اثر کاربرد لجن فاضلاب برعملکرد و جذب فلزات سنگین در اسفناج در شرائط مزرعه

اکبر گندمکار [۱] ، حمیدرضا رحمانی [۱]
عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی -۱

چکیده
جهت بررسی اثرات باقیمانده لجن فاضلاب بر عملکرد و جذب فلزات سنگین توسط اسفناج، یک سال پس از اضافه کردن لجن به خاک و کشت گندم و ذرت بررسی مزرعه ای در همان کرتهای آزمایشی با سطوح مختلف لجن شامل صفر(شاهد)، ۲۵، ۵۰، و ۱۰۰ تن لجن در هکتار در سه تکرار و به صورت طرح بلوکهای کامل تصادفی در ایستگاه کبوتر آباد مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان اجرا گردید. اثرات باقیمانده تیمارهای لجن موجب کاهش سله خاک، افزایش جوانه زنی و افزایش معنی دار بیومس اسفناج شد. عناصر کبالت، سرب، کادمیم برگ اسفناج در حد تشخیص دستگاه جذب اتمیک به میلیگرم در کیلوگرم نبودند. کاربرد لجن موجب افزایش معنی دار نیتروژن ، فسفر، پتاسیم، روی، منگنز، آهن و مس برگ اسفناج گردید. غلظت عناصر کم نیاز و عناصر سنگین لجن مورد استفاده بنابر استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران و USEPA کمتر از سطح محدود کننده می باشند، از اینرو لجن بعنوان یک کود آلی در زمان های محدود قابل استفاده در اراضی کشاورزی می باشد.
کلمات کلیدی: لجن فاضلاب، کود آلی، اسفناج، عناصر سنگین

مقدمه
فقر مواد آلی خاک در مناطق خشک سبب شده است ترکیبات آلی تحت عناوین مختلف از جمله لجن فاضلاب شهری، کمپوست زباله شهری و سایر پسماندهای آلی حاصل از فعالیت های انسانی وارد عرصه کشاورزی شوند. این ترکیبات دارای مواد و عناصر مفیدی چون کربن آلی، فسفر، ازت، پتاس و ... می باشند که جهت رشد و نمو گیاه لازمند اما با داشتن ترکیبات مضر از جمله آلودگی میکروبی و عناصر سنگین (کادمیم، سرب و ...) می توانند محیط زیست را از این ترکیبات آلوده ساخته و سبب ورود این ترکیبات به زنجیره غذایی شوند. بدلیل توانایی بالای اسفناج در جذب عناصر سنگین، این گیاه از گیاهان شاخص جهت بررسی آلودگی خاک به عناصر سنگین توسط مواد مختلف می باشد. بخاطر احتمال آلودگی میکروبی، از کاشت سبزیجات جهت مصارف خوراکی در خاک های تیمار شده با لجن و پساب فاضلاب بایستی اکیدا خودداری نمود. در یک بررسی فلزات سنگین در خاک تحت تیمار لجن فاضلاب، آبشوئی شده و انتقال یافتند. بطوریکه در تیمار ۱۰۰ تن لجن در هکتار، میانگین غلظت کادمیم بیش از ۱۲ برابر شاهد، میانگین غلظت روی ۵/۳۴ برابر شاهد، میانگین غلظت سرب ۷/۳ برابر شاهد و میانگین غلظت مس قابل جذب ۳/۴۲ برابر شاهد بود. تحقیقی در یک نمونه لجن فاضلاب ۱۲۱ میکرو گرم در گرم سرب و درنمونه دیگر در آمریکا ۷۴۳۲-۵۴۵ میکرو گرم در گرم سرب در لجن گزارش شده است. گزارش گردید ۳۰ درصد ازت آلی لجن در سال اول ، ۱۰ درصد سال دوم و ۵ درصد در سال سوم کاربرد در خاک معدنی و در اختیار گیاه قرارمیگیرد. میانگین عملکرد اسفناج در مزارع شرق اصفهان ۳۰ - ۲۵ تن در هکتار(وزن تر) گزارش شده است.

