نقش انتقال مجدد در عملکرد غلات

کبری خدابنده لو[1]، دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی گیاهی

غلات سهم عمده‌ای در تأمین نیاز غذایی بشر دارند و با افزایش جمعیت جهان در سالهای اخیر، اهمیت تولید آن‌ها افزایش یافته است. گندم اولین غله و مهم‌ترین گیاه زراعی دنیاست که به دلیل دارا بودن خاصیت نانوایی نقش بسیار مهمی در جیره غذایی مردم سراسر دنیا ایفا می‌کند. همچنین منبع بزرگی از پروتئین برای تغذیه انسان بوده و نسبت به سایر غلات پروتئین بیشتری دارد. گندم به‌عنوان غله‌ای سازگار در اقلیم‌های متنوع کشت می‌شود؛ و بیشترین سطح زیر کشت را بین محصولات زراعی در ایران به خود اختصاص داده است.

در اغلب مناطق گندم خیز به‌ویژه در مناطق با آب‌وهوای مدیترانه‌ای مانند ایران، زراعت گندم در دوره پر شدن دانه با تنش خشکی و گرما مواجه شده و این تنش انتهایی با تأثیر بر وزن دانه، سبب کاهش شدید عملکرد دانه می‌شود.

رشد و تولید دانه در گندم تابع سه منبع کربن زیر است:

۱) آسیمیلاسیون جاری

۲) انتقال آسیمیلاتهای ذخیره‌شده که قبل از گلدهی در ساقه ذخیره می‌شوند.

۳) انتقال آسیمیلاتهای ذخیره‌شده موقت در ساقه که بعد از گلدهی ذخیره می‌شوند.

نسبت آسیمیلاتهای ذخیره شده در ساقه تا پیش از گلدهی به عملکرد دانه تحت شرایط کشت آبی، از ۱۰ درصد تا ۲۱ درصد و حتی تا ۶۲ درصد گزارش‌شده است. محققان از این پدیده به‌عنوان خاصیت بافری ساقه نام‌برده اند. البته واردلاو و ویلن برینک گزارش کرده‌اند که سهم کربوهیدرات‌های ذخیره‌ای در پر شدن دانه ۱۵-۵ درصد است و پاپاکوستا و گاگیاناس در مطالعه بر روی ۴ رقم گندم، کارایی انتقال ماده خشک یعنی بخشی از وزن ساقه که به دانه انتقال می‌یابد را بین ۳/۲ تا ۳۶ درصد و سهم مواد فتوسنتزی پیش از گرده‌افشانی را بین ۶ تا ۷۳ درصد ذکر کرده‌اند.

زراعت گندم در مناطق کم آب، نیمه‌خشک و خشک نیاز بیشتری به آسیمیلاتهای ذخیره‌شده قبل از گلدهی برای پر شدن دانه دارد. چراکه در شرایط خشکی انتهایی، میزان فتوسنتز سریعاً کاهش‌یافته و بدین ترتیب آسیمیلاتهای جاری برای پر کردن دانه کافی نخواهند بود.

آسیمیلاتهای ذخیره‌شده در ساقه گندم که به دانه منتقل می‌شوند عبارت‌اند از: کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی و کربوهیدرات‌های قابل حل در آب مانند گلوکز، فروکتوز و ساکارز.

اما مهم‌ترین فرم ذخیره‌ای کربوهیدرات‌های محلول در گندم فروکتان می‌باشد. همچنین گلوکز، فروکتوز، ساکارز و سایر الیگوساکاریدها نیز می‌توانند در ساقه گندم تجمع یابند. کربوهیدرات‌های محلول می‌توانند در پوسته ساقه و برگ غلات تجمع پیدا کنند؛ و در گندم به‌عنوان ذخایر موقت کربوهیدرات در زمان طویل شدن ساقه و مرحله اول پرشدن دانه استفاده می‌شود و از غلاف ساقه و برگ بعد از آغاز پرشدن دانه‌ها متحرک می‌شوند و به‌طور بالقوه می‌توانند حدود ۲۰ درصد به عملکرد دانه در شرایط عادی کمک کنند و تحت شرایط تنش خشکی بالا نیز می‌توانند تا ۵۰ درصد به عملکرد دانه کمک کند چرا که عملکرد دانه غلات در شرایط خشکی انتهایی و محیط‌های گرم به‌شدت وابسته به ذخایر کربن ساقه است. این به این دلیل است که عرضه کربن از فتوسنتز در طول تنش خشکی به علت بسته شدن روزنه‌ها در برگ‌ها و هماهنگی ژن‌های درگیر در چرخه کالوین کاهش می‌یابد.

