بررسی روند تجمع قندها در ریزوم و اندام هوایی گیاه یکساله مارچوبه اکتاپلوئید

بهزاد احسانی*[۱]، سید جواد موسوی زاده[۲]، کامبیز مشایخی[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

۲- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

۳- دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

مسئول مکاتبه: behzad23ehsani@gmail.com

چکیده

مارچوبه (*Asparagus officinalis*) گیاهی ریزوم‌دار و چندساله است که مواد فتوسنتزی در ریزوم‌های آن در سال اول ذخیره شده و سال آینده به مصرف بوته می‌رسند. سطوح مختلف پلوئیدی از دیپلوئید تا دکاپلوئید در مارچوبه‌های بومی ایران شناسایی شده است که الگوی انتقال و ذخیره کربوهیدرات آن‌ها در فصول سال می‌تواند متفاوت باشد. از این‌رو در پژوهش حاضر روند تجمع قندها و سنتز رنگدانه‌ها در ریزوم و اندام هوایی گیاه یکساله مارچوبه اکتاپلوئید از شروع فصل رشد تا زمان خواب آن بررسی شد. صفات بیوشیمیایی نظیر آنتوسیانین، کلروفیل، کارتنوئید، قندکل، گلوکز، ساکارز و فروکتوز در ریزوم و اندام هوایی به طور جداگانه از تیر تا آبان ماه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت و روند تغییرات صفات در ماه‌های مختلف به صورت خطی رسم گردید. بر اساس نتایج به دست آمده، تجمع آنتوسیانین در اندام هوایی از تیر تا مرداد یک روند کاهشی و برای کارتنوئید روند افزایشی را نشان داد. در اندام هوایی از مهر تا آبان روند تجمع گلوکز و قندکل کاهشی بود در حالی که در ریزوم شیب افزایشی مشاهده شد. تجمع ساکارز در اندام هوایی و ریزوم از تیر تا مرداد افزایش یافت. ولی بعد از آن تجمع ساکارز در ریزوم از مرداد تا آبان یک روند کاهشی را ثبت کرد این در حالی است که در اندام هوایی از شهریور تا مهر یک فاز صعودی در تجمع ساکارز مشاهده شد. تجمع فروکتوز در اندام هوایی و ریزوم از تیر تا مرداد کاهش یافت و از مرداد تا شهریور روند صعودی نشان داد.

کلمات کلیدی: اسپیر، آنتوسیانین، قندکل، ساکارز، فصل رشد.

مقدمه

مارچوبه یک گیاه بهاری، ریزوم دار و دائمی است که در هنگام برداشت ۲۰ تا ۳۰ سانتیمتر از ساقه خوراکی یا اسپیر[۱] آن مصرف می‌شود (Rubatzky and Yamaguchi, 1997). مارچوبه، بیشتر بومی مناطق اروپا، شمال آفریقا و غرب آسیا است. گونه‌های مارچوبه در ایران نیز از سواحل دریای خزر با کمترین ارتفاع (۱۰ متر) تا مناطق کوهستانی با بیشترین ارتفاع (۲۰۴۹ متر) یافت می‌شوند و در استان‌های شمالی کشت و پرورش آن از چندین سال قبل رواج داشته است (Mousavizadeh *et al.*, 2015 and 2016).

