اثر تغذیه برگی پاییزه کلرید کلسیم و سولفات پتاسیم بر تحمل به سرمای زمستانه انگور بیدانه سفید (*Vitis vinifera* L.)

حدیثه حقی*[۱]، ولی اله ربیعی[۲]، احمد ارشادی[۳]
[۱*] دانشجوی دکتری گروه علوم باغبانی، دانشگاه زنجان، زنجان
[۲] دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه زنجان، زنجان
[۳] دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان
*نویسنده مسئول: haghi.hadiseh@gmail.com

چکیده

به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی پاییزه کلرید کلسیم (۰، ۱ و ۲ درصد) و سولفات پتاسیم (۰، ۱، ۲ و ۳ درصد) بر تحمل به سرمای زمستانه انگور بیدانه سفید ، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۶ تیمار و ۳ تکرار انجام شد. برای ارزیابی و مقایسه تیمارها از شاخه‌های یک‌ساله بوته‌های تیمار شده در سه مرحله زمانی ۱ دی، ۱۰ بهمن و ۱۰ اسفند نمونه‌برداری انجام شد و نمونه‌ها به فریزر با تنظیم دمایی بین ۱۲- تا ۳۰- و به مدت سه ساعت در هر تیمار دمایی قرار داده شدند. LT50 حاصل از آزمون نشت الکترولیت جوانه‌ها بیش‌ترین تحمل دمایی را در تیمارهای ۲ و ۳ درصد پتاسیم (۲۱- و ۲۱/۶- درجه سانتی‌گراد) و ۱ درصد کلسیم (۱۹/۹- درجه سانتی‌گراد) نشان دادند و کمترین تحمل در بوته‌های مربوط به تیمار شاهد (۱۶/۸- درجه سانتی‌گراد) بود. ارتباط مثبتی بین LT50 ها و مقدار کربوهیدرات و پرولین جوانه‌ها دیده شد بطوریکه، کاربرد این عناصر بر مقدار پرولین و کربوهیدرات نیز معنی‌دار شد و نسبت به تیمار بدون محلول‌پاشی منجر به افزایش میزان پرولین و کربوهیدرات در جوانه‌های بوته‌ها گردید. در کل می‌توان گفت که کاربرد پاییزه کلسیم و پتاسیم برای افزایش مقاومت به سرمای زمستانه در انگور بیدانه سفید مؤثر است.

کلمات کلیدی: **پرولین، کربوهیدرات، LT50، نشت الکترولیت، محلول‌پاشی**

مقدمه

تمامی ارقام انگور کشت شده در ایران به گونه وینیفرا تعلق دارند. محدوده تحمل دمایی این ارقام ۱۵- تا ۱۸- درجه سانتی‌گراد است. اما توزیع جغرافیایی و پراکنش موکاری در ایران نامناسب بوده، بطوریکه عمده‌ترین تاکستان‌های کشور در مناطق سردسیر قرارگرفته‌اند. درنتیجه سالیانه در اثر وقوع یخبندان‌های زمستانه و سرماهای بهاره بیش از ۵۰ درصد محصول انگور در این مناطق دچار سرمازدگی شده و از بین می‌رود و کمیت و کیفیت آن تحت تأثیر این پدیده قرار می‌گیرد (Karami, 2005)، لذا تعیین راهکارهای کاربردی خصوصاً راهکارهای تغذیه‌ای که به‌راحتی قابل استفاده توسط کشاورزان باشد، لازم به نظر می‌رسد. عنصر پتاسیم با تنظیم سیستم اسمزی درون گیاه و افزایش خاصیت آنتی‌اکسیدانی، سلول‌های گیاهی را در مقابل آسیب‌دیدگی ناشی از تنش سرما محافظت می‌کنند (Cakmak, 2005). یون کلسیم به‌عنوان یک عنصر ضروری در بسیاری از فرآیندهای گیاهی مطرح است. یون کلسیم از طریق انتشار در سیتوپلاسم حرکت می‌کند. یون کلسیم به‌صورت محلول در اندامک‌های گیاه بخصوص سیتوزول به‌صورت سیگنال عمل کرده و کانال کلسیم فعال شده و باعث روشن شدن آبشارهای سیگنالی مقاومت و سازگاری به تنش می‌شود. در شرایط تنش وجود یون کلسیم به‌عنوان پاسخ مستقیم افزایش مقاومت گیاه عمل کرده بدین وسیله موجب افزایش فعالیت آنزیم H^+ - ATPase غشاء پلاسمایی است (Kengi et al., 2013; Thomas Cheruth et al.,

