



نقش اسید آبسزیک در تنظیم بیوسنتز آنتوسیانین‌ها و قرمز شدن برگ‌های گیاهچه‌های بلوبری (*Vaccinium corymbosum* L.) رقم امرالد در شرایط درون شیشه‌ای

لیلا قبادپور^۱، عباس یداللهی*^۱، سید فرهاد صابری^۲، محبوبه رحیمی^۱

^۱ گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، شهر تهران (yadollah@modares.ac.ir)

^۲ گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، شهر تهران

نتایج و بحث

جدول ۱، نشان می‌دهد که کاربرد ABA در غلظت یک میلی‌گرم بر لیتر، باعث افزایش قابل توجهی در میزان آنتوسیانین در گیاهچه‌های بلوبری امرالد شده است.

جدول ۱ - میانگین (± انحراف معیار) میزان آنتوسیانین و درصد برگ‌های قرمز شده در گیاهچه‌های بلوبری امرالد تحت تیمارهای ABA

تیمار	میانگین	انحراف معیار	تعداد تکرارها	صفت اندازه‌گیری شده
(n)	(Mean)	(Standard Deviation)		
صفر میلی‌گرم بر لیتر ABA	۵/۲	۰/۶	۱۰	میزان آنتوسیانین
یک میلی‌گرم بر لیتر ABA	۸/۸	۰/۷	۱۰	(میلی‌گرم بر گرم وزن تازه)
صفر میلی‌گرم بر لیتر ABA	۱۲/۵	۲/۸	۱۰	درصد برگ‌های قرمز شده
یک میلی‌گرم بر لیتر ABA	۴۸/۳	۴/۸	۱۰	(درصد)

بر اساس جدول ۲، سطح معنی‌داری بسیار بالا نشان می‌دهد که تیمار ABA تأثیر معنی‌داری بر هر دو صفت داشته است.

میزان آنتوسیانین در گیاهچه‌های تحت تیمار ABA به طور متوسط ۶/۳ واحد بیشتر از گروه کنترل بوده است. مطالعات نیز نشان می‌دهند که ABA می‌تواند تجمع آنتوسیانین را در میوه‌های بلوبری افزایش دهد. کاربرد ABA تأثیر مثبت و بسیار معنی‌داری بر افزایش هم میزان آنتوسیانین و هم درصد برگ‌های قرمز شده در گیاهچه‌های بلوبری امرالد دارد. تفاوت‌های مشاهده شده بسیار بزرگ و از نظر آماری قوی هستند، به این معنی که این افزایش‌ها به احتمال بسیار زیاد ناشی از تیمار ABA بوده‌اند. این یافته‌ها با تحقیقات دیگر که افزایش آنتوسیانین توسط ABA را نشان می‌دهند، همسو هستند (Han et al., 2021; Yang et al., 2023; Ma et al., 2024).

جدول ۲ - نتایج آزمون t-test مستقل برای مقایسه اثر کاربرد ABA بر میزان آنتوسیانین و درصد برگ‌های قرمز شده در گیاهچه‌های بلوبری امرالد

صفت اندازه‌گیری شده	مقدار t	درجه آزادی (df)	سطح معنی‌داری (p-value)	تفاوت میانگین (Mean Difference)	حدود اطمینان ۹۵ درصد برای تفاوت
میزان آنتوسیانین	۱۲/۴۱	۱۸	<۰/۰۰۱	۳/۶	(۴/۲۱، ۲/۹۹)
درصد برگ‌های قرمز شده	۲۲/۸۰	۱۸	<۰/۰۰۱	۳۵/۸	(۳۹/۱۰، ۳۲/۵۰)

کاربرد خارجی اسید آبسزیک به طور معنی‌داری تجمع آنتوسیانین و قرمزی برگ‌ها را در گیاهچه‌های بلوبری امرالد افزایش می‌دهد. این نتایج با مطالعات قبلی (Ma et al., 2024; Yang et al., 2023) همسو بوده و نقش ABA را به عنوان یک تنظیم‌کننده کلیدی در بیوسنتز رنگدانه‌ها و پاسخ‌های گیاهی تأیید می‌کند. اثر ABA ممکن است تحت تأثیر غلظت، گونه گیاهی، ژنوتیپ و عوامل محیطی باشد و درک کامل مکانیسم‌ها نیازمند تحقیقات بیشتر است.

