مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد ۱۵، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۰

مجله پژوهش های به زراعی

بررسی اثر مقادیر و روش های مصرف کود آلی هوموسی بر جذب عناصر غذایی و عملکرد لوبیا

سعید سماوات[1*]، امیر دلاوری[1]، علیرضا پازکی[2]

۱- مؤسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران
۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، تهران، ایران

تاریخ دریافت :۹۰/۹/۱۳ تاریخ پذیرش :۹۱/۱/۱۷

چکیده :

به منظور بررسی اثر کود آلی هوموسی فربنات بر جذب عناصر غذایی و عملکرد گیاه لوبیا، آزمایشی گلدانی در شرایط گلخانه به صورت طرح آماری کاملا تصادفی در سه تکرار ه اجرا گردید که در آن تیمارهای آزمایشی شامل: روش بذر مال (مصرف مقادیر صفر، ۲ و ۴ درصد کود آلی مایع فربنات ال)، روش مصرف خاکی (مصرف مقادیر صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم در لیتر کود آلی مایع فربنات در دو مرحله سه برگی و قبل از گلدهی) و روش محلول پاشی (مصرف مقادیر صفر، ۰/۵ و ۱ درصد کود در دو مرحله سه برگی و قبل از گلدهی) بود. نتایج تحقیق نشان داد که مصرف کود آلی فربنات سبب افزایش عملکرد ماده خشک گیاه و غلظت عناصر غذایی میکرو و ماکرو نسبت به شاهد گردید که این افزایش از نظرآماری در سطح پنج در صد معنی دار بود. روش مصرف خاکی فربنات نسبت به روش های محلولپاشی و بذر مال اثرات بیشتری بر شاخص های مورد اندازه گیری داشت.

واژه های کلیدی: روش مصرف، فربنات، کود آلی، لوبیا

* نگارنده مسئول (saeedsamavat@hotmail.com)

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

لوبیا (*Phaseolus Vulgaris*) با نام انگلیسی Common bean در مناطق مختلف دنیا مانند شرق آفریقا، آمریکا، غرب و جنوب شرقی اروپا، شرق آسیا و همچنین در ایران کشت می‌گردد. عوامل محیطی زیادی بر عملکرد مطلوب لوبیا مؤثر بوده که یکی از این عوامل تغذیه مطلوب گیاه می باشد. خاک مناسب جهت کشت لوبیا خاک‌های لومی رسی می‌باشد. لوبیا از جمله گیاهان حساس به شوری بوده و تا ۲ دسی زیمنس بر متر شوری را تحمل می‌کند ولی کاهش عملکرد آن از شوری ۰/۸ دسی زیمنس بر متر شروع می شود (بنی جمالی، ۱۳۸۰).

