محور مقاله: بیولوژی خاک و کودهای زیستی

تأثیر باکتری‌های حل‌کننده پتاسیم بر آزادسازی پتاسیم از بیوتیت

اعظم محمدزاده[۱*]، امیر لکزیان[۲]، علیرضا کریمی[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

[۲] استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

[۳] دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

پتاسیم از عناصر اصلی مورد نیاز گیاهان است که در فرآیندهای مهمی چون ساخت پروتئین و فتوسنتز نقش دارد. حدود ۹۸ درصد پتاسیم موجود در خاک به شکل کانی‌های معدنی است که برای گیاهان قابل استفاده نمی‌باشد. استفاده از باکتری‌های حل‌کننده پتاسیم به عنوان کودهای زیستی سبب تجزیه سیلیکات‌های معدنی حاوی پتاسیم می‌شود. در این تحقیق تعدادی از باکتری‌های ریزوسفری پنج گیاه مختلف جداسازی شدند و سپس توانایی حل‌کنندگی پتاسیم آن‌ها بر روی محیط کشت الکساندروف مایع تعیین شد. با توجه به نتایج این مرحله، ۵ جدایه انتخاب شدند و آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار (شاهد، KSB20، KSB26، KSB32، KSB33 و KSB41) و سه تکرار در شرایط آزمایشگاهی انجام شد. نتایج بدست آمده نشان داد که تأثیر باکتری‌های حل‌کننده پتاسیم روی حلالیت پتاسیم و pH در محیط مایع معنی‌دار بود ($P<0.05$). بیشترین میزان آزادسازی پتاسیم (۱۰/۵۹ میلی‌گرم در لیتر) و کمترین pH (۳/۸۸) مربوط به جدایه KSB41 بوده و کمترین مقدار پتاسیم (۱/۲۴ میلی‌گرم در لیتر) و بیشترین pH (۷/۲۱) نیز در تیمار شاهد مشاهده شد. به نظر می‌رسد که کاربرد باکتری‌های آزادکننده پتاسیم می‌تواند نقش کلیدی در افزایش پتاسیم قابل دسترس خاک داشته باشد.

کلمات کلیدی: کودهای زیستی، کانی سیلیکاته، باکتری‌های ریزوسفری

مقدمه