منابع

- Han, T., Wu, W., and Li, W. (2021). Transcriptome analysis revealed the mechanism by which exogenous ABA increases anthocyanins in blueberry fruit during veraison. *Frontiers in Plant Science*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.758215>
- Karppinen, K., Tegelberg, P., Häggman, H., and Jaakola, L. (2018). Abscisic Acid Regulates Anthocyanin Biosynthesis and Gene Expression Associated with Cell Wall Modification in Ripening Bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) Fruits. *Frontiers in Plant Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01259>
- Ma, B., Song, Y., Feng, X., Guo, Q., Zhou, L., Zhang, X., and Zhang, C. (2024). Exogenous abscisic acid regulates anthocyanin biosynthesis and gene expression in blueberry leaves. *Horticulturae*, 10(2), 192-192. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10020192>
- Yang, H., Han, T., Wu, Y., Lyu, L., Wu, W., and Li, W. (2023). Quality analysis and metabolomic profiling of the effects of exogenous abscisic acid on rabbiteye blueberry. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1224245-1224245. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1224245>

چکیده

این مطالعه به بررسی تأثیر کاربرد اسید آبسزیک بر میزان آنتوسیانین و درصد برگ‌های قرمز شده در گیاهچه‌های بلوبری رقم امرالد پرداخت. نتایج نشان داد که تیمار با یک میلی‌گرم بر لیتر ABA به طور معنی‌داری میزان آنتوسیانین را از میانگین ۲/۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه در گروه کنترل به میانگین ۸/۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه افزایش داد. همچنین، درصد برگ‌های قرمز شده از میانگین ۱۲/۵ درصد در گروه کنترل به میانگین ۴۸/۳ درصد تحت تأثیر ABA افزایش یافت. نتایج آزمون t-test مستقل تأیید کرد که این تفاوت‌ها برای هر دو صفت، با تفاوت میانگین ۳/۶ برای آنتوسیانین و ۳۵/۸ برای درصد برگ‌های قرمز شده از نظر آماری بسیار معنی‌دار بودند. بازه‌های اطمینان ۹۵ درصد برای آنتوسیانین (۴/۲۱، ۲/۹۹) و برای درصد برگ‌های قرمز شده (۳۹/۱۰، ۳۲/۵۰) نیز این تفاوت‌های مثبت و معنی‌دار را تأیید می‌کنند. این یافته‌ها با مطالعات قبلی که نقش مثبت ABA را در تجمع آنتوسیانین و قرمز شدن برگ‌ها در بلوبری و سایر گونه‌های گیاهی نشان می‌دهند، همسو هستند.

مقدمه

هورمون گیاهی اسید آبسزیک (ABA) به عنوان یک تنظیم‌کننده کلیدی در فرآیندهای رشدی مختلف گیاه، از جمله خواب بذر، پاسخ به تنش‌ها، رسیدگی میوه و سنتز متابولیت‌های ثانویه شناخته شده است (Karppinen et al., 2018). در زمینه تکثیر گیاهان درون شیشه‌ای درک عوامل مؤثر بر رشد و کیفیت گیاهچه‌ها ضروری است. قرمز شدن برگ‌ها در گیاهچه‌های بلوبری درون شیشه‌ای، که اغلب نشانه‌ای از تجمع آنتوسیانین است، می‌تواند یک ویژگی مطلوب یا پاسخی به شرایط خاص کشت باشد. تحقیقات اخیر به طور خاص تأثیر ABA خارجی را بر بیوسنتز آنتوسیانین و بیان ژن در نهال‌های بلوبری رشد یافته درون شیشه‌ای بررسی کرده و پتانسیل آن را برای افزایش سطح آنتوسیانین در برگ‌ها نشان داده است. تأثیر ABA می‌تواند به غلظت، ژنوتیپ و شرایط محیطی بستگی داشته باشد و پیچیدگی‌هایی دارد (Ma et al., 2024). این مطالعه با هدف بررسی نقش اسید آبسزیک در تنظیم بیوسنتز آنتوسیانین‌ها و قرمز شدن برگ‌های گیاهچه‌های بلوبری رقم امرالد در شرایط درون شیشه‌ای انجام شد.

مواد و روش‌ها

گیاهچه‌های سالم کشت بافتی (از یک گیاه مادری) که در محیط کشت WPM به همراه دو میلی‌گرم بر لیتر BA و دو میلی‌گرم بر لیتر اسید آسکوربیک (ضد قهوه ای شدن) استقرار یافته بودند، در تیمارهای مورد آزمون که شامل دو تیمار عدم کاربرد ABA، یعنی صفر میلی‌گرم بر لیتر ABA و کاربرد یک میلی‌گرم بر لیتر ABA بودند، کشت شدند. محیط کشت شامل ۳۰ گرم بر لیتر ساکارز، هشت گرم بر لیتر آگار و ۵/۸ pH بود. نمونه‌ها در اتاقک رشد در شرایط ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی و دمای ۲۳ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. پس از گذشت ۳۰ روز صفاتی نظیر درصد برگ‌های قرمز شده و میزان آنتوسیانین اندازه‌گیری شد. محتوای آنتوسیانین برگ‌های وسطی گیاهچه‌ها پس از استخراج با متانول، با استفاده از روش اسپکتروفتومتری در طول موج‌های ۵۳۰ نانومتر (برای جذب آنتوسیانین) و ۶۷۵ نانومتر (برای تصحیح جذب کلروفیل) و بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تازه اندازه‌گیری شد و درصد برگ‌های قرمز شده در هر گیاهچه با روش ارزیابی بصری (مقیاس صفر تا ۵) تعیین شد. داده‌ها از طریق آزمون t-test مستقل توسط نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته شدند.