بررسی تأثیرات جدایه ازتوباکتر بومی خاک شور و آزوسپریلوم بر برخی شاخص‌های میکروبی خاک در سطوح مختلف شوری

رضا خدادادی[۱]، محسن علمائی[۲]، سید علیرضا موحدی نائینی[۲]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی ومنابع طبیعی گرگان
۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی ومنابع طبیعی گرگان

چکیده

جداسازی جدایه‌های *ازتوباکتر* از خاک‌های شور صورت گرفت. بعد از انجام آزمایشات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی تعداد ۲۳ جدایه منسوب به *ازتوباکتر* انتخاب گردید. جدایه‌ها از نظر توانایی رشد در غلظت‌های ۲،۵،۱۰ درصد نمک و برخی فاکتورهای محرک رشدی سنجیده شدند. جدایه برتر *آزوسپریلیوم* از بانک میکروبی دریافت شد، رشد باکتری در غلظت‌های ۲،۵،۱۰ درصد نمک سنجیده شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با دو عامل باکتری (بدون تلقیح باکتری، تلقیح *ازتوباکتر*، تلقیح *آزوسپریلوم*، تلقیح *ازتوباکتر و آزوسپریلوم*) و شوری (۸،۱۶ دسی زیمنس‌بر متر) بر روی گیاه جو رقم کارون در شرایط گلخانه‌ای اجرا گردید. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تلقیح باکتری در سطوح مختلف شوری به طور معنی‌داری سبب افزایش تنفس و کربن زیتوده میکروبی در خاک گردید. نتایج نشان داد که در بین تیمارهای آزمایشی تاثیر توام باکتری *ازتوباکتر* و *آزوسپریلیوم* به مقدار بهینه‌تر آثار منفی شوری بر شاخص‌های میکروبی خاک را کاهش دادند.

کلمات کلیدی: تنفس میکروبی، کربن زیتوده میکروبی، سطوح نمک، محرک رشدی

مقدمه:

جمعیت میکروبی خاک مهم‌ترین بخش زنده خاک می‌باشد که نقش مهمی در چرخه عناصر غذایی، حاصلخیزی دراز مدت و جریان انرژی در خاک دارند (Glick et al.,1997). ارزیابی ریزجانداران خاک می‌تواند به عنوان ابزاری برای بررسی کیفیت بیولوژیک خاک به کار رود، در واقع جمعیت میکروبی خاک به عنوان زیست‌توده میکروبی در نظر گرفته می‌شوند (Hoffman etal.,2003). شوری خاک یکی از مهم‌ترین عواملی است که می‌تواند شرایط تنش‌زایی را برای زیست جانداران خاک به وجود آورد (Liang etal.,2005). نتایج نشان می‌دهد که شوری زیاد منجر به ایجاد جمعیت میکروبی کوچکتر و با کارایی زیستی کم‌تر می‌شود (Yuan etal.,2007). اضافه کردن باکتری‌های مقاوم به شوری با افزایش میزان تجزیه مواد آلی و افزایش میزان کربن به شکل CO_2 سبب افزایش تنفس و نیز افزایش میزان کربن تثبیت شده در سلول‌های میکروبی به دلیل افزایش تعداد و اندازه جمعیت میکروبی در خاک می‌گردد (Rietz etal., 2003). باکتری‌های مقاوم به شوری و جدا شده از محیط‌های شور دارای فعالیت‌های تنظیمی برای سازگاری با تنش شوری هستند که مهم‌ترین آن‌ها تشکیل سیست در غلظت بالای نمک و موجب بقا و فعالیت آن‌ها در شرایط تنشی می‌گردد. *ازتوباکتر* دارای سلول‌های متابولیکی فعال بوده که قادر به تولید سطح بالایی از پلی‌ساکارید نسبت به دیگر ریزجانداران بوده که می‌تواند یک ساختار ژلاتینی سخت و محکم اطراف سلول به نام سیست را بوجود آورده و سبب یک سازوکار برای بقای جدایه باکتریایی در شرایط تنش باشد(Gasisa etal., 1994) .

هدف از انجام این پژوهش بررسی تغییر برخی شاخص‌های میکروبی خاک با افزایش میزان شوری و نیز تاثیر اضافه کردن باکتری‌های مقاوم به شوری *ازتوباکتر* و *آزوسپریلوم* بر شاخص‌های میکروبی خاک در تنش شوری می‌باشد.

