

نقش آنتی اکسیدان های آنزیمی و غیر آنزیمی در تنش سرما

فاطمه خاکدان^{۱*}

^{۱*}استادیار گروه زیست شناسی، پردیس فرزندان، دانشگاه سمنان، سمنان
*f.khakdan@semnan.ac.ir

آنتی اکسیدان های آنزیمی

تنش اکسیداتیو، با افزایش تولید ROS در گیاهان، بیان ژن ها و فعالیت های آنتی اکسیدان ها نیز افزایش یافته و منجر به افزایش تحمل گیاهان به تنش می شود. میزان افزایش فعالیت آنتی اکسیدان ها در گیاهان به گونه گیاهی، مرحله نمو، شرایط متابولیک، مدت و شدت تنش وابسته است (Zouari et al., 2016; Khakdan et al. 2018). در گیاهان سازوکارهای سم-زدایی آنزیمی و غیر آنزیمی ROSها از آثار مخرب تنش جلوگیری می کند. اجزای آنزیمی سامانه دفاعی آنتی اکسیدانی شامل آنزیم های سوپراکسید دیسموتاز (SOD)، کاتالاز (CAT)، گایاکول پراکسیداز (GPX)، آنزیم های چرخه آسکوربات-گلوتاتیون شامل آسکوربات پراکسیداز (APX)، منو دهیدرو آسکوربات ریداکتاز (MDHAR)، دهیدرو آسکوربات ریداکتاز (DHAR)، گلوتاتیون ریداکتاز (GR) و آنتی اکسیدان های غیر آنزیمی (ویتامین E، آسکوربات (AsA)، گلوتاتیون (GSH)، توکوفرول، ملاتونین، ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی، کاروتنوئیدها و ...) هستند که با سایر اجزای سلولی نیز برهمکنش دارند (Caverzan et al., 2016; Khakdan et al. 2016). این آنزیم ها در اجزای زیرسلولی مختلفی فعالیت کرده و هنگامی که سلول تحت تنش اکسیداتیو قرار می گیرد، به صورت هماهنگ پاسخ می دهند-

نقش تنظیم کننده ها در بیان ژن های آنتی اکسیدانی غیر آنزیمی

تنظیم دقیق هموستازی PAS همزمان با برنامه ریزی مجدد مسیر بیوسنتز و تجزیه نقش مهمی در پاسخ به عوامل محیطی دارد. بررسی ژن های ADC جهش یافته در برنج نشان داد که محتوی Spd و Spm آزاد پس از تنش سرما افزایش نیافت (Cuevas et al., 2008) در حالی که بیان SAMDC2 که پروموتور آن حاوی عناصر سیس پاسخ به تنش از جمله CRT/DRE، ABRE و LTREs است، افزایش یافت (Alcázar et al. 2006). بررسی توالی پروموتور ADC1 نشان داد که تحت تنش سرما، احتمالاً حضور عناصر CRT/DRE، افزایش زود هنگام این ژن در گوجه فرنگی را میانجی گری می کند (Alcázar et al., 2006b) تحت تنش سرما در آراییدوپسیس همراه با تغییر محتوی Put میزان بیان ژن های ADC1 و ADC2 پس از ۳۰ دقیقه افزایش یافت که میزان افزایش بیان ADC1 بسیار بیشتر بود (Cuevas et al. 2008). در واقع در آراییدوپسیس پروموتور ژن ADC1 حاوی عناصر CRT/DRE بوده که هدف عامل رونویسی CBF/DREB1 از خانواده عوامل رونویسی APETALA2/ETHYLENE RESPONSE FACTOR قرار می گیرد (Liu et al., 1998). پروموتور ADC2 آراییدوپسیس حاوی پنج عنصر پاسخ به ABA (ABRE) بوده و در افزایش بیان ژن های بیوسنتز ABA و پاسخ به تنش خشکی موثر است (Alcázar et al., 2006). در کلزا تنش سرما بیان سه ژن MADC1، MADC2 و MADC3 را القا کرده، در حالی که شوری عمدتاً باعث افزایش تجمع رونوشت MADC3 شد (Mo and Pua, 2002).

