محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

مدیریت تغذیه‌ی گیاه: راهکاری برای مدیریت مصرف انرژی در گلخانه و تعدیل تنش گرمایی

مجید بصیرت[1*]، سید مجید موسوی[1*] و مجید عباسپور[1]

[1]موسسه تحقیقات خاک وآب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

چکیده

هر ساله گلخانه‌داران هزینه‌های بالایی بابت مصرف انرژی در فصول سرما و گرما پرداخت می‌کنند. از این‌رو همواره اتخاذ راهکارهایی که بتوانند علاوه بر حفظ کیفیت مطلوب عملکردی باعث صرفه‌جویی در مصرف انرژی شوند مورد توجه بوده است. با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف سالیسیلیک (۰، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار) و سیلیسیلیک اسید (۰ و ۴ در هزار) بر روی برخی شاخص‌های عملکرد خیار در شرایط تنش گرما، آزمایشی به‌صورت طرح کاملاً تصادفی در گلخانه اجرا گردید. نتایج به دست آمده نشان داد که تیمارهای ۴ در هزار سیلیسیلیک اسید در ترکیب با سطوح ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید، بیشترین اثر گذاری را بر روی تعداد کل خیار در گلدان، وزن خیار در گلدان، تعداد خیار سالم و بازارپسندی خیار تولید شده داشتند. اگرچه تیمار ذکر شده با تیمارهای ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید+ ۴ در هزار سیلیسیلیک اسید از نظر تعداد خیار سالم و بازارپسندی خیار فاقد اختلاف معنی‌داری بود. بیشترین اثرگذاری بر روی زودرسی خیار نیز به تیمار ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید+۴ در هزار سیلیسیلیک اسید اختصاص داشت. نکته‌ی قابل توجه اثر مثبت تیمارهای اعمال شده بر روی کاهش تعداد خیارهای بی‌کیفیت بود به طوری‌که بیشترین اثرگذاری به تیمار ۴ در هزار سیلیسیلیک اسید به صورت جداگانه و در ترکیب با ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید اختصاص داشت. نتایج به دست آمده از این تحقیق تأیید کننده‌ی بخشی از این ادعاست که مدیریت تغذیه‌ای راهکاری کارآمد و ارزان در مدیریت تنش‌های مختلف زیستی و غیرزیستی می‌باشد.

کلمات کلیدی: مدیریت تغذیه گیاه، مدیریت مصرف انرژی، تنش گرمایی، خیار.

مقدمه

عوامل ژنتیکی، محیطی و آثار متقابل آنها رشد و نمو گیاهان را به طور معناداری تحت تأثیر قرار می‌دهند به طوری‌که از این عوامل به عنوان عوامل تعیین‌کننده‌ی رشد و نمو گیاهان یاد می‌شود. از عوامل محیطی مطرح در این زمینه می‌توان عوامل اقلیمی (دما، رطوبت، نور، بارش و باد)، عوامل غیر اقلیمی (وضعیت تغذیه‌ای، وضعیت تهویه‌ای و گازها، آفات، بیماری‌ها و رقابت با علف‌های هرز) و روش‌های مدیریت و میزان نهاده‌های آلی و غیرآلی مصرفی را نام برد. هر گونه تغییر در شدت و کمیت عامل غیر زیستی که منجر به تغییر در فرم نرمال فیزیولوژیکی گیاه[1] می‌گردد، تحت عنوان تنش معرفی می‌شود. از دیدگاه اکولوژیکی، به هر فشار بیرونی که عملکرد و راندمان تولیدی گیاه را به زیر پتانسیل ژنتیکی آنها تنزل دهد، تنش گفته می‌شود. تنش، بازتابی از انجام غیرطبیعی فرآیندهای فیزیولوژیک بوده که از تأثیر جداگانه یا هم‌زمان عوامل زیستی و محیطی مختلف بروز می‌کند. تنش‌های محیطی به عوامل محدودکننده‌ی رشد و نمو گیاهان اتلاق شده که خود به دو دسته‌ی تنش‌های زنده[2] و غیر زنده[3] تقسیم می‌شوند. تنش‌های زنده شامل آفات و بیماری‌ها بوده و از تنش‌های غیرزنده می‌توان تنش‌های خشکی، شوری، دماهای بالا و پایین و کمبود یا بیشبود عناصر غذایی را نام برد.

