آفات و بیماری‌های گیاهی
جلد ۸۰، شماره ۱، شهریور ۱۳۹۱

بررسی برهمکنش نماتد سیستی سویا *Heterodera glycines* و باکتری همزیست *Bradyrhizobium japonicum* روی رقم حساس و مقاوم سویا

شبنم غفاری[۱]، زهرا تنها معافی[۲]✉، رامین حیدری[۳] و علی اسکندری[٤]
۱- گروه بیماری شناسی گیاهی دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان
۲- بخش تحقیقات نماتد شناسی، مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، تهران
۳- دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج؛ ٤- دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان
(تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۹۰، تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۰)

چکیده

نماتد سیستی سویا *Heterodera glycines* یکی از مهم ترین عوامل خسارتزای سویا در دنیا به شمار می‌آید، در ایران نیز این نماتد در مزارع سویای استان‌های مازندران و گلستان گسترش دارد. برهمکنش تیپ غالب نماتد سیستی سویا Hg Type 0 (نژاد سه) و باکتری هم‌زیست *Bradyrhizobium japonicum* بر روی رقم مقاوم DPX و رقم حساس JK سویا در خاک سترون با آلودگی مصنوعی و خاک مزرعه با آلودگی طبیعی مطالعه شد. در زمان برداشت، فاکتورهای رشدی و عملکردی گیاه، تعداد و وزن گره‌های باکتری، تعداد سیست در ریشه و خاک و میزان جمعیت تخم و لارو سن دوم ارزیابی شدند. نماتد سیستی سویا روی رقم حساس JK به خوبی تکثیر یافت. باکتری *B. japonicum* در هر دو رقم قادر به ایجاد گره‌های تثبیت ازت بود و تیمارهائی که فقط با باکتری تیمار شده بودند، تفاوت‌های معنی‌داری با تیمار بدون باکتری و ترکیب باکتری و نماتد از نظر شاخص های باکتری و رشدی گیاه داشتند. حضور تیپ صفر نماتد سیستی سویا موجب کاهش معنی دار شاخص‌های رشدی باکتری و متعاقب آن کاهش فاکتورهای رشدی در گیاه سویا شد و در خاک‌های شدیداً آلوده، گیاه نه تنها از جمعیت بالای نماتد آسیب دید، بلکه تأثیر منفی این جمعیت روی فاکتورهای رشدی باکتری به طور غیر مستقیم نیز باعث خسارت به گیاه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: باکتری، برهمکنش، سویا، نماتد سیستی سویا، *Bradyrhizobium japonicum, Heterodera glycines*

Study on the interaction of *Heterodera glycines* and the symbiotic bacterium, *Bradyrhizobium japonicum* on susceptible and resistant soybean cultivars

SH. GHAFARI[1], Z. TANHAMAAFI[2]✉, R. HEYDARI[3] and A. ESKANDARI[4]
1- Islamic Azad University, Damghan, Iran; 2- Iranian Research Institute of Plant Protection, P.O. Box 1454, Tehran 19395, Iran
3- College of Agriculture, University of Tehran; 4- College of Agriculture, Zanjan University, Iran

Abstract

The interaction of the soybean cyst nematode, *Heterodera glycines* Hg Type 0 and *Bradyrhizobium japonicum* were studied on two resistant and susceptible soybean cultivars, DPX and JK respectively under sterilized soil and natural infested field soil. Data of plant growth parameters, number and weight of nodules, number of cyst, second stage juveniles and eggs and reproduction factor were recorded. The results showed in both experiments soybean cyst nematode was reproduced well on susceptible cultivar JK. *B. japonicum* was able to produce nodulation on both cultivars, the inoculated treatments with Rhzobium showed significant difference on growth parameters compared to non-inoculated treatments in both cultivars. *H. glycines* Hg Type 0 (race 3) caused significant decrease on bacterial growth parameters and plant growth factors, in all combinations of *B. japonicum* and SCN. In high population densities of soybean cyst nematode soybean plants not only are affected by the nematode but also the bacterial growth parameters are influenced by the nematode that enhances the nematode damage.

