Archive of SID

بررسی اثر سویه و دماهای مختلف منطقه ریشه بر صفات مورفولوژیکی و تثبیت نیتروژن سه رقم خلر (*Lathyrus sativus* L.)

بتول مهدوی، سید علی محمد مدرس ثانوی* و مجید آقا علیخانی

تهران، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکدهٔ کشاورزی، گروه زراعت

تاریخ دریافت: ۸۷/۲/۱۱ تاریخ پذیرش: ۸۸/۲/۲۹

چکیده

به منظور بررسی اثر دماهای مختلف منطقهٔ ریشه بر رشد و تثبیت نیتروژن ارقام مختلف خلر تلقیح شده با دو سویه زنجان و تهران، آزمایشی در شرایط کنترل شده در دمای ثابت هوا ۲۵ درجه سانتی گراد انجام شد. در این آزمایش سه رقم خلر شامل ارقام اردبیل، زنجان و شهر کرد در چهار دمای منطقهٔ ریشه شامل ۵ ،۱۰، ۱۵ و۲۵ درجه سانتی گراد و با دو سویه به صورت فاکتوریل در قالب بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج آزمایش نشان داد که اکوتیپهای خلر از نظر گره‌زایی و تثبیت نیتروژن، رشد و وزن خشک اختلاف معنی‌داری داشتند. با افزایش دمای منطقهٔ ریشه، گره‌زایی و تثبیت نیتروژن ارقام خلر مورد مطالعه افزایش یافت. همچنین سویه تأثیر معنی‌داری بر صفات اندازه گیری شده داشت به طوری که تلقیح گیاهان با سویه تهران ارتفاع بوته، تعداد و سطح برگ و غلظت نیتروژن را نسبت به سویه زنجان افزایش داد. گیاهان تلقیح شده با سویه زنجان و تهران به ترتیب در دماهای ۱۵ و ۲۵ درجه سانتی گراد بیشترین تعداد گره، غلظت نیتروژن و تثبیت نیتروژن گیاه را تولید نمودند.

واژه های کلیدی: گره‌زایی، تثبیت نیتروژن، دمای منطقهٔ ریشه، خلر، سویه

* نویسنده مسئول، تلفن تماس: ۰۹۱۲۱٤۸۱٦۳۷، پست الکترونیک: Modaresa@modares.ac.ir

مقدمه

تثبیت بیولوژیکی نیتروژن بخش مهمی از نیتروژن مورد نیاز گیاهان را تأمین می‌کند که باعث صرفه‌جویی انرژی در کشاورزی می‌شود. تعداد زیادی از گونه‌های نخودیان قادرند از طریق همزیستی، نیتروژن را تثبیت نمایند. مقدار نیتروژن تثبیت شده و سهم بقولات در آن تحت تأثیر عواملی مانند مواد غذایی خاک، قابلیت دسترسی آب، دما و مدیریت گیاه و خاک قرار می‌گیرد (٦). در گیاهان تثبیت کنندهٔ نیتروژن، تفاوت در میزان نیتروژن تثبیت شده به واسطهٔ چندین عامل ایجاد می‌گردد. از جمله این عوامل سویه ریزوبیوم موجود در خاک، گرههای موجود در ریشه، مواد غذایی خاک و شرایط اقلیمی منطقه می‌باشد (۱۱). تثبیت بیولوژیکی نیتروژن در بقولات تحت تأثیر دماهای پایین ریشه در نواحی معتدله و سرد قرار می‌گیرد و آن را با مشکل مواجه می‌نماید. بقولات مناطق معتدله به درجهٔ حرارتی حدود ۲۵-۲۰ درجه سانتی گراد برای فعالیت همزیستی نیاز دارند. زمانی که درجهٔ حرارت خاک به کمتر از این محدوده تنزل پیدا کند، بر تثبیت نیتروژن اثر منفی دارد. در بعضی از بقولات تثبیت نیتروژن حساسیت کمتری به دمای پایین منطقهٔ ریشه نشان می‌دهند، با این حال تشکیل گره به تأخیر می‌افتد (۱) سرمای ۵ درجه سانتی گراد، تثبیت نیتروژن را تا حد صفر کاهش می‌دهد و این تأثیر در مرحلهٔ اول مربوط به کاهش غده‌زایی بوده و به کاهش فعالیت آنزیم نیتروژناز مربوط نمی‌شود (۵). در یونجهٔ تلقیح شده با *Rizobium meliloti*، فعالیت نیتروژناز

www.SID.ir

Archive of SID

به طور کامل در ۸ درجه سانتی گراد متوقف شده و در دمای ۸ درجه سانتی گراد منطقهٔ ریشه وزن گره، تعداد گره و وزن خشک گیاه کاهش می یابد (۱۷). در ارقام بومی یونجه، تثبیت نیتروژن با انتخاب سویه سازگار سیانوباکتری افزایش می‌یابد (۱۲). تلقیح گیاهان با سویه‌های ریزوبیوم که از مناطق آب و هوای مشابه با آنها جدا شده‌اند، بهترین نتیجه را دارد. در شبدر زیرزمینی سویه TA1 جدا شده از یک محیط سرد، در دمای ۷ درجه سانتی گراد بهترین تشکیل گره را داده است در حالی که نژاد SU97 ایزوله شده از مناطق گرم تشکیل گره ضعیفی را داشته است (۱۸). خلر با نام علمی (*Lathyrus sativus* L.) یکی از گیاهان علوفه‌ای خانوادهٔ بقولات است که در دمای ۲۵-۱۰ درجه سانتی گراد به خوبی رشد می‌کند (۱۰). این گیاه در یک فصل زراعی حدود ٦٧ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به خاک اضافه می‌نماید و روی عملکرد و درصد پروتئین گیاهان غیرلگوم بعد از خود مؤثر است (۸). با توجه به بر همکنش ژنوتیپ گیاه و باکتری در گره‌زایی و فعالیت تثبیت بیولوژیک نیتروژن به نظر می‌رسد اکوتیپهای مختلف خلر که به صورت پراکنده در مناطق مختلف کشور کشت می‌شوند از نظر توان برقراری رابطهٔ همزیستی با باکتریهای جنس ریزوبیوم و نیز پتانسیل تثبیت بیولوژیک نیتروژن متفاوت باشند. علاوه بر این دمای پایین منطقهٔ ریشه در اوایل فصل رشد در مناطق غرب و شمال غرب کشور رشد گیاهان و در نتیجه تشکیل گره جهت تثبیت نیتروژن را با مشکل مواجه می‌سازد، لذا باید ارقام مناسب با این شرایط انتخاب و توصیه نمود. بنابراین به لحاظ اهمیت خلر و از طرف دیگر، عدم انجام کار تحقیقاتی در مورد اثر سویه بر رشد و تثبیت نیتروژن این گیاه، تحقیقی در شرایط محیطی کنترل شده انجام شد.