فربنات ال یک نوع کود آلی مایع (هوموسی) می‌باشد که در کشور لیتوانی و تحت لیسانس EC889 تولید می‌شود. میزان مصرف آن به صورت محلولپاشی در حبوبات ۲/۵ لیتر در مرحله سه برگچه ای و ۳ لیتر در هکتار در مرحله گل دهی می باشد. مواد هوموسی با داشتن ترکیبات پلی مری نقش مهمی در افزایش راندمان جذب عناصر غذایی توسط گیاه دارند (سماوات و همکاران ۱۳۸۷). سال‌های بسیاری اثرات تحریک کننده مواد هیومیکی را به مواد شبه هورمونی نسبت می‌دادند، زیرا عمل مواد هیومیکی شبیه به اکسین، سیتوکینین و آبسزیک اسید بود. این فرضیه به مدت طولانی ادامه نداشت (Clapp *et al*., 2001). اثرات تحریکی مواد هیومیکی همبستگی مستقیم با افزایش جذب عناصر ماکرو نیتروژن، فسفر و گوگرد (Chen & Aviad, 1990) و عناصر میکرو آهن، روی، مس و منگنز دارد (Chen *et al*., 1999). مواد هیومیکی از طریق فعال نمودن میکروب‌ها جذب عناصر غذائی را افزایش می‌دهند (Day *et al*., 2000). همچنین مواد هیومیکی با کمپلکس نمودن عناصر غذائی جذب آن ها را توسط گیاه افزایش می‌دهند (Tombacz & Rice, 1999). قابلیت فراهمی بیولوژیکی عناصر غذائی که از مواد معدنی آزاد می‌شود، در حضور مواد هیومیکی افزایش می‌یابد. ژئومیکروبیولوژیست‌ها گزارش داده‌اند که اسیدهای آلی که در نتیجه فعالیت میکروب‌ها آزاد می شوند، در حلالیت عناصر غذائی که از سنگ‌ها آزاد می شوند، مؤثر است (Barker *et al*., 1997). مواد هیومیکی تواماً با کمپلکس نمودن کاتیون‌ها و آنیون‌ها دارای اثرات مثبت هستند (Clapp *et al*., 2001). توانایی مواد هیومیکی در محلول ساختن وکمپلکس نمودن عناصر طبیعی مانند سنگ فسفات به خوبی اثبات شده است (Chen *et al*., 1999; Tan, 1986). لئوناردیت یا لیگنین اکسید شده مخلوطی از ملکول های کوچک و بزرگ است که ملکول‌های کوچک (فولویک اسید) آن مسئول محلول ساختن سنگ فسفات می‌باشند. اسیدهای هیومیک همانند اسید فولویک با تحریک کردن رشد میکروبی، پتانسیل بیشتری در کمپلکس نمودن عناصر دارند (Tan, 2003). در سیستم طبیعی خاک مجموع این دو اسید اثرات فزاینده ای نسبت به اثر هر یک دارد. مواد هیومیکی با عناصر آهن، روی، مس و بسیاری از عناصر جزئی دیگر تشکیل باند می‌دهند (Clapp, 2001). ترکیبات هوموسی مواد غذایی را به شکل قابل جذب برای گیاه تبدیل می کنند، همچنین در سرعت جوانه زنی بذر و توسعه ریشه نقش بسزایی دارند. افزایش غلظت آهن و کلسیم در گیاه معنی دار نبوده و غلظت عناصر روی، مس و منگنز نسبت به شاهد کاهش نشان می دهد (Pascual, 1999).

در تحقیق Piccolo (1997) نشان داده شده است که اسیدهای هیومیک با افزایش دادن نفوذپذیری غشای سلولی موجبات جذب بیشتر عناصر غذایی توسط گیاه می‌شوند. بطوریکه جذب نیتروژن از

Archive of SID

www.SID.ir

خاک افزایش یافته و جذب کلسیم، پتاسیم، منیزیم و فسفر نیز توسط گیاه فزونی نشان داد. هدف از این تحقیق ارزیابی روش و مقادیر مختلف مصرف کود آلی فربنات ال بر میزان ماده خشک و جذب عناصر غذایی در لوبیا بود.

مواد و روش ها

به منظور بررسی اثر کود آلی مایع فربنات بر شاخص‌های رشد گیاه لوبیا آزمایشی گلدانی و در شرایط گلخانه به صورت طرح آماری کاملاً تصادفی در سه تکرار و با تیمارهای زیر به مرحله اجرا در آمد. قبل از شروع آزمایش یک نمونه خاک مرکب جهت تجزیه شیمیایی به آزمایشگاه ارسال شد. سپس خاک مورد نظر پس از عبور از الک ۴ میلی متری با مقادیر مختلف عناصر ماکرو و میکرو بر اساس آزمون خاک مخلوط و سپس در گلدان های پنج کیلو گرمی ریخته شد. سپس گلدان ها آبیاری شدند و پس از رسیدن رطوبت آنها در حد ظرفیت مزرعه، تعداد سه عدد بذر لوبیا سبز در هر گلدان کشت گردید. کود آلی فربنات در سه روش بذر مال، مصرف خاکی و محلولپاشی و در مقادیر مختلف در مقایسه با شاهد (صفر) مورد ارزیابی قرار گرفت.

