مطالعه تغییرات میزان آنزیم‌های پراکسیداز، آسکوربات پراکسیداز و کاتالاز در دو رقم سویا (*Glycine max* L. merr) تحت تنش آبی

*حسن مدرس زاده، محمدعلی رضایی، مه‌لقا قربانلی

گروه زیست‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان

چکیده

رقم‌های مختلف از یک گونه، آنزیم‌های مختلفی را به منظور مقابله با تنش فعال می نمایند که شامل سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، پراکسیداز، گلوتاتیون ردوکتاز، آسکوربات پراکسیداز بوده و نقش مهمی را در دفاع از گیاهان در برابر انواع اکسیژن واکنشگربازی می‌کنند. هدف از این پژوهش، مطالعه تفاوت رفتاری آنزیم‌های پراکسیداز، کاتالاز وآسکوربات پراکسیداز در دو رقم سویا شامل پرشینگ و DPX در برابر تنش خشکی و غرقابی وبررسی اثر تنش‌های مختلف آبی بر روی میزان فعالیت آنزیم‌های مذکور بود. درنتیجه آزمایشی در شرایط گلدانی انجام گرفت و تیمارهای آبی۲۰، ٤٠، ٦٠ و۸۰ درصد ظرفیت اشباع آب خاک بر روی آنها اعمال گردید. فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی تفاوتهایی را از نظر نوع تنش و نوع اندام نشان دادند، به نحوی که فعالیت آنزیم پراکسیداز در ریشه و گرهک تحت دو تنش غرقابی و خشکی افزایش یافت، اما در برگ فعالیت آنزیم تحت تنش خشکی و غرقابی تفاوت معنی‌داری را نشان نداد و تنها در رقم پرشینگ، فعالیت آنزیم در تنش خشکی افزایش معنی‌داری را نشان داد. فعالیت آنزیم کاتالاز در دو اندام برگ و ریشه در رقم DPX در تنش غرقابی و در رقم پرشینگ در تنش خشکی افزایش یافت و در سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز در برگ به ازاء کاهش میزان آبیاری کاهش یافت، اما در ریشه فعالیت آنزیم نامبرده در رقم DPX تحت تنش غرقابی و در رقم پرشینگ تحت تنش خشکی افزایش معنی‌داری را نشان داد. نتایج مطالعات مشخص نمود که فعالیت آنزیم می تواند با توجه به نوع رقم، نوع تنش وحتی نوع اندام مورد مطالعه متفاوت باشد

کلمات کلیدی: آسکوربات پراکسیداز، پراکسیداز، تنش آبی، سویا، کاتالاز

مقدمه

تنش خشکی موجب افزایش تولید انواع اکسیژن واکنشگر و در نتیجه افزایش دفاع آنتی‌اکسیدانی می‌شود (Smirnoff, 1993). همچنین کمبود شدید آب باعث اختلال در ارتباط بین پروتئین‌ها و لیپیدهای غشایی شده و منجر به کاهش فعالیت آنزیمی و ظرفیت انتقالی در دو لایه لیپیدی غشاء می‌شود (Yordanov et al., 2003).

اثر تنش خشکی بر روی پاسخ‌های آنتی‌اکسیدانی در تعدادی از گیاهان مانند گندم، برنج، سیب‌زمینی، علف‌های وحشی، گوجه‌فرنگی و ذرت مطالعه شده است. مطالعات

*e.mail: hasan_jelin@yahoo.com

نشان می‌دهد که پاسخ‌های اکسیدانی به حساسیت و مقاومت رقم‌های مورد مطالعه مربوط است (Alexieva et al., 2001). تحریک فعالیت‌های لیپولیتیک در گونه‌های حساس به خشکی در مقایسه با گونه‌های مقاوم به خشکی بیشتر است (Yordanov et al., 2003).

H_2O_2 به دلیل داشتن اثرات اکسیداتیو در متابولیسم گیاهان مضر بوده و توسط فعالیت کاتالاز از بین می‌رود. کاتالازها از سلول‌ها در برابر اثرات H_2O_2 محافظت کرده و نقش مهمی در افزایش مقاومت به استرس اکسیداتیو در شرایط نرمال بر عهده دارند (Ames و همکاران، ۱۹۹۳).