بینا و همکاران(۱۳۸۳) گزارش نمودند که میانگین مقادیر pH، رطوبت، جامدات کل، مواد آلی، مواد معدنی، ازت، فسفر، پتاسیم و ۱۱ فلز سنگین نمونه های لجن فاضلاب در سه تصفیه‌خانه فاضلاب اصفهان، و میانگین مقادیر کلیفرم مدفوعی و تخم انگل‌ها در دو تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب اصفهان و شاهین‌شهر، در محدوده معمول و یا استاندارد واقع هستند. اما میانگین مقادیر سدیم، کربن آلی و C/N در هر سه تصفیه‌خانه و کلیفرم مدفوعی و تخم انگل در تصفیه‌خانه شمال اصفهان از حداکثر مقادیر معمول و مجاز فراتر رفته و لذا کاربرد آن‌ها برای مصارف مختلف مناسب نمی‌باشد و نیاز به تجدید نظر در فرایندهای تصفیه لجن و سیستم بهره‌برداری از این تصفیه‌خانه دارد و چون میانگین مقادیر کلیفرم مدفوعی و تخم انگل در لجن دو تصفیه‌خانه دیگر با توجه به مقررات قسمت ۵۰۳ آئین‌نامه CFR۴۰ وضع شده توسط EPA در کلاس B مقررات پاتوژن واقع می‌شوند، بنابراین رعایت محدودیت‌های مصرف آن‌ها در کشاورزی از نظر نوع محصول و زمان برداشت ضروری است. هم‌چنین با توجه به خاصیت تجمع‌پذیری فلزات سنگین و نداشتن اثرات حفاظتی لازم استانداردهای EPA، در کاربرد این لجن‌ها برای مصارف کشاورزی باید احتیاط و دقت لازم به عمل آید. اما برای سایر مصارف لجن‌ها محدودیتی وجود ندارد.

در بررسی دیگر درگیاه شنبلیله با کاربرد لجن فاضلاب مشخص گردید مقدار کادمیم و سرب در کلیه تیمارها و در اندام هوایی و ریشه شنبلیله کمتر از حد مجاز بود اما سرب به مقدار بیشتر از کادمیم جذب شده بود. بررسی میزان فلزات سنگین کل و قابل جذب در لجن فاضلاب و ورمی کمپوست نشان داد که غلظت عناصر در محصول نهایی نسبت به شاهد بالاتر اما از حد مجاز کمتر بود. در تعیین غلظت عناصر سنگین در کودهای کمپوست و لجن فاضلاب در بررسی های مزرعه‌ای مشخص گردید میزان عناصر سنگین در خاك در همان مراحل اولیه اجرای طرح در بیشتر تیمارها نسبت به شاهد دارای اختلاف معنی‌دار بود و گذشت زمان بر میزان غلظت عناصر سنگین در تیمارها افزود و جذب عناصر سنگین در کود لجن فاضلاب بیشتر از کود کمپوست شهری بود. استفاده از لجن فاضلاب می تواند در آزادسازی فسفر خاک نقش ایفاء کند. در یک بررسی دامنه مقادیر تجمعی فسفر آزاد شده طی مدت زمان ۱۵۶۰ ساعت(۶۵ روز) در خاکهای شاهد برابر ۱/۶- ۵۵/۰ میلی گرم در کیلوگرم و در خاکهای تیمار شده با لجن

فاضلاب فعال برابر ۹/۱۵ - ۳/۱ میلی گرم در کیلوگرم بود. اهداف پژوهش حاضر بررسی اثرات باقیمانده لجن فاضلاب برعملکرد و جذب فلزات سنگین توسط گیاه اسفناج بود.

مواد و روش‌ها

جهت بررسی اثرات باقیمانده لجن فاضلاب بر عملکرد و جذب فلزات سنگین توسط اسفناج، یک سال پس از اضافه کردن لجن به خاک و کشت گندم و ذرت بررسی مزرعه ای در همان کرتهای آزمایشی با سطوح مختلف لجن شامل صفر(شاهد)، ۲۵، ۵۰، و ۱۰۰ تن لجن در هکتار در سه تکرار و به صورت طرح بلوکهای کامل تصادفی در ایستگاه کبوتر آباد مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان اجرا گردید. لجن فاضلاب از تصفیه خانه شاهین شهر اصفهان تهیه گردید. کشت اسفناج رقم سیحان صورت گرفت. نمونه های خاک(پس از برداشت محصول) و لجن مورد تجزیه کامل شیمیایی قرار گرفتند. جهت اندازه گیری عملکرد بیولوژیک بوته های اسفناج(وزن اندام هوایی) از طوقه قطع و در آون با دمای ۷۵درجه سانتیگراد بمدت ۴۸ ساعت خشک گردید. لجن فاضلاب مورد استفاده از تصفیه خانه فاضلاب شاهین شهر اصفهان تهیه گردیده بود. طرز تصفیه این فاضلاب، روش تصفیه ثانویه با لاگونهای هوادهی میباشد. نمونه های خاک، لجن ، برگ و اسفناج مورد تجزیه کامل شیمیایی قرار گرفتند. داده ها تجزیه و تحلیل آماری و تجزیه واریانس شدند.