یکی از تنش‌های مهم و مطرح در گروه تنش‌های غیرزنده، تنش دمایی بوده که عبارتست از تنشی که در دماهای بالاتر از ۴۰ درجه و نیز کمتر از ۱۰درجه سلسیوس اتفاق افتاده و سبب تولید گونه‌های فعال اکسیژن در اندام‌های مختلف سلولی از جمله کلروپلاست، میتوکندری و پراکسی‌زوم‌ها شده (Navort و همکاران، ۲۰۰۷) و انتقال الکترون فتوسنتزی و تثبیت گاز کربنیک را در گیاهان تحت تأثیر قرار می‌دهد. گونه‌های فعال اکسیژن بسیار مخرب بوده و باعث صدمه به پروتئین‌ها، چربی‌ها، کربوهیدرات‌ها و دزوکسی‌ریبونوکلئیک‌اسید شده و در نهایت منجر به مرگ سلولی می‌شود. با مدیریت تغذیه‌ی معدنی گیاهان می‌توان، توانایی آنها را برای سازگاری با شرایط نامطلوب زیست‌محیطی افزایش داد (Waraich و همکاران، ۲۰۱۲).

* ایمیل نویسنده مسئول: majid62mousavi@gmail.com ؛ majid_basirat@yahoo.com

[1] - physiological normal type
[2] - biotic
[3] - abiotic

استفاده از ترکیبات مختلف سیلیسیومی و نیز سالیسیلیک اسید برای بهبود مقاومت گیاهان به تنش‌های مختلف زیستی و غیرزیستی مورد توجه محققین قرار گرفته است. سیلیسیم اساساً به شکل اسید مونوسیلیسیک، $Si(OH)_4$، برای گیاهان قابل استفاده بوده و غلظت معمول آن در آب خاک ۰/۱ تا ۰/۶ میلی‌مولار می‌باشد (Epstein and Bloom, 2005). مکانیسم‌های دخیل در افزایش مقاومت گیاه به تنش‌های خشکی و دما توسط سیلیسیوم شامل جنبه‌های مختلف فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و فیزیکی می‌باشند. سیلیسیم به‌طور موضعی به عنوان یک سیگنال در بروز پاسخ‌های دفاعی طبیعی هم در دولپه‌ای‌ها و هم در تک لپه‌ای‌ها از طریق تحریک فعالیت آنزیم‌های کیتیناز، پروکسیداز، پلی‌فنول‌اکسیداز و یا به وسیله‌ی افزایش تولید ترکیبات فنولی، ترکیبات ضد میکروب‌ی و سیگنال‌های تنش سیستمیک (سالیسیلیک اسید، جاسمونیک اسید و اتیلن) عمل می‌کند (Ghanmi و همکاران، ۲۰۰۴). مصرف سیلیسیم، کارایی مصرف آب را از طریق کاهش تعرق برگ و سرعت جریان آب در آوند چوبی افزایش داده (Gao و همکاران، ۲۰۰۶)، جذب و انتقال آب در گیاه در شرایط خشکی را تسهیل کرده (Hattori و همکاران، ۲۰۰۷) و تنش اکسیداتیو را از طریق تنظیم فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در تنش‌های خشکی و دمایی کاهش می‌دهد (Gong و همکاران، ۲۰۰۵).