تنوع در غلظت کربوهیدرات‌های محلول ساقه در ژنوتیپ های گندم یکی از عوامل ژنتیکی است که بر وزن و عملکرد دانه در شرایط خشکی انتهایی و محیط‌های گرم اثر می‌گذارد.

1. Khodabande74@ut.ac.ir

در زمان حداکثر محتوای کربوهیدرات‌های محلول در ساقه گندم، فروکتان و ساکارز به ترتیب ۸۰٪ و ۱۰۰٪ کل کربوهیدرات‌های محلول در میانگره ساقه را تشکیل می‌دهند که این فروکتان ها بر پایه فروکتوز بوده و از ساکارز سنتز می‌شوند. فروکتان های گندم عمدتاً از نوع فروکتان های گرامینان می‌باشد که با پیوندهای (۱ و ۲) β و (۶ و ۲) β پیوند یافته‌اند. لذا مقدار گلوکز، فروکتوز و ساکارز در مقایسه با فروکتان بسیار اندک بوده و در طی مدت ذخیره‌سازی غلظت آن‌ها ثابت و یا کم می‌شود.

تجزیه فروکتان به‌منظور استفاده از انرژی ذخیره شده در آن توسط آنزیم فروکتان هیدرولاز انجام می‌شود. دو نوع آنزیم فروکتان هیدرولاز شناخته‌شده است که عبارت‌اند از:

۱- اگزو هیدرولاز که باعث جداسازی فروکتوزهای انتهایی می‌گردد.

