اثر پرایمینگ بور (B) بر محتوای آنتی‌اسیدانی گیاهچه کینوا (*Chnopodium quinoa* willd)

علی منصوری، حشمت امیدی*، امیر بستانی

دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

پست الکترونیک نویسنده مسئول: omidi@shahed.ac.ir

چکیده

آنتی اکسیدان‌ها موادی هستند که از گیاهان و جانوران در مقابل عوامل بیرونی و بخصوص گونه‌های فعال اکسیژن محافظت می‌کنند. به منظور بررسی اثر پرایمینگ بذور کینوا (ژنوتیپ تیتیکاکا) با عنصر کم مصرف بور در پنج سطح (شاهد، ۱در هزار، ۲در هزار، ۳در هزار و ٤در هزار) آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملا تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. نتایج پژوهش نشان داد که پرایمینگ بذور با عنصر کم مصرف بور بر میزان فعالیت آنزیم‌های مورد مطالعه اثر مثبت و معنی‌دار داشت. محلول ۱ در هزار بور به عنوان بهترین تیمار این آزمایش باعث افزایش میزان فعالیت کاتالاز (۲۲۲ درصد)، آسکوربات پراکسیداز (۸٦/٤ درصد) و پلی فنل اکسیداز (۷٦ درصد) شد. همچنین مشاهده شد که پرایمینگ بذور با محلول ٤ در هزار بور باعث کاهش میزان فعالیت آنزیم‌های مورد مطالعه شد که می‌تواند بمحلت سمیت بور در غلظت‌های بالا باشد.

کلمات کلیدی: آسکوربات پراکسیداز، آنتی اکسیدان، بور، پلی فنل اکسیداز، کاتالاز

مقدمه

کینوا با نام علمی *Chenopodium quinoa* willd از خانواده Chenopodiaceae گیاهی ارزشمند با خواصی ارزشمند است (FAO, 2013). کینوا ازنظر تغذیه‌ایی بسیار غنی است و تنها ماده گیاهی است که تمام آمینواسیدهای موردنیاز بدن را در خود دارد. بذر کینوا دارای حدود ۱٦ تا ۲۲ درصد پروتئین است و تعادل مناسب آمینواسیدهای آن مشابه با آمینواسیدهای ضروری موجود در شیر است (Bhargava *et al.*, 2006). ترکیب اسیدهای چرب موجود در دانه کینوا عمدتاً از اسیدهای چرب غیراشباع تشکیل‌شده که اثرات مثبت تغذیه‌ایی دارند و از بروز بیماری‌های قلبی–عروقی جلوگیری می‌کنند و سبب تقویت سیستم ایمنی می‌شوند (Abugoch and James, 2009).

آنتی اکسیدان‌ها (ROS) موادی هستند که با غیرفعال کردن گونه‌های اکسیژن فعال موجب جلوگیری از اثرات مخرب آنها و محافظت از سلول‌ها می‌شوند. سیستم آنتی اکسیدانی در پیکره گیاهان مبتنی بر دو حالت آنزیمی و غیرآنزیمی می‌باشد. سیستم دفاع آنتی اکسیدانی آنزیمی در گیاهان شامل فعالیت آنزیم‌هایی مانند سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، گلوتاتیون پراکسیداز، پلی فنل اکسیداز و آسکوربات پراکسیداز می‌باشد (Varghese *et al.*, 2008). یکی از اشکال بسیار مخرب گونه‌های فعال اکسیژن پراکسید هیدروژن می‌باشد. آنزیم کاتالاز این ماده را به آب و اکسیژن تبدیل کرده و مانع از عمل مخرب این ماده می‌شود (Mittler, 2002). آنزیم پلی فنل اکسیداز تبدیل مونوفنول‌ها را بـه دی‌فنول‌هـا و همچنین اکسیداسیون دی‌فنول‌ها را به کوئینون‌ها که در پلیمریزاسیون رنگدانه نقش دارند، کاتالیز می‌کند. کوئینون‌ها ماده بسیار سمی هستند که مانع حمله پاتوژن‌ها به سلول‌ها می‌شوند (Breusegem *et al.*, 2001).

