# تاثیر سیدروفورهای میکروبی بر رشد و جذب آهن در گیاه کلزا

**[۱]مهتاب امیدواری، [۲]پیمان عباس‌زاده دهجی، [۳]هادی اسدی رحمانی، [۴]کاظم خاوازی، [۵]مجتبی مهربانیان و [۶]علی اشرف سلطانی**

[۱]کارشناس ارشد گیاه‌پزشکی، [۲]دانشجوی دکتری گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه تهران، [۳]استادیار پژوهش موسسه تحقیقات خاک و آب، [۴]استادیار پژوهش موسسه تحقیقات خاک و آب، [۵]دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه تهران و [۶]دانشجوی دکتری گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه تهران

**مقدمه**

باکتری‌های محرک رشد گیاه (**Plant Growth Promoting Rhizobacteria; PGPR**) به گروه از باکتری‌های ریزوسفری اطلاق می‌شوند که با استفاده از یک یا چند مکانیسم خاص موجب بهبود شاخص‌های رشد و نمو گیاه می‌گردند [۶]. تعدادی از باکتری‌ها مواد کلات‌کننده‌ای با وزن ملکولی پائین (کمتر از ۱۵۰۰ دالتون) به نام سیدروفور (**Siderophore**) ترشح می‌کنند که تمایل زیاد به جذب آهن دارند ($Kd = ۱۰^{-۲۰} - ۱۰^{-۵۰}$) [۷]. باکتری‌هایی که سیدروفور تولید می‌کنند کمپلکس سیدروفور با آهن را توسط گیرنده‌های خاصی که در غشاء خود دارند جذب می‌کنند. برخلاف پاتوژن‌های گیاهی، گیاهان معمولاً از این کلات شدن آهن توسط سیدروفورهای میکروبی، صدمه نمی‌بینند زیرا دارای مکانیسم‌هایی برای انتقال آهن از این سیدروفورهای میکروبی به درون خود وجذب آن می¬باشند [۵]. سیدروفورهای میکروبی ممکن است رشد گیاه را بطور مستقیم با افزایش فراهمی آهن در خاک اطراف ریشه‌های گیاهی افزایش دهند [۶].

**مواد و روش:**

تولید سیدروفور (روش **CAS**):

برای انجام این آزمایش به محیط **CAS** احتیاج داریم. پس از تهیه محیط ۱۲ میکرولیتر باکتری را به روش لکه گذاری روی پلیت ها تلقیح میکنیم. پلیت‌ها را در دمای ۲۸ درجه سانتیگراد نگهداری میکنیم. توانایی تولید سیدروفور از روی تغییر رنگ از آبی به نارنجی و با اندازه گیری هاله تشکیل شده در اطراف کلنی باکتری در فواصل زمانی ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت ارزیابی شد و متوسط این ۳ روز در جدول ذکر گردید [۲].

آزمون گلخانه‌ای:

در این آزمون گلخانه¬ای ۱۴ سویه از باکتری سودوموناس فلورسنت (**P۱۰، P۱۲، P۱۷، P۱۹، P۲۱، P۲۳، R۱، R۳۰ ، R۹۳، R۱۱۲، R۱۴۳، R۱۵۰، R۱۵۹** و **R۱۸۷** ) به همراه یک شاهد (بدون باکتری) مورد بررسی قرار گرفتند. در هر گلدان تعداد ۸ بذر کاشته شد و پس از ۱۰ روز تعداد ۳ گیاه در هر گلدان نگه داشته شد. گلدان‌ها در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار درون اتاق رشد قرار داده شدند. طول مدت روشنایی و تاریکی ۱۲ ساعت بوده و گلدان‌ها در دمای ۲۶ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ظرفیت مزرعه( **FC** ) به مدت ۷۰ روز نگهداری می‌شدند. پس از برداشت گیاهان، وزن تر و خشک اندام هوایی و میزان آهن بخش هوایی اندازه‌گیری شدند. کلیه نتایج این مرحله با استفاده از نرم‌افزار **SAS** مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و میانگین¬ها به روش دانکن گروه¬بندی شدند.