مواد و روشها

این تحقیق سال ۱۳۸۵ به صورت آزمایش گلدانی در شرایط کنترل شده در دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس اجرا گردید. در این آزمایش، سه رقم گیاه خلر شامل رقم اردبیل، زنجان و شهر کرد به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. عوامل آزمایشی شامل دماهای منطقهٔ ریشه در ٤ سطح (۵، ۱۰، ۱۵ و۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد) و رقم خلر در سه سطح و سویه ریزوبیوم در دو سطح (تهران و زنجان) بود. دمای هوا ثابت و ۲۵ درجه سانتی گراد در نظر گرفته شد. در این آزمایش برای تنظیم دمای منطقهٔ ریشه دستگاههای مبردی طراحی و ساخته شدند، هر دستگاه مبرد به ترتیب دارای طول، عرض و ارتفاع ۱۲۰، ٦۰ و ۳۲ سانتیمتر بودند. دستگاه مذکور دارای چهار بخش مجزا با کار کردی متفاوت بود که عبارتند از سیستم سردکننده دستگاه که سرمای مورد نیاز را بر اساس تعداد گلدانها تأمین می‌نمود، سیستم گرم‌کننده دستگاه که گرمای مورد نیاز را تولید می‌کرد، سیستم گردش آب برای یکنواختی دما در تمام سطوح دستگاه و بخش چهارم نیز قسمت کنترل و تنظیم دمای دستگاه بود. دستگاه مبرد تولید برودت می‌نمود که این برودت توسط سیستم گردش آب به اطراف گلدانها منتقل شده و سیستم کنترل درجهٔ حرارت نیز میزان برودت را در اطراف گلدانها با دقت ۰/۱ درجهٔ سانتی‌گراد تنظیم می‌کرد دماهای مختلف منطقهٔ ریشه با حساسیت یک دهم درجهٔ سانتی گراد توسط دستگاهها تأمین گردید (۲۱). گلدانها با کوارتز (۳ ـ ۲ میلی‌متر) پر و بذور در آن کشت شدند و آبیاری گلدانها با آب مقطر انجام گرفت. هنگامی که برگهای کوتیلدونی گیاهچه‌ها ظاهر شدند تغذیه با محلول غذایی بروگتون و دیلورث (Broughton and Dillworth) بدون نیتروژن آغاز شد (۲). دو سویه *Rizobium leguminosarum* از خاکهای منطقهٔ زنجان (منطقه سرد) و تهران (منطقه معتدله) جدا شدند. تلقیح با کشت دو سویه به طور جداگانه روی محیط کشت YMA (yeast extract manitol agar) به مدت ٤ روز در دمای ۲۸ درجه سانتی گراد انجام شد. سپس برای آماده کردن مایع تلقیح، استرین‌ها در محیط yeast extract mannitol)

www.SID.ir

Archive of SID

broth) YMB کشت گردیدند. تلقیح هر اکوتیپ کشت شده در اتاقک رشد توسط استرین گرفته شده از اکوتیپ مورد نظر و پس از ظهور برگهای کوتیلدونی به میزان ۵ میلی‌لیتر به ازای هر گلدان همراه با محلول غذایی انجام گرفت. ٤۰ روز پس از تلقیح گیاهان در گلدان و تکمیل رشد و نمو گیاهان، اقدام به برداشت بوته شد و سپس ارتفاع گیاه، وزن خشک ساقه، تعداد و سطح برگ، طول و وزن خشک ریشه، نسبت ساقه به ریشه، تعداد گره و دسته گره، قطر گره و دسته گره، وزن خشک و ویژه گره، غلظت نیتروژن ساقه و تثبیت نیتروژن اندازه‌گیری شد. غلظت نیتروژن ساقه به روش کجلدال و دستگاه (Kejeltec Auto 1030 Analyzer) به دست آمد. میزان تثبیت نیتروژن از روش احیای استیلن به اتیلن به وسیلهٔ دستگاه کروماتوگراف گازی با ستون کاپیلاری Plot fused silica, CP- Al_2O_3/ Na_2 SO_4 به طول ۵۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و قطر خارجی ۰/۳۲ میلی‌متر، که مخصوص جداسازی اتیلن می‌باشد، به دست آمد (۳). آنالیز و تجزیه وتحلیل داده‌ها پس از نمونه‌برداری و اندازه‌گیری صفات ذکر شده، توسط نرم‌افزار SAS 9.1 انجام شد (۱۹). مقایسهٔ میانگین نیز به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P<۰/۰۵$) صورت گرفت (۱۹). همچنین رسم جداول توسط نرم‌افزارهای Word انجام شد.

نتایج

با بررسی اثر رقم، دما و سویه بر ارتفاع بوته و وزن خشک ساقه مشخص شد که این فاکتورها به طور معنی‌داری بر ارتفاع بوته و وزن خشک ساقه مؤثر بودند و همچنین اثر متقابل آنها بر وزن خشک ساقه معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) بود (جدول۱). حداکثر ارتفاع بوته و وزن خشک ساقه در رقم اردبیل مشاهده شد. ارتفاع بوته در ارقام زنجان و شهرکرد یکسان و حداقل بود و رقم زنجان حداقل وزن خشک ساقه را داشت و از لحاظ آماری با رقم شهرکرد تفاوت معنی‌داری نداشت. حداکثر و حداقل ارتفاع بوته و وزن خشک ساقه به ترتیب در دمای ۲۵ و ۵ درجه سانتی گراد به دست آمد و تلقیح با سویه تهران منجر به افزایش ارتفاع بوته و وزن خشک ساقه شد (جدول۲). مقایسهٔ میانگینهای سویه × دما نشان داد که ارتفاع بوته در ارقام تلقیح شده با سویه تهران در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد بیشترین مقدار را داشت و کمترین با همین سویه و در دمای ۵ درجه سانتی گراد به دست آمد که مشابه ارقام تلقیح شده با سویه زنجان در دمای ۵ درجه سانتی گراد بود (جدول۳). اکوتیپ زنجان تلقیح شده با استرین تهران در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد بیشترین وزن خشک ساقه را در بین سه اکوتیپ داشت. رقم اردبیل تلقیح شده با سویه زنجان در دمای ۵ درجه سانتی گراد کمترین وزن خشک ساقه را داشت. ارقام تلقیح شده با استرین زنجان بیشترین وزن خشک ساقه را در دمای ۱۵ درجه سانتی گراد تولید کردند درحالی که اکوتیپهای تلقیح شده با استرین تهران بیشترین وزن خشک ساقه را در ۲۵ درجه سانتی گراد داشتند (جدول٤).

اثر رقم، دما و سویه بر تعداد و سطح برگ و همچنین اثر متقابل آنها بر سطح برگ و اثر دما × سویه بر تعداد برگ معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$) (جدول۱). بیشترین تعداد و سطح برگ در رقم اردبیل مشاهده شد و بقیهٔ ارقام تعداد و سطح برگ یکسانی داشتند. حداکثر و حداقل تعداد برگ به ترتیب در دمای ۱۵ و ۵ درجه سانتی گراد به دست آمد. بیشترین سطح برگ مربوط به دمای ۲۵ درجه سانتی گراد و کمترین آن در دمای ۱۰ درجه سانتی گراد بود که از لحاظ آماری با دمای ۵ درجه سانتی گراد اختلاف معنی-داری نداشت. تلقیح با سویه تهران تعداد و سطح برگ را نسبت به سویه زنجان افزایش داد (جدول۲). ارقام تلقیح شده با سویه زنجان در دمای ۱۵ درجه سانتی گراد بیشترین تعداد برگ را تولید کردند و کمترین تعداد برگ مربوط به همین سویه و دمای ۵ و ۱۰ درجه سانتی گراد بود (جدول۳). رقم زنجان تلقیح شده با سویه تهران در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد ماکزیمم سطح برگ را داشت

www.SID.ir

Archive of SID

که از لحاظ آماری با رقم اردبیل تلقیح شده با همین سویه یکسان بود. هر دو این اکوتیپها کمترین سطح برگ را با سویه زنجان و در دمای ۱۰ درجه سانتی گراد تولید نمودند. رقم شهرکرد تلقیح شده با استرین تهران بیشترین سطح برگ را در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد داشت (جدول٤).