مواد و روش

جداسازی و خالص سازی جدایه‌های ازتوباکتر

جهت جداسازی جدایه‌های *ازتوباکتر* بومی خاک‌های شور استان گلستان، نمونه‌برداری از خاک‌های مناطق شور استان انجام گرفت و ۱۵ نمونه خاک از مزارع با شوری‌های مختلف جهت جداسازی و خالص سازی باکتری به آزمایشگاه بیولوژی خاک منتقل گردید، از هر نمونه خاک ریزوسفری یک گرم به ۱۰۰ میلی‌لیتر آب شهر استریل در ارلن ۲۵۰ میلی‌لیتری اضافه و یک ساعت روی شیکر با دور (150 rpm) قرار داده شد، سپس ۱ میلی‌لیتر از این سوسپانسیون به ۵۰ میلی‌لیتر محیط کشت انتخابی وینوگرادسکی مایع فاقد نیتروژن وحاوی ۵٪ نمک اضافه شد. به منظور شناسایی نسبی باکتری *ازتوباکتر*، تست‌های بیوشیمیایی مختلف که شامل آزمون گرم، آزمون اکسیداز، آزمون کاتالاز و آزمون تولید اسید از قند انجام گرفت (krieg etal., 2005).

توانایی رشد در غلظت‌های مختلف نمک

به منظور سنجش رشد باکتری‌ها در غلظت‌های مختلف نمک، محیط کشت وینوگرادسکی جامد، حاوی غلظت‌های ۰,۲,۵,۷,۱۰ درصد نمک (کلرید سدیم[1]) تهیه شد و جدایه‌های باکتریایی در شرایط مناسب (۳۰-۲۸درجه سلسیوس) انکوباسیون شدند. پس از گذشت ۷-۵ روز، قطر کلنی‌ها با شاهد (بدون کلرید سدیم) مقایسه شده و به صورت کیفی به سه گروه حساس، نیمه مقاوم و مقاوم گروه‌بندی شدند (Merchan etal., 2003).

جدایه *آزوسپریلیوم* از بانک میکروبی گروه علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان دریافت شد، برتری این جدایه از نظر فاکتورهای محرک رشد گیاه در گذشته به اثبات رسیده است، به منظور سنجش رشد باکتری در غلظت‌های مختلف نمک، محیط کشت جامد نوترینت براث[2] حاوی غلظت‌های نمک یاد شده تهیه گردید و توانایی رشد جدایه در درصدهای مختلف نمک سنجیده شد.

آزمایش گلخانه‌ای

با توجه به آزمون رشد جدایه‌های *ازتوباکتر* در سطوح مختلف نمک و خصوصیات محرک رشدی جدایه‌ها، یک جدایه به عنوان باکتری برتر از نظر خصوصیات محرک رشد گیاه و مقاوم به شوری انتخاب و همراه با جدایه آزوسپریلیوم برای آزمایش گلخانه-ای استفاده شدند. این پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارهای مورد بررسی شامل چهار سطح باکتری (بدون تلقیح باکتری، تلقیح *ازتوباکتر*، تلقیح *آزوسپریلوم*، تلقیح *ازتوباکتر وآزوسپریلوم*) و دو سطح شوری (۱۶،۸ دسی زیمنس‌بر متر) بود. خاک مورد استفاده در این پژوهش از اراضی شور استان گلستان با شوری ۱۶ دسی-زیمنس بر متر جمع‌آوری شد و با اعمال آبشویی به سطوح مورد نظر رسید.گیاه مورد استفاده در این پژوهش جو رقم کارون بوده که در هر گلدان ۱۰ بذر کاشته شد. هم‌زمان با کاشت بذر تیمارهای باکتری اعمال گردید. در طول دوره‌ی رشد آبیاری با آبی با شوری کمتر ۱ دسی زیمنس بر متر صورت گرفت. پس از گذشت ۷۰ روز (اواخر دوره رشد رویشی) مقداری از خاک تازه هر گلدان برداشت و جهت تعیین شاخص‌های میکروبی به آزمایشگاه بیولوژی خاک منتقل شدند.