Halliwell & Cuteridge (۱۹۹۰) گزارش کردند که در محصولات دانه روغنی نظیر آفتابگردان، میزان رادیکال‌های آزاد نظیر سوپراکسید و پراکسید در بافت‌ها تحت تنش خشکی افزایش می‌یابد. در نتیجه باعث تخریب لیپیدها در گیاه شده و میزان بازدهی آن را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

مطالعات نشان داده است که درتنش خشکی فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز در نخود مهار شده، اما باعث تحریک فعالیت آنزیم پراکسیداز گردید. در گندم نیز اعمال تنش خشکی، باعث سرکوب فعالیت هر سه آنزیم مذکور گردید (Alexieva et al., 2001).

همچنین آزمایشات انجام شده بر روی ذرت نشان داد تنش خشکی اثر کمی بر روی فعالیت آنزیم‌های سرکوب کننده H_2O_2 مانند آسکوربات پراکسیداز و گلوتاتیون ردوکتاز در سلول‌های مزوفیل، غلاف آوندی و کل بافت برگ داشته است (Brown, 1995). تنش آبی باعث افزایش ABA شده و ABA به عنوان یک سیگنال استرس عمل می‌کند و نقش مهمی در تنظیم پاسخ گیاهی در کل گیاه تا سطح سلول، بازی می‌کند (Jiang & Zhang, 2002). اسید آبسیزیک موجب افزایش تولید O_2^- (Jiang & Zhang, 2001)، H_2O_2 (Zhang et al., 2001) و القاء بیان ژن‌های کد کننده MnSOD و CuZn SOD (Kaminaka et al., 1999) و CAT (Guan et al., 2000) می‌شود.

مطالعات Baisak و همکاران (۱۹۹٤) بر روی برگ‌های اولیه گندم با استفاده از PEG نشان داد که تنش آبی باعث افزایش در میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در آغاز آزمایش گردید، اما با گذشت زمان، فعالیت آن کاهش یافت. میزان فعالیت آسکوربات پراکسیداز نیز در زمان مواجهه گیاه با تنش ملایم افزایش داشته، اما میزان فعالیت آن در برابر تنش شدید آبی کاهش یافت (Baisak et al., 1994).

نتایج مطالعات Habibi و همکاران (۲۰۰۲) بر روی پنج رقم آفتابگردان در دو سطح شاهد و تنش خشکی تفاوت معنی‌داری از نظر میزان فعالیت سوپر اکسید دیسموتاز، کاتالاز و گلوتاتیون پراکسیداز در سطح ($P<0/01$) نشان داد، به نحوی که فعالیت همه آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در همه رقم‌های موردمطالعه تحت تنش خشکی افزایش داشت، اما ارتباط مثبتی بین ثبات محصول و فعالیت سه آنزیم در رقم‌ها وجود نداشت. در یکی از رقم‌های مورد مطالعه (Record) که بالاترین میزان فعالیت سوپر اکسید دیسموتاز را از خود نشان داد، کمترین درصد جوانه‌زنی و بازدهی محصول در بین سایر رقم‌ها داشته و نتیجه گرفتند که انتخاب رقم مقاوم به خشکی با استفاده از آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان ممکن نیست. (Casano et al., 1997). نتایج نشان داده است که در گیاهان مقاوم به شرایط آنوکسی (فقدان اکسیژن) بعد از تیمار با فقدان اکسیژن، فعایت آنزیم‌های مونودهیدروآسکوربات ردوکتاز (MDHAR) و دهیدروآسکوربات ردوکتاز (DHAR) افزایش یافته است (Biemelt et al., 1998). مطالعات انجام شده بر روی سویا نشان داد که تنش آنوکسیک (anoxic) به مدت یک تا ۲ ساعت تولید سوپراکسید را افزایش داد (Vantoai & Bolles, 19991). آزمایشات انجام شده بر روی ذرت نشان داد که غرقابی باعث کاهش کلروفیل و پراکسیداسیون لیپید شده، بنابراین تولید سوپراکسید و H_2O_2 در برگ افزایش می‌یابد.

درکوتاه مدت، غرقابی فعالیت سوپر اکسید دیسموتاز، کاتالاز، گلوتاتیون ردوکتاز و آسکوربات پراکسیداز را افزایش داده اما در بلند مدت فعالیت این آنزیم‌ها کاهش می‌یابد. تجمع زیاد سوپراکسید بدلیل کاهش فعالیت سوپر اکسید دیسموتاز تحت تنش غرقابی مشخص شده است (Yan et al., 1996). در دانه‌رست‌های برنج، فعالیت سوپر اکسید دیسموتاز افزایش معنی‌داری در شرایط غرقابی نشان نداد (Ushimaru et al., 1999). بطور کلی آنزیم‌ها رفتارهای متفاوتی در برابر تنش‌ها از خود نشان می دهند و رقم‌های مختلف از یک گیاه نیز می‌تواند چنین رفتار متفاوتی را ایجاد نمایند. لذا تحقیقی به منظور مطالعه رفتار آنزیم‌های پراکسیداز، کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز در دو رقم سویا صورت پذیرفت.