پرایمینگ روشی ساده، ارزان و بسیار کارآمد است. در این روش بذور به صورت کنترل شده در آب یا محلول‌های اسموتیک آب جذب می نمایند و سپس خشک می‌شوند. میزان جذب آب در این روش به اندازه‌ایی است که موجب آغاز فعالیت‌های شیمیایی جوانه‌زنی شده اما قبل از خروج ریشه‌چه متوقف می‌شود (Hashemi fesharaki *et al.*, 2016). نتایج پژوهشی نشان داد که پرایمنیگ موجب افزایش میزان جوانه‌زنی و بهبود محتوای شیمیایی کینوا می‌شود (Mansouri and Omidi, 2018). تحقیقات نشان می‌دهد که پرایمینگ بذور باعث افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدان‌ها در گیاه می‌شود (Chiu *et al.*, 2002).

بور عنصری کم مصرف اما ضروری برای موجودات زنده می‌باشد. بور نقش موثری در انتقال قند، جذب کاتیون و آنیون و متابولیسم نیتروژن، فسفر، کربوهیدرات و چربی (Rehman *et al.*, 2012)، متابولیسم فنل، جذب نمک، فرآیند گلدهی و میوه‌دهی و جوانه‌زنی دانه گرده دارد (Rafeii and Pakkish, 2014). پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر پرایمنیگ بور بر محتوای آنتی‌اکسیدانی گیاه کینوا انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در آزمایشگاه فرآوری بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد تهران انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملا تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. پرایمینگ بذور کینوا (ژنوتیپ تیتیکاکا) با عنصر بور در پنج سطح شاهد، غلظت‌های ۱ در هزار، ۲ در هزار، ۳ در هزار و ٤ در هزار بور بود. از کاغذ واتمن شماره یک استریل شده به عنوان بستر کشت در پتری دیش استفاده شد. تعداد ۱۰۰ عدد بذر در هر پتری قرار داده شده و سپس پتری ها به ژرمیناتور با دمای ۱±۲۰ درجه سانتی گراد، رطوبت ۷۰٪، ۱٦ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انتقال داده شدند (ISTA, 2013). دوره جوانه زنی طی ٦ روز کامل شد. سپس گیاهچه‌های به وجود آمده در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به محیط کشت هیدروپونیک منتقل شدند و تا مرحله ٦ برگی در آن شرایط نگهداری شدند. پس از آن محتوای آنتی‌اکسیدانی گیاهچه مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. جهت اندازه گیری فعالیت آنزیم کاتالاز از روش چانس و مهلی (1995)، آنزیم آسکوربات پراکسیداز از روش ناکانو و آسادا (1981) و برای اندازه گیری آنزیم پلی فنل اکسیداز از روش محمدی و کاظمی (2002) استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده با نرم افزار SAS 9.4 و مقایسه میانگین توسط آزمون دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

کاتالاز: اثر پرایمینگ بور بر فعالیت آنزیم کاتالاز در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). محلول ۱ در هزار بور موجب افزایش میزان فعالیت آنزیم کاتالاز نسبت به شاهد شد (۲/۲ برابر) اما با افزایش غلظت تا سطح ۳ د رهزار میزان فعالیت آنزیم کاتالاز نسبت به محلول ۱ در هزار کاهش یافت (جدول ۱). پرایمینگ با محلول ٤ در هزار بور تفاوت معنی داری با تیمار شاهد نداشت. اسدی آقبلاغی و رضوی (2020) گزارش کردند که پرایمینگ موجب افزایش فعالیت کاتالاز می‌شود که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. افزایش میزان فعالیت کاتالاز می‌تواند به علت افزایش میزان متابولیسم نیتروژن بر اثر پرایمینگ بور باشد.