اندازه‌گیری شاخص‌های میکروبی

برای اندازه‌گیری تنفس میکروبی از روش ظرف درب بسته با روش تیتراسیون استفده شد. در این روش ۲۰ گرم خاک داخل ظرف ریخته شد و ۲۰ میلی‌لیتر سود ۰/۵ نرمال داخل لوله ریخته و در ظرف قرار داده شد. رطوبت نمونه‌ها در ۵۰ تا ۶۰ درصد ظرفیت نگهداری آب توسط خاک تنظیم شد. سپس درب ظرف را با چوب پنبه و پارافیلم بسته گردید. یک نمونه بدون

[1] Nacl

[2] -Nutrient Broth

خاک به عنوان شاهد هم قرار داده شد. ظروف دمای ۳۰-۲۵ درجه سلسیوس گرماگذاری شد. پس از گذشت ۵ روز CO_2 پدید آمده از تنفس میکروبی در سود را با اسید کلریدریک ۰/۱ مولار تیتر گردید (veior etal., 2008).

برای اندازه‌گیری کربن زیست‌توده میکروبی ۵۰ گرم خاک مرطوب هر گلدان در دسیکاتور قرار گرفته و به مدت ۲۴ ساعت با کلروفرم گاز دهی شد. سپس خاک تدخین شده با محلول سولفات پتاسیم عصاره‌گیری شد. یک نمونه خاک بدون تدخین به عنوان شاهد در نظر گرفته شد.

جدول۱- نتایج تجزیه واریانس تاثیر تیمارها بر تنفس میکروبی و کربن زی‌توده میکروبی خاک

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		تنفس میکروبی	کرین زی‌توده میکروبی
باکتری	۳	۰/۱۰۵**	۱۰۷۰/۲۹**
شوری	۱	۰/۲۳۸**	۶۱۱/۸۵**
باکتری*شوری	۳	۰/۰۰۷**	۳/۰۲n.s
خطا	۱۶	۰/۰۰۰۱۲	۶/۲۵

نتایج وبحث

بعد از تهیه سری رقت وکشت بر روی محیط جامد وینوگرادسکی، تعداد ۳۲ جدایه که از لحاظ ریخت‌شناسی به جدایه‌های *ازتوباکتر* شباهت داشتند، جداسازی وخالص سازی شد. پس از انجام آزمون های بیوشیمیایی و ارزیابی تولید سیست در کشت کهنه (جدول۲)، تعداد۲۳ جدایه منسوب به *ازتوباکتر* انتخاب وبرای انجام آزمایش‌های مختلف در شرایط آزمایشگاهی مورد استفاده قرار گرفت. نتایج حاصل از میزان تحمل جدایه‌های مختلف *ازتوباکتر* در درصدهای مختلف شوری نشان داد که با افزایش میزان نمک، رشد جدایه‌ها کاهش یافت، میزان کاهش رشد جدایه‌ها متفاوت بود. تمامی جدایه‌ها به جز جدایه ۷ توانستند تا غلظت ۵ درصد نمک را تحمل نمایند. جدایه‌های(۵,۱۲,۱۳,۱۵,۱۹,۲۱) توانایی رشد نسبتا ضعیف تا متوسطی در غلظت ۱۰درصد نمک از خود نشان دادند (جدول۳). جدایه *آزوسپریلیوم* با افزایش میزان شوری رشد آن کاهش یافت، به طوریکه توانایی رشد در سطح شوری ۱۰ درصد را نداشت. و به ترتیب در سطوح شوری ۷, ۵, ۲ درصد نمک، رشد ضعیف، متوسط و مطلوبی داشت.

مطابق نتایج تجزیه واریانس تاثیر تیمارهای آزمایشی بر میزان تنفس میکروبی خاک در سطح یک درصد آماری معنی‌دار بود(جدول۱)، تیمارهای باکتری، شوری بر روی میزان کربن زیست‌توده در سطح یک درصد آماری معنی دار بودند، ولی تاثیر متقابل باکتری شوری از لحاظ آماری معنی دار نبود. مطابق (شکل۱) سطوح مختلف شوری تاثیر متفاوت و معنی داری بر میزان تنفس میکروبی خاک داشتند. بیشترین میزان تنفس میکروبی مربوط به تیمار اثر تلفیقی باکتری *ازتوباکتر* و *آزوسپریلیوم* با میانگین ۰/۶ میلی‌گرم CO_2 در کیلوگرم خاک در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر بود. با افزایش شوری میزان تنفس میکروبی روند کاهشی نشان داد به طوریکه بیشترین مقدار در سطح شوری ۱۶ دسی‌زیمنس‌برمتر با میانگین ۰/۵ میلی‌گرم CO_2 در کیلوگرم خاک مربوط به تیمار اثر تلفیقی *ازتوباکتر* و *آزوسپریلیوم* بود (شکل۱). آثار گوناگون نمک‌ها در خاک، بر تنفس میکروبی، به دلیل تنش اسمزی و سمیت یونی است که بر فیزیولوژی و مسیرهای متابولیکی سلول‌های میکروبی تاثیر می‌گذارد (Rietz etal., 2003). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در هر دو سطح شوری ۱۶،۸ دسی‌زیمنس-برمتر تیمار اثر تلفیقی باکتری‌ها بر روی تنفس به ترتیب با افزایش ۵۹/۳، ۵۷/۳ درصدی نسبت به شاهد دارای اختلاف معنی‌دار با شاهد بودند. تاثیر تلقیح باکتری بر میزان تنفس میکروبی خاک معنی‌دارشد(جدول۳)، به طوریکه در تیمار تلقیح توام *ازتوباکتر، آزوسپریلیوم* به طور معنی‌داری بالاتر از تیمار بدون باکتری بود. بعد از تیمار اثر توام باکتری‌ها، به ترتیب