Key words: *Bradyrhizobium japonicum*, *Heterodera glycines*, interaction, soybean, soybean cyst nematode

✉ **Corresponding author:** tanhamaafi@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

سویا یکی از چهار محصول اصلی غذائی در جهان به حساب می‌آید و سطح زیر کشت آن در دنیا ۹۸,۸۲۶,۸۶۷ هکتار و میزان تولید آن ۲۲۲,۲۶۸,۹۴۰ تن در سال ۲۰۰۹ گزارش شده است، در همین سال سطح زیر کشت سویا در ایران حدود ۸٤ هزار هکتار با میزان تولید سالانه ۲۰۷,٤۷٦ تن برآورد شده است (Faostat, 2010). استان‌های گلستان، اردبیل و مازندران به ترتیب بیشترین تولید کشور را عهده دارند (Anonymous, 2006).

نماتد سیستی سویا (Soybean Cyst Nematode, SCN) با نام علمی *Heterodera glycines* Ichinohe, 1952 یکی از مهم‌ترین عوامل خسارتزای سویا در دنیا به‌شمار می‌آید. کاهش محصول سویا بر اثر بیماری‌های گیاهی در ده کشور برتر تولید کننده این محصول در سال ۱۹۹٤، حدود ۱٤/۹۹ میلیون تن به ارزش اقتصادی ۳/۳۱ میلیارد دلار تخمین زده شده است که بیشترین مقدار این کاهش عملکرد بواسطه خسارت نماتد سیستی سویا و معادل ۳/۰۲ میلیون تن بوده است (Wrather *et al.*, 1997).

گیاه سویا مانند بسیاری بقولات دیگر از تثبیت کنندگان مهم نیتروژن است. افزودن باکتری *B. japonicum* به بذر سویا در زمان کشت می تواند توانایی تثبیت ازت را بطور قابل توجهی افزایش دهد بطوریکه گیاه سویا می تواند در همزیستی با این باکتری میزان ۱٤۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن را تثبیت نماید (Keyser and Hand Li, 1992) مصرف این باکتری در کشت سویا همچنین سبب کاهش مصرف کودهای نیتروژنه و در نتیجه کاهش هزینه های ناشی از آن و جلوگیری از آلودگی های ناشی از نیترات می شود (Thakare *et al.*, 1999). نماتد سیستی سویا با کاهش باکتری های تثبیت کننده ازت و گره‌های باکتریایی موجب کاهش تثبیت ازت و افت رشد و عملکرد گیاه می‌شود (Ko *et al.*, 1985). گزارش شده است که نژادهای یک، دو و سه نماتد سیستی سویا بر میزان گره‌زایی و فعالیت تثبیت نیتروژن باکتری *B. japonicum* در سویا مؤثر است (Huang and Barker, 1983; Huang *et al.*, 1984; Lehman *et al.,* 1971; Barker *et al.*, 1972; Ko *et al.*, 1984, 1985; Niblack *et al.,* 2006). در برخی گزارش‌ها علایم ایجاد شده در گیاهان آلوده به نماتد سیستی سویا نظیر زردی و کم رشدی را به کمبود نیتروژن ناشی از مختل شدن فعالیت این باکتری همزیست مربوط می‌دانند (Barker and McGawley, 1998). با این حال مشخص شده است که اثر نماتد بر گره زایی باکتری در گیاه میزبان به متغیرهایی نظیر ترکیب جمعیتی (نژاد) نماتد، ژنوتیپ میزبان و اندازه جمعیت آلوده کننده نماتد وابسته است (Lehman *et al.*, 1971; Barker and McGawley, 1998). نماتد سیستی سویا در سال ۱۳۷۸ از مزارع سویای استان‌های گلستان و مازندران گزارش گردید و متعاقب آن تحقیقاتی در ارتباط با پراکنش، تعیین تیپ جمعیت (نژاد) و واکنش ارقام مختلف سویا و لوبیا نسبت به آن انجام شده است (Tanha Maafi, *et al.*, 1999, 2007; Heydari *et al.*, 2009, 2010). نظر به نقش نماتد سیستی سویا و باکتری همزیست *B. japonicum* در رشد و عملکرد سویا، برهمکنش این دو عامل روی رقم حساس و مقاوم سویا در ایران بررسی شد.