اثر دما، سویه و اثر متقابل آنها بر طول ریشه و اثر رقم، سویه و اثر متقابل آنها و همچنین اثر سویه × دما بر وزن خشک ریشه معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$) (جدول۱). ارقام طول ریشهٔ یکسانی داشتند. بیشترین وزن خشک ریشه در رقم اردبیل مشاهده شد و کمترین آن با رقم زنجان به دست آمد. طول ریشه در دماهای ۱۰، ۱۵ و ۲۵ درجه سانتی گراد یکسان بود و در دمای ۵ درجه سانتی گراد کمترین طول ریشه مشاهده شد. وزن خشک ریشه در دماهای مختلف یکسان بود. تلقیح با سویه تهران منجر به افزایش طول ریشه و وزن خشک ریشه شد. مقایسهٔ میانگینها نشان داد طول ریشه در ارقام تلقیح شده با سویه تهران در دمای ۱۰ درجه سانتی گراد حداکثر بود که از لحاظ آماری با اکوتیپهای تلقیح شده با همین سویه در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد و سویه زنجان در دمای ۱۵ درجه سانتی گراد تفاوت معنی‌داری نداشت. ارقام تلقیح شده با سویه زنجان در دمای ۵ درجه سانتی گراد کمترین طول ریشه را داشتند. بیشترین وزن خشک ریشه در ارقام تلقیح شده با سویه تهران و دمای ۲۵ درجه سانتی گراد مشاهده شد و ارقام تلقیح شده با سویه زنجان در تمام دماها طول ریشهٔ یکسانی داشتند (جدول۳).

در رابطه با نسبت ساقه به ریشه اثر دما و اثر متقابل دما × سویه × رقم معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$) (جدول۱). هر سه رقم نسبت ساقه به ریشهٔ یکسان داشتند. حداکثر و حداقل نسبت ساقه به ریشه به ترتیب در دماهای ۲۵ و۵ درجه سانتی گراد به دست آمد و در ارقام تلقیح شده با هر دو سویه نسبت ساقه به ریشه یکسان بود (جدول۲). در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد ارقام اردبیل و زنجان تلقیح شده با سویه تهران بیشترین نسبت ساقه به ریشه را داشتند و کمترین آن مربوط به رقم شهرکرد با سویه تهران در دمای ۵ درجه سانتی گراد بود (جدول٤).

تعداد گره تحت تأثیر رقم، دما، سویه و اثر متقابل آنها قرار گرفت اما سویه اثر معنی‌داری بر تعداد دسته گره نشان نداد ($p<۰/۰۱$) (جدول۱). رقم زنجان بیشترین تعداد گره را داشت که از لحاظ آماری با رقم اردبیل یکسان بود و کمترین آن در رقم شهرکرد به دست آمد. بیشترین و کمترین تعداد دسته گره به ترتیب در ارقام اردبیل و شهرکرد مشاهده شد. بیشینه و کمینهٔ تعداد گره و دسته گره به ترتیب مربوط به دماهای ۱۵ و ۵ درجه سانتی گراد بود. تلقیح گیاهان با سویه زنجان تعداد گره را نسبت به سویه تهران افزایش داد و ارقام تلقیح شده با هر دو سویه تعداد دسته گره یکسانی داشتند (جدول۲). در بین ارقام، رقم اردبیل تلقیح شده با سویه زنجان در دمای ۱۵ درجه سانتی گراد بیشترین تعداد گره را تولید نمود و در ارقام زنجان و شهرکرد تلقیح شده با سویه تهران در دمای ۵ درجه سانتی گراد کمترین تعداد گره مشاهده شد. ارقام زنجان و شهرکرد تلقیح شده با سویه زنجان در دمای ۱۵ درجه سانتی گراد بیشترین تعداد گره را تولید نمودند. بیشترین تعداد دسته گره در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد و با رقم اردبیل تلقیح شده با سویه تهران به دست آمد. در دمای ۵ درجه سانتی گراد در ارقام زنجان و شهرکرد تلقیح شده با سویه زنجان دسته گرهی مشاهده نشد. رقم زنجان تلقیح شده با سویه تهران در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد بیشترین تعداد دسته گره را داشت که از لحاظ آماری با سویه زنجان در دمای ۱۵ درجه سانتی گراد یکسان بود و رقم شهرکرد تلقیح شده با سویه تهران در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد بیشترین تعداد دسته گره را تولید نمود (جدول٤).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- تجزیهٔ واریانس ارقام مختلف خار تحت شرایط سویه و دمای مختلف منطقهٔ ریشه

منابع تغییر	ارتفاع بوته	وزن خشک ساقه	تعداد برگ	سطح برگ	طول ریشه	وزن خشک ریشه	نسبت ساقه به ریشه	تعداد گره	قطر گره	تعداد دسته گره	قطر دسته گره	وزن خشک گره	وزن ویژه گره	غلظت نیتروژن ساقه	تثبیت نیتروژن
تکرار	۱۲/۶۲^{ns}	۰/۰۶^{ns}	۱۹/۷۷	۲۰/۴۱^{ns}	۱/۷۴^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۱۷^{ns}	۰/۴۶^{ns}	۰/۱۱^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۰۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۱^{ns}	۰/۴۲^{ns}	۱۱۱۲۳۶/۷^{ns}
رقم (V)	۲۲۸/۳۷**	۰/۲۷**	۱۳۰/۰**	۵۸۶۹/۵۰**	۰/۳۶^{ns}	۰/۰۸۳**	۰/۱۹^{ns}	۱۸/۲۱**	۰/۳۶**	۱۳/۰۹**	۰/۵۷**	۰/۰۰۰۱**	۰/۰۰۰۰۱**	۱۱۱/۲۷**
دمای منطقهٔ ریشه (T)	۱۴۱۲/۶۶**	۳/۳۳**	۱۶۴/۸۹**	۳۰۶۱۲/۴۱*	۱۷۸/۱۷**	۰/۰۰۶^{ns}	۹/۸۰**	۱۱۹/۵۵**	۵۸/۴۱**	۲۰/۵۳**	۱/۴۲**	۰/۰۰۰۶**	۰/۰۰۰۰۰۸**	۵۹۵/۵۶**	۳۴۰۹۷۰۸۸/۷**
سویه (S)	۳۶۳/۳۷**	۰/۶۷**	۴۹/۲۵**	۱۴۱۶۸/۰۵**	۲۳۵/۸۸**	۰/۶۹۱**	۰/۰۳^{ns}	۱۲/۱۷**	۰/۵۷^{ns}	۰/۸۰**	۰/۰۸۰**	۰/۰۰۰۰۱*	۰/۰۰۰۰۱*	۱۲۶/۹۶**	۶۲۲۵۶۴/۳*
V×T	۱۱/۱۳^{ns}	۰/۱۵*	۴/۸۲^{ns}	۷۰۸/۵۲*	۵/۱۹^{ns}	۰/۰۰۶^{ns}	۰/۹۷۱**	۵/۱۹**	۰/۲۸**	۳/۳۳**	۰/۲۳**	۰/۰۰۰۰۵**	۰/۰۰۰۰۳**	۳۱/۳۳**	۶۸۰۶۸۱/۱**
V×S	۴/۶۸^{ns}	۰/۷۸**	۱۲/۱۸^{ns}	۳۰۱۶/۷۲**	۸/۵۵^{ns}	۰/۳۰**	۱/۸۹**	۰/۰۹۵^{ns}	۰/۳۳^{ns}	۰/۲۳**	۰/۲۴**	۰/۰۰۰۰۲*	۰/۰۰۰۰۱**	۹/۴۶^{ns}	۲۵۶۷۶/۶^{ns}
T×S	۹۷۲/۱۵**	۰/۹۳**	۸۶۲/۷۱**	۱۶۳۸۴/۶۱**	۱۹۵/۸۳**	۰/۰۲۷**	۵/۹۳**	۲۷/۸۰**	۱۱/۷۴**	۲/۹۹**	۰/۱۰۷*	۰/۰۰۰۰۹**	۰/۰۰۰۰۹**	۳۲۲/۴۱**	۶۲۱۷۲۱/۷**
V×T×S	۶۳/۷۰^{ns}	۰/۱۵۷*	۴/۸۹^{ns}	۸۸۳/۴۴**	۴/۶۱**	۰/۰۰۴^{ns}	۰/۷۱۹**	۷/۹۹**	۲/۹۹**	۲/۹۹**	۰/۲۲**	۰/۰۰۰۰۱**	۰/۰۰۰۰۶**	۲۱/۶۳*	۱۹۲۵۴/۹^{ns}
خطای آزمایش	۲۴/۳۶	۰/۰۵۷	۵/۵۶	۱۳۷/۲۵	۴/۴۱	۰/۰۰۵	۰/۲۱۴	۰/۲۸	۰/۱۸	۰/۳۱	۰/۰۲۰	۰/۰۰۰۰۰۴	۰/۰۰۰۰۰۱	۹/۰۷	۳۰۱۳۷/۴
ضریب تغییرات	۹/۵۳	۱۷/۱۴	۹/۶۵	۱۲/۶۹	۱۰/۱۶	۱۲/۵۰	۲۲/۱۸	۱۳/۴۵	۱۳/۴۵	۱۰/۰۹	۱۶/۶۴	۹/۳۵	۲۲/۲۲	۸/۵۳	۱۶/۰۹