پتاسیم از عناصر غذایی ضروری پرمصرف و فراوان‌ترین کاتیون جذب شده در بیشتر گیاهان است. بیشتر خاک‌ها دارای مقادیر نسبتاً زیادی پتاسیم کل هستند؛ ولی مقدار پتاسیم قابل دسترس آن‌ها نسبتاً کم است (رحیمزاده و همکاران، ۱۳۹۲). اشکال مختلف پتاسیم در خاک شامل محلول، تبادلی، غیرتبادلی و ساختمانی بوده اما بیش از ۹۰ درصد پتاسیم خاک به شکل ساختمانی است که برای گیاهان قابل استفاده نمی‌باشد. مهم‌ترین منابع پتاسیم در خاک‌های معدنی آلومینوسیلیکات‌های اولیه شامل فلدسپارها و میکاها می‌باشند (دردی‌پور و همکاران، ۱۳۸۹). ازجمله راه‌کارهای استفاده از این منابع پتاسیم، کاربرد ریزجانداران حل‌کننده پتاسیم است. تحقیقات بسیاری در مورد نقش این ریزجاندران در آزادسازی منابع غیرتبادلی پتاسیم خاک انجام گرفته است و مشخص شده که پتاسیم غیرتبادلی می‌تواند به‌عنوان ذخایر پراهمیت، به افزایش فراهمی پتاسیم برای گیاه کمک کند (Badr، ۲۰۰۶). از جمله ریزجاندارانی که قادر به تجزیه سیلیکات‌ها هستند می‌توان به باکتری‌ها، قارچ‌ها، مخمرها، جلبک‌ها و گلسنگ‌ها اشاره کرد که علاوه بر پتاسیم در آزادسازی آهن، روی و سیلیسیم از این کانی‌ها نیز نقش دارند. از بین ریزجانداران حل‌کننده پتاسیم، باکتری‌ها از اهمیت بیشتری برخوردار هستند (Bahadur و Meena، ۲۰۱۴). تاکنون تحقیقات زیادی در مورد تأثیر باکتری‌ها بر حلالیت پتاسیم از کانی‌های مختلف انجام شده است. Sugumaran و Janarthanam (۲۰۰۷) در آزمایشی باکتری‌های حل‌کننده پتاسیم را از خاک جداسازی کردند و تأثیر آن‌ها را در آزادسازی پتاسیم از ارتوکلاز، میکروکلین و مسکویت مطالعه کردند و دریافتند که بیشترین میزان پتاسیم حل‌شده توسط باکتری باسیلوس از کانی مسکویت صورت گرفت. Setiawati و Mutmainnah (۲۰۱۶) نیز تأثیر باکتری‌های حل‌کننده پتاسیم جداشده از خاک را بر روی کانی‌های فلدسپار، لوسیت و تراکیت بررسی کردند. آن‌ها گزارش کردند که بیشترین مقدار پتاسیم حل‌شده در این کانی‌ها به ترتیب ۱۵/۵۷، ۱۲/۲۵ و ۶/۳۴ میلی‌گرم در لیتر بود. Bagyalakshmi و همکاران (۲۰۱۷) باکتری‌های حل‌کننده پتاسیم را از ریزوسفرهای مختلف جدا کردند و دریافتند که بیشترین مقدار پتاسیم حل‌شده ۴۱/۹۱ میلی‌گرم در لیتر و کمترین میزان آن ۲۰/۳۱ بود. و میزان pH در این دو تیمار به ترتیب ۴/۵ و ۴/۹ بود.

