناصر غذایی و رشد گیاه مؤثرند. علاوه بر این وجود اسیدهای آلی فولویک و هیومیک موجب افزایش راندمان جذب عناصر کم‌مصرف شده و سبب بهبود میزان اسانس می‌شوند (۲۸).

عملکرد اسانس از حاصل‌ضرب زیست‌توده گیاهی و میزان اسانس به‌دست آمد که در این مطالعه در چین اول و دوم به ترتیب در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد تحت‌تأثیر تیمار کود قرار گرفت (جدول ۵). در چین اول سطوح مختلف کود مرغی (PM_{40}، PM_{70} و PM_{100}) به ترتیب با ٥٦/۳، ٤٧/۸، ٤٧/۳ و ٤۳/۸ کیلوگرم در هکتار همانند کود شیمیایی دارای بیش‌ترین عملکرد اسانس بودند. بین سطوح مختلف کودهای گوسفندی و گاوی از لحاظ عملکرد اسانس اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ٦). در چین دوم نیز دو تیمار PM_{40} و PM_{70} به ترتیب با ۵۰/۷ و ٤۳/٦ کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین میزان عملکرد اسانس را گزارش کردند و اختلاف معنی‌داری بین عملکرد اسانس سایر تیمارها وجود نداشت (جدول ٦). طبیعی است که تیمارهای شاخص در این صفت باتوجه به ماده خشک تولید شده و درصد اسانس قابل‌قبولی که ارائه دادند عملکرد اسانس فوق‌العاده‌ای گزارش کنند. تولید اسانس به عنوان یک ماده مؤثره و هم‌چنین متابولیت ثانویه مستقیم و غیرمستقیم متأثر از افزایش مواد پرورده در گیاهان می‌باشد و به نظر می‌رسد مصرف کود دامی از طریق توسعه دسترسی به عناصر غذایی تحت‌تأثیر افزایش سیستم ریشه‌ای که متأثر از بهبود شرایط خاک در منطقه ریزوسفر می‌باشد، موجب افزایش میزان تولید مواد پرورده در واقع سبب بهبود تولید اسانس می‌گردد (۱۲).

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

در این مطالعه با توجه به تولید حداکثری زیست‌توده گیاهی در سطوح مختلف تیمار کود مرغی و هم‌چنین برتری عملکرد اسانس در هر سه تیمار کود مرغی طی چین اول و تیمارهای کود مرغی با کارایی ۴۰ و ۷۰ درصد در چین دوم، نتیجه‌گیری می‌شود که سطح متوسط کود مرغی برای رشد زوفا و تولید اسانس مناسب است. بنابراین می‌توان از کود مرغی به عنوان جایگزین کود شیمیایی برای تولید گیاه دارویی زوفا در شرایط آب و هوایی مشابه کوهرنگ استفاده کرد. این نوع جایگزینی حتی در شرایطی که کشاورزان وزن اندام هوایی را به عنوان محصول عرضه نمایند به‌دلیل بیش‌تر بودن مقدار آن موجب افزایش درآمد می‌شود و علاوه بر این با بهره‌گیری از اثرات باقی‌مانده کود مرغی به پایداری حاصلخیزی خاک اکوسیستم زراعی کمک می‌نماید.

منابع

1. Abou El-Magd, M.M., Zaki, M.F., and Abou-Hussein, S.D. 2008. Effect of organic manure and different levels of saline irrigation water on growth, green yield and chemical content of sweet fennel. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 2: 90-98.
2. Adediran, J.A., Taiwo, L.B., Akande, M.O., Sobulo, R.A., and Idowu, O.J. 2004. Application of organic and inorganic fertilizer for sustainable maize and cowpea yields in Nigeria. Journal of Plant Nutrition. 27: 1163-1181.
3. Aghaei, K., Ghasemi Pirbalouti, A., Mousavi, A., Badi, H., and Mehnatkesh, A. 2019. Effects of foliar spraying of l-phenylalanine and application of bio-fertilizers on growth, yield, and essential oil of hyssop [*Hyssopus officinalis* L. subsp. Angustifolius (Bieb.)]. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology. 21. 101318. 10.1016/ j.bcab.2019.101318.
4. Akanni, D.I., and Ojeniyi, S.O. 2007. Effect of different levels of poultry manure on soil physical properties, nutrients status, growth and yield of tomato (*Lycopersicum esculentum* L.). Research Journal of Agronomy. 1: 1-4.
5. Akbarpour, V., Ashnavar, M., and Bahmanyar, M.A. 2016. Effect of manure and chemical fertilizer on physiological and phytochemical properties of coneflower. Journal of Crops Improvement. 3: 701-711. (In Persian)
6. Alizadeh, P., Fallah, S., and Raiesi, F. 2012. Potential N mineralization and availability to irrigated maize in a calcareous soil amended with organic manures and urea under field conditions. International Journal of Plant Production. 6: 493-512.
7. Arazmjo, E., Heidari, M., and Ghanbari, A. 2010. The effect of water stress and three sources of fertilizers on flower yield, physiological parameters and nutrient uptake in chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research. 25: 4. 482-494. (In Persian)
8. Baj, T., Korona-Głowniak, I., Kowalski, R., and Malm, A. 2018. Chemical composition and microbiological evaluation of essential oil from *Hyssopus officinalis* L. with white and pink flowers. Open Chemistry. 16: 317-323.
9. Delfin, S., Togneti, R., Dsiderio, E., and Alvino, A. 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. Agronomy of Sustainable Development. 25: 183-191.
10. Eghball, B., Ginting, D., and Gilley, J. 2004. Residual effects of manure and compost application on corn production and soil properties. Agronomy Journal. 96: 442-447.
11. Fallah, S., Ghalavand, A., and Khajehpour, M.R. 2007. Effects of animal manure incorporation methods