^{ns}، * و ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

جدول۲- مقایسهٔ میانگین اثرات اصلی ارقام مختلف خار تحت شرایط سویه و دمای مختلف منطقهٔ ریشه

دمای منطقهٔ ریشه (°C)	ارتفاع بوته (cm)	وزن خشک ساقه (g)	تعداد برگ	سطح برگ (cm^2)	طول ریشه (cm)	وزن خشک ریشه (g)	نسبت ساقه به ریشه	تعداد گره	قطر گره (mm)	تعداد دسته گره	قطر دسته گره (mm)	وزن خشک گره (g)	وزن ویژه گره ($g\ nodule^{-1}$)	غلظت نیتروژن ساقه (mgg^{-1})	تثبیت نیتروژن ($\mu mol.\ day^{-1}.\ plant^{-1}$)
رقم															
۵	۴۳/۰۶d	۰/۹۳d	۲۱/۳۴c	۶۶/۶۱c	۱۵/۹۶b	۰/۵۵a	۱/۷۲d	۰/۸۸d	۰/۱۸c	۳/۱۰a	۱/۰۰a	۰/۰۰۰۵d	۰/۰۰۱۰c	۲۹/۴۶d	۰c
۱۰	۴۶/۵۸c	۱/۱۹c	۲۳/۳۵b	۶۱/۸۴c	۲۱/۸۹a	۰/۵۷a	۲/۱۸c	۲/۶۸c	۰/۹۹b	۱/۵۳b	۱/۷۲c	۰/۰۰۰۲c	۰/۰۰۱۹b	۳۱/۶۷c	۰c
۱۵	۵۴/۵۸b	۱/۵۶b	۲۸/۵۲a	۸۹/۲۲b	۲۲/۴۸a	۰/۵۷a	۲/۸۵b	۶/۷۰a	۱/۱۲a	۳/۹۱a	۲/۶۰a	۰/۰۱۱۱b	۰/۰۰۱۹b	۳۸/۳۷b	۱۴۳۹/۲۲b
۲۵	۶۲/۹۲a	۱/۹۳ a	۲۴/۵۱b	۱۵۱/۵۶a	۲۲/۳۲a	۰/۵۹a	۲/۴۰a	۵/۳۳b	۰/۸۷c	۳/۷۳ a	۲/۳۳b	۰/۰۱۲۸a	۰/۰۰۲۶a	۲۱/۸۲a	۲۸۴۷/۷۲a
اردبیل	۵۵/۳۳a	۱/۵۱a	۲۷/۰۸a	۱۱۰/۳۳a	۲۰/۷۶a	۰/۶۳a	۲/۴۰a	۲/۶۳a	۱/۰۰a	۳/۱۰a	۱/۸۲a	۰/۰۰۰۹a	۰/۰۰۰۲a	۳۷/۳۳a	۱۲۷۵/۲۸a
زنجان	۵۰/۳۹b	۱/۳۰b	۲۳/۵۱b	۸۲/۰۸b	۲۰/۷۲a	۰/۵۱c	۲/۲۹b	۲/۴۵a	۰/۷۸b	۲/۲۹b	۰/۷۸a	۰/۰۰۰۶b	۰/۰۰۱b	۳۶/۶۹b	۱۰۸۹/۷۲b
شهرکرد	۴۹/۶۶b	۱/۳۹ab	۲۲/۷۰b	۸۴/۵۸b	۲۰/۵۳a	۰/۵۷b	۲/۹۱b	۲/۴۵a	۰/۸۰b	۱/۶۲c	۱/۵۷b	۰/۰۰۵c	۰/۰۰۱b	۳۳/۵۷b	۸۷۰/۴۲c
سویه															
تهران	۵۲/۰۲a	۱/۵۰a	۲۵/۲۶a	۱۰۶/۲۶a	۲۲/۲۸a	۰/۶۷a	۲/۴۱a	۳/۵۱b	۰/۷۶b	۲/۲۳a	۱/۵۵b	۰/۰۰۷b	۰/۰۰۱۷b	۳۶/۵۶a	۹۸۵/۵۰b
زنجان	۴۹/۵۲b	۱/۳۰b	۳۳/۶۰b	۷۸/۳۰b	۱۸/۸۶b	۰/۴۷b	۲/۵۶a	۴/۳۳a	۰/۹۷a	۲/۵۸a	۱/۸۵a	۰/۰۰۷۳a	۰/۰۰۱۹a	۳۳/۰۰b	۱۱۷۱/۴۷a

اعداد با حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن ($P<0.05$) اختلاف معنی داری ندارد.