مواد و روشها

بذرهای دو رقم سویا شامل پرشینگ و DPX از ایستگاه تحقیقات کشاورزی استان گلستان تهیه و سپس بذور هر یک از رقم‌ها به تعداد 10 عدد بطور جداگانه در داخل ٤٨ گلدان به ابعاد ٢٤×٢٤×٢٤cm کشت داده شدند. خاک درون آن بر اساس آزمایش تجزیه خاک دارای بافت silt-clay و pH حدود ٧/٩ بود. بعد از مشخص کردن ظرفیت اشباع آب خاک، تیمارهای ٨٠ درصد (غرقابی) ٦٠ (شاهد)، ٤٠و٢٠ درصد (خشکی) ظرفیت اشباع در نظر گرفته شد و برای هر یک از تیمارها در هر رقم تعداد ١٢ گلدان انتخاب گردید. گلدان‌ها در محیط آزاد و مناسبی قرار گرفتند. آبیاری نمونه‌ها بر اساس تیمارهای مذکور بعد از ظهور دانه رست‌ها و برگ‌های اولیه تک برگچه ای در روز هشتم بعد از کشت به فواصل ٥ روز در میان انجام شد و تا مرحله پر شدن دانه ادامه یافت. سنجش مربوط به فعالیت آنزیم ها در روز پانزدهم بعد از کشت انجام گردید. فعالیت آنزیم پراکسیداز با استفاده از روش (Koroi, 1989)، آنزیم کاتالاز با روش (Chance and Maehly, 1995) و آنزیم آسکوربات پراکسیداز نیز با روش (Arrigoni et al., 1994) مورد سنجش قرار گرفت. محاسبات آماری نمونه‌ها بصورت فاکتوریل در قالب کاملاً تصادفی و با ٤ تکرار صورت گرفت و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از روش دانکن و مراحل تنظیم متن و رسم نمودارها به ترتیب با استفاده از نرم‌افزار Excel و Word انجام شدند.

نتایج

فعالیت پراکسیداز

نمودار ١،٢،٣ تغییرات فعالیت آنزیم پراکسیداز برگ، ریشه و گرهک را در دو رقم پرشینگ و DPX نشان می‌دهد.

برگ

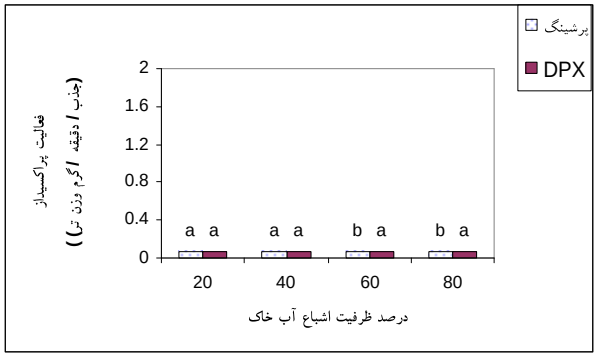
در رقم پرشینگ، مقادیر پایین‌تر آبی (٢٠ و ٤٠درصد) افزایش معنی‌داری را از نظر میزان فعالیت پراکسیداز نشان داد اما در رقم DPX، فعالیت پراکسیدازی بین سایر تیمارها، تفاوت معنی‌داری را نشان نداد ($p<0/05$). در مقایسه بین دو رقم نیز تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مشابه، مشاهده نشد (نمودار ١).

