



فراهمی فسفر در خاک غنی شده با پودر استخوان و تأثیر آن بر رشد گیاه ذرت

نسرین قربان زاده^۱، غلامحسین حق نیا^۲، امیر لکزیان^۳ و امیر فتوت^۴

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

۲- استاد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

۳- دانشیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

۴- استادیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

استخوان از مهم‌ترین ضایعات تولید شده در کشتارگاهها است که منبعی غنی از فسفر می‌باشد و با تبدیل شدن به پودر استخوان می‌تواند به منظور تأمین نیاز گیاهان به عنوان کود آلی به جای کود شیمیایی استفاده شود. فسفر بعد از نیتروژن مهمترین عنصر مورد نیاز گیاه می‌باشد و قابلیت دسترسی به آن اغلب به عنوان یک فاکتور محدود کننده برای تولید محصولات زراعی در سراسر جهان مطرح است و وجود آهک در خاک قابلیت دسترسی به فسفر را به وسیله گیاه کاهش می‌دهد. از این رو به منظور بررسی توان پودر استخوان در آزادسازی فسفر و تأثیر آن بر تأمین فسفر مورد نیاز برای رشد گیاه ذرت، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۶ تیمار دربرگیرنده دو سطح از پودر استخوان (۴۰۰ کیلوگرم در هکتار و ۸۰۰ کیلوگرم در هکتار) و دو سطح از پودر استخوان اسیدی (۴۰۰ کیلوگرم در هکتار و ۸۰۰ کیلوگرم در هکتار)، سوپر فسفات تریپل (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) و شاهد با ۳ تکرار در شرایط آزمایشگاه و گلخانه انجام شد. نتایج نشان داد که آزادسازی فسفر فراهم در تیمارهای دارای پودر استخوان با تأخیر زمانی یک ماه نسبت به تیمار سوپر فسفات صورت گرفت و اسیدی کردن پودر استخوان منجر به تسریع و افزایش آزادسازی فسفر گردید. نتایج حاصل از کاشت گیاه ذرت حاکی از آن بود که اسیدی کردن پودر استخوان منجر به افزایش غلظت فسفر در اندام هوایی گیاه ذرت نشد ولی وزن خشک اندام هوایی در تیمارهای پودر استخوان اسیدی شده بیشتر بود. افزون بر آن وزن خشک اندام هوایی در تیمارهای پودر استخوان اسیدی و کود سوپر فسفات از نظر آماری در سطح ۵٪ معنی دار نبود.

کلمات کلیدی: پودر استخوان، فسفر، آزادسازی، ذرت



فسفر بعد از نیتروژن مهمترین عنصر مورد نیاز گیاه می باشد و فراهمی آن اغلب به عنوان یک فاکتور محدود کننده برای تولید فراورده های کشاورزی در سراسر جهان مطرح است (۲). فسفر به دلیل واکنشهای خاص خود نظیر جذب سطحی و تشکیل رسوب در خاک برای گیاه غیر قابل استفاده می شود. در خاکهای آهکی و آهکی - گچی مانند بیشتر خاکهای کشور ایران، کمبود فسفر قابل استفاده گیاه به دلیل تبدیل فسفر محلول به ترکیبات کم محلول مانند فسفاتهای کلسیم یکی از دشواریهای مشکلات تغذیه ای گیاهان بشمار می رود (۱). لذا به منظور افزایش کارایی استفاده از فسفر، کاربرد منابع آلی به همراه کودهای شیمیایی و یا به صورت جداگانه در مدیریت حاصلخیزی خاک مناسب تر از کودهای شیمیایی است. امروزه با رشد دانش بشر و پژوهشهای انجام شده، امکان استفاده از ضایعات صنعتی نیز به عنوان منابع آلی سرشار از مواد غذایی مورد نیاز گیاه، مورد توجه قرار گرفته است (۴). یکی از مهم ترین این موارد ضایعات کشتارگاهی است و استخوان جزء مهمترین ضایعات تولید شده در کشتارگاهها می باشد. استخوان حدود ۱۱ تا ۱۶ درصد از توده بدن دام ها را تشکیل می دهد (۶)، که می تواند به پودر استخوان تبدیل شده و در موارد گوناگون مورد استفاده قرار گیرد (۷). استخوان هایی که از لاشه دام گرفته می شوند از سه بخش چربی، ترکیبهای نیتروژن و مواد معدنی تشکیل شده اند که مواد حاوی نیتروژن و چربی در طی فرآیند رندرینگ با اعمال فشار و دمای زیاد از استخوان گرفته می شود و استخوان به ماده ای نرم و متخلخل تبدیل شده و زمانی که آسیاب و پودر می شود به توده ای از ذرات ریز اسفنجی شکل تبدیل می گردد که این امر منجر به حل شدن فسفر آن در خاک می شود. کشتارگاه صنعتی دام مشهد با ظرفیت کشتار روزانه سه هزار رأس دام سبک و دویست و پنجاه رأس دام سنگین، توان تولید روزانه یک تن پودر استخوان را دارا می باشد. بخشی از پودر استخوان تولید شده به مصرف خوراک دام می رسد و بخش عمده ای از آن به هدر می رود. از این رو کاربرد این ماده در کشاورزی به منظور حاصلخیزی خاک افزون بر جلوگیری از هدرروی آن، به رفع دشواریهای زیست محیطی نیز منجر خواهد گردید. هدف از انجام این پژوهش مطالعه روند رهاسازی فسفر از پودر استخوان و بررسی راه های افزایش فراهمی و تسریع آزادسازی فسفر موجود و توان آن در تأمین فسفر مورد نیاز گیاه ذرت بود.