www.SID.ir

Archive of SID

قطر گره و دسته گره تحت تأثیر دما، رقم، سویه و اثر متقابل آنها قرار گرفتند (p<۰/۰۱) (جدول۱). رقم اردبیل بیشترین قطر گره را داشت و همین رقم بیشترین قطر دسته گره را نیز تولید نمود که از لحاظ آماری با رقم زنجان مشابه بود. حداکثر و حداقل قطر گره و دسته گره به ترتیب در دمای ۱۵ و ۵ درجه سانتی گراد مشاهده شد. تلقیح گیاهان با سویه زنجان منجر به تولید حداکثر قطر گره و دسته گره گردید (جدول۲). رقم اردبیل تلقیح شده با سویه زنجان و رقم شهرکرد تلقیح شده با سویه تهران در بین اکوتیپها به ترتیب در دماهای ۱۰ و۵ درجه سانتی گراد بیشترین و کمترین قطر گره را داشتند. قطر گره رقم زنجان تلقیح شده با سویه تهران در دمای ۱۵ درجه سانتی گراد بیشترین بود و کمترین آن در دمای ۵ درجه سانتی گراد و با سویه زنجان مشاهده شد. رقم شهرکرد تلقیح شده با سویه زنجان در دمای ۱۵ درجه سانتی گراد بیشترین قطر گره را نسبت به سایر دماها تولید نمود. حداکثر قطر دسته گره مربوط به رقم شهرکرد تلقیح شده با سویه زنجان در دمای ۱۵ درجه سانتی گراد بود و حداقل آن در دمای ۵ درجه سانتی گراد و در تمام ارقام مشاهده شد. رقم اردبیل با سویه زنجان در دمای ۱۵ درجه سانتی گراد و رقم زنجان با سویه زنجان در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد بیشترین قطر دسته گره را داشتند (جدول٤).

اثر رقم، دمای منطقهٔ ریشه، سویه (p<۰/۰۵) و اثر متقابل آنها بر وزن خشک و ویژهٔ گره معنی‌دار بود (p<۰/۰۱) (جدول۱). رقم اردبیل بیشترین وزن خشک گره و وزن ویژه گره را داشت و کمترین وزن خشک گره مربوط به رقم شهرکرد بود. ارقام زنجان و شهرکرد وزن ویژهٔ گره یکسانی داشتند. بیشترین و کمترین وزن خشک و ویژه گره به ترتیب در دماهای ۲۵ و ۵ درجه سانتی گراد مشاهده شد. تلقیح گیاهان با سویه زنجان منجر به افزایش وزن خشک و ویژه گره شد (جدول۲). در بین ارقام، رقم اردبیل تلقیح شده با سویه تهران در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد بالاترین وزن خشک گره را تولید نمود و هر سه اکوتیپ در دمای ۵ درجه سانتی گراد در تلقیح با هر دو سویه کمترین وزن خشک گره را داشتند. در بین تیمارهای رقم زنجان، گیاهان تلقیح شده با سویه زنجان در دمای ۱۵ درجه سانتی گراد بیشترین وزن خشک گره را داشتند. بیشترین وزن خشک گره رقم شهرکرد در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد و با سویه تهران به دست آمد. در بین سه اکوتیپ بیشترین وزن ویژه گره در رقم اردبیل تلقیح شده با سویه تهران در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد مشاهده شد و کمترین آن مربوط به ارقام اردبیل و زنجان تلقیح شده با سویه تهران در دمای ۵ درجه سانتی گراد بود. در بین تیمارهای ارقام زنجان و شهرکرد، گیاهان تلقیح شده با سویه تهران به ترتیب در دماهای ۲۵ و ۱۵ درجه سانتی گراد بیشترین وزن ویژهٔ گره را داشتند (جدول٤).

جدول۳- مقایسهٔ میانگین اثر متقابل استرین× دمای منطقهٔ ریشه بر صفات مختلف سه اکوتیپ خلر

سویه	دمای منطقهٔ ریشه (°C)	ارتفاع گیاه (cm)	تعداد برگ	طول ریشه (cm)	وزن خشک ریشه (g)
تهران	۵	٤۱/۵۱f	۲۷/۲۹b	۱۹/۸٤bc	۰/۷۰ab
	۱۰	٤٦/۱۱def	۲۹/۲۵b	۲۵/۹۵a	۰/٦٤bc
	۱۵	۵۲/۳۷bc	۱۹/۷۸d	۱۹/٤۹bc	۰/٦۰c
	۲۵	۷٦/۱۵a	۲٤/۷۱c	۲٤/٦۳a	۰/۷۲a
زنجان	۵	٤٤/٦۰ef	۱۵/۳۸e	۱۲/۰۹d	۰/٤۳d
	۱۰	٤۷/۰٦de	۱۷/٤٤e	۱۷/۸۳c	۰/٤۹d
	۱۵	۵٦/۸۰b	۳۷/۲۷a	۲۵/٤۷a	۰/۵۰d
	۲۵	٤۹/۷۲cd	۲٤/۳۱c	۲۰/۰٤b	۰/٤۷d

اعداد با حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن (P<0.05) اختلاف معنی داری ندارد.

www.SID.ir

جدول ٤- مقایسهٔ میانگین اثرات متقابل سه اکوتیپ خلر تحت شرایط سویه و دمای مختلف منطقهٔ ریشه