* ایمیل نویسنده مسئول: Mohammadzadeh.ah@yahoo.com

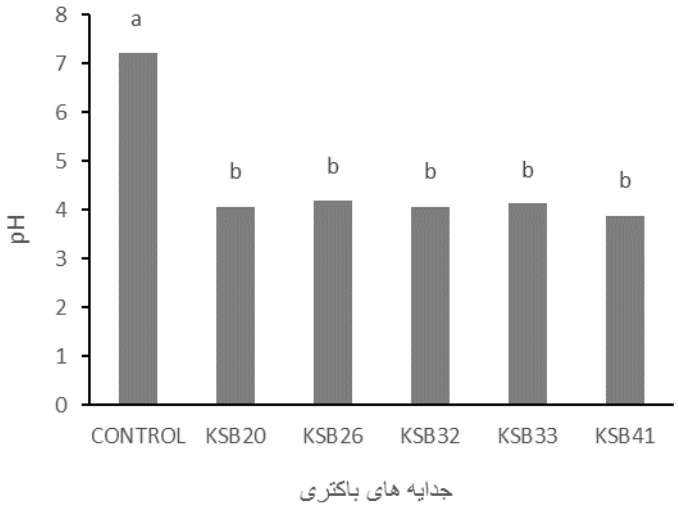
رسولی صدقیانی و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه‌ای تأثیر باکتری‌های حل‌کننده پتاسیم از کانی‌های میکایی (بیوتیت و مسکویت) را بررسی و گزارش کردند که بیشترین مقدار پتاسیم آزاد شده برابر با ۳/۳۲ میکروگرم بر میلی‌لیتر از کانی بیوتیت و پس از ۱۰ روز گرماگذاری بود. فرشادی راد و همکاران (۱۳۸۸) با مقایسه تأثیر قارچ و باکتری بر آزادسازی پتاسیم دریافتند که باکتری ازوتوباکتر توانست بیشترین مقدار پتاسیم (۶ درصد) را از خاک آزاد کند. با توجه به مطالعات انجام شده مشخص شد که استفاده از باکتری‌های حل‌کننده پتاسیم یک روش امیدبخش برای افزایش پتاسیم قابل استفاده در خاک خواهد بود. لذا تحقیق حاضر با هدف تأثیر باکتری‌های حل‌کننده پتاسیم بر آزادسازی این عنصر از کانی بیوتیت انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور جداسازی باکتری‌های حل‌کننده پتاسیم، تعداد ۵ نمونه خاک ریزوسفری (زیر کشت گیاهان رایج منطقه گوجه فرنگی، ذرت، یونجه، ریحان و گندم) به صورت تصادفی از مناطق مختلف شهرستان نیشابور انتخاب شده و از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری نمونه برداری شد و سپس سری-های رقت از نمونه‌های خاک تهیه شد. از هر نمونه خاک تعداد ۱۰ جدایه بر مبنای مورفولوژی پرگنه حاصله (برآمده بودن، بیضی شکل و موکوئیدی پرگنه) که بر روی محیط کشت جامد الکساندروف (بیوتیت ۱گرم، Na2HPO4 ۲ گرم، MgSO4,7H2O ۰/۵ گرم، CaCO3 ۰/۱ گرم، FeCl3 ۰/۰۰۵ گرم، ساکاروز ۵ گرم و آگار ۲۰ گرم در لیتر (Saber و همکاران، ۱۹۸۱)) بوجود آمده بودند انتخاب شدند (بیوتیت مورد استفاده از معادن همدان تهیه شده و اندازه ذرات آن ۵۳ میکرون بود). از بین ۵۰ جدایه انتخابی، ۵ جدایه برتر که دارای توانایی حل‌کنندگی پتاسیم از محیط کشت الکساندروف مایع (شامل بیوتیت ۲ گرم، CaCO3 ۰/۲ گرم، NaCl ۰/۲ گرم، FeCl3 ۰/۰۹ گرم، (NH4)2SO4 ۱ گرم، Na2HPO4 ۱ گرم، $MgSO_4$ ۰/۵ گرم، ساکاروز ۵ گرم در یک لیتر (Savostin و همکاران، ۱۹۷۱)) بودند انتخاب شدند. سپس آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار (شاهد، KSB20، KSB26، KSB32، KSB33 و KSB41) و سه تکرار در شرایط آزمایشگاهی انجام شد. جهت بررسی کمی انحلال پتاسیم توسط جدایه‌های منتخب و تأثیر بر pH، محیط کشت مایع (۵۰ میلی‌لیتر محیط کشت همراه با ۰/۱ گرم پودر بیوتیت خالص) استریل شد و سپس ۵۰۰ میکرولیتر از سوسپانسیون تازه هر یک از جدایه‌های منتخب به آن اضافه شد (تیمار شاهد فقط حاوی ۵۰ میلی‌لیتر محیط کشت با ۰/۱ گرم پودر بیوتیت بود). نمونه‌ها به مدت ۷ روز در انکوباتور شیکردار و دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و گردش ۷۰ دور در دقیقه گرماگذاری شدند. در نهایت pH نمونه‌ها توسط دستگاه pH متر مدل METROHM 632 قرائت شد و پس از سانتریفیوژ سوسپانسیون باکتری (دور ۳۰۰۰ برای مدت ۲ دقیقه)، میزان پتاسیم آزادشده در محلول شفاف رویی توسط دستگاه فلیم فوتومتر مدل Jenway- PFP7 قرائت گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار JMP 8 و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