تیمارهای *ازتوباکتر*، *آزوسپریلیوم* قرار گرفتند و نسبت به شاهد دارای اختلاف آماری معنی دار بودند.(Hoffman etal.,2003) گزارش کردند در اثر تلقیح توام باکتری‌ها در شرایط تنش شوری، تنفس میکروبی نسبت به شاهد افزایش یافت، آن‌ها بیان داشتند که این شاخص بیانگر وضعیت مطلوب جمعیت میکروبی در خاک می‌باشد.

سطوح مختلف شوری تاثیر متفاوت معنی‌داری بر میزان کربن زیست‌توده میکروبی خاک داشتند(شکل۲). بیشترین میزان کربن زیست‌توده میکروبی خاک مربوط به تیمار اثر تلفیقی باکتری *ازتوباکتر* و *آزوسپریلیوم* با میانگین ۸۲/۰۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر بود. با افزایش شوری میزان کربن زیست‌توده میکروبی روند کاهشی نشان داد به طوریکه بیشترین مقدار در سطح شوری ۱۶ دسی‌زیمنس‌برمتر با میانگین ۷۱/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک مربوط به تیمار اثر تلفیقی *ازتوباکتر* و *آزوسپریلیوم* بود. کربن زیست‌توده میکروبی یک واحد مستقیم برای بیان تعداد ریز جانداران به ویژه باکتری‌ها می‌باشد (Vance etal., 1987). (Rietz etal., 2003) گزارش کردند که تلقیح باکتری سبب افزایش میزان کربن زیست‌توده میکروبی در خاک شد، به طوریکه میزان این شاخص در تیمارهای حاوی باکتری تفاوت معنی‌داری با تیمار بدون باکتری داشت. نتایج مقایسه میانگین بین تیمارهای باکتری بر میزان کربن زیست‌توده میکروبی نشان داد که بیشترین میزان کربن زیتوده میکروبی مربوط به تیمار تلقیح توام باکتری‌ها بوده، بعد از از آن به ترتیب تیمارهای *آزوسپریلیوم*، *ازتوباکتر* قرار گرفتند و هرکدام از این تیمارها با شاهد دارای اختلاف آماری معنی‌دار بودند. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در هر دو سطح شوری ۱۶،۸ دسی‌زیمنس‌برمتر تیمار اثر تلفیقی باکتری‌ها بر روی کربن زیست‌توده میکروبی به ترتیب با افزایش ۳۷/۹، ۴۱/۸ درصدی نسبت به شاهد دارای اختلاف معنی‌دار با شاهد بودند.(Rasul etal., 2006) گزارش کردند کربن زیست‌توده میکروبی به شدت تحت تاثیر جمعیت میکروبی خاک قرار دارد، آن‌ها بیان داشتند تلقیح باکتری‌ها سبب بهبود چرخه عناصر غذایی، چرخه مواد آلی و ذخیره عناصر غذایی در خاک می‌شوند و از این طریق سبب افزایش میزان کربن زیست‌توده میکروبی در خاک می‌گردد.