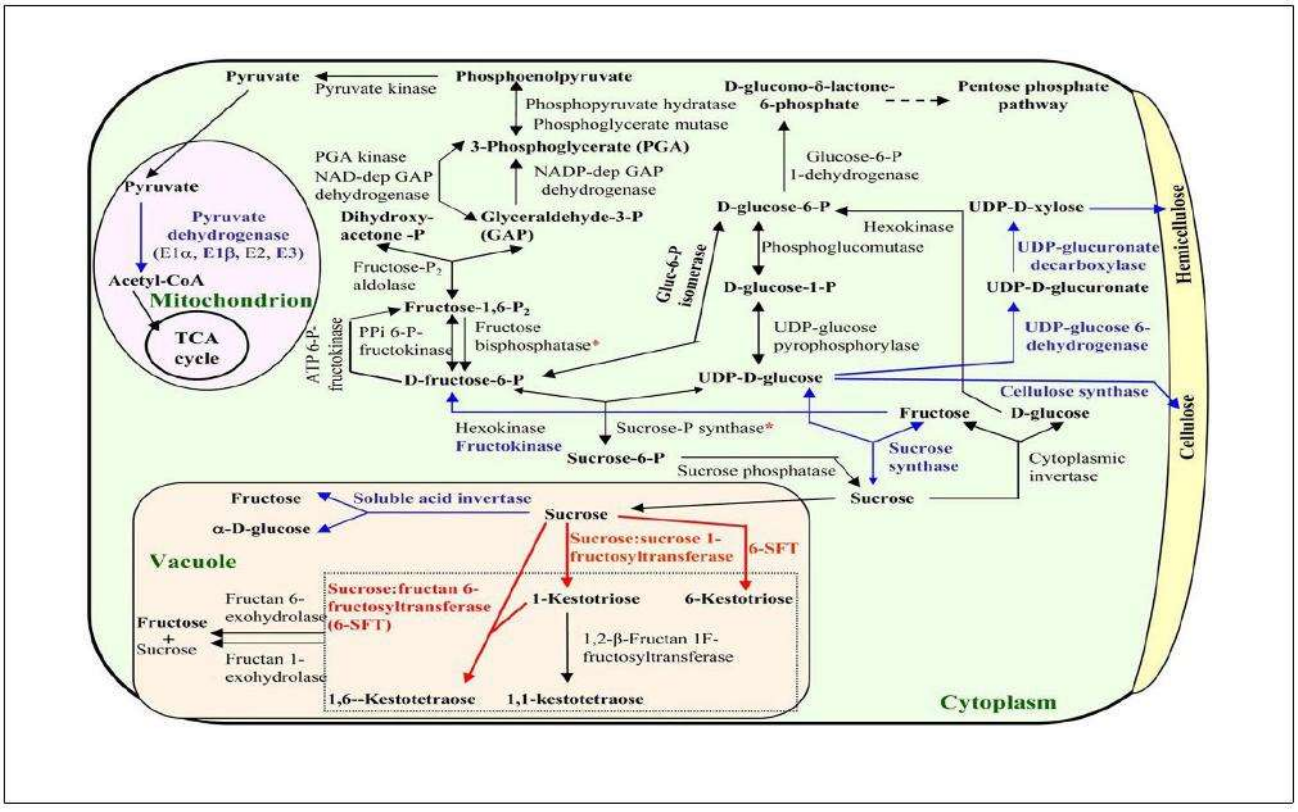
۲- اندوهیدرولاز که به‌صورت تصادفی زنجیره‌های فروکتان را در قسمت‌های مختلف آن قطع می‌کند. برخلاف باکتری‌ها و قارچ‌ها که هر دو اگزو و اندوهیدرولاز را دارند، در گیاهان فقط اگزوهیدرولازها وجود دارد. اگزوهیدرولازهای گیاهی قادر نیستند که ساکارز را تجزیه کنند. در مقابل اگزوهیدرولازهای میکروبی به‌راحتی ساکارز را نیز تجزیه می‌کنند. بسته به اینکه چه پیوندی توسط اگزوهیدرولازهای گیاهی تجزیه شود دو نوع اگزوهیدرولاز قابل تفکیک است:

الف- FEH-۱ یا اینولیناز که فروکتوزهای انتهایی فروکتان با پسوند (۱ و ۲) β را جدا می‌کند.

ب- FEH-۶ یا لواناز که فروکتوزهای انتهایی با پسوند (۶ و ۲) β را جدا می‌کند.

اخیراً وجود سه نوع فروکتان اگزوهیدرولاز با نام FEH (۶,۱) در گیاه گندم پیشنهاد شده است ولی تاکنون این آنزیم خالص‌سازی و استخراج نشده است.تجزیه فروکتان با هیدرولیز آن به انجام می‌رسد که منجر به آزاد شدن فروکتوز شده و فروکتوز باید به پیش ماده لازم برای ساخت مجدد ساکارز تبدیل شود.

آنزیم‌های FEH در گیاهان گلیکوپروتئینی هستند. بسیاری از محققان اعتقاد دارند که همانند آنزیم‌های سازنده فروکتان، این دسته نیز در داخل واکوئل فعالیت می‌کنند؛ اما تعدادی از محققان بیان کرده‌اند که FEH در آپوپلاست سلول‌ها هم یافت می‌شوند. وزن مولکولی این آنزیم‌ها بین ۷۰-۶۰ کیلو دالتون است، هرچند مقادیر کمتر در یولاف و جو نیز گزارش شده است.



به‌جز چند استثنا کلیه FEH ها فعالیتشان توسط ساکارز بازداری می‌شوند. بدین معنی که در شرایطی که ساکارز به مقدار فراوان وجود داشته باشد مقدار فعالیت این آنزیم به‌شدت کاهش می‌یابد. همچنین مشخص شده که فعالیت FEH به‌طور قابل ملاحظه ای تحت شرایط تنش آبی در طی مراحل پرشدن دانه افزایش می‌یابد و ارتباط مستقیمی با میزان انتقال مجدد کربوهیدرات های محلول کل و فروکتان از ساقه گندم دارد.

