نقش استات حدواسط تنظیم یونی در توت‌فرنگی در شرایط تنش شوری

زهرا میرفتاحی[۱]، سعید عشقی[۲*]
[۱] دانشجوی دکتری علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز
[۲] استاد بخش علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز
*نویسنده مسئول: eshghi@shirazu.ac.ir

چکیده

جهت بررسی اثر استات در شرایط تنش شوری بر قابلیت تنظیم یونی توت‌فرنگی، سطوح کلرید سدیم (صفر و ۴۰ میلی‌مولار) در محلول هوگلند به مدت ۳ ماه تیمار شدند. جهت بررسی نقش استات تیمارهای مختلف شامل آمونیوم کربنات (۰/۵ میلی‌مولار)، آمونیوم استات (در دو غلظت مختلف ۰/۱ و ۱ میلی‌مولار) و اسید استیک (۱ میلی‌مولار) به‌صورت محلولپاشی استفاده شد. نتایج نشان داد که بیشترین میزان غلظت سدیم در شرایط تنش شوری در تیمارهای شوری بود که تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. از سوی دیگر کمترین غلظت در تیمارهای بدون تنش شوری بودند. از سوی دیگر بیشترین میزان غلظت کلر در شاخساره در تیمارهای آمونیوم کربنات و شوری به تنهایی به ترتیب (۴۲/۵۰ و ۴۰/۵۰ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) بود و کمترین آن در تیمارهای استات شامل آمونیوم استات و اسید استیک به ترتیب به میزان ۱۰/۰۰ و ۱۰/۵۰ میلی‌گرم در گرم وزن خشک مشاهده شد. از سوی دیگر بیشترین و کمترین غلظت پتاسیم در شرایط تنش شوری در تیمارهای آمونیوم استات (۴۳/۲۰ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) و آمونیوم کربنات (۱۵/۹۰ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) بود. همچنین بیشترین و کمترین غلظت آمونیوم در تیمارهای آمونیوم استات (۰/۲۴ نانومول بر میکرولیتر) و تنش شوری به تنهایی (۰/۰۶ نانومول بر میکرولیتر) به ترتیب بود. به عنوان نتیجه‌گیری می‌توان عنوان نمود که اگرچه تنش شوری باعث بیشتر شدن میزان غلظت عناصر سدیم و کلر در برگ‌های گیاهان شد ولی از سوی دیگر حضور استات از یک سو و افزایش میزان پتاسیم از سوی دیگر می‌تواند به‌عنوان نقش مثبت در جهت بهبود شرایط تنش شوری در گیاهان نقش داشته باشد.

کلمات کلیدی: آمونیوم استات، اسید استیک ، کلرید سدیم، آمونیوم، پتاسیم

مقدمه:

تنش شوری یکی از مهمترین تهدیدهای و تغییرات جهانی شرایط آب و هوایی است که می‌تواند میزان تولید محصولات را به خطر انداخته و باعث افزایش کمبود مواد غذایی شود. گیاهان با استفاده از کاربرد راهکارهای مختلف از جمله تنظیم متابولیسم سلولی، پیغام رسانی هورمون‌ها و تغییرات کروماتینی و ژنتیکی می‌توانند شرایط موجود را تحمل کنند (Kim *et al.*, 2017). اگرچه این نوع پاسخ‌ها و تنظیم‌ها با کاربرد مسیرهای مختلف انجام شود (Lesk *et al.*, 2016). Sheen (۱۹۹۰)، پیشنهاد کرده است که استات می‌تواند به‌عنوان یک فاکتور کنترل کننده جهت انتقال از حالت هتروتروفیک به حالت اتوتروفیک در دانهال‌های گیاهان عمل نماید. همچنین مشخص شده است که ۱۰ درصد ژن‌های موجود در چرخه‌های تری کربوکسیلیک‌اسید و گلی‌اکسیلات به‌وسیله استات فعال می‌شوند. در سلول‌های جلبک نیز، استات مسئول بیان ژن‌های مرتبط با فتوسنتز در حضور نور هستند، چرا که استات نقش کارآمدتری را در مقایسه با نور برای تثبیت دی‌اکسید کربن دارند (Kindle, 1987). ایزوتوپ‌های نشانه گذاری شده استات در گیاهان زنده و یا قسمتی از گیاهان مشخص کرد که استات می‌تواند در سنتز اسیدهای چرب، اسیدهای آمینه مانند لوسین و والین، واکس‌های گیاهی و اسیدهای چرب و ترکیبات ایزوپرنی شرکت داشته باشند (Millerd and Bonner, 1954). همچنین با بررسی‌های

IrHC2019

انجام شده، مشخص شد که در سال‌های اخیر، استفاده از استات می‌تواند در جهت بهبود تحمل به تنش‌ها و به‌ویژه تنش خشکی بسیار دارای اهمیت باشد (Kim *et al*., 2017). از این رو پژوهش حاضر با بررسی نقش استات به‌صورت محلول‌پاشی در جهت افزایش تحمل به تنش شوری در توت‌فرنگی انجام شد.