روش بررسی

به منظور بررسی برهمکش *H. glycines* HG Type 0 و باکتری همزیست *B. japonicum* آزمایش‌های گلدانی با استفاده از دو رقم سویا DPX و JK، به‌ترتیب مقاوم و حساس به نماتد سیستی سویا (Tanha Maafi *et al.*, 2007, Heydari *et al.*, 2009)، در خاک مزرعه با آلودگی طبیعی و خاک استریل که به‌طور مصنوعی با نماتد سیستی سویا آلوده شده بود انجام گردید. در خاک استریل هر یک از دو رقم به تنهائی با باکتری و یا با نماتد و یا ترکیب این دو، مایه زنی شدند، آزمایش انجام شده در خاک مزرعه با آلودگی طبیعی نیز شامل دو رقم فوق، با و یا بدون اضافه نمودن باکتری بود. آزمایش به صورت طرح کاملا تصادفی با هشت تیمار و چهار تیمار به ترتیب در خاک استریل و خاک آلوده مزرعه در هفت تکرار انجام شد.

زاد مایه باکتری همزیست *B. japonicum* مورد استفاده در

Archive of SID

www.SID.ir

این بررسی از مؤسسه تحقیقات خاک و آب تهیه شد میزان باکتری ۲۰۰ میلی گرم از فرمولاسیون تجاری باکتری برای هر کیلوگرم خاک بود که همزمان با انتقال گیاهچه‌های ۲-۳ برگی سویا به گلدان به خاک اضافه شد. جمعیت نماتد مورد نیاز از یک مزرعه آلوده سویا در استان مازندران تأمین شد که تیپ جمعیت آن در آزمایش های قبلی، Hg Type صفر یا نژاد ۳ تعیین شده بود (Tanha Maafi *et al.*, 2007, Heydari *et al.*, 2009). سیست‌ها با استفاده از روش دان (Dunn, 1969) از خاک مرطوب استخراج شدند، سپس خرد شده و تخم و لارو موجود در آنها به عنوان زاد مایه استفاده شد. بذور دو رقم DPX و JK در ماسه استریل کاشته شدند. حساسیت رقم JK و مقاومت رقم DPX به نژاد ۳ نماتد سیستی سویا در آزمایش های قبل مشخص شده بود (Tanha Maafi *et al.*, 2007, Heydari *et al.*, 2009) گیاهچه‌های دو تا سه برگی به گلدان‌هائی حاوی هزار سانتی‌مترمکعب خاک استریل منتقل شدند. در آزمایش با خاک استریل، زاد مایه نماتد به میزان ۲۰ تخم و لارو در گرم خاک سه روز پس از نشاء کردن به هر تیمار اضافه شد.

برای انجام آزمایش در خاک مزرعه با آلودگی طبیعی از خاک جمع‌آوری شده از مزرعه فوق الذکر استفاده شد. میزان جمعیت نماتد، ۲/۷ تخم و لارو سن دوم در گرم خاک تعیین شد. گیاهچه‌های دو تا سه برگی سویا در گلدان‌های حاوی خاک آلوده نشاء شدند و همزمان با آن زاد مایه باکتری نیز اضافه شد. گلدان‌ها در شرایط طبیعی و شرایط یکسان نوری و آبیاری برای یک فصل زراعی به مدت پنج ماه در شرایط مزرعه در استان مازندران نگهداری شدند. در زمان برداشت فاکتورهای رشدی و عملکردی سویا، تعداد و وزن گره های باکتریایی، تعداد سیست در خاک و ریشه و همچنین تخم و لارو سن دوم موجود در آنها تعیین شد. فاکتور تولید مثل (RF) بر اساس نسبت جمعیت نهایی تخم و لارو نماتد به جمعیت اولیه محاسبه گردید. داده‌های به‌دست آمده توسط نرم افزار MSTATC تجزیه و تحلیل شدند. مقایسه میانگین توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ انجام شد. داده‌های مربوط به جمعیت نماتد، با انتقال به رابطه $\log (x + 1)$ به توزیع طبیعی نزدیک شده و عملیات آماری روی اعداد نرمال شده انجام شد.