منابع

- Mahajan S, Tuteja N. (2005). Cold, salinity and drought stresses: An overview. Arch. Biochem. Biophys, 24(8): 139-158.
- Mittler, R. (2002). "Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance". Trends Plant Sci, 7: 405-410.
- Foyer, C.H., & Fletcher, J.M. (2001). "Plant antioxidants: colour me healthy". Biologist, 48: 115-120.
- Vellosillo, T., Vicente, J., Kulasekaran, S., Hamberg, M., & Castresana, C. (2010). "Emerging complexity in reactive oxygen species production and signaling during the response of plants to pathogens". Plant Physiol, 154(2): 444-448.
- Sharma, P., Gujral, H. S. (2010). "Antioxidant and polyphenol oxidase activity of germinated barley and its milling fractions". Food Chem, 120(3): 673-678.
- Khakdan, F., Ranjbar, M., Nasiri, J., Shahriari Ahmadi, F., Bagheri, A., Alizadeh, H. (2016). "The relationship between antioxidant compounds contents and antioxidant enzymes under water stress in the cultivars of basil (Ocimum basilicum L.) from Iran". Acta. Physiol. Plant. 38: 1-15.
- Caverzan, A., Casassola, A., Brammer, S. P. (2016). "Antioxidant responses of wheat plants under stress. Genet". Mol. Boil, 39(1): 1-6.
- Cuevas, J.C., Lopez-Cobollo, R., Alcazar, R., Zarza, X., Koncz, C., Altabella, T., Salinas, J., Tiburcio, A.F., Ferrando, A. (2008). "Putrescine is involved in Arabidopsis freezing tolerance and cold acclimation by regulating abscisic acid levels in response to low temperature". Plant Physiol, 148: 1094-1105.
- Alcazar, R., Cuevas, J.C., Patron, M., Altabella, T., Tiburcio, A.F. (2006a). "Abscisic acid modulates polyamine metabolism under water stress in Arabidopsis thaliana". Physiol. Plant. 128: 448-455.
- Alcazar, R., Marco, F., Cuevas, J.C., Patron, M., Ferrando, A., Carrasco, P., Tiburcio, A.F., Altabella, T., (2006b). "Involvement of polyamines in plant response to abiotic stress". Biotechnol. Lett. 28: 1867-1876.
- Mo, H., Pua, E. C. (2002). "Up-regulation of arginine decarboxylase gene expression and accumulation of polyamines in mustard (Brassica juncea) in response to stress". Physiol. Plant, 114(3): 439-449.
- Liu, Q., Kasuga, M., Sakuma, Y., Abe, H., Miura, S., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K. (1998). "Two transcription factors, and DREB2, with an EREBP/AP2 DNA binding domain separate two cellular signal DREB1 transduction pathways in drought- and low-temperature-responsive gene expression respectively in Arabidopsis". Plant Cell, 10: 1391-1406.

چکیده

تنش های زیستی مانند آفات و بیماری ها و تنش های غیرزیستی از جمله سرما، گرما، خشکی، شوری، کمبود و بیش بود عناصر غذایی باعث کاهش رشد و عملکرد گیاهان می شوند. تنش سرما القاکننده فرایندهای اکسیداتیو در سلول های گیاهی بوده و توسط گونه های فعال اکسیژن (ROS) آغاز می شود و با تعداد زیادی از اجزای سلول از جمله ماکرومولکول های ضروری مانند رنگیزه های فتوسنتزی، پروتئین ها، اسیدهای نوکلئیک، لیپیدها و به ویژه غشاها به عنوان اولین جایگاه خسارت برهمکنش دارند. ROSها به عنوان شاخص خسارت سلولی، در میزان کم تا متوسط به عنوان پیام رسان های ثانویه آبخارهای سیگنالینگ درون سلولی در نظر گرفته می شوند و در پاسخ های گیاهی از جمله بسته شدن روزنه ها، مرگ برنامه ریزی شده سلولی و تحمل به تنش های محیطی مشارکت می کنند. ، با افزایش تولید ROS در گیاهان، بیان ژن های ترکیبات دفاعی و آنتی اکسیدان ها نیز افزایش یافته و منجر به افزایش تحمل گیاهان به تنش می شود و از آثار مخرب تنش جلوگیری می کند.