سالیسیلیک اسید ترکیبی فنولی بوده که آثار مثبت آن در مقابله با تنش‌های مختلف زیستی و غیرزیستی گزارش شده است. این ترکیب در کنترل فرایندهای مهم نظیر فتوسنتز، متابولیسم نیتروژن، متابولیسم پرولین، سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی و رابط آب گیاه در شرایط تنش و از این‌رو محافظت از گیاهان در برابر تنش‌های غیرزیستی را سبب می‌شود (Khan و همکاران، ۲۰۱۳؛ Miura و Tada، ۲۰۱۴) که یکی از این تنش‌های غیرزیستی تنش گرمایی می‌باشد (Khan و همکاران، ۲۰۱۳). سالیسیلیک اسید بسته به سطح غلظتی اعمال شده آثار متفاوتی از مقاومت به تنش را در گیاهان تیمار شده نشان داده است. برای مثال در سطوح غلظتی ۵۰ و ۲۵۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید گزارش شده که به ترتیب باعث بهبود و ممانعت از رشد گیاه *Matricaria Chamomilla* شد (Kovacik و همکاران، ۲۰۰۹). علاوه بر سطح غلظتی سالیسیلیک اسید مصرفی، مدت زمان تیمار، گونه گیاهی، سن و اندام گیاهی تحت تیمار نیز در درجه و نوع تأثیر سالیسیلیک اسید بر رشد گیاه نقش دارند (Miura و Tada، ۲۰۱۴). مطالعات مولکولی اخیر نشان داده‌اند که سالیسیلیک اسید می‌تواند بسیاری از جنبه‌ها را در گیاهان در سطح ژن کنترل کرده و از این طریق مقاومت گیاهان به تنش‌های غیرزیستی را ارتقاء دهد (Jumali و همکاران، ۲۰۱۱). با توجه به اهمیت جایگاه استفاده از تکنیک‌های ارزان و کارآمد و دوستدار کاربر و مهمتر از همه نقش هر دو سر سود در کنترل تنش‌های زیستی و غیرزیستی، هدف مطالعه‌ی حاضر پتانسیل‌سنجی استفاده از تکنیک مدیریت تغذیه‌ای در خیار گلخانه‌ای تحت تنش گرمایی با استفاده از سطوح سالیسیلیک و سیلیسیلیک اسید می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مطالعه‌ی حاضر به روش کشت گلخانه‌ای در بستر کشت کوکوپیت (به صورت هیدروپونیک) و بر اساس طرح آماری کاملاً تصادفی و در سه تکرار اجرا شد. بعد از کشت بذرهای خیار در گلدان‌های ۴ کیلوگرمی کودآبیاری روزانه بر اساس نیازهای مراحل مختلف رشد و به تعداد دفعات ۳ بار در هر روز انجام گرفت. محلول‌های ساخته شده برای کودآبیاری دارای pH حدود ۵/۸ و قابلیت هدایت الکتریکی ۲/۲-۱/۸ دسی‌زیمنس بر متر بودند. شرایط گلخانه از نظر دمای (۲۵-۲۴ درجه سانتی‌گراد در روز و حدود ۱۸ درجه در شب)، نور (۶۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ لوکس و حدود ۱۷ ساعت نوردهی در شبانه‌روز) و رطوبت (۵۰ تا ۷۰ درصد) بر اساس نیازهای خیار کنترل و اعمال گردید. مراقبت از گیاه در برابر آفات و بیماری‌ها در طول رشد با دقت انجام گرفت. بعد از رسیدن گیاه به مرحله فاز زایشی و تولید میوه، سیستم سرمایشی گلخانه خاموش و دمای محیط گلخانه بر روی ۳۵ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. عملیات محلول پاشی با سطوح مختلف سالیسیلیک اسید (در سه سطح ۰، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار) و سیلیسیلیک اسید (در دو سطح ۰ و ۴ در هزار) در ۴ مرحله و به فاصله‌ی هر ۴ روز یک بار محلول‌پاشی انجام گرفت. در طی مراحل محلول‌پاشی عملیات برداشت خیار و ثبت داده‌های عملکردی از نظر تعداد خیار در گلدان، وزن خیار در گلدان، تعداد خیارهای صاف و بازارپسند، تعداد خیارهای ناصاف و بدشکل، زودرسی خیار در گلدان‌ها و شاخص بازارپسندی اندازه‌گیری و محاسبات مربوطه انجام گرفت و مجموع داده‌های عملکردی ثبت شده برای آنجام محاسبات آماری مورد استفاده قرار گرفت. تجزیه و تحلیل آماری داده‌های اندازه‌گیری شده با نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای اعمال شده به طور معنی‌داری داده‌های عملکردی خیار را تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۱).

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای سالیسیلیک و سیلیسیلیک اسید بر روی عملکرد خیار در تنش گرمایی.

منبع تغییرات	تعداد کل خیار در گلدان	وزن کل خیار در گلدان	تعداد کل خیار سالم در گلدان	تعداد کل خیار بدشکل در گلدان	درصد خیار بدشکل در گلدان	عملکرد بازارپسند	زودرسی
میانگین مربعات	۲۰/۳۷**	۴۵۰۸۶۹/۳۰*	۲۴/۴۶**	۲/۲۲*	۰/۰۵*	۴۹۷۶۸۵/۳۲**	۷۰۹۰۹/۱۴**
درجه آزادی	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵
خطا	۳/۵۶	۲۰۸۳۳/۵۴	۴/۷۲	۱/۵۵	۰/۰۱	۲۳۷۲۴/۱۳	۱۰۳۴۵/۵۷
ضریب تغییرات	۹/۳۵	۷/۶۵	۱۱/۴	۷/۰۸	۸/۸۱	۸/۶۳	۱۸/۴۹

*معنی دار در سطح ۵ درصد و ** معنی‌دار در سطح یک درصد.