منابع:

امام،ی.۱۳۹۰.زراعت غلات.چاپ چهارم. انتشارات دانشگاه شیراز.۱۴۴ صفحه

BIDINGER F, MUSGRAVE R B & FISCHER R E.1977. Contribution of stored pre-anthesis assimilate to grain yield in wheat and barley. Nature volume 270, pages 431–433.

Blacklow, W.M., Darbyshire, B. and Pheloung, P. 1984. Fructans polymerised and depolymerised in the internodes of winter wheat as grain-filling progressed. Plant Sci. Letters 36: 213-218.

BONNET G. D.1992. Effects on stem of winter barley on manipulating the source and sink during grain filling : Changes in accumulation and loss of mass from internodes. Journal of Experimental Botany 44, 75-82, 1992.

Borel P, Lairon D, Termine E, Grataroli R and Lafont H.1989. Isolation and properties of lipolysis inhibitory proteins from wheat germ and wheat bran. Plant Foods for Human Nutrition. Volume 39, Issue 4, pp 339–348.

Ehdaie, 8., Waines, J. G. and Hall, A. E. 1988. Differential responsei of landrace and improved spring wheat genotypes to stress environments. Crop Sci. 28: 838-{42.

Ehdaie, B. and Waines, J. G. 1989. Adaptation of landrace and improved spring wheat genotypes to stress environments. J. Genet' Breed.43: l5l-156.

Kobata T, Palta J, Turner N. 1992. Rate of development of postanthesis water stress and grain filling of spring wheat. Crop Science 32: 1238-1242.

Http://www.cbi.ir

Johnson R. C., Witters R. E. and Ciha A. J.1981. Daily Patterns of Apparent Photosynthesis and Evapotranspiration in a Developing Winter Wheat Crop. Agronomy Journal. Vol. 73 No. 3, p. 414-418.

Livingston DP, Henson CA. 1998. Apoplastic sugars, fructans, fructan exohydrolase, and invertase in winter oat: responses to second phase cold hardening. Plant Physiology 116, 403–408.

Papakosta Despo K. and Gagianas A.A.1991. Nitrogen and Dry Matter Accumulation, Remobilization, and Losses for Mediterranean Wheat during Grain Filling. Agronomy Journal. Vol. 83 No. 5, p. 864-870.

Rawson HM and Evans LT.1971. The contribution of stem reserves to grain development in a range of wheat cultivars of different height. Australian Journal of Agricultural Research 22(6) 851 – 863.

Van den Ende W, De Coninck B, Van Laere A. 2004. Plant fructan exohydrolases: a role in signaling and defense? Trends in Plant Science 9, 523–528.

Wardlaw, I.F. and Willenbrink, J. 1994. Carbohydrate storage and mobilisation by the culm of wheat between heading and grain maturity: the relation to sucrose synthase and sucrosephosphate synthase. Aust. J. Plant Physiol. 21: 255-271.

Xue GP, McIntyre CL, Jenkins CL, Glassop D, Herwaarden AF, Shorter R (2008). Molecular dissection of variation in carbohydrate metabolism related to water-soluble carbohydrate accumulation in stems of wheat. Plant Physiology 146: 441-454.

Yang, J. C., J. H. Zhang, Z. Q. Wang, G. W. Xu, and Q. S. Zhu. 2004. Activities of key enzymes in sucroseto- starch conversion in wheat grains subjected to water deficit during grain filling. Plant Physiology 135: 1621–1629.

Yoshida, M., Kawakami, A., Van den Ende, W., 2007. Graminan metabolism in cereals: wheat as a model system. In recent advances in Fructooligosaccharides Research, eds N. Shiomi, N. Benkeblia, and S. Onodera (Kerala, India:Research Signpost), 201–212.