ریشه

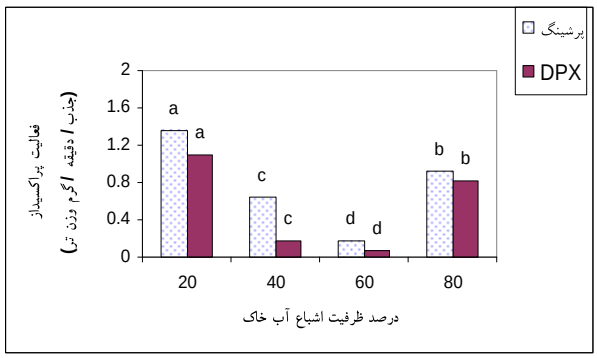
در هر دو رقم بیشترین و کمترین میزان فعالیت آنزیم به ترتیب مربوط به تیمار ٢٠درصد (خشکی) و ٦٠ درصد بوده است. همچنین فعالیت آنزیم در هر دو رقم، بیشتر تحت تاثیر تنش آبی ٨٠ درصد (غرقابی) و ٢٠ درصد (خشکی) قرار گرفته است (نمودار ٢).

گرهک

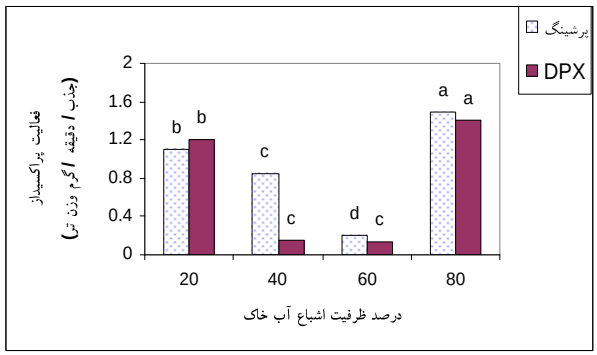
بررسی نتایج نشان داد که در هر دو رقم بالاترین میزان فعالیت آنزیم در تیمار ٨٠ درصد (غرقابی) بوده است. همچنین در رقم پرشینگ، فعالیت آنزیم در مقادیر پایین‌تر آبی (٤٠ و ٢٠درصد)، تحت تاثیر تنش آبی قرار گرفته و در مقایسه با تیمار ٦٠ درصد، افزایش چشمگیری را نشان می‌دهد. در مقایسه بین دو رقم نیز فعالیت آنزیم در تیمارهای مشابه، اختلاف معنی‌داری نشان ندادند، به غیر از تیمار ٤٠ درصد که رقم پرشینگ، افزایش چشمگیری نسبت به رقم DPX در تیمار مشابه نشان داد (نمودار ٣).



نمودار ۱: تغییرات میزان فعالیت پراکسیداز برگ در دو رقم پرشینگ و DPX



نمودار ۲: تغییرات میزان فعالیت پراکسیداز ریشه در دو رقم پرشینگ و DPX



نمودار ۳: تغییرات میزان فعالیت پراکسیداز گرهک در دو رقم پرشینگ و DPX

آسکوربات پراکسیداز

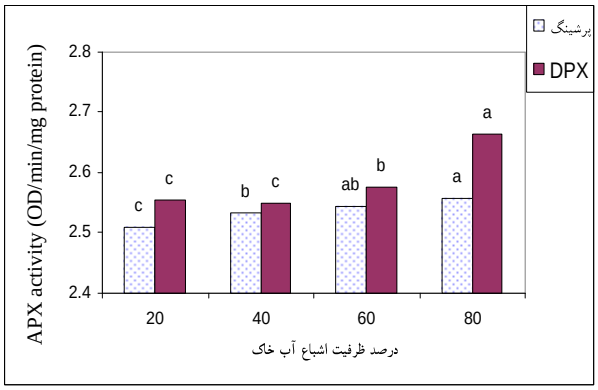
نمودار ٤ و ٥ فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز را در دو اندام برگ و ریشه نشان می‌دهد.

برگ

در هر دو رقم، کاهش میزان آبیاری، کاهش معنی‌داری را از نظر میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز نشان داد ($p<0/05$) و در مقایسه بین دو رقم فعالیت آنزیم، رقم DPX در همه تیمارها بویژه در تیمار ۸۰درصد (غرقابی) و ۲۰درصد (خشکی) در مقایسه با رقم پرشینگ بیشتر بود (نمودار ٤).

ریشه

در هر دو رقم، تیمار ٦٠ درصد کاهش معنی‌داری را نسبت به سایر تیمارها نشان داد ($p<0/05$) و بیشترین میزان فعالیت آنزیم در رقم DPX در تیمار ۸۰درصد و در رقم پرشینگ در تیمار ۲۰ درصد در مقایسه با سایر تیمارها مشاهده گردید (نمودار ٥).