نتایج مقایسه میانگین‌های اثر سطوح مختلف سالیسیلیک و سیلیسیلیک اسید بر روی شاخص‌های عملکردی مورد مطالعه در جدول ۲ ارائه شده است. بر اساس اطلاعات ارائه شده مشاهده می‌شود که تیمار ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید+ ۴ در هزار سیلیسیلیک اسید با حدود ۳۹/۲۴ درصد افزایش معنی‌دار نسبت به تیمار شاهد (تیمار بدون محلول‌پاشی سالیسیلیک و سیلیسیلیک اسید) بالاترین افزایش در تعداد کل خیاردر گلدان را سبب شد که با تیمارهای ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید + ۴ در هزار سیلیسیلیک اسید فاقد اختلاف معنی‌داری بود. بیشترین عملکرد اندازه‌گیری شده با حدود ۷۸/۷۵ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد در تیمار ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید+ ۴ در هزار سیلیسیلیک اسید اتفاق افتاد که تنها با تیمار ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید + ۴ در هزار سیلیسیلیک اسید فاقد اختلاف معنی‌داری بود.

تیمارهای اعمال شده به طور معنی‌داری تعداد کل خیار در گلدان را افزایش دادند که بیشترین اثرگذاری بر روی این فاکتور به تیمارهای ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید+ ۴ در هزار سیلیسیلیک اسید، ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید+ ۴ در هزار سیلیسیلیک اسید و ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید اختصاص داشت. یکی از مهمترین فاکتورهای مورد اندازه‌گیری در این آزمایش تعداد و درصد خیار بدشکل در هر گلدان متأثر از تیمارهای اعمال شده بود. نتایج به دست آمده نشان داد که تیمارهایی که هیچ گونه سالیسیلیک و سیلیسیلیک اسیدی دریافت نکرده بودند (تیمار شاهد) از بالاترین تعداد خیار بد شکل و درصد خیار بدشکل برخوردار بودند. نکته‌ی جالب توجه عدم وجود اختلاف معنی‌داری بین تیمار مذبور با تیمارهای ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید+ ۴ در هزار سیلیسیلیک اسید و تیمار ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید بود. سالیسیلیک اسید بسته به سطح غلظتی اعمال شده آثار متفاوتی از مقاومت به تنش را در گیاهان تیمار شده نشان می‌دهد. Kovacik و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که سالیسیلیک اسید در سطوح غلظتی ۵۰ و ۲۵۰ میکرومولار به ترتیب باعث بهبود و ممانعت از رشد گیاه *Matricaria Chamomilla* می‌شود. همچنین، Nazar و همکاران (۲۰۱۱) گزارش دادند که سطوح ۰/۱ و ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید فتوسنتز و رشد *Vigena radiate* را افزایش داد اما در سطح غلظتی یک میلی‌مولار باعث متوقف شدن رشد طبیعی و نرمال گیاه شد. بنابراین، اینگونه برداشت می‌شود که سطح بالای سالیسیلیک اسید مصرفی (۱ میلی‌مولار) چه در ترکیب با سیلیسیلیک اسید و چه به صورت جداگانه، نتوانسته باعث کاهش معنی‌دار تعداد و درصد خیار بدشکل شود که با نتایج سایر محققین مطابقت دارد. محلول‌پاشی سالیسیلیک و سیلیسیلیک اسید در شرایط تنش گرمایی اعمال شده به طور معنی‌داری باعث افزایش عملکرد بازارپسندی خیار شدند. بالاترین عملکرد بازارپسندی به تیمارهای ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید+ ۴ در هزار سیلیسیلیک اسید (با حدود ۸۹/۸۷ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد)، ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید+ ۴ در هزار سیلیسیلیک اسید (با حدود ۸۷/۸۰ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد) و تیمار ۴ در هزار سیلیسیلیک اسید (با حدود ۷۳/۵۳ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد) اختصاص داشت و سایر تیمارهای محلول‌پاشی در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. تیمارهای ذکر شده از نظر اثرگذاری بر روی زودرسی محصول نیز تیمارهای برتر بودند که با تیمار شاهد دارای اختلاف معنی‌داری بودند (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های اثر سطوح مختلف سالیسیلیک و سیلیسیلیک اسید بر روی عملکرد خیار در تنش گرمایی