آسکوربات پراکسیداز: اثر پرایمینگ بور بر فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). پرایمینگ با محلول‌های ۱ در هزار، ۲ در هزار و ۳ در هزار بور موجب افزایش فعالیت آسکوربات پراکسیداز نسبت به شاهد شد و بیشترین فعالیت آنزیم با پرایمینگ بذور با محلول ۱ در هزار بدست آمد (جدول ۱). استفاده از محلول ٤ در هزار بور باعث کاهش میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز نسبت به شاهد شد (٤٨/٩ درصد). خاتمی و همکاران (١٣٩٤) گزارش کردند که پرایمینگ بذور موجب افزایش فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز می‌گردد که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. عنصر بور اثرات زیادی بر فعالیت‌های اساسی گیاهان دارد که متاسفانه چگونگی آنها تا کنون ناشناخته مانده است.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین اثرات سطوح مختلف پرایمینگ بور بر محتوای آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی گیاهچه کینوا

	منابع تغییرات			سطوح مختلف بور				
	بور	خطا	ضریب تغییرات (٪)	شاهد	۱ در هزار	۲ در هزار	۳ در هزار	٤ در هزار
کاتالاز (U/ming fw)	۳/۰۱۳**	۰/۰۵۲	۱۲/۲۵	۱/۰۸۸^{d}	۳/۵۰۹^{a}	۲/۰۸۱^{b}	۱/۵٦۷^{c}	۱/۱۰٦^{d}
آسکوربات پراکسیداز (U/ming fw)	٤/۲۷**	۰/۰۷٤	۹/٦٦	۲/٤۲۷^{c}	٤/۵۲٤^{a}	۳/۱۹۰^{b}	۲/۷۷۰^{bc}	۱/۲٤۰^{d}
پلی فنل اکسیداز U/min/mg) (protein	۰/۵۳٤**	۰/۰۲۸	۱٦/۷۸	۰/۷۷٦^{b}	۱/۳٦٦^{a}	۱/۱۵۹^{a}	۰/۵۸۹^{b}	۰/۳۲۲^{c}
درجه آزادی	٤	۱۰						

** معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد؛ در هر ردیف میانگین‌های با حروف مشابه در سطح ۵ درصد آزمون دانکن با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند

پلی فنل اکسیداز: اثر پرایمینگ بور در سطح احتمال ۱ درصد بر فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز معنی‌دار بود (جدول ۱). محلول‌های ۱ در هزار و ۲ در هزار بور به ترتیب باعث افزایش ٧٦ و ٤٩/٣ درصدی فعالیت پلی فنل اکسیداز شد (جدول ۱). محلول ۳ درهزار تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشت و محلول ٤ در هزار باعث کاهش فعالیت آنزیم نسبت به شاهد شد (۵۸ درصد). سهرابیانی و همکاران (2019) گزارش کردند که پرایمینگ بذور باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی بخصوص پلی فنل اکسیداز شد.

نتیجه گیری کلی

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که پرایمینگ بذور با محلول بور سبب بهبود فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در گیاهچه‌های کینوا شد. محلول‌های رقیق‌تر بور نسبت به محلول‌های غلیظ‌تر نتایج بهتری از خود نشان دادند. حتی مشاهده شد که محلول غلیظ بور (٤ در هزار) موجب کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی نسبت به شاهد شد. طبق نتایج بدست آمده، پرایمینگ بذور با محلول ۱ در هزار بور برای آزمایشات آتی پیشنهاد می‌گردد.

منابع

Abugoch/ L. and James/ L.E. 2009. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): Composition, chemistry, nutritional and functional properties. Advances in Food and Nutrition Research. 58:1-31.

Asadi aghbalaghi/ M.V. and Razavi/ F. (2020) Effect of salicylic acid priming on germination and catalase activity in accelerated Field pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). Fourth International Conference on Agricultural Sciences, Environment, Urban and Rural Development. March 2020. Tbilisi .Georgia. [in Persian]

Bhargava/ A. Shukla/ S. and Ohri/ D. (2006) *Chenopodium quinoa* – An Indian perspective. Industrial Crops and Products. 23: 73–87.