مواد و روش:

این پژوهش در قالب طرح کاملا تصادفی با چهار تکرار که هر تکرار شامل دو گلدان بود، در گلخانه تحقیقاتی بخش علوم باغبانی دانشگاه شیراز طی پاییز و زمستان ۱۳۹۶ انجام شد. برای این منظور، نشاهای ریشه‌دار شده توت فرنگی "پاروس" در گلدان‌های پلاستیکی ۳ لیتری حاوی کوکوپیت و پرلیت با نسبت حجمی ۱:۱ کشت شدند. به‌منظور تغذیه نشاها از محلول هوگلند (Hogland and Arnon, 1950)، به میزانی که از انتهای گلدان‌ها به میزان ۲۰ درصد خروج محلول غذایی را داشته باشیم، استفاده شد. برای اعمال تنش شوری از نمک کلرید سدیم در دو غلظت ۰ و ۴۰ میلی‌مولار که به صورت محلول در ترکیب غذایی و همراه با آن در گیاهان استفاده شد. جهت بررسی اثر استات به تنهایی در تنش شوری و یا اثر آن همراه با ترکیب آمونیوم، تیمارهای مختلف استیک اسید (۱ میلی‌مولار) (فقط دارای استات و فاقد آمونیوم)، آمونیوم استات (۱ میلی‌مولار) (دارای استات و آمونیوم) و آمونیم کربنات (۰/۰۵ میلی‌مولار) (بدون حضور استات و فقط حضور آمونیوم) استفاده شد. تیمارها هم به‌صورت هفته‌ای یک مرتبه همزمان با اعمال تنش شوری از زمان ۶-۵ برگی به‌صورت محلولپاشی در اختیار گیاهان قرار گرفتند. از زمان آغاز تیمارها تا پایان انجام آزمایش، حدود ۳ ماه بود. در پایان آزمایش برخی از ویژگی‌های یونی شامل عناصر سدیم، پتاسیم(Chapman and Pratt (1987، کلر (Plank, 1992) و آمونیوم (Vega-Mas *et al*., 2015) ارزیابی شد.تجزیه آماری داده‌ها نیز با استفاده از نرم افزار SPSS-21 انجام گرفته و مقایسه میانگین داده‌ها نیز به وسیله آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث:

نتایج نشان داد که در اثر تنش شوری غلظت عناصر سدیم و کلر افزایش یافت (جدول ۱). بیشترین و کمترین غلظت سدیم در شرایط تنش شوری و حالت عادی به ترتیب مشاهده شد که البته اختلاف معنی‌داری بین تیمارها نبود. از سوی دیگر، در شرایط تنش شوری بیشترین غلظت کلر در شرایط تنش شوری به تنهایی و تیمار آمونیوم کربنات همراه با تنش شوری مشاهده شد ولی این میزان تجمع در تیمارهای استات اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد نداشتند. همچنین تجمع پتاسیم در کمترین میزان خود در تیمارهای آمونیوم کربنات و تنش شوری به تنهایی بودند (جدول ۱). بیشترین و کمترین غلظت آمونیوم نیز به‌ترتیب در تیمارهای آمونیوم استات همراه با تنش شوری و تنش شوری به‌تنهایی بود (جدول ۱).

IrHC2019

جدول ۱- اثر تنش شوری و استات در روابط یونی در توت‌فرنگی

تیمار	سدیم (میلی‌گرم/ گرم)	پتاسیم (میلی‌گرم/ گرم)	کلر (میلی‌گرم/ گرم)	آمونیوم (نانومول/ لیتر)
شاهد	۱/۹۸ b	۳۶/۳۱ bc	۴/۸۳ d	۰/۱۵ bc
شوری	۱۶/۴۴ a	۲۴/۴۲ c	۱۸/۲۵ b	۰/۰۶ c
اسید استیک(۱ میلی‌مولار)	۲/۷۷ b	۳۹/۱۰ b	۶/۵۰ cd	۰/۱۸ ab
اسید استیک (۱ میلی‌مولار)+ تنش شوری	۱۷/۲۰ b	۳۶/۲۰ bc	۱۱/۵۰ bc	۰/۱۲ bc
آمونیوم استات (۱ میلی‌مولار)	۴/۶۷ a	۴۳/۲۰ a	۷/۰۰ cd	۰/۱۱ bc
آمونیوم استات (۱ میلی‌مولار) + تنش شوری	۱۹/۳۸ b	۴۱/۰۰ ab	۱۸/۲۵ b	۰/۲۴ a
آمونیوم کربنات (۰/۵ میلی‌مولار)	۱/۴۱ b	۴۳/۲۰ a	۹/۸۳ bc	۰/۰۸ bc
آمونیوم کربنات (۰/۵ میلی مولار)+ تنش شوری	۱۵/۹۵ a	۱۵/۹۰ d	۳۱/۵۰ a	۰/۱۱ bc

●میانگین‌های با حروف مشابه از نظر آماری تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد آزمون دانکن ندارند.