www.SID.ir

Archive of SID

and its integration with chemical fertilizer on yield and yield components of maize (*Zea mays* L.) in Khorramabad, Lorestan. Journal of Water and Soil Science. 11: 233-243. (In Persian)

12. Fallah, S., Mouguee, S., Rostaei, M., Adavi, Z., and Lorigooini, Z. 2020. Chemical compositions and antioxidant activity of essential oil of wild and cultivated *Dracocephalum kotschyi* grown in different ecosystems: A comparative study. Industrial Crops and Products. 143: 111885.
13. Ghosh, P.K. 2004. Growth, yield, competition and economics of groundnut/cereal fodder intercropping systems in the semi-arid tropics of india. Field crops Research. 88: 227-237.
14. Kazazi, H., Rezaei, K., Ghotb-Sharif, S.J., Emam-Djomeh, Z., and Yamini, Y. 2007. Supercriticial fluid extraction of flavors and fragrances from *Hyssopus officinalis* L. cultivated in Iran. Food Chemistry. 105: 805-811.
15. Kizil, S., Haşimi, N., Tolan, V., Kılınç, E., and Karatas, H. 2010. Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) essential oil. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-napoca. 38: 99-103.
16. Leithy, S., El-Meseiry, T.A., and Abdallah, E.F. 2006. Effect of biofertilizer, cell stabilizer and irrigation regime on rosemary herbage oil quality. Journal of Applied Sciences Research. 2: 773-779.
17. Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. P 350-382. In: R. Douce, and L. Packer, (eds.), Methods Enzymol. Academic Press Inc., New York.
18. Nathalie, J., and Bréda, J. 2003. Ground based measurements of leaf area index: a review of methods, instruments and current controversies, Journal of Experimental Botany. 54: 2403-2417.
19. Nesson, R. 2004. Organic processing tomato production. Agfact H8.3.6, first edition, 162p.
20. Pouryousef, M., Mazaheri, D., Chaiechi, M.R., Rahimi, A., and Tavakoli, A. 2010. Effect of different soil fertilizing treetments on some of agro morphological traits and mucilage of isabgol (*Plantago ovata* Forsk). Electronic Journal of Crop Production. 3: 193-213.
21. Rezaei Savadkouhi, N., Ariaii, P., and Charmchian Langerodi, M. 2020. The effect of encapsulated plant extract of hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) in biopolymer nanoemulsions of Lepidium perfoliatum and Orchis mascula on controlling oxidative stability of soybean oil. Food Science and Nutrition. 8: 1264-1271.
22. Rostaei, M., Fallah, S., Lorigooini, Z., and Surki, A. 2018. Crop productivity and chemical compositions of black cumin essential oil in sole crop and intercropped with soybean under contrasting fertilization. Industrial Crops and Products. 125: 622-629.
23. Salehi, A., Fallah, S., Abasi Sourki, A., and Tadayon, M.R. 2017. Evaluation of yield and yield components of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) and buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) under organic and chemical fertilizers. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research. 3: 2. 338-352. (In Persian)
24. Sedghi Moghadam, M., and Mirzaei, M. 2008. Investigation of the effect of municipal waste compost on some quantitative and qualitative characteristics of Cucurbita moschata Duch. Proceedings of the 3rd National Congress on Recycling and Use of Renewable Organic Resources in Agriculture, Isfahan. (In Persian)
25. Seilsepour, M. 2001. Feasibility study of using compost from municipal waste in wheat cultivation and its replacement with chemical fertilizers. Proceedings of the Conference on Exploitation of Renewable Resources and Recycling in Agriculture. Pp: 54-66. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

26. Shabahang, J., Khorram Del, S., Siahamargooi, A., Qeshm, R., and Jafari, L. 2014. Evaluation of the effect of integrated management of livestock manure application and inoculation with mycorrhiza on growth characteristics, quantitative yield and essential oil of hyssop (*Hyssopus Officinalis* L.) in climatic conditions of Mashhad. Journal of Agricultural Ecology. 2: 353-363. (In Persian)
27. Sifola, M.I., and Barbieri, G. 2006. Growth, yield and essential oil content of three cultivars of basil grown under different levels of nitrogen in the field. Scientia Horticulturae. 108: 408-413.
28. Sushkova, S., Minkina, T., Chapligin, V., Nevidomskaya, D., Rajput, V., Bauer, T., Mazarji, M., Bren, A., Popov, I., and Mazanko, M. 2020. Subcritical water extraction of organic acids from chicken manure. Journal of the Science of Food and Agriculture. 10.1002/ jsfa.10768.
29. Yadav, R.D., Keshwa, G.L., and Yadav, S.S. 2002. Effect of integrated use of FYM, urea and sulphur on growth and yield of isabgol (*Plantago ovata*). Journal of Medical and Aromatic Plant Science. 25: 668-671.
30. Zhao, Z., Zhang, C., Zhang, J., Liu, C., and Wu, Q. 2019. Effects of substituting manure for fertilizer on aggregation and aggregate associated carbon and nitrogen in a Vertisol. Agronomy Journal. 111: 368-377.