نمودار ٤: تغییرات میزان فعالیت آسکوربات پراکسیداز (APX) برگ در دو رقم پرشینگ و DPX

نمودار ٥: تغییرات میزان فعالیت آسکوربات پراکسیداز (APX) ریشه در دو رقم پرشینگ و DPX

کاتالاز

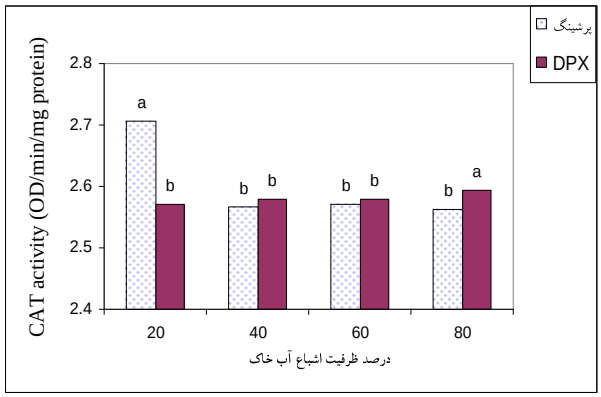
نمودار ٦ و ٧، فعالیت آنزیم کاتالاز را در دو اندام برگ و ریشه نشان می‌دهد.

برگ

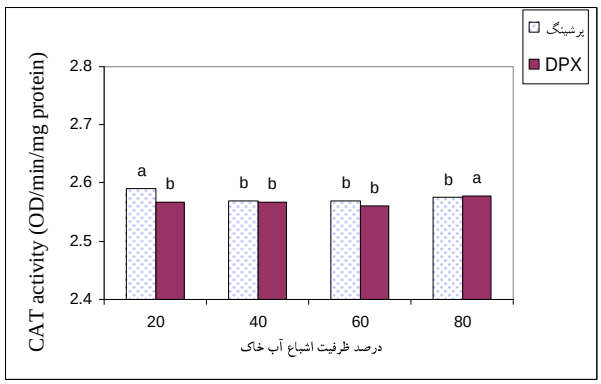
در رقم پرشینگ، میزان فعالیت آنزیم در تیمار ۲۰درصد افزایش معنی‌داری را نشان داد اما تفاوت معنی‌داری بین سایر تیمارها مشاهده نشد. در رقم DPX، تیمار ۸۰ درصد (غرقابی)، افزایش معنی‌داری را نشان داد ($p<0/05$)، اما تفاوت معنی‌داری بین سایر تیمارها مشاهده نشد (نمودار ٦).

ریشه

در رقم پرشینگ، فعالیت آنزیم در تیمار ۲۰درصد، افزایش معنی‌داری را نشان داد ($p<0/05$)، اما تفاوت معنی‌داری بین سایر تیمارها مشاهده نشد. در رقم DPX، تیمار ۸۰ درصد (غرقابی) افزایش معنی‌داری را نشان داد ($p<0/05$)، اما تفاوت فعالیت آنزیم در بین سایر تیمارها معنی‌دار نبود (نمودار۷).



نمودار ٦: تغییرات میزان فعالیت کاتالاز (CAT) برگ در دو رقم پرشینگ و DPX



نمودار ۷: تغییرات میزان فعالیت کاتالاز (CAT) ریشه در دو رقم پرشینگ و DPX

تغییرات میزان آنزیم در هر دو اندام برگ و ریشه مشابه بود، به نحوی که در هر دو اندام، بالاترین فعالیت آنزیم در رقم DPX در تیمار ۸۰درصد و در رقم پرشینگ در تیمار ۲۰درصد (خشکی) مشاهده گردید.

بحث و نتیجه‌گیری

میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان مورد مطالعه با توجه به نوع رقم و شدت تنش، تفاوت‌هایی را نشان داد که با اظهارات Alexieva و همکاران (۲۰۰۱) مطابقت دارد. آنان بیان کردند که پاسخ‌های اکسیداتیو گیاهان به حساسیت و مقاومت رقم‌های مورد مطالعه، مربوط است. همچنین در پژوهش حاضر، مشخص گردید که فعالیت آنزیمی با توجه به نوع اندام نیز تفاوت آشکاری را نشان دادند.

در هر دو رقم، فعالیت آنزیم‌های آسکوربات پراکسیداز در برگ، با کاهش میزان آبیاری کاهش یافت و تیمار ۸۰ درصد (غرقابی) بالاترین میزان فعالیت آنزیمی را از خود نشان داد. به نظر می‌رسد هر دو رقم به منظور مقابله با تنش اکسیداتیو ایجاد شده در اثر تنش خشکی در برگ از دیگر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان استفاده کرده، همچنان که مشاهده گردید در رقم پرشینگ، فعالیت آنزیم‌های CAT و POX در مقادیر پایین‌تر آبی، افزایش یافته است.