۱- روش بذر مال: در مقادیر، FB1=۲ و FB2=۴ درصد (بذر به مدت ۲۴ ساعت در محلول قرار گرفت).

۲- روش مصرف خاکی: در مقادیر FS1= ۵۰، FS2= ۱۰۰ و FS3= ۲۰۰ میلی لیتر در لیتر آب که به ترتیب معادل ۱/۵، ۳ و ۶ میلی لیتر در کیلو گرم خاک است (در دو مرحله سه برگی و قبلاً از گلدهی مورد استفاده قرار گرفت).

۳- روش محلول پاشی: در مقادیر، FF1=۰/۵ و FF2=۱ درصد (در دو مرحله سه برگی و قبل از گلدهی). آبیاری تیمارها بر اساس هفتاد درصد رطوبت ظرفیت زراعی انجام شد. آزمایش به مدت ۱۲ هفته ادامه داشت و در پایان شاخص‌های رشدی گیاه از قبیل وزن خشک و تر اندام هوایی و غلظت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، منگنز، روی و مس در اندام هوایی لوبیا در تمامی تیمارها بر اساس روش آزمایشگاهی مؤسسه تحقیقات خاک و آب (علی احیائی، ۱۳۷۲) اندازه گیری شد. نتایج توسط نرم افزار آماری SPSS مورد بررسی قرار گرفت و مقایسه میانگین ها توسط آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

در جدول ۱ خصوصیات فیزیکی وشیمیایی خاک مورد آزمایش ارائه شده است. pH خاک تقریباً قلیایی و بدون محدودیت شوری، بافت خاک متوسط (لوم) و میزان عناصر غذایی آن بخصوص نیتروژن، فسفر، پتاسیم و روی کمتر ازحد بحرانی مورد نیاز گیاه بود.

جدول ۱ - خصوصیات فیزیکی و شیمیائی خاک مورد آزمایش

عمق Cm	pH	Ec ds/m	O.C (درصد)	N (درصد)	K (درصد)	T.N.V (درصد)	P mg/kg	Fe mg/kg	Zn mg/kg	Mn mg/kg	بافت خاک
۰-۳۰	۷/۶	۰/۸۰	۰/۶۵	۰/۰۶	۱۲۷	۱۵	۸	۴/۸	۰/۸	۱۲	لوم

Archive of SID

www.SID.ir

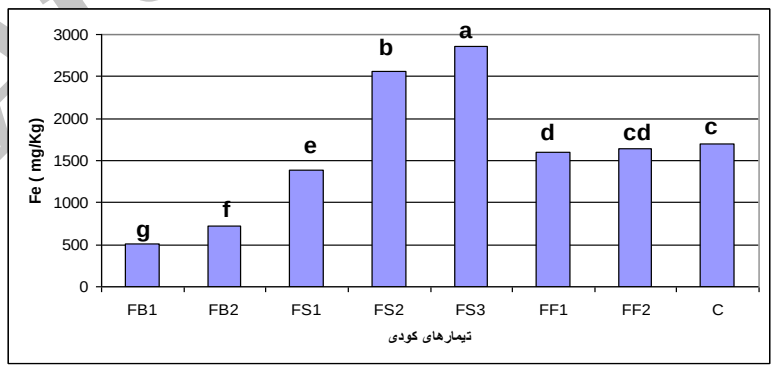
جدول ۲- خصوصیات شیمیایی کود آلی فربنات ال

نیتروژن کل (٪)	pH	(ds/m) Ec	کادمیوم	سرب
	۱:۱۰۰	۱:۱۰۰	(mg/kg)	(mg/kg)
۰/۲۶	۸/۷۴	۰/۱۷	۱/۱	۱/۲