مواد و روشها

مقدار ۱۴۵ کیلوگرم خاک تپیک هاپل کمبید^۱ با بافت لومی از مزرعه دانشکده کشاورزی مشهد از عمق ۳۰-۰ سانتی متری تهیه و پس از هوا خشک شدن از الک ۲ میلیمتری عبور داده شد و به گلخانه دانشکده منتقل گردید. پودر استخوان مورد نیاز نیز از کشتارگاه صنعتی دام مشهد تهیه و برخی خصوصیات آن اندازه گیری شد. به منظور مطالعه فراهمی فسفر در خاک ۶ تیمار شاهد (C)، کود سوپر فسفات تریپل به مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار (P)، پودر استخوان با دو سطح ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار (bL) و ۸۰۰ کیلوگرم در هکتار (bH) و پودر استخوان تیمار شده با اسید سولفوریک به نسبت ۱:۱ با دو سطح ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار (bSL) و ۸۰۰ کیلوگرم در هکتار (bSH) با سه تکرار به نمونه های خاک اضافه شد. نمونه های خاک تیمار شده به گلدانهای ۴ کیلویی منتقل و رطوبت گلدانها در

^۱. Typic Haplocambids

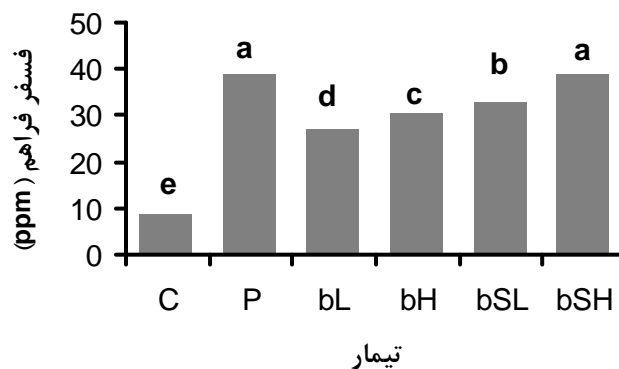


حد ۶۵٪ ظرفیت زراعی نگهداری شد. پس از گذشت ۱ ماه در گلدانها گیاه ذرت کشت شد و در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد در روز و ۱۶ درجه سانتیگراد در شب نگهداری شدند. در پایان آزمایش وزن خشک اندام هوایی و عنصر فسفر در نمونه های گیاهی اندازه گیری شد. همان تیمارهای آزمایشی گفته شده، بدون کشت گیاه روی نمونه های خاک در شرایط انکوباسیون اعمال شد. اندازه گیری فسفر فراهم خاک به روش عصاره گیری با بی کربنات سدیم و استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر به روش اولسن (۸) در زمانهای ۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ روز انجام گرفت. نتایج به دست آمده با استفاده از نرم افزار MSTATC مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین داده های آزمایشی با یکدیگر با آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد. برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

خصوصیات پودر استخوان در آزمایشگاه اندازه گیری شد. پودر استخوان حاوی ۱۲٪ فسفر و ۱۷٪ کلسیم بود که بالاترین مقادیر را در پودر استخوان دارا بودند. نتایج حاصل از انکوباسیون خاک شامل دو بخش عمده، یکی تأثیر تیمارهای آزمایشی بر فراهمی فسفر و دیگری اثر زمان بر مقدار فسفر تیمارهای آزمایشی در مدت ۱۲۰ روز انکوباسیون می باشد.