در ریشه فعالیت آنزیمی آسکوربات پراکسیداز در سایر تیمارها نسبت به تیمار ٦۰ درصد افزایشی را نشان داد و از نظر رفتار آنزیمی دقیقاً مشابه آنزیم کاتالاز در ریشه بوده است، به نحوی که در رقم DPX دارای بالاترین میزان فعالیت در تیمار ۸۰ درصد بوده و این در حالی است که بالاترین میزان فعالیت آن در رقم پرشینگ در تیمار ۲۰ درصد بوده است. به نظر می‌رسد که رقم پرشینگ به ازاء مقادیر پایین‌تر آبی تحت تاثیر قرار گرفته، اما رقم DPX در شرایط افزایش بیش از حد آب (غرقابی) واکنش نشان می‌دهد.

رقم DPX در مقادیر پایین‌تر آبی در اندام برگ افزایشی در فعالیت CAT و POX نشان نداد و به نظر می‌رسد علت این امر، استفاده از مکانیسم‌هایی باشد که منجر به افزایش جذب آب شده و تاثیر تنش خشکی را در این رقم مهار کرده

است از طرفی ممکن است فعالیت آنزیم‌های نامبرده در آستانه‌های بالاتری از تنش خشکی تحریک گردد.

در رقم پرشینگ، فعالیت کاتالازی در هر دو اندام برگ و ریشه تحت تیمار ۲۰ درصد که تنش خشکی محسوب می‌گردد، افزایش یافته، در حالی که سایر تیمارها فعالیت آنزیمی یکسان و مشابهی را نشان دادند، اما در رقم DPX چنین مساله‌ای دقیقاً در تیمار ۸۰ درصد (تنش غرقابی) مشاهده شد و در سایر تیمارها فعالیت آنزیمی مشابه بوده است. آنچه قابل ملاحظه است، این است که در هر دو رقم در دو تیمار ٤٠ و ٦٠ درصد که می‌توان آنها را به ترتیب به عنوان شاهد و تنش ملایم آبی درنظر گرفت، فعالیت آنزیمی ثابت بوده ونشان دهنده آن است که این آنزیم تحت تاثیر تنش‌های شدیدتر و جدی‌تر افزایش می‌یابد که با اظهارات Wassmann و همکاران (۲۰۰٤) مبنی بر تحت تاثیر قرار گرفتن آنزیم کاتالاز در تنش شدید هماهنگ است و نقش محافظتی را در سلول‌ها به منظور مقابله با H_2O_2 به عهده دارد.

نتایج مطالعات Vantoai and Bolles (۱۹۹۱) بر روی گیاه سویا نشان داد که تنش غرقابی باعث افزایش تولید رادیکال سوپراکسید می‌شود. از طرفی نتایج مطالعات بسیاری از محققین مانند (Zhnag et al., 2001 ؛Smirnoff, 1993) نشان داد که تنش خشکی باعث افزایش تولید انواع اکسیژن‌های واکنش‌گر نظیر H_2O_2 شده است و چنین مساله‌ای منجر به پاسخ اکسیداتیو در گیاه شده تا بتواند جلوی آسیب ناشی از انواع اکسیژن واکنشگر را بگیرند. بنابراین به نظر می‌رسد علت عدم افزایش فعالیت کاتالازی در تیمار ۲۰ درصد در رقم DPX و تیمار ۸۰ درصد در رقم پرشینگ که هر دو تنش محسوب می‌شوند، به دلیل استفاده از دیگر آنزیم‌های سرکوب‌گر ROS بوده و مقابله با تنش‌های مذکور وابسته به فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی نظیر POX و APX بوده و نشان‌دهنده آن است که فعالیت کاتالازی می‌تواند با توجه به نوع رقم و نوع تنش متفاوت باشد.

نتایج متناقضی از فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان تحت تنش خشکی در گیاهان مختلف گزارش شده است. مطالعات انجام شده بر روی نخود و گندم نشان داده است که در تنش خشکی، فعالیت CAT و SOD مهار شده، اما فعالیت پراکسیداز افزایش یافته است در گندم نیز فعالیت هر سه آنزیم کاهش یافت (Alexieva et al., 2001).