نتیجه و بحث

تکثیر نماتد سیستی سویا در ارقام حساس و مقاوم یکسان نبود و در هر دو آزمایش تفاوت معنی‌داری بین دو رقم از نظر جمعیت نهایی سیست، تخم و لارو وجود داشت. (جداول ۱ و ۲). در آزمایش انجام شده در خاک آلوده مزرعه، جمعیت نماتد روی رقم حساس طی یک فصل کشت حدود چهار برابر شد در حالی‌که در رقم مقاوم جمعیت نماتد کاهش یافت. (جدول ۱). در آزمایش انجام شده در خاک استریل نیز تکثیر نماتد روی رقم حساس بطور قابل توجهی بیشتر از رقم مقاوم بود (جدول ۲). ارقام حساس و مقاوم از نظر تعداد گره‌های باکتری، وزن خشک و تر گره در تیمارهای خاک مزرعه با آلودگی طبیعی در حضور باکتری و بدون آن تفاوت معنی‌داری داشتند. همچنین این تفاوت در تیمارهای مختلف آزمایش خاک استریل نیز وجود داشت. (جداول ۱ و ۲). وزن خشک و تر اندام‌های هوائی، وزن غلاف، وزن کل دانه، وزن خشک و تر ریشه در تعدادی از تیمارهای هر دو آزمایش تفاوت معنی داری داشتند (جداول ۱ و ۲).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی در تیمارهای مختلف در آزمایش انجام شده در خاک مزرعه آلوده[×]

Table 1. Means comparison of evaluated characters in the natural infested field soil trial

Treatments[***]	Evaluated characteristics[**]														
	Fresh shoot weight	Dry shoot weight	Fresh pod weight	Total seed weight	Total seed No.	Stem length	Pod No.	Fresh root weight	Dry root weight	Fresh nodule weight	Dry nodule weight	Nodule No.	Cyst No.	Eggs and larva No.	Reproduction Factor
R + B	9.28 a	3.5 a	5.28 a	3.85 a	15 a	42.14 a	9.14 a	3.9 a	0.93 a	40.71 a	9.42 a	19.14 a	6 b	328.6 b	0.77 b
R (No bacterium added)	8.57 b	3 a	4.45 b	3.5 b	14.57 a	41.29 a	8.57 ab	3.42 a	0.8 a	24.29 b	7.71 a	18 a	4.28 b	220.7 b	0.51 b
S + B	3.21 c	1.4 b	1.22 c	0.69 c	10.57 b	28.14 b	7.28 bc	1.02 b	0.6 b	37.14 a	8 a	18.29 a	34.29 a	358.4 a	4.22 a
S (No bacteria added)	2.33 d	1.21 b	0.98 c	0.53 c	9.71 b	26.71 b	6.28 c	0.87 b	0.56 b	18.57 b	4.57 b	15.14 b	33.86 a	327.2 a	3.85 a

[*] Means with at least one same letter in each column don't have significant difference (P=0.05)
[**] Each value is the mean of 7 replicates.
[***] S and R: susceptible and resistant soybean cultivars to *H. glycines* HG Type 0 respectively, N: nematode added, B: bacteria added.