جدول ۳- میانگین مربعات تیمارهای مختلف آزمایش

منبع تغییرات	درجه آزادی	Fe	Zn	Mn	N	P	K	عملکرد
تیمار	۷	۱۶۴/۸**	۸۸/۲۵**	۳۳/۲۷**	۰/۰۳۹**	۰/۰۶۵	۰/۰۸۳**	۴۷/۳۵**
خطا	۱۶	۹/۱۹	۵/۸۷	۳/۲۱	۰/۰۰۶	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳	۶/۲۵
کل	۲۳							
ضریب تغییرات (درصد)	–	۳/۳۸	۷/۸۹	۷/۷۷	۳/۸۶	۴/۱۷	۵/۱۵	۱۵/۷۴

همانطور که در شکل ۱ مشاهده می شود، مصرف خاکی کود فربنات در غلظت ۲۰۰ میلی گرم در لیتر بیشترین غلظت آهن را در گیاه سبب گردید و کمترین مقدار آن در تیمار بذرمال مشاهده شد. هر سه روش کود دهی با یکدیگر تفاوت آماری معنی داری داشتند. در تحقیقی Adani *et al* (1998) با مصرف ۲۰ و ۵۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک اظهار داشت، غلظت آهن در ریشه گوجه فرنگی به ترتیب ۱۳۵ و ۱۶۱ درصد افزایش یافت.

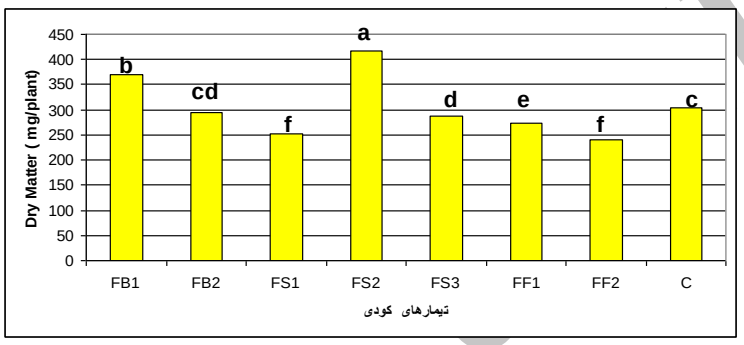


شکل ۱ - تأثیر روش و مقدار مصرف کود آلی فربنات بر غلظت آهن در گیاه لوبیا

Archive of SID

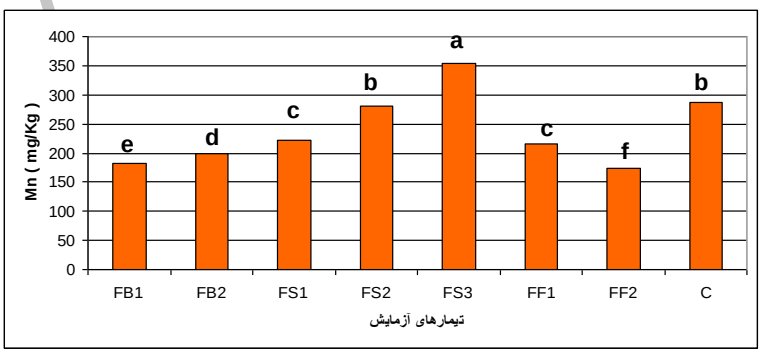
www.SID.ir

بیشترین مقدار ماده خشک اندام هوایی لوبیا با مصرف خاکی کود فربنات در غلظت ۱۰۰ میلی گرم در لیتر بدست آمد (شکل ۲) و کمترین آن در تیمار محلولپاشی بود. کود آلی فربنات در غلظت‌های کم مصرف در هر سه روش مصرف اثرات بیشتری بر بهبود شاخص های رشد گیاه داشت. تیمار محلولپاشی FB1 و تیمار مصرف خاکی FS2 افزایش عملکرد معنی داری نسبت به شاهد آزمایش داشتند ولی سایر تیمارها نسبت به شاهد در سطح پایین تری قرار گرفتند. تحقیقات نشان داد که عملکرد دانه در لگوم هایی مثل لوبیا، سویا و نخود فرنگی توسط کاربرد اسید هیومیک افزایش یافت (Kaya *et al*., 2005). در تحقیق Sener (2009) Akinici *et al* مصرف هیومیک اسید سبب افزایش وزن تر و خشک گیاه لوبیا به ترتیب به میزان ۳۰ و ۵۶ درصد نسبت به شاهد شد.