در واقع ارتباط بین تنش شوری و عناصر معدنی در گیاهان بسیار اهمیت دارد. در شرایط تنش شوری تعادل بین عناصر در صورتی که برهم بخورد، منجر به آسیب رساندن به سلول‌ها شده و در واقع بین جذب عناصر غذایی رقابت ایجاد می‌شود که همین امر منجر به آسیب‌هایی به سلول‌ها می‌شود (Munns and Tester, 2008). از سوی دیگر حضور یون‌های سدیم و کلر در بافت‌های گیاهی، منجر به غیرفعال کردن جریان انتقال الکترون شده و همین امر منجر به کاهش میزان فتوسنتز در گیاهان می‌شود (Allakhverdiev *et al*., 2000).

از این رو کاربرد استات به‌صورت خارجی در گیاهان به‌دلیل اینکه مصرف انرژی کمتری برای گیاهان دارد و از طرف دیگر از تجمع عناصر سدیم و کلر در گیاهان جلوگیری می‌کند، و در نتیجه از تخریب سلول‌ها و دستگاه فتوسنتزی ممانعت می‌کند (Munns and Tester, 2008)، توصیه می‌شود.

منابع:

Allakhverdiev, S. I., Sakamoto, A., Nishiyama, Y., Inaba, M., and Murata, N. 2000. Ionic and osmotic effects of NaCl-induced inactivation of photosystems I and II in *Synechococcus* sp. Plant Physiology, 123(3), 1047-1056.

Chapman, S. P., Paget, C. M., Johnson, G. N., and Schwartz, J. M. 2015. Flux balance analysis reveals acetate metabolism modulates cyclic electron flow and alternative glycolytic pathways in *Chlamydomonas reinhardtii*. Frontiers in Plant Science, 6, 474.

Hoagland, D. R. and Arnon, D. I. 1950. The water-culture method for growing plants without soil. *Circular*. California Agricultural Experiment Station, 347 (2nd edit).

Kim, J. M., To, T. K., Matsui, A., Tanoi, K., Kobayashi, N. I., Matsuda, F., and Bashir, K. 2017. Acetate-mediated novel survival strategy against drought in plants. Nature Plants, *3*(7), 17097.

Kindle, K. L. 1987. Expression of a gene for a light-harvesting chlorophyll a/b-binding protein in *Chlamydomonas reinhardtii*: effect of light and acetate. Plant Molecular Biology, 9(6), 547-563.

Millerd, A. and Bonner, J. 1954. Acetate activation and acetoacetate formation in plant systems. Archives of Biochemistry and Biophysics, 49(2), 343-355.

Munns, R., and Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology, 59, 651-681.

Plank, C.O. 1992. Plant analysis reference procedures. University of Georgia Press, Georgia, USA. 154 P.

Sheen, J. 1990. Metabolic repression of transcription in higher plants. The Plant Cell, 2(10), 1027-1038.

Vega-Mas, I., Sarasketa, A., and Marino, D. 2015. High-throughput quantification of ammonium content in *Arabidopsis*. Bio Protocol, 1559.

IrHC2019

The Role of Acetate as an Intermediate in Ionic Regulation in Strawberry in Stress Conditions

Zahra Mirfattahi and Saied Eshghi*
Department of Horticultural Science, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran

** corresponding Author: eshghi@shirazu.ac.ir*

Abstract:

In order to investigate the effect of acetate in salinity stress conditions on the ionic stress, strawberry plants treated with sodium chloride (0 and 40 mM) in Hoagland solution for 3 months. To evaluate the role of acetate, various treatments including ammonium carbonate (0.5 mM), ammonium acetate (at different concentrations of 0.1 and 1 mM) and acetic acid (1 mM) were used as foliar application. The results showed that the highest concentration of sodium in salinity stress conditions was observed in salinity treatments. On the other hand, the highest chloride concentration in shoots was observed in ammonium carbonate and salinity treatments alone (42.50 and 40.50 mg /g dry weight), and the lowest in acetate treatments including ammonium acetate and acetic acid respectively. On the other hand, the highest and lowest potassium concentrations in salinity stress conditions were observed in ammonium acetate (43.20 mg /g dry weight) and ammonium carbonate (15.91 mg / g dry weight) treatments. The highest and lowest ammonium concentrations were observed in Ammonium acetate (0.24 Nmol / L) treatments and salinity stress alone (0.06 Nmol /L) respectively. As a conclusion, it can be concluded that although salt tolerance increased the concentration of sodium and chloride in the leaves of plants, the presence of acetate on the one hand and the increase in potassium content on the other hand could be plays a role in improving the conditions of salinity stress in plants.

***Keywords*:** Ammonium acetate, Acetic acid, NaCl, Ammonium, Potassium

IrHC2019