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در تیمارهای مختلف در آزمایش‌های انجام شده در خاک استریل×

Table 2. Means comparison of evaluated characters in the sterilized soil inoculated with Hg Type 0 trial

Treatments[****]	Evaluated characteristics[**]													
	Fresh shoot weight	Dry shoot weight	Fresh pod weight	Total seed weight	Total seed No.	Stem length	Pod No.	Fresh root weight	Dry root weight	Fresh nodule weight	Dry nodule weight	Nodule No.	Cyst No.	Eggs and larva No.[***]
R + B + N	9 bc	3 b	5.14 c	3.5 b	15 ab	41.57 b	8.85 abc	3.51 bc	0.8 c	21.43 cd	2.32 d	18 c	12 d	1687.5 d
R + B (No nematode added)	10.14 a	3.98 a	6.71 a	4.21 a	16.71 a	45.14 a	10 a	4.45 a	1.22 a	46.29 a	3.48 a	25.29 a	0.0 e	0.0 e
R + N (No bacteria added)	8 c	2.71 b	4.04 d	3.4 b	14 b	40.86 b	8.57 abcd	3 c	0.8 c	14.29 e	1.65 e	15 d	14 c	2086.5 c
R (No nematode or bacteria added)	9.86 ab	3.66 a	6.14 b	4 a	15.57 ab	43.57 ab	9.57 ab	4.05 ab	1.0 b	38.57 b	3.07 bc	21.86 b	0.0 e	0.0 e
S + B + N	2.46 e	1.33 cd	1.19 fg	0.63 de	10 c	27.14 de	7.14 d	0.98 d	0.58 de	15.71 de	2.04 de	13 d	103 a	24742.5 a
S + B (No nematode added)	3.85 e	1.76 c	1.71 e	0.94 c	11 c	31.14 c	8.28 bcd	1.13 d	0.69 cd	43.14 ab	3.24 ab	23.29 ab	0.0 e	0.0 e
S + N (No bacteria added)	2.14 e	1.08 d	0.86 g	0.4 e	9.42 c	25.14 e	5.71 e	0.76 d	0.5 e	10 e	1.77 e	8.14 e	86 b	20280 b
S (No nematode or bacteria added)	4.49 d	1.57 c	1.57 ef	0.83 cd	10.71 c	29.14 cd	7.42 cd	1.04 d	0.68 cde	22.86 c	2.73 c	19.14 c	0.0 e	0.0 e

[*] Means with at least one same letter in each column don't have significant difference (P=0.05)
[**] Each value is the mean of 7 replicates.
[***] Transformed to $\log_{10}(x+1)$
[****] S and R: susceptible and resistant soybean cultivars to *H. glycines* HG Type 0 respectively, N: nematode added, B: bacteria added.

Archive of SID

www.SID.ir

نماتد سیستی سویا، *H. glycines*، در آزمایش‌های انجام شده در خاک مزرعه با آلودگی طبیعی و خاک استریل به اضافه نماتد روی رقم حساس JK به خوبی تکثیر یافت، در حالی که تکثیر آن روی رقم مقاوم DPX اندک و فاکتور تولید مثل کمتر از یک بود. اضافه کردن باکتری ریزوبیوم *B. japonicum* در رقم حساس JK و رقم مقاوم DPX موجب افزایش تولید گره های تثبیت ازت شد و تیمارهایی که فقط با باکتری تیمار شده بودند در مقایسه با تیمار بدون باکتری چه در رقم حساس و چه در رقم مقاوم تفاوت معنی داری از نظر شاخص های مربوط به باکتری و رشد با سایر تیمارها چه به صورت ترکیب با نماتد و چه به تنهائی داشتند.

در آزمایش‌های انجام شده در خاک استریل با رقم مقاوم DPX، نماتد تأثیر معنی داری در کاهش تعداد گره‌های باکتریایی، وزن تر و خشک گره داشت که این کاهش معنی دار، موجب کاهش معنی‌دار شاخص اندام های رشدی در گیاه سویا شد.

در واقع، آلودگی گیاه سویا به نماتد سیستی سویا منجر به کاهش تعداد و وزن گره های باکتری و شاخص‌های رشدی گیاه می‌شود و افزودن باکتری در این تیمارها نیز نمی‌تواند اثری بر بهبود این شاخص‌ها در گیاهان آلوده داشته باشد. حتی در تیمارهایی که فقط با نماتد آلوده شدند، در مقایسه با گیاهان شاهدی که هیچ تیماری دریافت نکردند، کاهش شاخص های رشدی باکتری و گیاه مشاهده شد.