2007). این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر عنصر پتاسیم و کلسیم بر برخی فاکتورهای بیوشیمیایی مانند پرولین، کربوهیدرات و همچنین بررسی اثر آن‌ها در تحمل به سرما انگور بیدانه سفید انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۶ تیمار و ۵ تکرار در سال ۱۳۹۴ در تاکستان تجاری انگور بیدانه سفید ۱۰ ساله در ملایر اجرا گردید. تیمارهای محلول‌پاشی شامل شاهد، کلرید کلسیم در دو سطح (۱ و ۲ درصد) و سولفات پتاسیم در سه سطح (۱، ۲ و ۳ درصد) بود. محلول‌پاشی‌ها از ۱ مهر ۱۳۹۴ به فاصله ۱۰ روز یک‌بار در سه نوبت انجام شد. قبل از اجرای طرح، از خاک تاکستان مورداستفاده از اعماق ۳۰-۰ ، ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتی‌متری نمونه مرکب تهیه شد و خصوصیات فیزیکو شیمیایی و مقدار کلسیم و پتاسیم خاک ارزیابی شد. همچنین آمار هواشناسی منطقه در زمان پژوهش استعلام شد. قبل از اعمال تیمارها از دمبرگ و برگ بوته‌های انتخاب شده، نمونه‌برداری جهت ارزیابی میزان کلسیم و پتاسیم صورت گرفت. برای ارزیابی میزان خسارت در سه مرحله زمانی ۱ دی ماه (مرحله اول)، ۱۰ بهمن ماه (مرحله دوم) و ۱۰ اسفند ماه (مرحله سوم) نمونه‌هایی از تاک‌های آزمایشی تهیه شد. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه باغبانی دانشگاه، برای اندازه‌گیری میزان خسارت سرما از راه اعمال سرمای مصنوعی در فریزر با تنظیم ویژه دما شامل ۱۲-، ۱۶-، ۲۰-، ۲۴-، ۲۸- درجه سانتی‌گراد و به‌صورت ۳ درجه سانتی‌گراد کاهش دما در ساعت و ۳ ساعت در هر یک از تیمارهای دمایی یخزدگی قرار گرفتند (Pool et al., 1990). با استفاده از آزمون نشت یونی، محتوای پرولین و کربوهیدرات میزان تحمل به سرمای زمستانه تیمارها سنجیده شد. در پایان داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ و مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. نمودارها با استفاده از نرم‌افزار اکسل ترسیم شدند.

نتایج و بحث

در سه مرحله اندازه‌گیری دی، بهمن و اسفند ماه LT50 حاصل از آزمون نشت یونی جوانه بوته‌های محلول‌پاشی شده اختلاف معنی‌داری با بوته‌های بدون محلول‌پاشی نشان دادند. در بوته‌های تیمار کلرید کلسیم نمونه‌های ۱ درصد در بهمن ماه با LT50 ۱۹/۹- بیشترین تحمل و در بوته‌های تیمار شده سولفات پتاسیم جوانه‌های مربوط به تیمار ۲ و ۳ درصد پتاسیم (به ترتیب ۲۱/۶- و ۲۱- درجه سانتی‌گراد) (جدول۱). جوانه بوته‌های مربوط به تیمار شاهد بیشترین میزان نشت الکترولیت جوانه‌ها را نسبت به دیگر تیمارها با اختلاف معنی‌دار داشتند به‌طوری‌که LT50 جوانه این نمونه‌ها در بهمن ماه با حداکثر تحمل ۱۶/۸ درجه سانتی‌گراد بود (جدول ۱). روند تحمل به سرما در سه مرحله نمونه‌برداری به‌گونه‌ای بود که در نمونه‌های بهمن ماه در اکثر تیمارها بیشترین مقاومت مشاهده شد.