Breusegem/ F.V. Vranova/ E. Dat/ J.F. and Inze/ D. (2001) The role of active oxygen species in plant signal transduction. Plant Sci. 161: 405-414.

Chance/ B. and Maehly/ C .(1955) Assay of catalase and peroxidases. Methods Enzymol 11:764–775.

Chiu/ K.Y. Chen/ C.L. and Sung/ J.M. (2002) Effect of priming temperature on storability of primed sh-2 sweet corn seed. Crop Science. 42

FAO. (2013) Quinoa; an acient crop to contribute to world food security. Regional Office for Latin America and the Caribbean, 63 p.

Hashemi fesharaki/ S. Hamidi/ A. and Vazan/ S. (2016) Evaluation of the effect of initial germination percentage and seed size and shape of 704 single cross hybrid corn on some seed vigor indices. Iranian Seed Science and Research. 3(1): 63-73. [in Persian]

Khatami/ S.R. Sedghi/ M. and Seyed sharifi/ R. (2005) Investigation of the effect of priming on the activity of corn antioxidant enzymes under drought stress. Fourth National Congress of Organic and Conventional Agriculture. 19-20 August 2015. Ardebil. Iran. [in Persian]

Mansouri/ A. And Omidi/ H. (2018) Effect of chitosan and potassium nitrate nanoparticles on germination and some morphophysiological characteristics of quinoa seedling. Iranian Seed Research. 5(1): 147-159. [in Persian]

Mittler/ R. (2002). Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. Trends Plant Sci. 7: 405-410.

Rafeii/ S. and Pakkish/ Z. (2014) Effect of Boric acid spray on growth and development of 'Camarosa' strawberry (Fragaria × ananassa Duch.). International journal of Advanced Biological and Biomedical Research 2(4): 1060-1063.

Mohammadi/ M. and Kazemi/ H.(2002) Changes in Peroxidase and polyphenol oxidase activities in susceptible and resistance wheat heads inoculated with Fusarium graminearum and induced resistance. Plant Science. 162: 491-498.

Rehman/ A. Farooq/ M. Cheema/ Z.A. and Wahid/ A. (2012) Role of boron in leaf elongation and tillering dynamics in fine grain aromatic rice. Journal of Plant Nutrition. 23: 1507-1515.

Sohradiani/ S. Moradi/ A. Salehi/ A. and Baloochi/ H. (2019) ncreasing the physiological and biochemical efficiency of cumin seeds (*Cuminum cyminum* L.) with different shelf life under salinity stress. Plant process and function. 7(27): 119-134.

Varghese/ B. Chandra/ S. and Naithani/ C. (2008) Oxidative metabolism-related changes in cryogenically stored neem (*Azadirachta indica* A. Juss) seeds. Journal of Plant Physiology. 165: 755- 765.

Effect of Boron (B) priming on the antioxidant content of Quinoa (*Chnopodium quinoa* willd)

Ali Mansouri, Heshmat Omidi *, Amir Bostani
Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran
**Email of the responsible author: omidi@shahed.ac.ir*

Abstract:

Antioxidants are substances that protect plants and animals from external factors, especially reactive oxygen species. In order to investigate the effect of Quinoa seed priming (Titicaca genotype) with Boron trace element at five levels (control, 1 per thousand, 2 per thousand, 3 per thousand and 4 per thousand), a factorial experiment was conducted in a completely randomized design with 3 replications. The results showed that the priming of seeds with Boron had a positive and significant effect on the activity of the studied enzymes. Solution 1 per thousand Boron as the best treatment in this experiment increased the activity of Catalase (222%), Ascorbate peroxidase (86.4%) and Polyphenol oxidase (76%). It was also observed that priming the seeds with a solution of 4 per thousand Boron reduced the activity of the enzymes studied, which could be due to Boron toxicity at high concentrations.

Key words: Ascorbate peroxidase, Antioxidant, Boron, Polyphenol oxidase, Catalase