شکل۲ - تأثیر روش و مقدار مصرف کود آلی فربنات بر میزان ماده خشک در گیاه لوبیا

با افزایش مقدار مصرف کود فربنات به روش بذر مال و مصرف خاکی غلظت منگنز نیز در گیاه افزایش نشان داد (شکل ۳)، ولی در تیمار محلول پاشی با افزایش مقدار مصرف از غلظت منگنز در گیاه کاسته شد. بیشترین غلظت منگنز در تیمار مصرف خاکی و در غلظت ۲۰۰ میلی گرم در لیتر مشاهده شد. در سایر تیمار ها غلظت منگنز نسبت به شاهد از سطح کمتری برخوردار بود. Sharif *et al* (2002) گزارش کرد که اسید هیومیک جذب آهن ، مس و منگنز را در گوجه فرنگی افزایش داد.



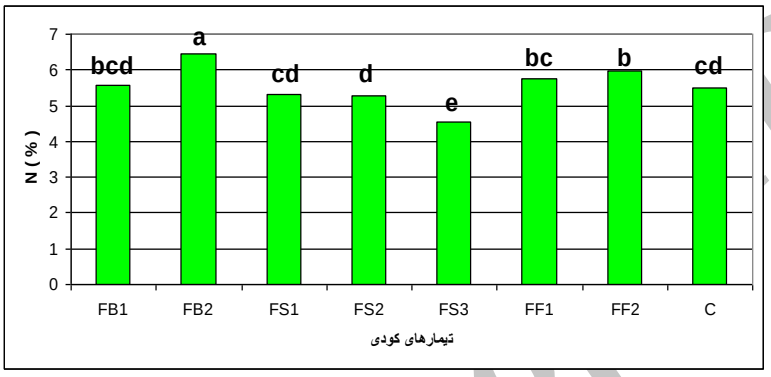
شکل ۳ - تأثیر روش و مقدار مصرف کود آلی فربنات بر غلظت منگنز در گیاه لوبیا

Archive of SID

www.SID.ir

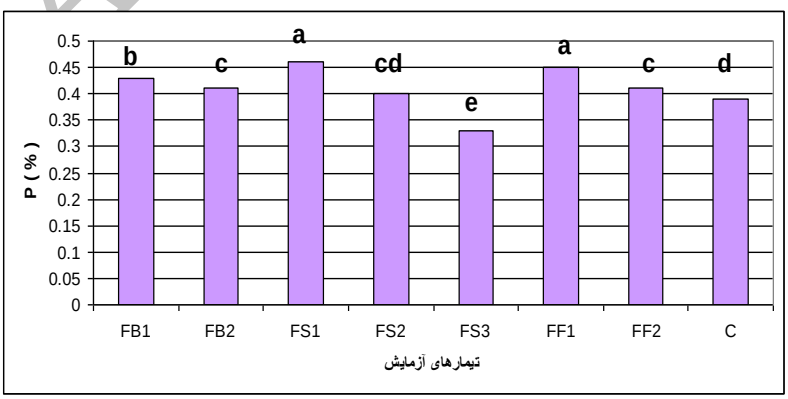
بیشترین غلظت نیتروژن در اندام هوایی لوبیا (شکل ۴) در مصرف سطح دوم روش بذر مال کود فربنات مشاهده شد که از نظر آماری نسبت به سایر تیمارها در سطح پنج درصد افزایش معنی داری را از خود نشان داد. کمترین غلظت نیتروژن در سطح سوم روش مصرف خاکی بود. غلظت نیتروژن گیاه در روش محلولپاشی بیش از روش خاکی بود.