تیمار	تعداد کل خیار در گلدان	وزن کل خیار در گلدان (گرم)	تعداد کل خیار سالم در گلدان	تعداد کل خیار بدشکل در گلدان	درصد خیار بدشکل در گلدان	عملکرد بازارپسند (گرم در گلدان)	زودرسی (مجموع سه برداشت اول- گرم در گلدان)
SaA0-SiA4	۱۹/۳۳^{bc}	۱۹۹۷/۸^{b}	۱۹/۰۰^{ab}	۰/۳۳^{c}	۱/۰۶^{c}	۱۹۶۴/۰^{a}	۵۹۰/۳۳^{abc}
SaA0.5-SiA0	۲۲/۰۰^{ab}	۱۷۱۰/۰^{c}	۲۱/۳۳^{a}	۰/۶۷^{bc}	۱/۱^{bc}	۱۶۴۷/۷^{b}	۴۱۵/۵۰^{cd}
SaA0.5-SiA4	۲۱/۳۳^{ab}	۲۲۴۹/۸^{ab}	۲۱/۰۰^{a}	۰/۳۳^{c}	۱/۰۶^{c}	۲۲۱۵/۶^{a}	۷۵۲/۵۳^{a}
SaA1-SiA0	۱۷/۶۷^{c}	۱۶۹۸/۳^{c}	۱۶/۶۷^{bc}	۱/۰۰^{abc}	۱/۲۰^{abc}	۱۶۰۰/۶^{b}	۵۳۲/۰۰^{bc}
SaA1-SiA4	۲۳/۶۷^{a}	۲۳۴۵/۶^{a}	۲۱/۶۷^{a}	۲/۰۰^{ab}	۱/۲۶^{ab}	۲۱۴۹/۰^{a}	۶۶۸/۳۳^{ab}
شاهد	۱۷/۰۰^{c}	۱۳۱۲/۲^{d}	۱۴/۶۷^{c}	۲/۳۳^{a}	۱/۳۷^{a}	۱۱۳۱/۸^{c}	۳۴۲/۳۵^{d}

SaA0-SiA4: ۴ در هزار سیلیسیلیک اسید؛ SaA0.5-SiA0: ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید؛ SaA0.5-SiA4: ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید+ ۴ در هزار سیلیسیلیک اسید؛ SaA1-SiA0: ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید؛ SaA1-SiA4 : ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید+ ۴ در هزار سیلیسیلیک اسید؛ شاهد: بدون مصرف سالیسیلیک و سیلیسیلیک اسید.

نتیجه‌گیری

یافته‌های این تحقیق نشان داد که سطوح مختلف سالیسیلیک و سیلیسیلیک اسید محلول‌پاشی‌شده در شرایط اعمال تنش گرمایی به طور معنی‌داری داده‌های رشد و عملکردی خیار را نسبت به تیمار شاهد افزایش دادند. از میان تیمارهای اعمال شده بیشترین اثرگذاری در تقریباً تمامی شاخص‌های عملکردی مورد بررسی، به تیمار ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید+ ۴ در هزار سیلیسیلیک اسید اختصاص داشت. تیمار مذبور اگرچه از تیمارهای برتر از نظر افزایش تعداد و درصد خیار بدشکل بود اما میزان افزایش عملکرد و همچنین بازارپسندی محصول به حدی بود که این فاکتور نامطلوب را می‌توان نادیده گرفت. نکته‌ی جالب توجه دیگر نقش مصرف همزمان سیلیسیلیک اسید مصرفی و در ترکیب با سالیسیلیک اسید بود که در مقایسه با تیمارهای مصرف جداگانه، اثر قابل توجهی بر افزایش شاخص‌های عملکردی مورد مطالعه داشت. از آنجایی‌که محلول‌پاشی سالیسیلیک و سیلیسیلیک اسید در شرایط خاموش بودن سیستم خنک‌کننده‌ی گلخانه و دمای ۳۵ درجه‌ی سانتی‌گراد افزایش معنی‌دار شاخص‌های عملکردی را سبب شد اینگونه دریافت می‌شود که بکارگیری تکنیک مورد استفاده در این تحقیق به عنوان گزینه‌ای از استراتژی مدیریت تغذیه‌ای برای کنترل تنش‌های زیستی و غیرزیستی، با هدف اصلی صرفه‌جویی در مصرف انرژی در گلخانه می‌تواند پیشنهاد شود.

منابع

Epstein, E. and Bloom, A. J. 2005. Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives Sunderland, MA: Sinauer Associates; 2005.