ریشه‌های گوشتی مارچوبه محل ذخیره مواد غذایی مانند کربوهیدرات است و ریشه‌های معمولی وظیفه جذب آب و مواد غذایی را به عهده دارند و ریزوم ها باعث به وجود آمدن ساقه‌های هوایی یا اسپیر می‌شوند. با بالا رفتن دما در بهار یا تابستان جوانه‌هایی که روی ریزوم‌ها قرار دارند، سبب به وجود آمدن اسپیر می‌گردند. اندامهای هوایی گیاه باعث تهیه و ذخیره مواد غذایی در ریشه‌های متورم و ریزوم‌ها می‌گردند. این مواد ذخیره شده سال آینده به مصرف بوته می‌رسد و انرژی مورد نیاز برای تولید اسپیر به وسیله همین ذخیره‌های غذایی تأمین می‌گردد (حسندخت، ۱۳۹۱). اسپیرها به طور عمده حاوی کربوهیدرات-های محلول مثل گلوکز، فروکتوز و ساکارز هستند (Alam *et al.*,1998; Copeland 1990) و کربوهیدرات‌ها جزو اصلی بخش خوراکی اسپیر مارچوبه هستند و کیفیت اسپیر به متابولیسم و غلظت کربوهیدرات وابسته است (Lipton, 1990). در این بین، فصل رشد و دما اولین فاکتورهای رشد و توسعه گیاه مارچوبه هستند (Alam *et al.*, 1998). سطوح مختلف پلوئیدی از

[1] - Spear

IrHC2019

دیپلوئید تا دکاپلوئید در مارچوبه های بومی ایران شناسایی شده است (Mousavizadeh *et al*., 2016) که الگوی انتقال و ذخیره کربوهیدرات دتواند متفاوت باشد و سال‌های رشد نیز روی این الگو مؤثر است. بنابراین هدف پژوهش حاضر بررسی روند تجمع رنگدانه‌ها و کربوهیدرات ذخیره در ریزوم و اندام هوایی گیاه یکساله مارچوبه اکتاپلوئید از شروع فصل رشد مارچوبه تا زمان به خواب رفتن آن است.

مواد و روش‌ها

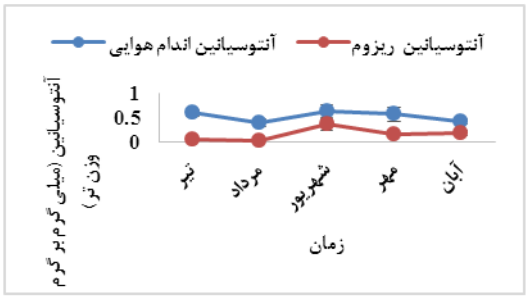
در این طرح از مارچوبه (*Asparagus officinalis*) با سطح پلوئیدی اکتاپلوئید بومی ایران استفاده شد که بر اساس مطالعات قبلی شناسایی شده بود (Mousavizadeh *et al*., 2016). گیاهان یکساله کشت شده در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان برای نمونه برداری مورد استفاده قرار گرفتند. اولین نمونه برداری در پانزدهم تیرماه سال ۱۳۹۷ صورت گرفت و سپس پانزدهم هر ماه تا زمان خواب گیاه، نمونه گیری ادامه یافت. در هر نمونه برداری سه بوته با ریشه از خاک برداشت شده و اندازه گیری صفات در بخش هوایی و زیرزمینی آن به طور جداگانه انجام گرفت. صفت‌های آنتوسیانین (طبق روش وانگر، ۱۹۷۹)، کلروفیل و کارتنوئید (طبق روش بارنز و همکاران، ۱۹۹۲)، قندکل (طبق روش سادیسوان و مانیکام، ۱۹۹۲)، فروکتوز (طبق روش اشول، ۱۹۵۷)، ساکارز و گلوکز (طبق روش نلسون-سوموگی، ۱۹۴۴) در اندام هوایی و ریزوم به طور جداگانه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. داده‌های به دست آمده در نرم افزار Excel وارد گردید و روند تغییرات صفات در ماه‌های مختلف و دو اندام ریزوم و اندام هوایی به صورت خطی رسم گردید.