Rauthan & Schnitzer (1981) نیز اظهار داشتند، با افزایش مصرف اسید فولویک تا غلظت ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر به محلول غذایی گیاه خیار، جذب عناصر Mg, Ca, K, P, N در اندام هوایی افزایش یافت و بیشترین غذایی و رشد گیاه در غلظت ۳۰۰- ۱۰۰ میلی گرم در لیتر اسید فولویک مشاهده شد.



شکل۴- تأثیر روش و مقدار مصرف کود آلی فربنات بر غلظت نیتروژن در گیاه لوبیا

در هر سه روش مصرف کود فربنات با افزایش مقدار مصرف، غلظت فسفر در گیاه کاهش بیشتری نشان داد (شکل ۵). بیشترین غلظت فسفر در گیاه در سطح اول مصرف خاکی فربنات مشاهده شد که نسبت به سطح اول محلولپاشی تفاوت آماری معنی داری نداشت. غلظت فسفر در تیمار شاهد نسبت به تیمارهای کود فربنات کاهش معنی داری داشت. Tan (1986) گزارش کرد، مواد هیومیکی می توانند حلالیت سنگ فسفات را از طریق آزاد نمودن آنیون فسفات و کاتیون کلسیم افزایش دهند، زیرا اسیدیته کل در محلول حاصله کاهش می یابد.

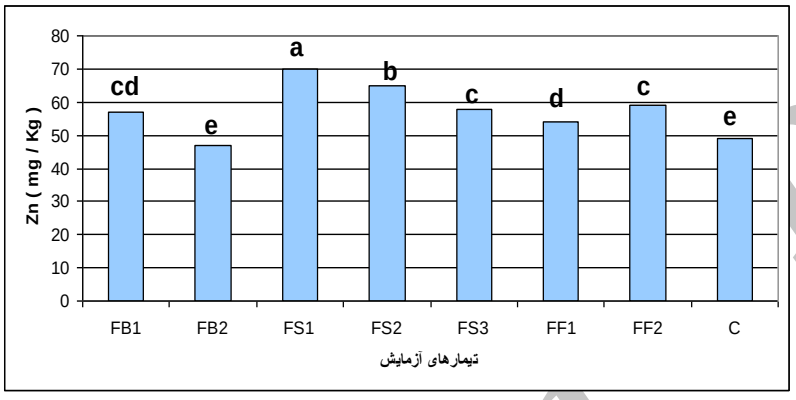


شکل ۵ : تأثیر روش و مقدار مصرف کود آلی فربنات بر غلظت فسفر در گیاه لوبیا

Archive of SID

www.SID.ir

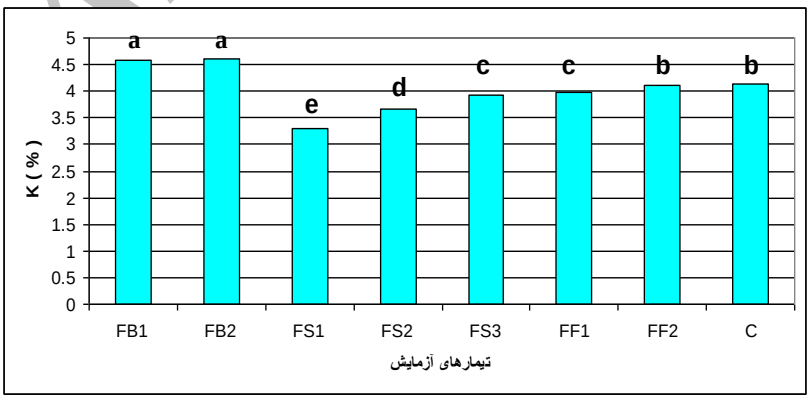
بیشترین غلظت روی در اندام هوایی لوبیا (شکل ۶) در سطح اول مصرف خاکی کود فربنات مشاهده شد که نسبت به بقیه تیمارها افزایش معنی داری در سطح پنج درصد داشت. کمترین غلظت روی در تیمار شاهد و سطح دوم مصرف بذر مال کود فربنات بود. با افزایش میزان مصرف فربنات در روش بذر مال و مصرف خاکی از غلظت فسفر در گیاه کاسته شد ولی در روش محلولپاشی مخالف دو روش دیگر بود.