در پژوهش حاضر نیز مشخص گردید که فعالیت آنزیم پراکسیداز در ریشه در سایر تیمارها نسبت به تیمار ٦٠ درصد که می‌توان آن را به عنوان شاهد درنظر گرفت، تحت تاثیرقرار گرفته، به ویژه در تیمار ۸۰ درصد (غرقابی) و ۲۰ درصد (خشکی) که افزایش چشمگیری را نشان دادند.

Dalton و همکاران (۱۹۹۳) فعالیت آسکوربات پراکسیداز را در میتوکندری جدا شده از گرهک سویا نشان دادند. همچنین Becana و همکاران (۲۰۰۰) بیان داشتند که انواع اکسیژن واکنشگر در تمامی مراحل نمو گرهک از آغاز تشکیل تا مرحله پیری دخالت دارند. در پژوهش حاضر نیز وجود فعالیت پراکسیدازی در گرهک در هر دو رقم به ویژه در دو تیمار ۸۰ درصد (غرقابی) و ۲۰ درصد (خشکی) نشان دهنده تولید انواع اکسیژن واکنشگر بوده که منجر به افزایش فعالیت این آنزیم گشته است. همچنین وجود فعالیت پراکسیدازی برگ در مقادیر پایین‌تر آبی در رقم پرشینگ، نشان دهنده استفاده رقم نامبرده از مکانیسم دفاعی آنتی‌اکسیدانی به منظور مقاومت در برابر تنش خشکی است که با نتایج مطالعات Ajay و همکاران (۲۰۰۲) مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری نهایی

بطور کلی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که آنزیم‌ها تفاوت رفتاری متفاوتی را با توجه به نوع و شدت تنش از خود نشان می‌دهند. همچنین مشخص گردید که در شرایط تنش یکسان، رقم‌های مختلف از یک گونه، آنزیم‌های مختلفی را به منظور مقابله با آن فعال نموده و در یک رقم نیز، نوع و شدت تنش می‌تواند نوع خاصی از آنزیم را سنتز یا فعال کرده و حتی میزان فعالیت آنزیم‌ها با توجه به نوع اندام می‌تواند متفاوت باشد. به عبارت دیگر می‌توان گفت که نوع آنزیم می‌تواند با توجه به نوع رقم، نوع تنش وحتی نوع اندام مورد مطالعه متفاوت باشد.

Reference

Ajay, A., Sairam, R.K., and Srivasta, G.C., (2001). Oxidative stress and antioxidative system in plants current science, Vol, 82, No, 10, Pp. 1227-1238.

Alexieva, V., sergiev, I., Mapelli, S. and Karanov, E. (2003). The effect of drought and ultraviolet radiation on growth and stress markers in pea and wheat. Plant, cell & environment, Vol, 24, Issue 12, page, 1337.

Ames, B.N., Shigena, M.K., and Hegen, T.M., (1993). Oxidants, antoxidants and the degenerative sidease of aging. Proc. Nat. Acad. Sci. USA. 90: 7915-7922.

Arrigoni, O. (1994). Ascorbate system in planty development.J. Bioenergy. Biomember, 26: 407-419.

Baisak, R., Rana, D., Acharya, R.B.B., and Kar, M., (1994). Alterations in the activities of active oxygen scavenging enzymes of wheat leaves subjected to water stress. Plant and cell physiology, Vol. 35, No.3, pp. 349-495.

Becana, M., Dalton, D.A., Moran, J.F., Iturbe-ormaetxe, I., Matamoros, M.A., and Rubio, M.C., (2000). Reactive oxygen species and antioxidants in legume nodules. Physiol. Plant. 109: 372-381.

Biemeit, S., Keetman, U., and Alberchnt, G., (1998). Re-aeration following hypoxia or anoxia leads to activation of the antioxidative defense system in roots of wheat seedling. Plant phyiol. 116: 651-658.

Brown, P.S., Knierel, D.P., and Pell, E.J., (1995). Effects of moderate drought on ascorbate peroxidase and glutathione reductase activity in mesophyll and bundle sheat cell of maize. Physiologia palntarum, 95(2), 274-280.

Chance, B., and Maehly, C., (1995). Assay of catalase and peroxidase. Method enzymol, 11:764-775.

Dalton, D.A., (1995). Antioxidant defenses of plants and fungs: pages 298-355. In: oxidative stress and antioxidant defenses in biology. S. Ahmed ed. Chapman and Hall, New York.