نتایج و بحث

خصوصیات و ارزش کودی لجن: لجن دارای ۲۳ درصد مواد آلی است که می تواند اثرات مطلوبی بر تمامی خصوصیات خاک داشته باشد. لجن حاوی سه درصد نتیروژن کل، ۵/۱ درصد فسفر کل، ۵/۰ درصد پتاسیم محلول و مقادیری عناصر ریزمغذی است. از اینرو در تیمار ۵۰تن در هکتار لجن، ۱۵۰۰کیلوگرم نیتروژن(۱۵۰کیلوگرم بصورت محلول)، ۱۵۰کیلوگرم پتاسیم محلول و ۴۵۰کیلوگرم فسفر به خاک اضافه میگردد. بخش عمده نیتروژن و فسفر بشکل آلی بوده که طی فرایندهای زیستی به مرور آزاد شده و در اختیار گیاه قرار میگیرند. در کاربرد لجن بعنوان کود غلظت عناصر سنگین و ریزمغذی مورد توجه بیشتری قرار دارند، چرا که استفاده درازمدت لجن میتواند سبب تجمع عناصر فوق و آلودگی آب ، خاک ، گیاه و نهایتا محصولات غذایی گردد. بنابر استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا میزان عناصر فلزی موجود در لجن مورد استفاده در دامنه مجاز جهت کاربرد در اراضی کشاورزی قرار دارد. اثرات باقیمانده تیمارهای لجن سبب افزایش معنی دار بیومس اسفناج شد و اختلاف قابل توجهی مابین تیمارها بدست آمد(جدول ۱). مشاهدات مزرعه ای نیز نشان دهنده ی رشد بسیار و بیومس بیشتر بوته های اسفناج در کرت های تیمار شده بود.

جدول۱- مقایسه میانگین اثر باقیمانده تیمارها بر عملکرد اسفناج

تیمار لجن (تن در هکتار)	۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
وزن (کیلوگرم در مترمربع)	C۲۹/۰	B۳۵/۰	A۴/۰	A۴۵/۰
درصد افزایش	-	۲۱	۳۸	۲/۵۵

لجن فاضلاب حاوی مواد آلی و عناصر معدنی مورد نیاز گیاه است که با اثر بر خصوصیات شیمیایی ، فیزیکی ، بیولوژیک و حاصلخیزی خاک میتواند سبب افزایش عملکرد گیاه گردد. بهبود خصوصیات فیزیکی و دانه بندی خاک با اضافه نمودن لجن به آن سبب افزایش نفوذپذیری و ظرفیت نگهداری آب خاک، جریان مناسب تر اکسیژن و کربن دی اکسید در خاک ، جوانه زنی و استقرار بهتر گیاهچه، توسعه ریشه ها و ... گردید. با توجه به نتایج این تحقیق اثرات فوق حداقل برای دو سال در خاک باقی مانده است.

ترکیب شیمیایی برگ: تجزیه برگ اسفناج نشان داد که عناصر کبالت، سرب، کادمیم در حد تشخیص دستگاه جذب اتمیک به میلیگرم در کیلوگرم نبودند. کاربرد لجن موجب افزایش معنی دار نیتروژن ، فسفر، پتاسیم، روی، منگنز، آهن و مس در برگ اسفناج گردید(جدول ۲). خاک محل آزمایش آهکی(۴۵درصد) و رسی(۳۸درصد) بوده و از ظرفیت تامپونی بالایی برای تثبیت عناصر سنگین برخوردار است. پ هاش قلیایی خاک(۷/۷) نیز میتواند موجب رسوب و غیر قابل جذب شدن عناصر فلزی شود. لجن مورد آزمایش دارای مقادیر قابل توجه از عناصر مورد نیاز گیاهان است که می تواند در حاصلخیزی خاک و تامین نیاز گیاهان زراعی مفید باشد. غلظت عناصر کم نیاز و عناصر سنگین لجن مورد استفاده بنابر استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران و USEPA کمتر از سطح محدود کننده می باشند و از نظر پارامترهای اندازه گیری شده قابل استفاده در کشاورزی می باشد.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر تیمارها بر غلظت برخی از عناصر برگ اسفناج