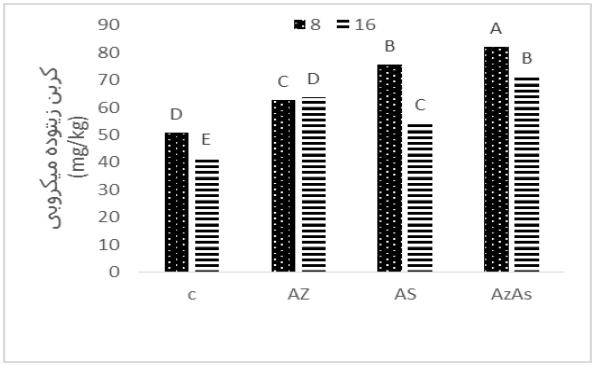
جدول۲- آزمون‌های انجام شده جهت شناسایی باکتری‌های *ازتوباکتر*

تست‌ها	ویژگی‌ها
رشد در محیط کشت وینوگرادسکی	تمامی جدایه ها توانایی رشد در محیط فاقد نیتروژن وینوگرادسکی را داشتند
کشت کهنه	تشکیل سیست به رنگ زرد وقهوه ای تا مایل به سیاه
آزمون گرم	گرم منفی
آزمون اکسیداز	تمامی جدایه‌ها توانایی تولید آنزیم سیتوکروم اکسیداز را داشته ورنگ کلنی را به بنفش تیره تغییر دادند.
آزمون کاتالاز	تمامی جدایه‌ها توانایی تولید آنزیم کاتالاز و تشکیل حباب توسط محلول ۳ درصد پراکسید هیدروژن را داشتند
آزمون تولید اسید از قند	تمامی جدایه‌ها توانایی تولید اسید از قند و تغییر رنگ معرف برموتیمول بلو از آبی به زرد را داشتند.

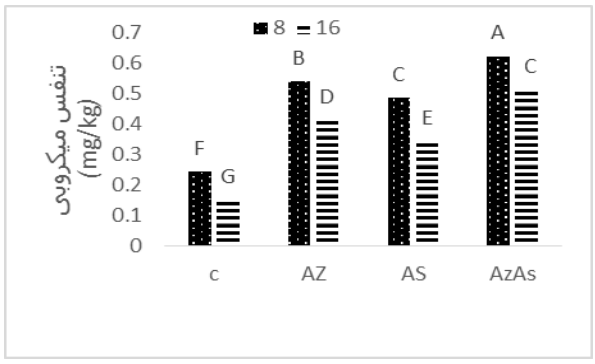
جدول۳- ارزیابی رشد کیفی جدایه‌های باکتریای در سطوح مختلف شوری

جدایه	سطوح نمک					جدایه	سطوح نمک				
	۰	۲	۵	۷	۱۰		۰	۲	۵	۷	۱۰
۱	++++	+++	+++	++	-	۱۳	++++	++++	+++	+++	++
۲	++++	+++	++	-	-	۱۴	+++	++	+	-	-
۳	++++	++++	++	-	-	۱۵	+++	+++	++	+	+
۴	++++	++++	+++	-	-	۱۶	+++	+++	+	+	-
۵	++++	++++	+++	++	+	۱۷	++++	+++	++	-	-
۶	++++	+++	++	+	-	۱۸	++++	+++	++	+	-
۷	+++	++	-	-	-	۱۹	++++	++++	+++	+	+
۸	++++	+++	++	+	-	۲۰	+++	+++	++	+	-
۹	++	+++	++	+	-	۲۱	++++	+++	+++	++	+
۱۰	++++	++++	+++	+	-	۲۲	++++	++++	++	+	-
۱۱	+++	++	+	-	-	۲۳	++	+	+	-	-
۱۲	++++	+++++	+++	++	+						

++++ بسیار خوب +++ خوب ++متوسط +ضعیف -بدون رشد
NO growth, Weak, Fair, Good, Very good



شکل۲.تاثیر تیمارهای آزمایشی بر میزان کربن زیست توده



شکل۱.تاثیر تیمارهای آزمایشی بر میزان تنفس میکروبی

C: شاهد، Az: *ازتوباکتر*،As: *آزوسپریلیوم*، AzAs: تلفیق *ازتوباکتر* و *آزوسپریلیوم*