نتایج و بحث

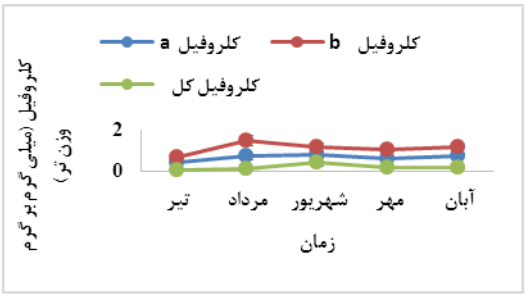
بر اساس نتایج به دست آمده در این طرح، تجمع آنتوسیانین در اندام هوایی از تیر تا مرداد سال ۱۳۹۷ یک روند کاهشی داشت. در مرداد با افزایش دما تجمع آنتوسیانین در اندام هوایی افزایش یافت، ولی از شهریور تا آبان یک روند کاهشی نشان داد. از طرف دیگر تجمع آنتوسیانین در ریزوم از تیر تا مرداد بدون تغییر بود. از مرداد تا شهریور یک سیر افزایشی تجمع آنتوسیانین مشاهده شد، از شهریور تا مهر روند کاهشی و بعد از آن تا آبان بدون تغییر بود (شکل ۱). طبق نتایج تجمع کلروفیل a از تیر تا شهریور یک روند تجمع صعودی با شیب ملایم را داشت، از شهریور تا مهر یک فاز کاهشی و پس از آن افزایش تجمع مشاهده شد. همچنین کلروفیل b از تیر تا مرداد یک روند صعودی با شیب تند روند تجمعی نشان داد. مقدار کلروفیل کل هم از تیر تا شهریور همواره افزایش یافته و از شهریور تا آبان کاهش داشت (مطابق شکل ۲). علاوه بر این تجمع کارتنوئید، از تیر تا شهریور یک روند صعودی تجمع را نشان داد. اما از شهریور تا آبان یک فاز کاهشی و سپس در آبان ماه مقداری افزایش داشت (شکل ۳).

بر اساس نتایج، تجمع قند کل در اندام هوایی، از تیر تا مرداد یک روند افزایشی را داشت. اما از مرداد تا شهریور یک روند نزولی داشته است، علاوه بر این از شهریور تا مهر روند افزایشی قند کل مشاهده شد. دوباره از مهر ماه تا آبان یک روند کاهشی مشاهده شد. همچنین تجمع قندکل در ریزوم از تیر تا شهریور یک روند افزایشی با شیب ملایم را دارد. سپس در شهریور ماه تا مهر کاهش یافته و دوباره در آبان افزایش یافته است (شکل ۴). طبق نتایج تجمع گلوکز در اندام هوایی از تیر تا مرداد یک روند کاهشی را داشته است، سپس از مرداد تا مهر یک فاز افزایشی با شیب تند را داشته است. از مهر تا آبان یک روند نزولی را داشته است. تجمع گلوکز در ریزوم در تیر تا مرداد کاهش پیدا کرد. سپس از مرداد تا مهر با شیب ملایم رو به افزایش است و در نهایت در آبان کاهش یافته و به کم‌ترین مقدار خود رسید (شکل ۵). تجمع ساکارز در اندام هوایی از تیر تا مرداد افزایش یافته است، از مرداد تا شهریور فاز کاهشی داشته است، در شهریور تا مهر یک فاز صعودی را نشان داد و در نهایت در آبان تجمع به کم‌ترین مقدار خود رسید. علاوه بر این تجمع ساکارز در ریزوم از تیر تا مرداد افزایش یافته و سپس در مرداد تا آبان یک روند کاهشی با شیب تند را ثبت کرد (شکل ۶). تجمع فروکتوز در اندام هوایی و ریزوم از تیر تا مرداد کاهش یافته است، در مرداد تا شهریور روند صعودی بوده است و در نهایت از شهریور تا آبان به کم‌ترین مقدار خود رسید (شکل ۷).

IrHC2019

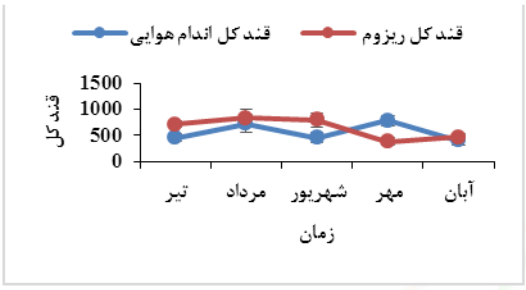


شکل ۱- تغییرات تجمع آنتوسیانین در اندام هوایی و ریزوم از فصل رشد تا فصل خواب.