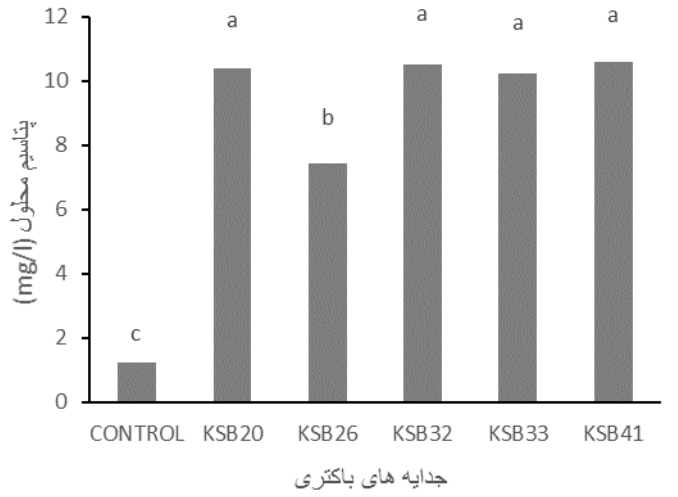
نتایج و بحث

با توجه به نتایج مقایسه میانگین (شکل۱)، بالاترین مقدار pH (۷/۲۱)، پس از ۷ روز، در تیمار شاهد مشاهده شد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری ($P<0.05$) داشت. تیمارهای آزمایشی نسبت به شاهد ۰/۴۶، ۰/۴۳، ۰/۴۳، ۰/۴۲ و ۰/۴۱ برابر کاهش pH را نشان دادند که به ترتیب مربوط به جدایه‌های KSB41، KSB32، KSB20، KSB33 و KSB26 بود. بیشترین میزان کاهش pH در جدایه KSB41 مشاهده شد که نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان داد. اما این جدایه‌ها اختلاف معنی‌داری را در مقدار pH با هم نشان ندادند. همچنین در مقدار در مقدار همچنین بیشترین آزادسازی پتاسیم نیز در این جدایه مشاهده شد. به طور کلی می‌توان گفت یکی از مکانیسم‌ها برای تجزیه بیوتیت و انحلال پتاسیم توسط این جدایه‌ها، اسیدی کردن محیط و تولید H^+ است. در میان عوامل مختلف مؤثر در رهاسازی پتاسیم، به نظر می‌رسد که تولید پلی‌ساکاریدها و یا ترکیبات آلی کمپلکس‌کننده (سیدروفور ها) توسط جدایه‌های باکتریایی مورد استفاده در این آزمایش منجر به تجزیه کانی بیوتیت شده است (Keshavarz Zarjani و همکاران، ۲۰۱۳).



شکل ۱: مقایسه میانگین اثر تیمارهای باکتریایی بر pH در محیط مایع الکساندروف

مقایسه میانگین داده‌ها (شکل۲)، نشان داد که کمترین مقدار آزادسازی پتاسیم (۱/۲۴ میلی‌گرم در لیتر) در تیمار شاهد بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری ($P<0.05$) داشت. جدایه KSB41 به طور مؤثری باعث آزادسازی پتاسیم شد که مقدار آن پس از ۷ روز برابر با ۱۰/۵۹ میلی‌گرم در لیتر بود که نسبت به شاهد ۷/۵ برابرافزایش داشت. جدایه‌های KSB32، KSB20، KSB33 و KSB26 به ترتیب ۱۰/۵، ۱۰/۴، ۱۰/۲۱ و ۷/۴۴ میلی-گرم در لیتر پتاسیم آزاد کردند. در بین جدایه‌ها تنها KSB26 با سایر جدایه‌ها اختلاف معنی‌داری داشت. همانطور که قبلاً اشاره شد پایین‌ترین مقدار pH (۳/۸۸) مربوط به KSB41 بود. نتایج این آزمایش با نتایج گزارش شده توسط Dong (۲۰۱۰) مطابقت داشت. این محقق عامل افزایش مقدار پتاسیم آزاد شده را به تولید اسیدهای آلی، عوامل کلات کننده (Chelating agents)، تولید پلی‌ساکاریدها و غیره مرتبط دانست.



شکل ۲: مقایسه میانگین اثر تیمارهای باکتریایی بر آزادسازی پتاسیم در محیط مایع الکساندروف

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج بدست آمده از این پژوهش مشخص شد که باکتری‌های مورد استفاده تأثیر زیادی بر کاهش مقدار pH و افزایش آزادسازی پتاسیم از کانی سیلیکاته داشتند. مقایسه تیمارها با شاهد نشان داد که تلقیح باکتری آزادسازی پتاسیم را افزایش داد. در این بین به نظر می‌رسد که جدایه KSB41 دارای پتانسیل حل‌کنندگی کانی‌های سیلیکاته و مؤثر در آزادسازی پتاسیم از بیوتیت باشد و می‌تواند به عنوان مایه تلقیح در کودهای زیستی پتاسیمی مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

دردی‌پور، ا.، فرشادی‌راد، ا. و ارزانش، م.ح. ۱۳۸۹. تأثیر *Azospirillum lipoferum* و *Azotobacter chrococoum* بر آزادسازی پتاسیم خاک در کشت گلدانی سویا (*Glycine max var. Williams*). نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، ۲ (۴)، ۵۹۹-۵۹۳.