شکل ۶- تأثیر روش و مقدار مصرف کود آلی فربنات بر غلظت روی در گیاه لوبیا

در روش بذر مال بیشترین غلظت پتاسیم در اندام هوایی لوبیا مشاهده شد که نسبت به روش های دیگر مصرف و شاهد تفاوت آماری معنی داری داشت. در روش مصرف خاکی با افزایش میزان مصرف کود فربنات، غلظت پتاسیم نیز در گیاه افزایش بیشتری نشان داد.

مواد هیومیکی در آزاد سازی عناصر از خاک نقش دارند. Tan (1986) در تحقیقی ثابت کرد که اسیدهای هیومیک و فولویک می توانند آزاد سازی پتاسیم را از رس های ایلیت و مونت موریلونیت افزایش دهند.



شکل ۷- تأثیر روش و مقدار مصرف کود آلی فربنات بر غلظت پتاسیم در گیاه لوبیا

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه گیری

در خاک هایی که میزان ماده آلی آن کمتر از حد مطلوب باشد، رشد گیاه دچار مشکل می شود. این مشکلات در نتیجه نامطلوب بودن خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک حادث می شود. با مصرف هر گونه ماده آلی عملکرد کمی و کیفی گیاه افزایش می یابد. میزان اثر بخشی کود آلی بستگی به میزان، روش مصرف و نوع گیاه دارد. در این تحقیق با مصرف کود آلی فربنات میزان ماده خشک و غلظت عناصر غذایی در برخی از تیمارهای آزمایش در گیاه لوبیا افزایش یافت. روش مصرف خاکی فربنات نسبت به روش بذر مال و محلول پاشی اثرات بیشتری بر میزان شاخص های مورد اندازه گیری داشت.

منابع

علی احیـائی، م. و ع. ا. بهبهـانی زاده. ۱۳۷۲. شـرح روشهای تجزیه خـاک (جلـد اول). مؤسسـه تحقیقـات خاک و آب، نشریه فنی شماره ۸۹۳، تهران، ایران. ۱۷۰.

بنی جمالی، س. م. ۱۳۸۰. تغذیه لوبیا. نشریه فنی شماره ۶۴۷. انتشارات ایستگاه تحقیقات گل و گیاهان زینتی محلات. ص۱۲۰.

سماوات، س.، ع. ر. پازکی، ع. ر. لادن مقدم و س. سماوات. ۱۳۸۷. کتاب اصول کاربردی مواد آلی در کشاورزی. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار. ص ۲۲۲.

Adani, F., P. Genevini, P. Zaccheo and G. Zocchi. 1998. The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition, Journal of Plant Nutrition. 21: 561-575.

Akinici, S., T. Buyukkeskin, A. Eroglu, and B. Eygi Erdogan. 2009. The Effect of Humic Acid on Nutrient Composition in Broad Bean (*Vicia faba* L.) Roots**.** Notulae Scientia Biologicae, Vol 1, No 1 (2009).

Albuzio, A., G. Concheri, S. Nardi, and G. Dell'Agnola. 1994. Effect of Humic Fractions of Different Molecular Size on the Development of Oat Seedlings Grown in Varied Nutritional Conditions. In: Humic Substances in the Global Environment and Implications on Human Health. Edited by N. Senesi and T. M. Miano. Instituto di Chimica Agraria Universita degli Studi-Bari, Bari, Italy. Elsevier Science B. V. pp. 199- 204.

Barker, W. W., S. A. Welch, and J. F. Banfield. 1997. Biogeochemical Weathering of Silicate Minerals. In: J. F. Banfield and K. H. Nealson (eds.), Geomicrobiology: Interactions Between Microbes and Minerals, Reviews in Mineralogy, Vol. 35. Mineralogical Society of America, Washington, D. C. pp. 81-122.