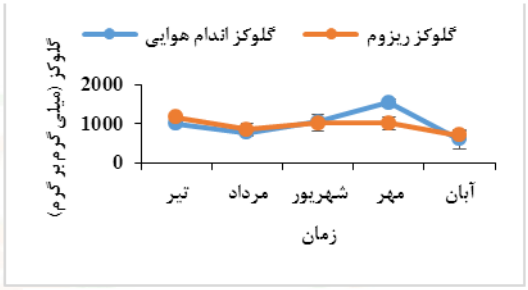


شکل ۲- تغییرات تجمع کلروفیل در اندام هوایی و ریزوم از فصل رشد تا فصل خواب.

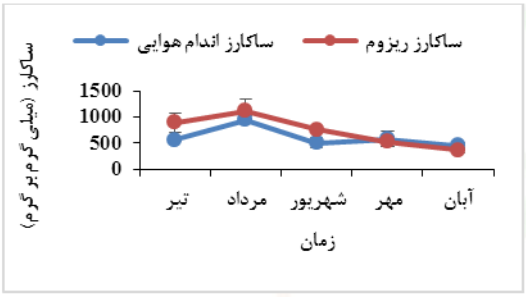
شکل ۳- تغییرات تجمع کارتنوئید در اندام هوایی و ریزوم از فصل رشد تا خواب.



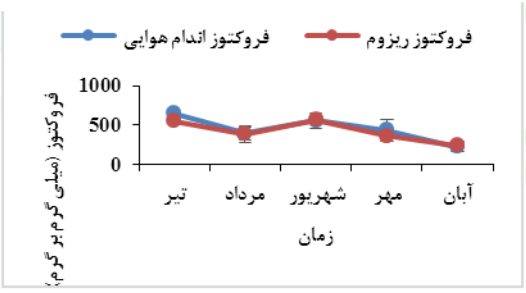
شکل ۴- تغییرات تجمع قند کل در اندام هوایی و ریزوم از فصل رشد تا فصل خواب.



شکل ۵- تغییرات تجمع گلوکز در اندام هوایی و ریزوم از فصل رشد تا خواب.



شکل ۶- تغییرات تجمع ساکارز در اندام هوایی و ریزوم از فصل رشد تا خواب.



شکل ۷- تغییرات تجمع فروکتوز در اندام هوایی و ریزوم از فصل رشد تا خواب

کربوهیدرات ها جزو اصلی بخش خوراکی اسپیر مارچوبه هستند و کیفیت اسپیر به متابولیسم و غلظت کربوهیدرات وابسته است (Lipton, 1990). تجمع قندهای محلول در اسپیر مارچوبه، به‌طور قابل‌توجهی به درجه حرارت فصلی و همچنین به فعالیت آنزیم‌های متابولیزکننده قند وابسته است (Alam *et al.*, 1998). در بیشتر مناطق تولیدی مارچوبه از مناطق معتدله گرفته تا گرمسیری و نیمه گرمسیری، آب و هوا و دما اولین فاکتورهای کنترل، رشد و توسعه گیاه مارچوبه هستند (Alam *et al.*,1998). غلظت ساکارز، گلوکز و فروکتوز مارچوبه در ماه ژوئن (خرداد و تیر) به حداکثر مقدار خودش رسیده، سپس تغیرات کمی دارد و در ماه اکتبر (مهر و آبان) به کمترین مقدار خود می رسد (Bhowmik *et al.*, 2001). ساکارز ملکول شاخص در گیاهان است، مشروط بر اینکه ارائه دهنده اطلاعات و وضعیت کربوهیدرات‌ها است (Farrar and Williams, 1991). فیزیولوژی مارچوبه حاکی از آن است که یک رابطه نزدیکی بین مقدار کربوهیدرات ذخیره شده در ریزوم و عملکرد آن‌ها وجود دارد (Robb, 1984). در ماه جولای (تیر و مرداد) هر ساله، هنگامی‌که گیاه مارچوبه شاخه ها را توسعه می‌دهد، کاهش میزان

IrHC2019

ساکارز باعث رشد ریشه و جوانه های جدید می‌شود (Shelton and lasy, 1980 , Hayens, 1987). مستند شده‌است که استرس حرارتی به‌ویژه همراه با خشک‌سالی، محتوی ساکارز را کاهش می‌دهد، زیرا در شرایط تنش تنفس بالاتر می-رود (Pressman *et al*,1989).