دمای منطقه ریشه (°C)	رقم	سویه	وزن خشک ساقه (g)	سطح برگ (cm^2)	وزن خشک ریشه (g)	نسبت ساقه به ریشه	تعداد گره	تعداد دسته گره	قطر گره (mm)	قطر دسته گره (mm)	وزن خشک گره (g)	وزن ویژه گره (g nodule^{-1})	غلظت نیتروژن (mg g^{-1})	تثبیت نیتروژن (µmol. day^{-1}. $plant^{-1}$)
۵	اردبیل	تهران	۰/۷۳m	۹۱/۳۳de	۰/۹۲a	۱/۴۵hi	۰/۳۳lk	۰/۰۶m	۰/۳۳gh	۰/۱۳h	۰۰l	۰۰k	۲۹/۲۸ghi	۰f
۱۰			۱/۱۰ghijklm	۸۷/۰۰def	۰/۸۲ab	۱/۷۱ghi	۲/۹۳i	۰/۹۳jkl	۱/۰۶bc	۱/۷۹f	۰/۰۰۴۴h	۰/۰۰۱۵fghi	۳۱/۶۴fghi	۰f
۱۵			۱/۵۳defg	۱۰۱/۶۷d	۰/۷۳bc	۲/۶۷bcdef	۳/۹۳efgh	۴/۶۷c	۱/۱۷bc	۲/۶۹bc	۰/۰۱۲۱d	۰/۰۰۱۱hji	۴۰/۵۱dc	۱۵۳۴/۶e ۳۰۴۴/۹b
۲۵			۲/۲۳b	۲۱۷/۶۷a	۰/۸۷a	۵/۱۰a	۸/۴۷b	۷/۰۷a	۰/۵۹ef	۲/۲۷e	۰/۰۲۵a	۰/۰۰۶۱a	۵۷/۴۱a	
۵		زنجان	۱/۳۳ efghij	۷۱/۶۷efgh	۰/۴۰g	۱/۸۳efghi	۱/۴۰J	۰/۲۰m	۰/۷۵de	۰/۲۸h	۰/۰۰۰۶kl	۰/۰۰۰۴jk	۳۱/۶۸fghi	۰f
۱۰			۱/۴۰efghi	۵۳/۶۷hji	۰/۴۳g	۲/۵۳cdefg	۳/۲۰ghi	۳/۲۷def	۱/۸۵a	۲/۵۳cde	۰/۰۰۷۰g	۰/۰۰۲۲defg	۳۵/۴۷def	۰f
۱۵			۱/۹۰bcd	۱۳۴/۶۷c	۰/۴۳g	۳/۵۵b	۱۰/۷۳a	۶/۲۷b	۱/۲۲b	۲/۷۵bc	۰/۰۱۳۸c	۰/۰۰۳۶b	۴۰/۹۵c	۴۰۵۷/۵a ۱۵۶۵/۵e
۲۵			۱/۸۵ bcd	۱۲۵/۰۰c	۰/۴۳g	۲/۲۰defghi	۴/۲۰ef	۲/۳۳hg	۱/۰۷bc	۲/۳۰de	۰/۰۱۵۶b	۰/۰۰۱۸efgh	۳۴/۸۹efgh	
۵		تهران	۰/۸۰lm	۶۵/۶۷fghi	۰/۵۷def	۱/۶۲hi	۰/۲۰1	۰/۶۷klm	۰/۶۸de	۰/۸۲g	۰/۰۰۰۴kl	۰/۰۰۰۱k	۲۸/۳۹i	۰f
۱۰			۰/۹۷ijklm	۴۸/۳۳ji	۰/۵۰efg	۱/۸۰fghi	۱/۵۳j	۱/۰۰ijk	۰/۴۹efg	۰/۹۲g	۰/۰۰۲۳ij	۰/۰۰۰۸ji	۲۹/۷۶fghi	۰f
۱۵			۱/۵۰defg	۷۴/۶۷efgh	۰/۵۱efg	۲/۵۵cdefg	۷/۸۰b	۴/۰۰cd	۱/۱۸b	۲/۵۷cde	۰/۰۰۸۵f	۰/۰۰۱۹efg	۳۹/۸۲cde	۱۴۳۳/۸e ۲۶۱۱/۸c
۲۵		زنجان	۲/۸۰a	۲۳۲/۳۳a	۰/۶۰cdef	۴/۶۷a	۶/۸۰b	۴/۳۳c	۰/۶۸de	۲/۴۴cde	۰/۰۱۰۲e	۰/۰۰۲۳de	۴۳/۷۰bc	
۵		زنجان	۰/۹۲jklm	۵۳/۰۰hij	۰/۴۷fg	۱/۷۵ghi	۳/۰۷hi	۰۰m	۰/۳۸fg	۰۰h	۰/۰۰۰۴kl	۰/۰۰۲۳de	۲۹/۱۷hi	۰f
۱۰			۰/۹۰lmjk	۴۲/۳۳j	۰/۵۳efg	۱/۸۱efghi	۳/۰۷hi	۱/۶۷hji	۰/۷۲de	۲/۳۳de	۰/۰۰۵۰h	۰/۰۰۳bc	۳۰/۹۲fghi	۰f
۱۵			۱/۳۰efghij	۷۷/۳۳efg	۰/۴۷fg	۳/۱۸abc	۸/۴۶b	۴/۲۶c	۱/۰۵bc	۲/۶۲dc	۰/۰۱۶۶b	۰/۰۰۱۱hji	۴۱/۴۵c	۳۲۳۴/۹b ۱۴۳۷/۵e
۲۵			۱/۲۰fghijkl	۶۳/۰۰ghji	۰/۴۴g	۲/۸۳bcd	۴/۴۷def	۲/۴۰hg	۱/۰۵bc	۲/۹۹b	۰/۰۰۹۷e	۰/۰۰۱۴fghi	۳۴/۳۱fghi	
۵	شهر کرد	تهران	۱/۰۰hijklm	۵۳/۳۳hij	۰/۶۱cde	۱/۳۵i	۰/۲۰1	۰/۱۳m	۰/۱۳h	۰/۲۹h	۰/۰۰۰۱l	۰/۰۰۰۵jk	۲۸/۹۵i	۰f
۱۰			۱/۵۷def	۶۶/۳۳fghi	۰/۶۲cde	۲/۰۷defghi	۰/۶۷Jk1	۱/۰۷ijk	۱/۱۳bc	۱/۱۱g	۰/۰۰۴۳h	۰/۰۰۱۰ji	۳۰/۷۱fghi	۰f
۱۵			۱/۷۰cde	۵۹/۳۳ghji	۰/۵۷def	۲/۲۹cdefgh	۳/۸۷fghi	۱/۷۳hi	۰/۹۰dc	۱/۶۲f	۰/۰۰۴۸h	۰/۰۰۲۸dc	۳۲/۳۳fghi	۱۳۴۸/۸e ۱۸۵۲/۴d
۲۵			۲/۰۳bc	۱۷۸/۶۷b	۰/۷۰bcd	۲/۹۰bcd	۴/۸۷de	۳/۴۷de	۰/۷۶de	۱/۸۹f	۰/۰۱۲۲d	۰/۰۰۲۵de	۴۷/۳۷b	
۵		زنجان	۰/۸۳klm	۶۴/۶۷ghi	۰/۴۳g	۲/۳۳cdefgh	۱/۲۰jk	۰۰m	۰/۵۷efg	۰۰h	۰/۰۰۱۴kj	۰/۰۰۲۴de	۲۹/۳۳ghi	۰f
۱۰			۱/۲۶efghijl	۷۴/۰۰efgh	۰/۵۰efg	۳/۱۳bc	۴/۱۳efg	۱/۲۷ijk	۰/۷۰de	۱/۶۲f	۰/۰۰۲۷i	۰/۰۰۲۲def	۳۱/۴۶fghi	۰f
۱۵			۱/۲۹efghij	۸۷/۶۷def	۰/۶۰cdef	۲/۸۴bcd	۵/۲۰d	۲/۵۳fg	۱/۲۱b	۳/۳۳a	۰/۰۱۰۷e	۰/۰۰۰۹ji	۳۵/۱۴defg	۲۴۴۷c
۲۵			۱/۳۵defgh	۹۲/۶۷de	۰/۵۴efg	۲/۷۰bcde	۳/۲۰ghi	۲/۸۰efg	۱/۰۴bc	۲/۷۱bc	۰/۰۰۴۸h	۰/۰۰۱۵fghi	۳۳/۲۶fghi	۱۳۱۵/۳e

اعداد با حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن ($P<0.05$) اختلاف معنی داری ندارد.

Archive of SID
www.SID.ir

Archive of SID

اثر رقم، دمای منطقهٔ ریشه، سویه ($p<۰/۰۱$) و اثر متقابل آنها ($p<۰/۰۵$) بر غلظت نیتروژن ساقه معنی‌دار بود (جدول۱). رقم اردبیل بیشترین غلظت نیتروژن ساقه را در بین اکوتیپهای دیگر داشت. حداکثر و حداقل غلظت نیتروژن به ترتیب در دمای ۲۵ و ۵ درجه سانتی گراد مشاهده شد. تلقیح گیاهان با سویه تهران غلظت نیتروژن ساقه را نسبت به سویه زنجان افزایش داد (جدول۲). ماکزیمم غلظت نیتروژن در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد و با رقم اردبیل تلقیح شده با سویه تهران به دست آمد و غلظت نیتروژن در ارقام زنجان و شهرکرد تلقیح شده با سویه تهران در دمای ۵ درجه سانتی گراد کمترین مقدار بود. در بین ارقام زنجان و شهرکرد، گیاهان تلقیح شده با سویه تهران در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد بیشترین غلظت نیتروژن ساقه را داشتند (جدول٤).