نماتد حتی در تیمار بدون باکتری در مقایسه با تیمار بدون نماتد و باکتری باعث کاهش معنی دار شاخص‌های باکتری و شاخص‌های رشدی گیاه شد.در آزمایش های انجام شده در خاک استریل با رقم حساس JK، نماتد توانست روی فعالیت باکتری تأثیر معنی‌داری گذاشته و شاخص‌های مربوطه را کاهش دهد. در گیاهان آلوده شده با نماتد، اضافه شدن باکتری نتوانست اثر معنی‌داری بر افزایش شاخص‌های رشدی گیاهان و گره‌های باکتریایی بگذارد و این موضوع نشان دهنده اثر ممانعتی نماتد سیستی سویا بر توسعه گره‌های باکتریایی در گیاه و در نتیجه شاخص های رشدی گیاهان است.

در آزمایش های انجام شده با رقم مقاوم DPX در خاک مزرعه با آلودگی طبیعی، اضافه نمودن باکتری تغییری در شاخص‌های باکتری ایجاد نکرد، در مقابل، در رقم حساس JK اضافه شدن باکتری این شاخص‌ها را افزایش داد.

جمعیت نماتد سیستی سویا چه در تیمار دارای باکتری و چه در تیمار بدون باکتری، کاهش معنی‌داری داشته و فاکتور تولید مثل در هر دو تیمار کمتر از یک بود که نشانه مقاومت رقم DPX به نماتد سیستی سویا است که این نتیجه، نتایج تحقیقات قبلی مبنی بر مقاوم بودن رقم DPX را نیز تائید می‌نماید (Tanha Maafi *et al*., 2007; Heydari *et al*., 2009)

افزودن باکتری در رقم حساس JK، در مقایسه با رقم مقاوم DPX، منجر به افزایش شاخص های رشدی گیاه نشد تنها وزن تر اندام هوائی تفاوت معنی داری در تیمار دارای باکتری داشت و در واقع به نظر می‌رسد در رقم حساس و در حضور نماتد افزودن باکتری افزایش چندانی را در شاخص‌های رشدی باعث نمی‌شود. جمعیت نماتد سیستی سویا در هر دو تیمار دارای باکتری و بدون باکتری افزایش معنی‌داری داشته و فاکتور تولید مثل در هر دو تیمارها بیش از سه برابر افزایش داشت که نشانه حساسیت این رقم به نماتد سیستی سویا است که در تحقیقات قبلی نیز به اثبات رسیده بود (Tanha Maafi *et al*., 2008, Heydari *et al*., 2009).

در بررسی حاضر فاکتورهای رشدی باکتری در رقم مقاوم و رقم حساس در حضور HG Type 0 (نژاد سه) نماتد سیستی سویا در آزمایش با خاک استریل کاهش یافتند. نتایج به دست آمده با رقم حساس JK با یافته‌های سایر محققین مطابقت دارد ولی نتایج حاصل از رقم مقاوم تا حدودی با نتایج سایر بررسی ها متفاوت است. در آزمایشی که Al-Jalili *et al*. (1987) جهت تعیین مقاومت و حساسیت تعدادی از ژنوتیپ‌ها به نژاد سه نماتد سیستی سویا انجام دادند. گیاهان مقاوم در این بررسی دارای سیست‌های کمتر و تعداد گره‌های بیشتری در روی ریشه بودند در مقابل، گیاهان

Archive of SID

www.SID.ir

حساس دارای سیست های بیشتر و گره‌های کمتری در روی ریشه بودند.