اثر تیمارهای محلول‌پاشی در سه مرحله اندازه‌گیری بر میزان پرولین جوانه‌ها معنی‌دار و برهمکنش تنش سرما در تیمارها بر میزان پرولین نیز معنی‌دار بود. از آنجا که زیاد شدن پرولین، به‌عنوان آنتی‌اکسیدانی که از مرگ سلول‌ها در برابر تنش سرما جلوگیری می‌کند، یکی از شاخص‌های مقاومت به سرما در انگور می‌باشد (Howell, 2003)، نمونه‌های با میزان بالاتر پرولین مقاومت بالاتری را نشان می‌دهند. مقدار کربوهیدرات محلول جوانه‌ها در بهمن ماه در تیمار ۱ درصد کلسیم (۶۵ mg/g) و ۲ درصد سولفات پتاسیم (۷۶ mg/g) بیشترین بود و کمترین میزان کربوهیدرات محلول در تیمار شاهد (۵۷ mg/g) بود (جدول ۱). حضور یون کلسیم و پتاسیم در محیط بیرونی سلول برای حفاظت غشاء سلول در برابر آسیب‌های ناشی از تنش‌های غیر زنده از جمله تنش سرما ضروری است. این عنصر می‌تواند با فعال کردن سیستم انتقال پیام‌های سلولی و همچنین به‌عنوان یک تنظیم کننده اسمز گیاه موجب کاهش عوارض فیزیولوژیکی ناشی از سرما و در نتیجه مقاومت گیاه به این شرایط شود. ارتباط مستقیمی بین عنصر پتاسیم و افزایش کربوهیدرات شاخه و جوانه انگور و در نتیجه افزایش مقاومت به سرمای زمستانه در این گیاه توسط کریمی و همکاران (Karimi et al., 2015) گزارش شده است و عموماً این‌گونه فرض می‌شود که افزایش در مقدار قند سلول،

نقطه انجماد شیره سلولی را پایین‌تر می‌آورد و به این ترتیب گیاه را در برابر آسیب یخزدگی محافظت می‌کند. عنصر کلسیم با حفظ تمامیت غشاء و دیواره‌های سلولی گیاهان، به‌عنوان پیک ثانویه در گیاهان عمل می‌کند و در ترارسانی انواع وسیعی از علایم شرکت می‌نماید، بنابراین ممکن است جزء مهمی از پاسخ گیاهان به تنش سرما باشد. به نظر می‌رسد افزایش کلسیم سیتوزولی در هنگام تنش آغاز کننده مسیرهای علامت‌دهی است که منجر به پاسخ‌های سلولی مناسب در مقابل چالش‌های محیطی می‌شود (Sander et al., 2002).

مطالعات انجام شده در آرابیدوپسیس نشان می‌دهد که پروتئین گیرنده کلسیم در هنگام تنش افزایش یافته و این افزایش توسط کلاتورهای کلسیم معکوس می‌شود (Knight et al., 1997). بنابراین کلسیم بیرون سلولی می‌تواند از طریق تغییر در میزان و نوع پروتئین‌های سلول، پاسخ به تنش را میانجی‌گری کند. افزایش یون کلسیم سلولی در پاسخ به افزایش غلظت ABA ناشی از تنش‌های غیر زنده، ضرورت حضور یون کلسیم برای بیان بسیاری از ژن‌های تنشی (Knight and Knight, 2000) و بالاخره افزایش یون کلسیم در هنگام فعال‌سازی پروموتور ژن‌های تنشی (Sheen, 1996) ، مدارکی هستند که نقش مثبت و بهبود دهندگی کلسیم را هنگام مواجهه با تنش‌های مختلف نشان می‌دهند، در شرایط تنش افزایش کلسیم در اطراف سلول سبب حفظ یکپارچگی و خاصیت نیمه تراوایی می‌گردد، در نتیجه خروج مواد درون سلول کاهش می‌یابد (Sander et al., 2002).