اثر دما، اکوتیپ، سویه بر احیای استیلن معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$) (جدول۱). اکوتیپ اردبیل بیشترین و شهرکرد کمترین احیاء استیلن (تثبیت نیتروژن) را داشت. در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد استیلن بیشتری به اتیلن تبدیل شد و در دمای ۵ و ۱۰ درجه سانتی گراد هیچ اتیلنی تولید نشد. اکوتیپهای تلقیح شده با سویه زنجان تولید اتیلن بیشتری نسبت به سویه تهران داشتند (جدول۲). مقایسهٔ میانگینها نشان داد که ارقام تلقیح شده با سویه تهران و زنجان به ترتیب در دماهای ۲۵ و ۱۵ درجه سانتی گراد بیشترین تولید اتیلن را داشتند. در دماهای ۵ و ۱۰ درجه سانتی گراد هر دو سویه اتیلنی تولید نکردند (جدول٤).

بحث

با توجه به نتایج به دست آمده مشخص شد که ارقام خلر مورد آزمایش از لحاظ مادهٔ خشک ساقه تفاوت داشتند، به طوری که رقم اردبیل حداکثر وزن خشک ساقه را تولید نموده و دو رقم دیگر در این صفت تفاوتی نداشتند. بالا بودن مادهٔ خشک اندامهای هوایی رقم اردبیل در مقایسه با ارقام دیگر را می توان به ارتفاع، تعداد و سطح برگ بیشتر آن نسبت داد. همچنین رقم اردبیل بیشترین درصد و غلظت نیتروژن را نسبت به ارقام دیگر داشت که علت آن داشتن تعداد گره و دسته گره، قطر گره و دسته گره بیشتر می‌باشد.

دمای منطقهٔ ریشه تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک ساقه داشت. در دمای ۲۵ و ۵ درجه سانتی گراد به ترتیب حداکثر و حداقل وزن خشک ساقه تولید شد. با توجه به اینکه افزایش دمای منطقهٔ ریشه تأثیر به سزایی در افزایش ارتفاع، تعداد و سطح برگ و نسبت ساقه به ریشه بوته‌ها داشته بنابراین افزایش دمای منطقهٔ ریشه موجب افزایش مادهٔ خشک ساقه می‌شود (جدول۳). بررسی سویا (۲۰) و یونجهٔ یک ساله (۱) نشان داد که دمای پایین منطقهٔ ریشه مادهٔ خشک ریشه، تعداد و سطح برگ را کاهش می‌دهد. در لوبیا (*Phaseolus vulgaris*) گیاهان در دمای پایین منطقهٔ ریشه، برگهای کمتر، سطح برگ کوچکتر و تجمع مادهٔ خشک کمتری در مقایسه با گیاهان رشد کرده در دمای بالاتر منطقهٔ ریشه داشتند (١٤).

غلظت نیتروژن ساقه با افزایش دمای منطقهٔ ریشه افزایش یافت که این افزایش را می‌توان به افزایش تعداد گره و دسته گره، قطر گره و دسته گره و وزن خشک گره در این دماها نسبت داد (جدول۲). گزارش شده که گیاهان در دمای پایین منطقهٔ ریشه، گرههای کمتر و وزن گره پایین‌تر، تثبیت نیتروژن کمتر و رشد گیاه کمتری نسبت به گیاهان رشد کرده در دمای بالا دارند (١٦). در گیاه لوپین دمای ۱۰ درجه سانتی گراد منطقهٔ ریشه، تشکیل گره در گیاه را متوقف می‌کند (۱۳). بررسی سویا و سایر لگومهای نیمه گرمسیری نشان داد که دماهای منطقهٔ ریشه پایین‌تر از ۲۵ درجه سانتی گراد درجهٔ سانتی گراد، تشکیل گره و عمل گرهها را کاهش می‌دهد (۷). بررسی دماهای پایین منطقهٔ ریشه سویا نشان داد دمای پایین منطقهٔ ریشه از طریق کاهش فعالیت آنزیم نیتروژناز، متوقف کردن و یا به تأخیر انداختن آلودگی ریشه و تشکیل گره، تثبیت نیتروژن را

www.SID.ir

Archive of SID

کاهش می‌دهد (٤). سویه نیز تأثیر معنی‌داری بر صفات اندازه گیری شده داشت. تلقیح با سویه تهران منجر به افزایش ارتفاع بوته، وزن خشک ساقه، تعداد و سطح برگ شد و همچنین غلظت نیتروژن ساقه با سویه تهران افزایش یافت (جدول۲). ارقام تلقیح شده با سویه تهران بیشترین تعداد گره و غلظت نیتروژن ساقه را در در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد تولید کردند در حالی که ارقام تلقیح شده با سویه زنجان بیشترین این صفات را در در دمای ۱۵ درجه سانتی گراد تولید نمودند (جدول٤). تثبیت نیتروژن در ارقام تلقیح شده با سویه تهران و در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد بیشتر بود. هرچه استیلن بیشتری به اتیلن احیاء شود در واقع فعالیت باکتری جهت تثبیت نیتروژن بیشتر می‌باشد و افزایش نیتروژن احیاء شده در گیاه موجب افزایش رشد رویشی می‌شود و در صورت مساعد بودن شرایط منجر به افزایش عملکرد می‌گردد. با افزایش دما تثبیت نیتروژن در گیاهان تلقیح شده با سویه تهران افزایش یافت که این افزایش می‌تواند به علت افزایش تعداد گره، وزن خشک گره و غلظت نیتروژن گیاه با افزایش دما باشد. در گیاهان تلقیح شده با سویه زنجان تثبیت نیتروژن در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد کاهش می‌یابد که علت آن می‌تواند کاهش تعداد گره، وزن خشک گره و غلظت نیتروژن ساقه در این دما باشد. تثبیت نیتروژن در گیاهان تلقیح شده با سویه زنجان در دمای ۱۵ درجه سانتی گراد بیشترین بود (جدول٤). دمای پایین منطقهٔ ریشه با تأثیر بر تثبیت نیتروژن و سنتز نیترات ممکن است بر انتقال مواد فتوسنتزی اثر منفی گذاشته و فتوسنتز و فعالیت نیتروژناز را محدود کند (۹). زینگ و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند در سویا سویه‌های جدا شده از نواحی سرد می‌توانند سبب تشکیل گره و فعالیت نیتروژناز بیشتر تحت شرایط دماهای پایین منطقهٔ ریشه شوند (۲۲). با توجه به اینکه سویه زنجان مورد آزمایش متعلق به مناطق سردسیر است نتایج به دست آمده در این آزمایش با این نتایج مطابقت دارد. در اسپرس (*Onobrychis viciifolia*) فعالیت نیتروژناز ریزوبیومهای جداشده از نواحی سرد در دماهای پایین نسبت به نواحی گرم بیشتر بود (۱۵). همچنین محققین دیگر نیز نشان دادند که سویه‌های جدا شده از محیطهای سرد سبب تشکیل گره و شکل گیری باکتروئید تحت دماهای پایین منطقهٔ ریشه می‌شود در حالی که در مورد سویه‌های جدا شده از محیطهای گرم این طور نیست (۱۸).