در بررسی که Ko *et al.* (1991) با ترکیبی مختلف از جمله استرین باکتری، کولتیوارهای مختلف سویا و همچنین نژادهای مختلف نماتد سیستی سویا انجام دادند نتیجه گرفتند که کاهش تولید گره توسط نماتد سیستی سویا تحت تأثیر برهمکنش نژاد نماتد سیستی سویا و رقم سویا قرار می‌گیرد و استرین باکتری تأثیری در این برهمکنش ندارد. در این بررسی تشکیل گره در رقم حساس Lee74 در اثر آلودگی به نژاد یک بدون توجه به استرین باکتری کاهش یافت در حالی‌که تشکیل گره در رقم مقاوم علی‌رغم درجات نفوذ قابل مقایسه لاروها و متعاقب آن نکروز ریشه‌ها کمتر تحت تأثیر قرار گرفت. بعضی از نژادهای نماتد سیستی سویا تأثیر بیشتری در توقف گره زائی باکتری ریزوبیوم دارند، گرچه پارازیتیسم سویا توسط همه جمعیت‌های نماتد سیستی سویا در رشد گره زائی تأثیر می گذارد. در تحقیقی که McGinnity *et al.* (1980) روی یک رقم حساس و سه رقم مقاوم سویا، با نژادهای سه و چهار نماتد سیستی سویا وسه استرین باکتری *Rhizobium japonicum* در شرایط مزرعه و گلخانه انجام دادند، نتیجه‌گیری نمودند که گره زائی و تثبیت ازت تحت تأثیر برهمکنش کولتیوار، استرین باکتری و نژاد نماتد سیستی سویا قرار می‌گیرد. در تحقیق انجام شده توسط Lehman *et al.* (1971) فعالیت تثبیت ازت دو ظرفیتی و گره با زمان، نژاد و تراکم جمعیت نماتد سیستی سویا متغیر بود. نژاد یک کاهش معنی‌داری در تعداد گره، انبوهی گره و فعالیت تثبیت ازت دو ظرفیتی ایجاد نمود، در حالی که نژادهای دو و چهار تأثیری روی این فاکتورها نداشتند مگر این‌که تراکم جمعیتی بالایی داشتند. در بررسی حاضر میزان تراکم جمعیت نماتد به عنوان اینوکولوم اولیه ۲۰ نماتد در گرم خاک بود که می‌تواند جمعیتی بالا محسوب گردد.

یکی از فاکتورهایی که ممکن است در تفاوت نتایج خاک آلوده مزرعه با خاک استریل تأثیر داشته باشد تفاوت در میزان اینوکولوم اولیه است که در خاک آلوده این اینوکولوم ۲/۷ تخم و لارو در گرم خاک بود در حالی که در آزمایش با خاک استریل این میزان ۲۰ تخم و لارو در هر گرم خاک بود که این نتیجه می‌تواند نتایج Lehman *et al.* (1971) را تأیید نماید که کاهش فاکتورهای رشدی باکتری با افزایش اینوکولوم نماتد رابطه معکوس دارد. بنابراین در خاک‌های با آلودگی شدید نماتد، گیاه نه تنها از جمعیت بالای نماتد آسیب می‌بیند بلکه تأثیر منفی این جمعیت روی فاکتورهای رشدی باکتری به طور غیر مستقیم نیز باعث خسارت به گیاه می‌شود. تأثیر نماتد سیستی سویا بر فعالیت باکتری تثبیت کننده ازت بخصوص در جمعیت‌های بالا، توجه بیشتر به توسعه و کاربرد روش‌های مدیدیت این نماتد را در مزارع آلوده یادآور می‌شود.

References

AL-JALILI, A. S., V. T. SAPRA and R. P. PACUMBABA, 1987. Determination of Resistance or Susceptibility of Soybean Genotypes to Soybean Cyst Nematode, *Heterodera glycines*, Race 3. J. Phytopathology. 118 (4): 306–311.

ANONYMOUS, 2006. Agricultural statistics yearbook. Ministry of Jihad-E-Agriculture, Statistical and Information Technology Unit, Tehran, 117 pp.

BARKER, K. R. and E. C. MCGAWLEY, 1998. Interrelations with other microorganisms and pests. Pp. 266-292. In: Sharma, S. B. (eds.). The Cyst Nematodes. Kluwer Academic Publishers.

BARKER, K. R., D. HUISINGH and S. A. JOHNSON, 1972. An Antagonistic interaction between *Heterodera glycines* and *Rhizobium japonicum* on soybean. Phytopathology 62: 1201-1205.