بر اساس نتایج به دست آمده از آزمایش حاضر، تجمع ماده خشک و کربوهیدرات‌های ذخیره در اندام هوایی و ریزوم مارچوبه تحت تاثیر درجه حرارت فصلی قرار دارد. بنابراین با افزایش دما و با شروع فصل رشد تجمع ماده خشک و کربوهیدرات ذخیره در اسپیرها و ریزوم‌های مارچوبه افزایش پیدا کرد. هنگامی‌که دمای کاهش پیدا کرد و گیاه به مرحله خواب وارد شد، تجمع ماده خشک و کربوهیدرات نیز در اسپیرها و ریزوم‌ها کاهش پیدا کرد، چون در این مرحله ممکن است کربوهیدرات‌های محلول به ترکیبات غیرمحلول تبدیل شوند و مقدارشان در اسپیر و ریزوم کاهش پیدا کند. با انجام این پژوهش الگوی انتقال کربوهیدرات در مارچوبه با سطح پلوئیدی اکتاپلوئید مشخص می شود که برای مدیریت تغذیه و بهزراعی مزرعه برای تولیدکنندگان مارچوبه قابلیت کاربرد خواهد داشت.

منابع

حسندخت، م.ر. ۱۳۹۱. تکنولوژی پرورش سبزیها. انتشارات سلسله. ۵۷۶ ص.

Alam, A., K. M. S. Matsui, T. and Ikeuchi, T. 1998. Changes in acid invertase activity and sugar distribution in asparagus spears harvested in autumn. Japanese Journal of Tropical Agriculture. 42(4):.257-262.

Ashwell G. 1957. Colorimetric analysis of saccharides. In: colomick SP, Kaplan No, ds. Methods in enzymology, vol. 3. New York: Academic. Press INC., 73-105.

Bhowmik, P. K., Matsui, T., Kawada, K. and Suzuki, H., 2001. Seasonal changes of asparagus spears in relation to enzyme activities and carbohydrate content. Scientia Horticulturae, 88(1):1-9.

Clifford, H. T. and Conran, J, G. 1987. 2. Asparagus, 3. Protasparagus, 4. Myrsiphyllum. In: George AS (ed) Flora of Australia. Australian Government Publishing Service, Canberra, Pp:159 -164.

Copeland, L., 1990. Enzymes of sucrose metabolism. In: Lea, P.J. (Ed.), Methods in Plant Biochemistry, Vol. 3, Enzymes of Primary Metabolism. Academic Press, London, Pp: 73-86.

Farrar, J. F. and Williams, J. H. H., 1991. Control of the rate of respiration in roots: compartmentation, demand and the supply of substrate. Compartmentation of plant metabolism in non-photosynthetic tissues, 42:167-188.

Haynes, R.J., 1987. Accumulation of dry matter and changes in storage carbohydrate and amino acid content in the first 2 years of asparagus growth. Scientia horticulturae, *32*(1-2), pp: .17-23.

Lill, R., King, G. A. and o'Donoghue, E. M., 1990. Physiological changes in asparagus spears immediately after harvest. Scientia horticulturae, 44(3-4):191-199.

Lipton, W. J., 1990. Postharvest biology of fresh asparagus. In: Janick, J. (Ed.), Horticultural Reviews, Vol. 12. Timber Press, Portland, OR, 12: 69-149.