نتیجه‌گیری

ارقام مورد آزمایش در دماهای پایین منطقهٔ ریشه رشد رویشی، گره‌زایی و تثبیت نیتروژن کمتری نسبت به دماهای بالا داشتند به طوری که مشخص شد زراعت گیاه خلر در مناطقی که دماهای خاک به ۱۵ درجه سانتی گراد یا بیشتر می‌رسد از نظر برقراری رابطهٔ همزیستی با باکتریهای ریزوبیومها جهت تثبیت بیولوژیک نیتروژن موفقیت آمیز است. ارقام تلقیح شده با سویه زنجان و تهران به ترتیب در دماهای ۱۵ و ۲۵ درجه سانتی گراد بیشترین تعداد گره و دسته گره، درصد و غلظت نیتروژن گیاه را تولید نمودند بدین ترتیب مشخص می‌شود که سویه زنجان بیشتر با مناطق سردسیر سازگار بوده و لذا چنانچه ارقام مورد آزمایش در مناطق سرد کاشته شوند بهتر است از سویه زنجان برای تلقیح آنها استفاده گردد و برعکس چنانچه ارقام مورد آزمایش در مناطق معتدل و گرمسیر کاشته شوند بهترین سویه جهت تلقیح سویه تهران می‌باشد.

منابع

1. Amini Dehaghi, M. and Modarres Sanavy, S. A. M. 2003. Effects of Root-zone Temperatures on morphology, growth and development, yield and yield component of annual medics. Australian Journal Agriculture Research, 3 (2): 131-136.

2. Beck, D. P., Materom, L. A. and Afandi, F. 1993. Practical Rhizobium-legume technology manual. 1th edn. Aleppo: Icarda Pub, Syria, 389 pp.

www.SID.ir

Archive of SID

3. Hardy, R. W. F., Holsten, R. D. Jackson, E. K. and Burns, R. C. 1968. The acetylene-ethylene assay for N_2 fixation: laboratory and field evaluation. Plant Physiology, 43: 1185-1207.
4. Layzell, D. B., Rochmann, P. and Canvin, D. T. 1984. Low temperatures and nitrogenase activity in soybean. Canadian Journal of Botany, 62:965-971.
5. Lee, M. T. and Wilson, G. L. 1972. The calcium and pH component of lime responses in tropical legume. Australian Journal of Agricultural Research, 23:45-53.
6. Legard, S. F. and Steele, K. W. 1992. Biological nitrogen fixation in mixed legume/grass pastures. Plant soil, 141:137-153.
7. Lynch, D. H. and Smith, D. L. 1993. Soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] nodulation and N_2 Fixation as affected by period of exposure to a low root zone temperature. Plant Physiology. 88:212-223.
8. Mccutchan, J. S. 2003. Review. A brief history of grasspea and its use in crop improvement. Lathyrus lathyrisum Newsletter 3 ILFR, University of Melbourne, Victoria 3010, Australia, p: 18-23.
9. Millhollon, E. P. and Williams, L. E. 1986. Carbohydrate partitioning and the capacity of apparent nitrogen fixation of soybean plants grown outdoors. Plant Physiology, 81: 280-284.
10. Muehlbauer F. J. and Tullu, A. 1997. NewCROP FactSHEET – Lathyrus sativus L. Internet publication.http://www.hort.purdue.edu/newwcrop/cropFactsh eets/graaspea.html.
11. Muteron, L. A. and Cocks, P. S. 1988. Constrains to biological nitrogen fixation in ley farming systems designed for west Asia. In: Murral, W.G., and Kennedy, I.R. Microbiology in Letchwopth Her Fordashire, Engeland: Research Studies Press LTD: 93:205p.
12. Papastilyanou, I., 1987. Amount of nitrogen fixed by forage, pasture and grain legumes in Cyprus, estimated by the A-value and a modified difference method. Plant Soil, 104: 23–29.
13. Peltzer, S. C., Abbott, L. K and Atkins, C. A. 2002. Effect of low root-zone temperature on nodule initiation in narrow-leafed Lupin (*Lupinus angustifolius* L.). Australian Journal of Agricultural Research. 53: 355-365.
14. Poustini, k. Mabood, F. and Smith, D. L. 2005. Low root zone temperature effects on bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants inoculated with Rhizobium Leguminosarum bv. Phaseoli pre-incubated with methyl jasmonate and/or genistein. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Plant Soil Science. Preview.
15. Prèvost, D., Antourn, H., and Bordeleau, L. M. 1987. Effect of low temperature on notrogenase activity in sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) nodulated by arctic rhizobia. FEMS Microbial Ecology. 45: 205-210.
16. Prospri, J. M. 1993. Selection of annual medics for french mediterranean regions. In: Christiansen, S., Materon, L., Facinclli, M., Cocks P. (Eds.), Proccdings of International Workshop on Introducing Ley-farming to the Mediterranean Basin. Perugia, Italy. pp.173-191.
17. Rice, W. A. and Olsen, P. E. 1986. Root-temperature effects on competition for nodule occupancy between two Rhizobium meliloti strains. Biology and Fertility of Soils, (Historical Archive), 6(2): 37-140.
18. Roughley, R. J. 1970. The influences of root temperature, rhizobium strain and host selection on the structure and nitrogen fixation strain and host selection on the structure and nitrogen-fixation efficiency of the root nodules of *Trifolium subtrraneum*, Annual Botany, 34: 631-646.
19. Steel, R. G. D. and Torrie, J. H. 1998. Principles and procedures of statistics: a biometric approach. (Summerfield, R.G., A.H. Banting Ed) pp. 17-36.
20. Walsh, K. B. and Layzell, D. B. 1986. Carbon and nitrogen assimilation and partitioning in soybean exposed to low root temperatures. Plant Physiology, 80:249-255.
21. Zhang, F. 1996. Soybean symbiotic single exchange nodulation and nitrogen fixation under suboptimal root zone temperatures. Ph.D. Thesis. Dept. of plant science
22. Zhang, H., Chares, T. C., Driscoll, B. T., Prithiviraj, B. and Smith D.L. 2002. Low temperature-tolerant *Bradyrhizobium japonicum* strains allowing improved soybean yield in short- season Areas. Agronomy Journal, 94:870-875.

www.SID.ir

Archive of SID

Different strain and root-zone temperatures on morphological traits and nitrogen fixation on three grass–pea varieties (*Lathyrus sativus)*

Mahdavi B., Modarres Sanavy A.M. and Aghaalikhani M.

Agronomy Dept., Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University, Tehran, I.R. of IRAN

Abstract

In other to study the effects of different root zone temperature (RZT) and two strains (Tehran and Zanjan strains) on some grass-pea (*Lathyrus sativus*) varieties, an experiment was conducted in a controlled-environment chamber in air constant temperature 25°C. In this experiment, 3 varieties of grass-pea namely ardabil, shahrekord and zanjan and four root-zone temperatures included 5, 10, 15 and 25°C was evaluated as factorial with treatments organized following a randomized complete block design, with 3 replications. Result showed that there were differences among the grass-pea varieties for nodulation and nitrogen fixation, growth and development and dry weight. RZT enhancement increased nodulation and nitrogen fixation in varieties. Strains had different effect on measured traits of varieties, as that Inoculated plants with tehran strain increased plant height, leaf number and area, nitrogen concentration in comparison with inoculated plants with strain zanjan. Inoculated plants of zanjan and tehran strains produced the most nodule number and nodule colonization number, plant nitrogen concentration and nitrogen fixation at 15 and 25°C RZT respectively.

Keyword: Low zone temperature; Grass-pea, Nitrogen fixation; Nodulation, Strain

www.SID.ir