DUNN, R. A. 1969. Extraction of cysts *of Heterodera* species from soils by centrifugation in high density solutions. Journal of Nematology 1: 7.

FAO, 2010. www.faostat.fao.org accessed on 11 April 2011.

Archive of SID

www.SID.ir

HEYDARI, R., E. POURJAM, Z. TANHA MAAFI and N. SAFAEI, 2009. Evaluation of some common soybean cultivars to the major type of the soybean cyst nematode of Iran, *Heterodera glycines* HG Type 0. Iranian Journal of Plant Pathology 44: 319-328 (In Persian with English summary 78-80).

HEYDARI, R., E. POURJAM, Z. TANHA MAAFI and N. SAFAEI, 2010. Comparative host suitability of common bean cultivars to the soybean cyst nematode, Heterodera glycines, in Iran. Nematology 12: 335-341.

HUANG, J. S. and K. R. BARKER, 1983. Influence of *Heterodera glycines* on leghemoglobins of soybean nodules. Phytopathology 73: 1002-1004.

HUANG, J. S., K. R. BARKER and C. G. VANDYKE, 1984. Suppression of binding between rhizobia and soybean roots by *Heterodera glycines*. Phytopathology 74:1381-1384.

HUSSEY, R. S. and K. R. BARKER, 1976. Influence of nematodes and light sources on growth and nodulation of soybeans. Journal of Nematology 8: 48-52.

KEYSER, F. and F. HAND LI, 1992. Potential for increasing biological nitrogen fixation in soybean. Plant and Soil 141:119-135.

KO, M. P., K. R. BARKER and J. S. HUANG, 1984. Nodulation of soybeans as affected by half-root infection with *Heterodera glycines*. Journal of Nematology 16: 97-105.

KO, M. P., P. Y. HUANG, J. S. HUANG and K. R. BARKER, 1985. Accumulation of phytoferritin and starch granules in developing nodules of soybean roots infected with *Heterodera glycines*. Phytopathology 75: 159-164.

KO, M. P., P. Y. HUANG, J. S. HUANG and K. R. BARKER, 1991. Responses of Nodulation to various combinations of *Bradyrhizobium japonicum* strains, soybean cultivars and races of *Heterodera glycines.* Phytopathology 81:591-595.

LEHMAN, P. S., D. HUISINGH, K. R. BARKER, 1971. The influence of races of *Heterodera glycines* on nodulation and nitrogen-fixing capacity of soybean. Phytopathology 61: 1239-1244.

McGINNITY, P. J., G. KAPUSTA and O. MYERS. 1980. Soybean Cyst Nematode and *Rhizobium* strain influences on Soybean nodulation and N_2-fixation. Agronomy Journal 72: 785-789.

NIBLACK, T. L., K. N. LAMBERT and G. L. TYLKA, 2006. Model Plant Pathogen from the Kingdom Animalia: *Heterodera glycines*, the Soybean Cyst Nematode. Annual Reviews of Phytopathology 44: 283–303.

TANHA MAAFI, Z., E. GERAERT, A. KHEIRI and D. STURHAND, 1999. Occurrence of soybean cyst nematode *Heterodera glycines* Ichinohe, 1952 in Iran. Iranian Journal of Plant Pathology 35:63-64.

TANHA MAAFI, Z., M. SALATI and R. D. RIGGS, 2007. Distribution, population density, race and type determination of soybean cyst nematode, *Heterodera glycines*, in Iran. Nematology 10: 919-924.

THAKARE, C. S., P. K. RASAL and P. L. PATIL, 1999. Evaluation of efficient Bradyrhizobium strains for soybean. Legume Research. 22: 26-30.

WRATHER, J. A., T. R. ANDERSON, D. M. ARSYAD, J. GAI, H A. PORTO-PUGLIA, H. RAM and J. T. YORINORI, 1997. Soybean disease loss estimates for the top 10 soybean producing countries in 1994. Plant Disease 81:107-110.

Archive of SID

www.SID.ir