عنصر	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	روی	منگنز	اهن	مس
تیمار	%					mg kg^{-1}			
۱	A۹/۲	A۲۹/۰	A۰/۳	A۳۲/۱	A۴۶/۰	A۵۰	A۵۴	A۲۹۰	A۱۴
۲	A۴/۳	A۳۷/۰	A۳۳/۳	A۸۲/۱	A۶۵/۰	A۷۴	A۶۶	A۳۱۲	A۱۶

۳	A۱۸	A۳۴۴	B۷۴	B۹۶	B۸۳/۰	B۴۴/۲	A۶/۳	B۴۸/۰	A۶/۳
۴	B۲۲	B۴۴۶	C۹۲	C۱۱۲	B۳۳/۱	C۸/۲	B۷/۳	C۵۵/۰	B۶/۴

عناصر کبالت، سرب، کادمیم در حد تشخیص دستگاه جذب اتمیک به میلیگرم در کیلوگرم نبودند

منابع

بوستانی، ح. ر. و رونقی، ع. م. ۱۳۹۰. مقایسه اثر کاربرد لجن فاضلاب و کود شیمیایی بر عملکرد و غلظت برخی عناصر غذایی در سه بافت یك خاك آهکی (Spinosa olerace L.) گیاه اسفناج ، علوم و فنون کشت های گلخانه ای،سال دوم، شماره ششم.

Hemmat A., Aghilinategh N., Rezainejad Y. and Sadeghi M. ۲۰۱۰. Long-term impact of municipal solid waste compost, sewage sludge and farmyard manure application on organic carbon, bulk density and consistency limits of a calcareous soil in central Iran. Soil and Tillage Research, ۱۰۸:۴۳-۵۰.

Mcintosh M.S., Foss J.E.,Wolf D.C., Brandt K.R. and Darmody R.۲۰۰۰.Effect of composted municipal sewage sludge on growth and elemental composition of white pine and hybrid poplar.J. Environ. Qual. ۱۳(۱):۶۰-۶۲.

Hooda, P.S. and Alloway B.J.۲۰۱۰. The effect of liming on heavy metal concentrations in wheat, carrots and spinach grown on previously sludge-applied soils, The Scottish Agricultural College, Biochemical Sciences Department, Auchincruive, Ayr KA۶ ۵ HW, Scotland, UK.

Sillanppa M. and Jansson H.۱۹۹۲. Status of cadmium, lead, cobalt and selenium in soils and plant of thirty coountries. FAO soils Bulletin ۶۵. Rome. Italy.

Abstract

A large volume of sewage sludge is produced in the process of urban sewage treatment.The sludge contains relatively large amounts of organic matter , plant nutrients , soluble salts as well as small amounts of some heavy metals. Spinach is a indicator for plant heavy metals uptake. The effects of urban sewage sludge on growth and yield of spinach and heavy metals and nutrients concentrations in plant were studied in field trial conducted in Esfahan Agri Res Ctr (Kabutar-Abad station)central Iran. The treatments included applications of ۰ , ۲۵, ۵۰ and ۱۰۰ metric tons of sludge/ha in a randomized complete block design. Application of the sludge decreased crust formation and greatly improved germination and growth of spinach. Biological yield of spinach increased from ۲۹۰ to ۳۵۰ , ۴۰۰ and ۴۵۰ gr/$m^۲$ for ۲۵ ,۵۰ and ۱۰۰ tons/ha of sludge applications (as compared to the control field),respectively. Uptakes of N , P , K , Fe , Mn , Zn and Cu by spinach increased as a result of sludge application.Concentrations of Fe , Mo , Zn , Cu and Cr in plant tissues also increased but no toxic symptoms were observed in plants.Concentrations of Pb, Cd, Cr, Co , and Ni in aerial tissues of corn did not increase as a result of sludge application. It is concluded that sewage sludge has the potential to be used as an organic fertilizer and soil amendment to improve soil productivity at least for a limited period of time(Iran Env Pro org and USEPA standard).