Gao, X., Zou, C., Wang, L. and Zhang, F. 2006. Silicon decreases transpiration rate and conductance from stomata of maize plants. Journal of Plant Nutrition, 29, 1637–1647.

Ghanmi, D., McNally, D. J., Benhamou, N. and Be´ langer, R. R. 2004. Powdery mildew of Arabidopsis thaliana: a pathosystem for exploring the role of silicon in plant-microbe interactions. Physiological and Molecular Plant Pathology, 64:189-199.

Gong, H., Zhu, X., Chen, K., Wang, S. And Zhang, C. 2005. Silicon alleviates oxidative damage of wheat plants in pots under drought. Plant Science, 169, 313–321.

Hattori, T., Sonobe, K., Inanaga, S., An, P., Tsuji, W., Araki, H., Eneji, A.E. and Morita, S. 2007. Short term stomatal responses to light intensity changes and osmotic stress in sorghum seedlings raised with and without silicon. Environmental and Experimental Botany, 60, 177–182.

Jumali, S. S., Said, I. M., Ismail, I. and Zainal, Z. 2011. Genes induced by high concentration of salicylic acid in '*Mitragyna speciosa*'. Australian Journal of Crop Science, 5, 296–303.

Khan, M. I. R., Iqbal, N., Masood, A., Per, T. S. and Khan, N. A. 2013. Salicylic acid alleviates adverse effects of heat stress on photosynthesis through changes in proline production and ethylene formation. Plant Signaling & Behavior. 8:e26374. doi: 10.4161/psb.26374.

Kováˇcik, J., Grúz, J., Baèkor, M., Strnad, M. and Repcák, M. 2009. Salicylicacid- induced changes to growth and phenolic metabolism in *Matricaria chamomilla* plants. Plant Cell Reports, 28, 135–143. doi:10.1007/s00299-008-0627-5.

Miura, K. and Tada, Y. 2014. Regulation of water, salinity, and cold stress responses by salicylic acid. Frontiers

in Plant Science, 5, 4. doi:10.3389/fpls.2014. 00004.

Navrot, N., Rouhier, N., Gelhaye, E. and Jacquot, J. P. 2007. Reactive oxygenspecies generation and antioxidant systems in plant mitochondria. Physiol Plant, 129, 185–195.

Nazar, R., Iqbal, N., Syeed, S. and Khan, N. A. 2011. Salicylic acid alleviates decreases in photosynthesis under salt stress by enhancing nitrogen and sulfur assimilation and antioxidant metabolism differentially in two mungbean cultivars. Journal of Plant Physiology, 168, 807–815. doi:10.1016/j.jplph.2010.11.001.

Waraich, E. A., Ahmad, R., Halim, A. and Aziz, T. 2012. Alleviation of temperature stress by nutrient management in crop plants: a review. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 12 (2), 221-244.

Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Plant nutrition management technique: a strategy for managing of energy consumption in greenhouse and alleviating of heat stress

Majid Basirat[*1], Seyed Majid Mousavi[*1] and Majid Abaspour[1]

[1] Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

Abstract

Each year, greenhouse-owners pay high energy costs in the cold and hot seasons. Therefore, it has always been a matter of attention applying strategies that can save energy in addition to maintaining the optimum yield. In order to investigate the influence of different levels of salicylic acid (SAA) (0, 0.5 and 1 Mm) and Silisilic acid (SIA) (0 and 4 per 1000) on some yield indexes of cucumber under heat stress condition, a research was conducted in greenhouse as completely randomized design. The obtained results showed that treatment of 4 per 1000 SIA+ 0.5 and 1 Mm SIA had the highest effect on total number of cucumber in pot, weight of cucumber in pot, number of safe cucumber in pot and marketable yield. Although, the mentioned treatment had no significant difference with 0.5 Mm SAA and 0.5 Mm SAA+ 4 per 1000 SIA in terms of the number of safe cucumber and marketable yield. Also, the highest effect on early yield of cucumber belonged to 0.5 Mm SAA+ 4 per 1000 SIA treatment. The notable point was the positive effect of the treatments on lowering the deformed (i.e. bad shaped) cucumber fruits, as 4 per 1000 SIA treatment separately and enriched with 0.5 Mm SAA has the highest effect. The obtained results confirm a part of the claim that plant nutrition management is an efficient and inexpensive strategy for managing different biotic and abiotic stresses.

Keywords: Plant Nutrition Management, Energy Consumption Management, Heat Stress, Cucumber.

[*] Corresponding author, Email: majid_basirat@yahoo.com ; majid62mousavi@gmail.com