بررسی حاضر نشان می‌دهد که با تیمار محلول‌پاشی کلسیم در جوانه‌ها میزان کربوهیدرات‌های محلول به طرز پیش‌رونده و معنی‌داری زیاد می‌شود (جدول۱) قندها می‌توانند به‌گونه‌ای مختلف در تحمل به تنش دمای پایین در انگور شرکت نماید. عنصر کلسیم در انتقال کربوهیدرات‌ها نقش دارد و به‌عنوان یون تنظیمی در انتقال قندها بین منبع و مخزن عمل می‌کند (Joham, 1957). در مجموع نتایج نشان داد که با محلول‌پاشی کلسیم و پتاسیم، میزان پرولین، کربوهیدرات محلول و پروتئین تحت تأثیر محلول‌پاشی کلسیم و پتاسیم تحت تنش سرما افزایش یافت.

جدول ۱- اثر محلول‌پاشی پاییزه سولفات پتاسیم و کلرید کلسیم بر LT50، محتوای پرولین و محتوای کربوهیدرات جوانه‌ها در بوته‌های تیمار شده

	LT50			پرولین (میکرو مول بر گرم وزن خشک)			کربوهیدرات (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)		
	۱ دی	۱۰ بهمن	۱۰ اسفند	۱ دی	۱۰ بهمن	۱۰اسفند	۱ دی	۱۰بهمن	۱۰اسفند
شاهد	-۱۳/۷^{c}	-۱۶/۸^{c}	-۷^{b}	۵/۳^{a}	۶/۱^{d}	۴/۸^{a}	۳۰^{a}	۵۷^{a}	۲۶^{a}
کلسیم ٪۱	-۱۵/۹^{b}	-۱۹/۹^{b}	-۸/۴^{a}	۷/۱^{b}	۸/۳^{C}	۷/۱^{b}	۴۶^{c}	۶۵^{b}	۳۴^{b}
کلسیم ٪۲	-۱۴/۰^{c}	-۱۷/۱^{c}	-۱۰/۱^{a}	۷/۹^{b}	۶/۵^{d}	۷/۶^{b}	۳۵^{b}	۵۸^{a}	۴۲^{b}
پتاسیم ٪۱	-۱۵/۱^{bc}	-۱۸/۳^{ab}	-۷/۹^{b}	۹/۷^{b}	۱۱/۵^{b}	۶/۸^{b}	۵۲^{c}	۷۳^{b}	۳۸^{c}
پتاسیم ٪۲	-۱۷/۴^{a}	-۲۱/۶^{a}	-۹/۷^{a}	۱۰/۲^{bc}	۱۲/۶^{ab}	۱۱/۲^{c}	۶۲^{d}	۷۶^{e}	۴۸^{f}
پتاسیم ٪۳	-۱۷/۱^{a}	-۲۱^{a}	-۱۰/۷^{a}	۱۱/۶^{c}	۱۴/۱^{a}	۱۰/۶^{c}	۶۸^{f}	۷۰^{c}	۴۰^{d}

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ است.

منابع

Abidu, R. 2012. Auxin: a regulator of cold stress response. Physiologia Plantarum; 25: 45-53.

Cakmak, I. 2005. The role of potassium in alleviating detrimental effects of a biotic stresses in plants. Journal of Plant Nutrition. Soil Sc; 168: 521–530.