**بحث و نتیجه‌گیری:**

نتایج حاصل از ارزیابی تولید سیدروفور نشان داد که همه جدایه‌های مورد مطالعه توانایی تولید سیدروفور را داشتند. نسبت قطر هاله به کلونی در این جدایه بین ۱/۳۰ تا ۲/۷۳ متغییر بود. آزمایشات رسولی و همکاران (۱۳۸۴) [۱] نشان داد که ۲۰۱ سویه از سودوموناس¬های فلورسنت جدا شده از ریزوسفر گندم همگی توان تولید سیدروفور داشتند و نسبت قطر هاله به کلونی در این سویه‌ها بین ۲/۲۱ تا ۳/۹۶ متغیر بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ۱۴ سویه برتر انتخاب شده برای انجام این آزمون، تاثیر معنی¬داری (در سطح ۱ درصد) بر وزن تر و خشک اندام هوایی و جذب آهن توسط گیاه داشتند (جداول ۱). کاربرد ۱۴ سویه برتر در شرایط گلخانه¬ای، در مقایسه با شاهد تلقیح نشده، باعث افزایش وزن تر اندام هوایی (تا ۳۰/۲۱٪)، وزن خشک اندام هوایی (تا ۲۷/۵۵٪) و آهن (تا ۱۰۰/۱۹٪) (جدول ۱). نتایج حاصل از بررسی کاربرد سویه¬های انتخاب شده برای انجام آزمون گلخانه¬ای نشان داد که تعدادی از سویه¬ها باعث افزایش وزن تر وخشک اندام هوایی وجذب عناصر غذایی توسط گیاه شدند. این افزایش در شاخص¬های رشد گیاه وجذب عناصر غذایی را می¬توان به تاثیر این سویه¬ها به عنوان باکتری¬های محرک رشد گیاه نسبت داد. محققین مختلفی تاثیر باکتری¬های محرک رشد را بر رشد و جذب عناصر غذایی در گیاهان مختلف گزارش کرده¬اند [۳، ۴ و ۶].

جدول ۱- نتایج بررسی توان سویه‌ها در تولید سیدروفور و تاثیر آنها بر رشد و جذب آهن

| سویه | وزن تر اندام هوایی | وزن خشک اندام هوایی | آهن | سیدروفور |
|---|---|---|---|---|
| | g/Pot | | mg/Pot | هاله به کلونی |
| P10 | ۸۱/۱۱CDEF | ۸/۹۱CDEF | ۹/۹۹CD | ۲/۰۱ |
| P12 | ۸۸/۳۳BCDE | ۹/۷۰BCDE | ۶/۸۸E | ۱/۷۷ |
| P17 | ۷۲/۸۸F | ۸/۰۰EF | ۸/۶۰D | ۲/۳۳ |
| P19 | ۸۵/۵۲CDEF | ۹/۳۹BCDEF | ۹/۷۸CD | ۱/۶۸ |
| P21 | ۹۲/۷۴ABC | ۱۰/۱۹ ABC | ۶/۸۴E | ۱/۶۵ |
| P23 | ۹۱/۷۷ABCD | ۱۰/۰۸ABC | ۱۰/۸۱C | ۲/۷۳ |
| R1 | ۷۷/۰۳EF | ۸/۴۶EF | ۶/۳۱E | ۱/۴۶ |
| R30 | ۸۰/۷۸CDEF | ۸/۸۷CDEF | ۶/۲۵E | ۱/۳۰ |
| R93 | ۹۱/۶۴ABCD | ۱۰/۰۷ABCD | ۱۲/۹۴B | ۲/۴۳ |
| R112 | ۹۲/۱۰ABC | ۱۰/۸۶AB | ۱۲/۶۴B | ۱/۹۲ |
| R143 | ۸۳/۹۷CDEF | ۹/۲۲CDEF | ۱۲/۴۶B | ۲/۱۸ |
| R150 | ۸۴/۸۶CDEF | ۹/۳۲BCDEF | ۹/۷۶CD | ۱/۶۲ |
| R159 | ۸۷/۶۲BCDE | ۹/۶۲BCDE | ۱۲/۴۲B | ۲/۲۱ |
| R187 | ۱۰۰/۹۵AB | ۱۰/۴۱ABC | ۱۳/۱۷B | ۱/۵۵ |
| BLANK | ۷۷/۵۲DEF | ۸/۵۲DEF | ۶/۵۷E | ۰ |

منابع:

[۱] ر سولی صدقیانی، ح.، ک. خاوازی.، ح. رحیمیان.، م. ج. ملکوتی و هـ اسدی رحمانی. ۱۳۸۴. ارزیابی توان سویه های بومی سودوموناس های فلورسنت ریزوسفر گندم برای تولید سیدروفور. مجله خاک و آب. جلد ۲۰، شماره ۱، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران

[2] Alexander, D. B., and Zuberer, D. A. 1991. Use of chrome azurol S reagents to evaluate siderophore production by rhizosphere bacteria. Biol. Fertil. Soils. 12: 39-45.

[3] Asghar, H.N., Zahir, Z.A., Arshad, M., and Khaliq, A .2002. Relationship between in vitro production of auxins by rhizobacteria and their groth-promoting activities in Brassica juncea L.Biol .Fertil.Soils .35:231-237

[4] Biswas, J.C., Ladha, J.K. and Dazzo, F.B. 2000. Rhizobial inoculation improves nutrient uptake and growth of low land rice. S.S.S.A.J. 64: 1644-1650

[5] Glick, B. R. 1995. The enhacement of plant growth by free-living bacteria. Can. J. Microbiol. 41: 109-117.
[6] Klopper, J.W., Leong, J., Teuntze, M., and Schroth, M.N. 1980. Enhanced plant growth by siderophore produced by plant growth–promoting rhizobacteria. Nature. 286: 885-886
[7] O,Sullivan, D. J., O,Gara, F. 1992. Traits of Pseudomonas fluorescens spp. Involved in suppression of plant root pathogens. Microbial. Rev. 56: 662-676