کلمات کلیدی: تنش سرما، گونه های اکسیژن فعال (ROS)، ترکیبات دفاعی، بیان ژن

مقدمه

تنش های زیستی مانند آفات و بیماری ها و تنش های غیرزیستی از جمله سرما، گرما، خشکی، شوری، کمبود و بیش بود عناصر غذایی باعث کاهش رشد و عملکرد گیاهان می شوند. تنش نتیجه روند غیرطبیعی فرایندهای فیزیولوژیک است که از تاثیر یک یا ترکیبی از عوامل زیستی و محیطی ایجاد می شود. تنش دمایی از جمله تنش های محیطی است که نقش موثری در پراکنش گیاهان در مناطق مختلف دارد. در حدود ۳/۲ خشکی های سطح زمین سالانه تحت شرایط دمایی پایین تر از ۲۰-۲۰ C قرار می گیرند که اهمیت مطالعه جامع آثار تنش سرما بر روی گیاهان را نشان می دهد (Mahajan and Tuteja, 2005). در پایه ریزی استراتژی مناسب برای افزایش تحمل سرما، درک سازوکارهایی که فرآیند سازگاری به سرما و تحمل به یخ زدگی / سرما را هدایت می کنند، ضروری است. علاوه بر این از آنجا که تنش سرما در برخی خصوصیات عمومی با دیگر تنش ها نظیر خشکی و شوری همسان است، تشخیص وقایعی که مختص این سازوکارها هستند، بسیار مهم است. تنش سرما القاکننده فرایندهای اکسیداتیو در سلول های گیاهی بوده و توسط گونه های فعال اکسیژن (ROS) آغاز می شود و با تعداد زیادی از اجزای سلول از جمله ماکرومولکول های ضروری مانند رنگیزه های فتوسنتزی، پروتئین ها، اسیدهای نوکلئیک، لیپیدها و به ویژه غشاها به عنوان اولین جایگاه خسارت برهمکنش دارند (Mittler, 2002). این که ROSهای سلولی به عنوان مولکول های سیگنالی فعالیت کنند و یا اینکه خسارت اکسیداتیو به سلول وارد کنند بستگی به تعادل در تولید ROSها و سامانه های حذف کننده آنها دارد. حذف موثر ROSهای تجمع یافته تحت تنش سرما نیازمند فعالیت سازوکارهای دفاعی سلول از جمله پلی آمین ها (PAS)، آنتی اکسیدان های آنزیمی و غیر آنزیمی شامل سوپراکسید دیسموتاز (SOD)، کاتالاز (CAT)، گایاکول پراکسیداز (GPX)، آنزیم های چرخه آسکوربات-گلوتاتیون مانند آسکوربات پراکسیداز (APX)، گلوتاتیون ریداکتاز (GR) و آسکوربات (AsA) و گلوتاتیون (GSH) در بافت ها، سلول ها و اندامک های سلولی است (Foyer and Fletcher, 2001).

سازوکارهای دفاعی گیاهان در برابر تنش سرما

ROSها طی فرایندهای فتوسنتز و تنفس از طریق واکنش های انتقال الکترون در کلروپلاست و میتوکندری تولید شده و طی یک سری واکنش به H₂O₂ تبدیل می شوند. همچنین H₂O₂ سلول، علاوه بر واکنش هایی با منشا آنزیمی از جمله گلیکولات اکسیداز در تنفس نوری، از طریق تجزیه PAS توسط پلی آمین اکسیداز (PAO) و دی آمین اکسیداز (DAO)، همراه با تجزیه Spm به Spd و سپس Put، نیز تولید می شود (Vellosillo et al., 2010). این ROSها با بیومولکول های زیستی از جمله لیپیدها، پروتئین ها و اسیدهای نوکلئیک واکنش داده و پراکسیداسیون لیپیدها، دناتوره شدن پروتئین ها و جهش هایی در DNA ایجاد می کنند که منجر به مختل شدن متابولیسم طبیعی گیاه و در نهایت مرگ سلول می شود. ROSها به عنوان شاخص خسارت سلولی، در میزان کم تا متوسط به عنوان پیام رسان های ثانویه آبخارهای سیگنالینگ درون سلولی در نظر گرفته می شوند و در پاسخ های گیاهی از جمله بسته شدن روزنه ها، مرگ برنامه ریزی شده سلولی و تحمل به تنش های محیطی مشارکت می کنند به نظر می رسد مابین ROSها، H₂O₂ بدلیل پایداری و نیمه عمر بالاتر برای انتقال پیام از بقیه فرم های فعال اکسیژن مناسب تر باشد. گیاهان از سامانه های مختلف دفاعی از جمله افزایش فعالیت آنتی اکسیدان های آنزیمی و غیر آنزیمی، تجمع PAS، آمینواسیدهای آزاد و کربوهیدرات ها برای حذف و یا کاهش تجمع ROSها استفاده می کنند (Sharma et al., 2010).