www.SID.ir

Archive of SID

J. of Soil Management and Sustainable Production, Vol. 11(2), 2021
http://ejsms.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/ejsms.2021.18578.1992

(Research Full Paper)

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

The effect of organic and chemical fertilizers on growth, yield and essential oil of hyssop (*Hyssopus officinalis* L.)

A. Ghanbari Odivi[*1], S. Fallah[2], M. Karimi[3] and Z. Lori Gooini[4]

[1]Ph.D. Student, Dept. of Agronomy, University of Shahrekord, [2]Professor, Dept. of Agronomy, University of Shahrekord, [3]Assistant Prof., Dept. of Agronomy, University of Shahrekord, [4]Associate Prof., Dept. of Pharmacognosy, University of Medical Sciences of Shahrekord

Received: 11.24.2020; Accepted: 03.06.2021

Abstract

Background and Objectives: Organic fertilizers are considerd as valuable sources for plant nutritions in agricultural ecosystems, because in addition to providing nutrients, they can also help to increase soil organic matter levels, which can compensate the deficiency of soil organic matter of arid and semi-arid regions. On the other hand, the use of organic fertilizers in the medicinal plants cropping has a higher priority due to the limited cultivation area of these plants and also the reduction of reliance on chemical fertilizers. Therefore, in this experiment, the effects of organic and inorganic fertilizers were investigated on growth, yield and essential oil of *Hyssopus officinalis* L.

Materials and Methods: The experiment was conducted as a randomized complete block design with three replications at the model cultivation site of medicinal plants of Koohrang Agriculture-Jahad (average rainfall of 1357 mm and minimum and maximum temperatures of 2.8 and 16.2 Celsius), in 2018 and 2019. The experimental treatments were 33 plots and includeed poultry manure with three levels of nitrogen uptake efficiency (100, 70 and 40%; PM_{100}, PM_{70}, PM_{40}, respectively), sheep manure with three levels of nitrogen uptake efficiency (100, 70 and 40% SM_{100}, SM_{70}, SM_{40}, respectively), cattle manure with three levels of nitrogen uptake efficiency (100, 70 and 40%; CM_{100}, CM_{70}, CM_{40}, respectively), as well as two levels of control treatment (positive and negative; chemical fertilizer:100 kg N/ha + 100 P/ha and without fertilizer, respectively.The traits that assessed were included photosynthetic pigments, leaf area index, arial biomass, essential oil content and essential oil yield. Data analysis was performed by SAS software and means were compared by (least significant differences) LSD test.

Results: In the first cutting (June 24), the results showed that the maximum contents of chlorophyll a and b were observed under PM_{40} and CF feeding conditions, respectively. PM_{40}, PM_{70}, PM_{100} and CF treatments had the maximum arial biomass (3760, 3672, 3632 and 3576 kg/ha, respectively) and were placed in a statistical group without significant. The highest essential oil content was obtained in PM_{40}, CF and PM_{70} % treatments, with average of 1.49%, 1.33% and 1.3, respectively. However, the highest essential oil yield was observed in PM_{40}, PM_{70}, CF and PM_{100} fertilizer treatments (56.3, 47.8, 47.3 and 43.8 kg/ha, respectively). In the second cutting (September 5), PM_{40}, CF, CM_{40} and SM_{40} treatments had the highest chlorophyll a (7.6, 7.2, 7.1 and 6.9 µg/ml, respectively), and CF, PM_{40} and PM_{70} had the highest chlorophyll b (6.8, 6.7 and 6.5 µg/ml, respectively). The maximum arial biomass was observed in conditions of feeding with PM_{40} and PM_{70}, with average of 2801 and 2746 kg/ha, respectively. The amount of essential oil obtained from feeded plants was not significantly differed from control treatment. However, PM_{40} and PM_{70} treatments had the maximum essential oil yield with average of 50.7 and 43.6 kg/ha, respectively.

* Corresponding Author; Email: askarghanbariodivi@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

Conclusion: In this study, considering the maximum production of plant biomass in different levels of poultry manure and also the superiority of essential oil yield of these levels during the first cutting and PM40 and PM70 in the second cutting, it can be concluded that an average level of poultry manure is appropriate for hyssop regarding to its growth and essential oil production. Therefore, poultry manure can be used as an alternative source of chemical fertilizer in order to hyssop production in a similar climatic conditions to Koohrang.

Keywords: Animal manure, Essential oil, Fertilizer efficiency, Hyssop, Photosynthesis

www.SID.ir