فسفر فراهم: در مجموع ۱۲۰ روز انکوباسیون مقدار فسفر فراهم خاک در تیمار سوپر فسفات تریپل (P) و تیمار (bSH) بیشترین بود و به ۴/۵ برابر تیمار شاهد رسید و اختلاف آماری معنی داری میان این دو تیمار مشاهده نشد لیکن این دو تیمار با سایر تیمارها اختلاف افزایشی معنی دار را نشان دادند (نمودار ۱).

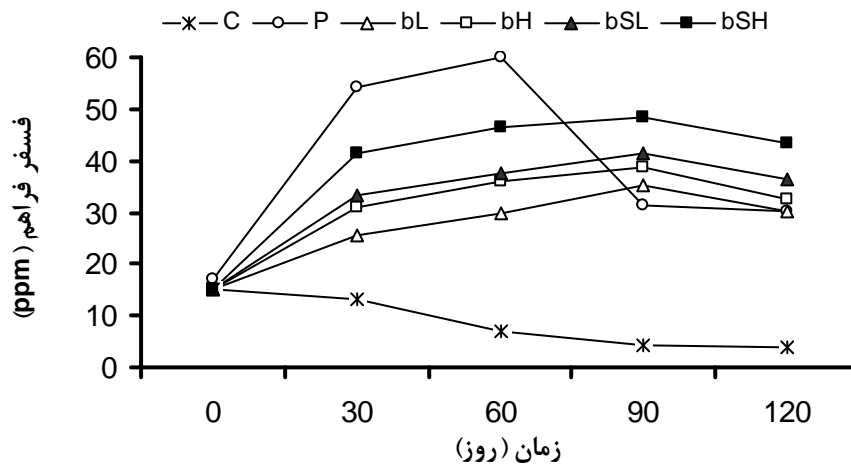


نمودار ۱- مقایسه میانگین های فسفر فراهم تیمارهای آزمایش در مجموع ۱۲۰ روز انکوباسیون

مقدار فسفر فراهم هر کدام از تیمارها نیز در زمانهای مختلف آزمایش از نظر آماری اختلاف معنی داری را نشان داد. در نمودار ۲ روند آزادسازی فسفر فراهم تیمارهای مختلف در طی ۱۲۰ روز انکوباسیون نشان داده شده است. فسفر فراهم در تیمار شاهد از همان شروع آزمایش روند کاهشی معنی داری را نشان داد و از مقدار فسفر فراهم اولیه خاک در طول دوره انکوباسیون ۷۰٪ کاسته شد. هالفورد و متینگلی (۵) گزارش نمودند در سیستمهایی که فسفری به آنها افزوده نشده و یا غلظت فسفر محلول اولیه ناچیز می باشد، واکنشهای فیزیوشیمیایی سبب جذب



فسفر به وسیله سطوح فعال خاک می‌گردد و کاهش غلظت فسفر محلول را می‌توان ناشی از رخداد عمل جذب سطحی دانست.



نمودار ۲- مقایسه تغییرات فسفر فراهم در تیمارهای آزمایشی در طی زمان ۱۲۰ روز انکوباسیون