رحیم‌زاده، ن.، علمائی، م.، خرمالی، ف.، دردی‌پور، ا. و امینی، آ. ۱۳۹۲. اثر باکتری‌های آزاد کننده سیلیکات بر آزادسازی پتاسیم از کانی میکایی گلوکونیت در ریزوسفر گیاه کلزا (*Brassica napus*). نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار، ۳ (۲)، ۱۸۵-۱۶۹.

رسولی صدقیانی، م.ح.، صادقی آزاد، س.، برین، م.، سپهر، ا. و دولتی، ب. ۱۳۹۵. تأثیر باکتری‌های حل کننده سیلیکات بر آزادسازی پتاسیم از کانی‌های میکایی و جذب آن توسط گیاه ذرت. نشریه علوم آب و خاک، ۲۰ (۷۸)، ۱۰۲-۸۹.

فرشادی‌راد، ا.، دردی‌پور، ا. و ارزانش، م.ح. ۱۳۸۸. اثر جمعیت‌های مختلف باکتریایی و قارچی بر روی آزادسازی پتاسیم خاک. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، ۱ (۲)، ۷۰-۶۵.

Badr, M.A. 2006. Efficiency of K-feldspar combined with organic materials and silicate dissolving bacteria on tomato yield. Journal of Applied Sciences Research, 2, 1191-1198.

Bagyalakshmi, B., Ponmurugan, P. and Balamurugan, A. 2017. Potassium solubilization, plant growth promoting substances by potassium solubilizing bacteria (KSB) from southern Indian Tea plantation soil. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 12, 116-124.

Bahadur, I., Meena, V.S. and Kumar, S. 2014. Importance and application of potassic biofertilizer in Indian Agriculture. International Research Journal of Biological Sciences, 12(3), 80-85.

Dong, H. 2010. Mineral-microbe interactions: a review. Frontiers of Earth Science in China, 4(2), 127-147.

Keshavarz Zarjani, J., Aliasgharzad, N., Oustan, S., Emadi, M. and Ahmadi, A. 2013. Isolation and characterization of potassium solubilizing bacteria in some Iranian soils. Archives of Agronomy and Soil Science, 59(12), 1713-1723.

Saber, M.S.M., and Zanati, M.R. 1981. Effectiveness of inoculation with silicate bacteria in relation to the potassium content of plants using the intensive cropping technique. Agricultural Research Review, 59(4), 279-292.

Savostin, P. 1971. Microbial Transformation of Silicates. Pflanzenernahr-bodenk., 132, 37-45.

Setiawati, T.C. and Mutmainnah, L. 2016. Solubilization of potassium containing mineral by microorganisms from sugarcane rhizosphere. Agriculture and Agricultural Science Procedia, 9, 108-117.

Sugumaran, P. and Janarthanam, B. 2007. Solubilization of potassium containing minerals by bacteria and their effect on plant growth. World Journal of Agricultural Science, 3, 350-355.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Biology and Biofertilizers

The effect of potassium solubilizing bacteria on potassium release from biotite

Mohammadzadeh*[1], A., Lakzian[2], A, Karimi, A.R.[3]

[1] M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Mashhad, Iran
[2] Professor, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Mashhad, Iran
[3] Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Mashhad, Iran

Abstract

Potassium is one of the essential elements of plants that is involved in important processes such as protein production and photosynthesis. About 98% of potassium in soil is form of various minerals that cannot be available for plants. Using of potassium-soluble bacteria as bio-fertilizers can decompose potassium-containing mineral silicates. In this research, a number of rhizospheric bacteria were isolated from five different plants and then their potassium solubility ability was determined on Aleksandrov liquid medium. According to the results of this step, 5 isolates were selected and a completely randomized design with six treatments (control, KSB20, KSB26, KSB32, KSB33 and KSB41) and three replications in vitro were performed. The results showed that the effect of potassium solubilizing bacteria on potassium and pH was significant ($p<0.05$) in liquid medium. The highest amount of released potassium (10.59 mg / l) and the lowest pH (3.88) were related to KSB41 isolate and the lowest released potassium (24.1 mg / l) and the highest pH (7.12) were observed in control. It seems that the use of potassium-releasing bacteria can play a key role in increasing of soil available potassium.

Keywords: Biological fertilizers, Silicate minerals, rhizospheric bacteria

* Corresponding author, Email: Mohammadzadeh.ah@yahoo.com