Mousavizadeh, S, J., Hassandokht, M, R. Kashi, A., Gil, J. Cabrera, a, Moreno, R. 2016. Physical mapping of 5S and45S rDNA genes and ploidy levels of Iranian Asparagus species. Sci Hortic. 211: 269-276.

Mousavizadeh, S. J., Hassandokht, M. R. and Kashi, A. 2015. Multivariate analysis of edible Asparagus species in Iran by morphological characters. Euphytica, 206(2): 445-457.

Pressman E., Schaffer A.A., Compton D., Zampski E. 1989. The effect of low temperatureandtemperature and drought on the carbohydrate content of asparagus. J. Plant Physiol.134: 209-213.

Robb, A.R., 1984. Physiology of asparagus (*Asparagus officinalis*) as related to the productivity of the crop. *New Zealand J Expt Agri*, *12*, pp.251-260.

Rubatzky, V. E. and Yamaguchi, M., 1997. World vegetables principles, production, and nutritive values. 2nd edn. Chapman, and Hall, International Thompson Publishing, New York. 5(51):381.

IrHC2019

Sadasivam, S. and Manickam, A. 1992. In: Biochemical Methods for Agricultural Sciences, Willy Eastern Ltd., New Dehli, pp.184-185

Shelton, D.R. and Lacy, M.L., 1980. Effect of harvest duration on yield and on depletion of storage carbohydrates in asparagus roots. Journal of the American Society for Horticultural Science, 105(3), pp.332-335.

Wanger, G.J. 1979. Content and vacuole/extra vacuole distribution of netural sugars, free amino acids, and anthocyanins in protoplasts. Plant Physiology. 64: 88-93.

Barnes, JD, Balaguer, L, Manrique, E, Elivira, S, Davison, AW. 1992. Areappraisal of the use of DMSO for the extraction of chlorophylls a and b in lichens and higher plants. Environmental and Experimental Botany 32:85-100.

Nelson, N. 1994. A photometric adaption of the somogyi method for the determination of glucose and socrose. J. Biol. Chem. 153: 375-380.

Investigation of sugar accumulation in rhizome and fern of octoploid asparagus

Behzad Ehsani*[1], Seyyed Javad Mousavizadeh[2], Kambiz Mashayekhi[3]

1-MSc Student, Department of Horticultural Sciences, Gorgan University of agricultural sciences and natural resources, Gorgan, Iran. 2- Assistance prof. Department of Horticultural Sciences, Gorgan university of agricultural sciences and natural resources, Gorgan, Iran. 3- Associated Prof. Department of Horticultural Sciences, Gorgan university of agricultural sciences and natural resources, Gorgan, Iran.

**Corresponding authore: behzad23ehsani@gmail.com*

Abstract

Asparagus (*Asparagus officinalis*) is a rhizome and perennial herb which photosynthetic materials are stored in its rhizomes during the first year and will be consumed next year. Different ploidy levels from diploid to decaploid have been identified in native asparagus of Iran, which can vary in patterns of carbohydrate transfer and storage in different seasons. Therefore, in the present study, the process of sugar accumulation and synthesis of pigments in the rhizome and fern of the annual octoploid asparagus was investigated from the beginning of the growing season until its dormancy. Biochemical traits such as anthocyanins, chlorophylls, carotenoids, sugar, glucose, sucrose and fructose in rhizome and fern were measured separately from July to November and trait changes were plotted linearly in different months. Based on the results, the accumulation of anthocyanins in the fern from July to August showed a decreasing trend and an increasing trend for carotenoids. The process of accumulation of glucose and sugar was decreasing in the fern from October to November, while an increase was observed in the rhizome. The accumulation of sucrose in the fern and rhizome increased from July to August. But after that, the accumulation of sucrose in the rhizome recorded a declining trend from August to November, while in the fern from September to October, a rising phase was observed in the sucrose concentration. The accumulation of fructose in the fern and rhizome declined from July to August, and showed a rising trend from August to September.

Keywords: Spear, Anthocyanin, Sugar, Sucrose, Growth season.

IrHC2019