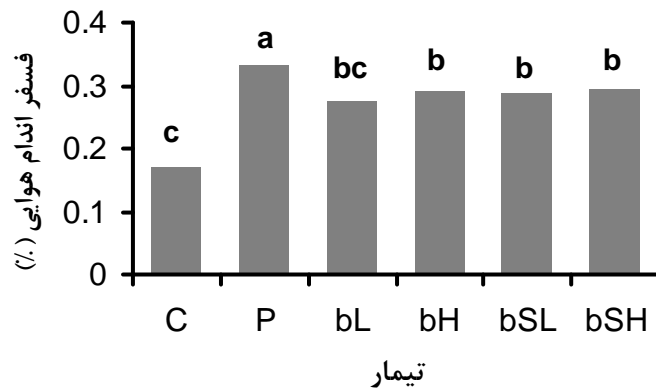
در تیمار کود سوپر فسفات، فسفر فراهم خاک پس از گذشت ۶۰ روز به بیشترین مقدار رسید و پس از آن کاهش معنی داری پیدا کرد. از زمان ۶۰ روز تا پایان ۱۲۰ روز انکوباسیون مقدار فسفر فراهم خاک ۵۰٪ کاهش یافت. هالفورد و همکاران (۵) عامل عمده کاهش فسفر محلول در غلظت های بالای فسفر (مانند خاکهایی که کود شیمیایی فسفر دریافت کرده اند) را تشکیل فسفاتهای کلسیم دانستند و اعلام نمودند که چنین سیستم هایی به حالت تعادل نسبی با اکتا کلسیم فسفات رسیده اند. بیشترین مقدار فسفر فراهم در تیمارهای حاوی پودر استخوان پس از گذشت ۹۰ روز مشاهده شد و پس از آن مقدار فراهمی فسفر کاهش معنی داری پیدا کرد و این در صورتی بود که بیشترین مقدار فسفر فراهم در تیمارهای حاوی کود سوپر فسفات تریپل پس از گذشت ۶۰ روز مشاهده شد. نتایج آزمایش همچنین نشان داد که اسیدی کردن پودر استخوان قبل از افزودن آن به خاک فراهمی فسفر را افزایش می دهد و فسفر سریعتر از این منبع آلی رها می شود. بتون (۳) نیز گزارش کرد که اسیدی کردن و حرارت دادن استخوان در فراهمی فسفر بسیار تاثیر گذار است. از آن جا که رها سازی فسفر موجود در تیمارهای حاوی مواد آلی (پودر استخوان) به عواملی مانند فعالیت میکروارگانیزم های خاک و شرایط رطوبتی و دما و اسیدیته خاک وابسته است، رها سازی فسفر موجود در آنها کندتر از کود شیمیایی صورت گرفت و لیکن فسفر خاک در این تیمارها برای مدت زمان طولانی تری به شکل قابل دسترس گیاه باقی ماند. از سوی دیگر تثبیت فسفر در این تیمارها نسبت به کود شیمیایی فسفر نیز کمتر بود.

تأثیر تیمارهای پودر استخوان بر رشد گیاه ذرت

بیشترین مقدار فسفر در اندام هوایی گیاه حدود ۰/۳٪ بود که در تیمار کود سوپر فسفات تریپل مشاهده شد و مقدار فسفر اندام هوایی در این تیمار به ۲ برابر تیمار شاهد رسید. مقدار فسفر گیاه در تیمارهای دارای پودر استخوان اسیدی و بدون اسید در سطح ۰/۵٪ معنی داری نشد. لیکن مقدار فسفر در این تیمارها اختلاف افزایشی معنی داری را با تیمار شاهد نشان داد و مقدار فسفر در اندام هوایی در این تیمارها به ۱/۶ برابر تیمار شاهد رسید. از طرفی افزایش در

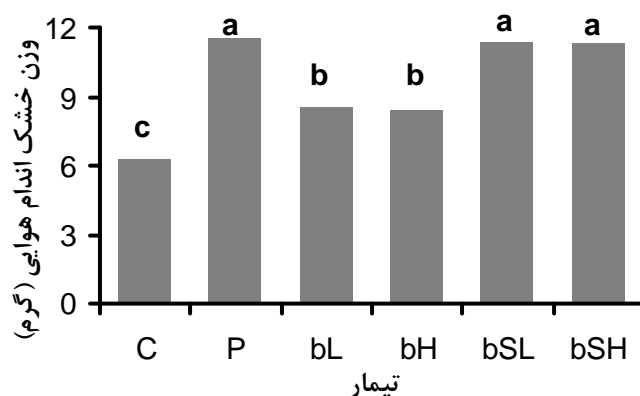


مقدار پودر استخوان اضافه شده نیز موجب افزایش مقدار فسفر در اندام هوایی گیاه نشد. به نظر می‌رسد که گیاه نیاز بیشتری به جذب فسفر نداشته و مقدار فسفر مورد نیاز گیاه به وسیله تیمارها ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار پودر استخوان نیز تأمین می‌شود (نمودار ۳).