Cheng, C., Yun, K.Y., Ressom, H.W., Mohanty, B., Bajic, V.B., Jia, Y., Yun, S.J. and de los Reyes, B.G., 2007. An early response regulatory cluster induced by low temperature and hydrogen peroxide in seedlings of chilling-tolerant japonica rice. BMC genomics, 8(1): p.175.

Howell, G.S. 2003. Winter hardiness of grapevines: The challenge of culture under continental conditions and recovery approaches when damage has occurred. In Proceedings of the 22nd Annual Hort. Industry Spring Show, 131-134. Springdale, AK.

Joham, H.E., 1957. Carbohydrate distribution as affected by calcium deficiency in cotton. Plant

physiology, 32(2): p.113.

Kaya, C. Tuna, A.L. and Yokas, I. 2009. The Role of Plant Hormones in Plants under Salinity Stress. Book Salinity and Water Stress 44: 45-50.

Knight, H., Trewavas, A.J. and Knight, M.R., 1997. Calcium signalling in Arabidopsis responding to drought and salinity. Plant Journal, 12: 1067-1078.

Knight, H. and Knight, M.R. 2000. Imaging spatial and cellular characteristics of low temperature calcium signature after cold acclimation in Arabidopsis. J. Exp. Bot. 51, 1679–1686.

Okumura, M., O'Hara, H., Hirata, N. and Kaneko, T. 1992. Effect of exogenous auxin and abscisic acid on sugar accumulation in "Delaware" grape berries. Technical Bulletin, Faculty of Horticulture, Chiba-University; 45: 39-44.

Sanders, D., Pelloux, J., Brownlee, C. and Harper, J.F. 2002. Calcium at the crossroads of signaling. Plant Cell; 14: 401–417.

Sheen, J. 1996. Ca2+-dependent protein kinases and stress signal transduction in plants. Science; 274: 1900–1902.

The Effect of Autumn Foliar Application of Calcium and Potassium on Enhances the Winter-Hardiness of Grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Bidaneh Sefid)

Hadiseh Haghi[1]*, Vali Rabiee[2], Ahmad Ershadi[3]
[1*] PhD student of Horticultural Science, Zanjan University, Zanjan
[2] Professor, Dep. Of Horticultural Science, Zanjan University, Zanjan
[3] Associate Professor, Dep. Of Horticultural Science, BuAli Sina University, Hamedan
Corresponding Author: haghi.hadiseh@gmail.com

Abstract

In order to investigate the effect of autumn foliar application, an experiment was conducted using different doses of calcium chloride [1 and 2 % (w/v)] and potassium sulphate [1.0, 2.0 and 3.0% (w/v)] on the cold-hardiness of 'Sultana' grapevine (*Vitis vinifera* L.), based on randomized complete block design with 6 treatments and 3 replications. Canes of grapevines were sampled on 23 December, 30 January and 29 February. Cane samples analyzed for their carbohydrate, proline concentrations, then exposed to 3 h freezing treatment between -12 ºC and –30 ºC, at intervals of 3 ºC, to assess their level of cold-hardiness. Treated grapevines showed significant change in the leaf Ca and K. Application of Ca and K affected in increased carbohydrate, proline concentrations. LT50 values (i.e., the lethal temperature at which 50% of tissues died) were estimated by the tetrazolium stain test and by electrolyte leakage measurements. The highest freezing tolerance (LT50= −21.6◦C and -21◦C), (LT50= −19.9◦C) and the lowest freezing tolerance (LT50= −16.8◦C) was found in 2 and 3% sulphate potassium, 1% calcium chloride treated and control untreated vines, respectively. There was a positive correlation between LT50 and the amount of carbohydrate and proline. In conclusion, autumn foliar applications of Ca and K can be used effectively to improve winter hardiness of grapevine cv. 'Sultana'.

Keyword: **grape, winter hardiness, calcium, potassium, electrolyte leakage, proline content**