Guan, L., Zhao, and Scandalios, J.G., (2000). Cis-elements and trans-factors that regulate expression of the maize cat1 antioxidant gene in response to ABA and osmotic stress: H_2O_2 is the likely intermediary signaling molecular for the response. The plant journal, 22, 87-95.

Habibi, D., Boojar, M.M.A., Mahmoudi, A., Ardakani, M.R., and Teleghani, D., (2000). (4^{th} International) crop science congress. Antioxidative enzymes in sunflower subjected to drought stress.

Halliwell, B., and Cutteridge, J.M.C., (1989). Free radicals and catalyctic metalions. Methods enzymes, 186: 1-16.

Jiang, M., and Zhang, J., (2001). Effects of abscisic acid on active oxygen species, antioxidative defense system and oxidative damage in leaves of maize seedling. Plant and cell physiology, 42, 1263-1273.

Jiang, M., and Zhang, J., (2002). Water stress-induced abscisic acid accumulation triggers the increased generation of reactive oxygen species and up-regulates the activities of antioxidant enzymes in maize leaves. Journal of Exp. Bot. Vol. 53, No. 379, Pp. 2401-2410.

Kaminaka, H., Morita, S., Tokumoto, M., Masumura, T., and Tanaka, K., (1999). Differential gene expression of rice superoxide dismutase isoforms to oxidative and environmental stresses. Free radical research, 31, Pp. 219-225.

Koroi, S.A., (1989). Gelelektrophers tische and spectral photometrischoe unter uchungen zomeinfifss der temperature auf straktur and aktritat der amylase and peroxidase isoenzyme, physiol. Veg., 1989, 20:15-23.

Smirnoff, N., (1993). The role active oxygen in the response of plants to water deficit and desiccation. New phytologist, 125, 27-58.

Ushimaru, T., Kanematsu, S., Shibasaka, M., and Tsuhi, H., (1999). Effects of hypoxia on the antioxidative enzymes in aerobically grown rice (Oryza sativa) seedlings. Physiologia plantarum, 107: 181-187.

Van toai, T.T., and Bolles, C.S., (1991). Postanoxic injury in soybean (*Glycin max*) seedling. Plant physiology. 97: 288-592.

Wassmann, S., Wassmann, K., and Nickenig, G., (2004). Modulation of Oxidant and Antioxidant Enzyme Expression and Function in vascular cells. American heart association Hypertension, 44: 381.

Yan, B., Dai, Q., Liu, X., Hung, S., and Wang, Z., (1996). Flooding induced membrane damage, lipid oxidation and activated oxygen generation in corn leaves. Plant and soil, 179: 261-268.

Yordanov, I., Velikana, V., and Tsonev, T., (2003). Plant responses to drought and stress tolerance. Bulg, J., plant physiol, special issue, 187-206.

Study of content alterations of peroxidase, ascorbate peroxidase and catalase activity in two soybean cultivars (*Glycine max* L. merr) under water stress

Modareszadeh, H., Ghorbanli, M., Rezaei, M

Department of plant Biology, Islamic Azad University Gorgan Branch, Gorgan, Iran

Abstract

Different cultivars of one species activate various enzymes such as superoxide dismutase, catalase, peroxidase, glutathione reductase and ascorbate peroxidase in order to defense against the water stress.These enzymes have important role in plant defense against the reactive oxygene species. In this study, behavior different of peroxidase, ascorbate peroxidase and catalase and effects of water stress on activity of them against drought and flooding were investigated in two soybean cultivars (Glycine max L. cv. Pershing and cv. DPX). An experiment was carried out under potting conditions and 4 treatments (20, 40, 60 and 80% of water saturation capacity) were used. Antioxidant enzymes indicated differences with stress and organ. Peroxidase activity increased in nodule and root under drought and flooding stress but in leaf, peroxidase activity increased in lower water contents (20 and 40%) and in DPX, significant difference did not shown in the all. In both studied organs, catalase activity increased in flooding and drought, in DPX and Pershing, repectively but significant difference did not shown in other treatment. In the leaf, ascorbate peroxidase activity decreased with decreasing in irrigation but in root, its activity indicated significant increaseing in flooding and drought, in DPX and Pershing, repectively. Results indicated that enzymetic activity can vary by cultivar, stress and organ type, too.

Keywords: Ascorbate peroxidase, Catalase, Peroxidase, Soybean and Water Stress