Chen, Y. and T. Aviad. 1990. Effects of Humic Substance on Plant Growth. *In* MacCarthy, C. E. Clapp, R. L. Malcolm, and P. R. Bloom (eds.), Humic Substances in soil and Crop Sciences: Selected Readings. Soil Sci. Society of America, Madison, Wisconsin. pp. 161-186.

Chen, Y., C. E. Clapp, and H. Magen and V. W.Cline. 1999. Stimulation of Plant Growth by Humic Substances: Effects on Iron Availability. In: Ghabbour, E. A. and Davies, G. (eds.), Understanding Humic Substances: Advanced Methods, Properties and Applications. Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK.. pp. 255-263.

Chen, Y., H. Magen and C. E. Clapp. 2001. Plant Growth Stimulation by Humic Substances and Their Complexes with Iron. Proceedings of the International Fertilizer Society Symposium, Lisbon, March 2001.

Archive of SID

www.SID.ir

Piccolo, A., G. Pietramellara, and J. S. C. Mbagwu. 1997. Reduction in soil loss from erosion–susceptible soils amended with humic substances from oxidized coal. Soil Technol. 10: 235–45.

Rauthan, B. S. and M. Schnitzer. 1981. Effects of soil fulvic acid on the growth and nutrient content of cucumber (*Cucumus sativus*) plants. Plant Soil. 63: 491-495.

Sharif, M., R. A. Khattak, and M. S. Sarir. 2002. Effect of different levels of lignitic coal derived humic acid on growth of maize plants, Soil Science and Plant Analysis. 33: 3567-3580.

Singer, S. M., O. M. Sawan, M. M. AbdelMouty and S. R. Salman. 1998. Study of the effects of the Delta mixTM and organic matter on growth and productivity of bean plants grown under calcareous soil. conditions. Egyptian J of Hortic. 25: 335–47.

Tan, K. H. 1986. Degradation of Soil Minerals by Organic Acids. In: P. M. Huang and M. Schnitzer, (eds.), Interactions of Soil Minerals with Natural Organics and Microbes. Soil Science Society of America, Special Publication No. 17, Madison, Wisconsin.

Tan, K. H. 2003. Humic Matter in Soil and the Environment. Marcel Dekker, New York.

Tombacz, E. and J. A. Rice. 1999. Changes of Colloidal State in Aqueous Systems of Humic Acids. In: Ghabbour, E. A. and Davies, G. (eds.), Understanding Humic Substances: Advanced Methods, Properties and Applications. Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK. pp. 69-77.

Clapp, C. E. 2001. An Organic Matter Trail: Polysaccharides to Waste Management to Nitrogen/Carbon to Humic Substances. *In* E. A. Ghabbour and G. Davies (eds.), Humic Substances: Structures, Models and Functions. Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK. pp. 3-17.

Clapp, C. E., Y. Chen, M. H. B. Hayes, and H. H. Cheng. 2001. Plant Growth Promoting Activity of Humic Substances. In: R. S. Swift and K. M. Spark (Eds.), Understanding Organic matter in Soils, Sediments and Waters. Proceedings of the 9th International Conference of the International Humic Substances Society, Adelaide, Australia, 21st-25th September 1998, IHSS St Paul, Minnesota.

Day, K. S., R. Thornton, and R. Kreeft. 2000. Humic Acid Products for Improved Phosphorus Fertilizer Management. *In* Humic Substances, Versatile Components of Plants, Soil and Water, E. A. Ghabbour, ed. Royal Society of Chemistry, pp. 321-325.

Kaya, M., M. Atak, K. M. Khawar, C. Y. Ciftci, and O. Sebahattin. 2005. Effect of pre – sowing seed treatment with zinc and foliar spray of Humic Acids on yield of common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). International Journal of Agriculture and Biology. 07–6– 875– 878.

Pascual, J. A., C. Garcia, and T. Hernandez. 1999. Comparison of fresh and composted organic waste in their efficacy for the improvement of arid soil quality. Bioresources Technol. 68: 255–64 .

Archive of SID

www.SID.ir