نتیجه گیری

نتایج بدست آمده از این پژوهش نشان داد که شوری تاثیرات منفی بر اندازه و فعالیت جمعیت میکروبی خاک و فرآیندهای بیولوژیکی خاک دارد. این موضوع منجر به کاهش سرعت تجزیه و معدنی شدن مواد آلی در خاک و در نتیجه کاهش تنفس میکروبی و کربن زیست‌توده میکروبی خاک در خاک می‌شود. تلقیح باکتری مقاوم به شوری و دارای خصوصیات محرک رشدی سبب بهبود شاخص‌های میکروبی در خاک گردید. میزان تنفس و کربن زیست‌توده میکروبی به ترتیب در تیمارهای تلقیح توام و تلقیح انفرادی باکتری‌ها نسبت به تیمار بدون باکتری بیشتر بود. اضافه شدن باکتری‌ها به ریزوسفر گیاه سبب کاهش اثرات تنش شوری شده و با افزایش جمعیت میکروبی خاک در ریزوسفر گیاه سبب بهبود شاخص‌های میکروبی در شرایط تنش شوری شد. باکتری‌های *ازتوباکتر* و *آزوسپریلیوم* به عنوان باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن و داشتن اثرات سینرژیستی با

یکدیگر می‌توانند جهت کاهش اثرات منفی شوری بر شاخص‌های میکروبی در خاک به کار برده شوند، به خصوص جدایه *ازتوباکتر* که با داشتن فعالیت‌های تنظیمی برای سازگاری با تنش شوری از جمله تشکیل سیست و همچنین دارا بودن فاکتورهای محرک رشدی به عنوان یک باکتری مقاوم به شوری در خاک‌های شور توصیه می‌شود.

منابع

Glick B.R., Karaturovic D.M., Newell P.C. 1995. A novel procedure for rapidisolation of plant growth promoting *pseudomonads*. Canadian Journal of Microbiology, 41: 533-536.

Liang Y., Nikolic M., Peng Y., Chen W., and Jiang Y. 2005. Organic manure stimulates biological activity and barley growth in soil subject to secondary salinization. Soil Biology and Biochemistry, 37: 185–1195.

Merchan F., Breda C., Perez Hormaeche J. A .2003.like transcription factor gene is involved in salt stress responses in *Medicago* spp. *Plant soil,257:1*

Rasul G., Appuhn, A., Muller T., and Joergensen R.G. 2006. Salinity-induced changesin the microbial use of sugarcane filter cake added to soil. Applied Soil Ecology, 31: 1-10.

Rietz D.N., and Haynes R.J. 2003. Effects of irrigation- induced salinity and sodicity on soil microbial activity. Soil Biology and Biochemistry, 35: 845–854.

Vanessa N.L., Wong.Ram C., Dalal.Richard S., and Greene B. 2008. Salinity and sodicity effects on respiration and microbial biomass of soil. Biology and Fertility of Soils, 44: 943–953.

Krieg N. R. .2005. Bergey,s Manual of Systematic Bacteriology, Williams and Wilkins,1136p.

Macagnan D., Romeiro R.S., Pomella A.W.V., deSouza J.T. 2008. Production of lytic enzymes and siderophores, and inhibition of germination of basidiospores of *Moniliophthora* (ex Crinipellis) *Perniciosa* by phylloplane actinomycetes. *Biological Control*, 47: 309-314.

Yuan B.C., Li, Z.Z., Liu H., Gao, M., and Zhang Y.Y. 2007. Microbial biomass and activity in salt affected soils under arid conditions. Applied Soil Ecology, 35: 319–328.

Effect of Azotobacter spp. And Azospirillum isolate on some microbial indices at different soil salinity levels

R. Khodadadi[1], M. Olamaee[2], S. A.R. Movahedi Naeini[2]

1-M.Sc. Student, Department of Soil Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

2- Associate Professor, Department of Soil Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

Abstract

Thirty- two Azotobacter isolates were obtained from some saline soils and purified using physiological and biochemical tests. Isolates screened for their ability to grow in 2-5-10% salt concentrations and some PGPR factors. A superior Azospirilium isolate was obtained from microbial bank, and their growth was measured at 2-5-10% salt concentrations. Factorial experiment used a completely randomized design with two bacterial factors including inoculation (without inoculation , inoculation of Azotobacter, inoculation of Azospirillum, inoculation of Azotobacter and Azospirillum combined) and salinity (8 and 16 dS m^{-1}) on barley (Karun cultivar) in greenhouse conditions. The results of analysis of variance showed that inoculation of bacteria with both levels of salinity significantly increased respiration and microbial carbonation in soil. The results showed that, combined application of Azotobacter and Azospirillum reduced negative effects of salinity on soil microbial indices.

Keywords: microbial respiration, microbial biomass carbon, salinity levels, PGPR