نمودار ۳- مقایسه میانگین فسفر در اندام هوایی گیاه ذرت در تیمارهای مختلف آزمایش

وزن خشک اندام هوایی گیاه در تیمارهای (bSL) و (bSH) به حدود ۱۱ گرم رسید که اختلاف معنی داری را با تیمار کود سوپر فسفات تریپل نشان ندادند. وزن خشک اندام هوایی در این تیمارها نسبت به تیمارهای حاوی پودر استخوان اسیدی نشده بیشتر بود و اختلاف افزایشی معنی داری را با این تیمارها نشان دادند (نمودار ۴). از این رو می‌توان نتیجه گرفت که اگر چه اسیدی کردن پودر استخوان تأثیری بر مقدار فسفر در اندام هوایی گیاه ذرت نداشت ولی منجر به افزایش وزن خشک اندام هوایی گیاه ذرت شد.



نمودار ۴- مقایسه میانگین وزن خشک اندام هوایی گیاه ذرت در تیمارهای مختلف آزمایش

نتایج آزمایش حاکی از آن است که، چنانچه پودر استخوان به مقدار دو برابر کود شیمیایی فسفر مصرف شود و با اسید نیز تیمار گردد (bSH)، می‌تواند فسفر فراهم را معادل با کود شیمیایی فسفر ولی در مدت زمان طولانی تر در



خاک آزاد نماید و جایگزین کود سوپر فسفات تریپل شود. در این حالت مشکل حاصل از تثبیت سریع فسفر و غیر قابل استفاده شدن آن به خصوص در خاکهای آهکی، تا حدودی برطرف می شود و فسفر خاک برای مدت زمان طولانی تری به شکل قابل دسترس گیاه حفظ می گردد. هرچند اثرات باقیمانده پودر استخوان در زمانهای بعدی بایستی مورد مطالعه دقیق تر قرار گیرد.

منابع

۱. پناهی کرد لاغری. خ. و د. راثول. ۱۳۸۳. بررسی تغییرات فسفر در خاکهای آهکی و آهکی- گچی. دومین کنفرانس ملی دانشجویی منابع آب و خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز.
2. Afif, E., A. Matar and J. Torrent. 1993. Availability of phosphate applied to calcareous soils of West Asia and North Africa. Soil Science Society of American Journal 57:756-760.
3. Beaton, J. 1985. Efficient fertilizer use – Fertilizer use ... A historical perspective.
4. Eghball, B., B. Wienhold, B.L. Woodbury. and R.A. Eigenberg. 2005. Plant availability of phosphorus in swine slurry and cattle feedlot manure. Agron J. 97:542-548.
5. Halford, I.C.R and G.E.G. Mattingly. 1975. Phosphate sorption by jurassic oolitic i. limestones. Geoderma 13:257-264.
6. Liu, D.C. 2002. Better utilization of by-products from the meat industry. Department of Animal Science National Chung-Hsing University Taichung, Taiwan.
7. Nielsen, P.H. 1999-2000. Bone-, blood- and meat meal production. Version No:1. <http://www.lcafood.dk/processes/industry/bonemeall.htm>
8. Olsen, S.R., V. Cloe, F.S. Watnebe and L.A. Pean. 1954. Estimation of available phosphorous in soil by extraction with sodium bicarbonate. USDA, 939 USA.



Availability of soil phosphorus amended with Bone Meal and its effect on corn plant

N. Ghorbanzadeh¹, G. H Haghnia², A. Lakzian³ and A. Fotovat⁴

1. M.Sc. Student of Ferdowsi University of Mashhad

2. Prof. of Ferdowsi University of Mashhad

3. Associated Prof. of Ferdowsi University of Mashhad

4. Assistant Prof. of Ferdowsi University of Mashhad

Abstract

Bone meal contains large amount of phosphorus that could be used by plants as a substitute to chemical fertilizers. The main objective of this study was to determine the capability of bone meal for releasing phosphorus and its effect on growing corn. An experiment was conducted in a completely randomized design under laboratory and greenhouse conditions with 6 treatments that included 2 levels of bone meal and 2 levels of acidic bone meal, triple super phosphate and control with 3 replications. The results demonstrated that in treatments with bone meal, phosphorus release had 30 days lag compared to triple super phosphate. Acidification of bone meal caused a faster and more release of phosphorus. The experiment also showed that acidified bone meal did not change the concentration of phosphorus in the shoot. However, shoot dry matter weight was significantly higher in acidified vs non acidified bone. But, compared to chemical fertilizer, their differences were not statistically significant ($P > 0.05$).

Keyword: Bone meal, phosphorus, releasing, corn.

¹ Corresponding author

Email: nasrin_gh908@yahoo.com