بررسی تأثیر مدت‌زمان انبار سرد بر محتوای فلاونوئید کل و شاخص پرلیم در میوه سیب رقم گرانی اسمیت

رقیه هدایتی*[۱]، داود بخشی[۲]، نادر پیرمرادیان[۳]، علی اعلمی[۴]
[۱]*دانشجو سابق کارشناسی ارشد گروه باغبانی، دانشگاه گیلان
[۲] دانشیار گروه باغبانی، دانشگاه گیلان
[۳] استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه گیلان
[۴] استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه گیلان
*نویسنده مسئول: hedayati.roghayeh@yahoo.com

چکیده

تغییرات شاخص‌های بیوشیمیایی در طول مدت نگه‌داری در انبار سرد می‌تواند تأثیرگذار در حفظ شاخص‌های کیفی و ارزش غذایی تا زمان مصرف باشد. میوه‌های سیب رقم گرانی اسمیت بعد از ۱۶۰ روز از مرحله تمام گل برداشت و بلافاصله به انبار سرد با دمای ۵±۱ درجه سیلسیوس و رطوبت نسبی۹۰-۸۵ ٪ منتقل شدند. میوه‌های برداشت‌شده در طی چهار مرحله شامل قبل از انبار (۰ روز)، ۳۰ روز ، ۶۰ روز و ۹۰ روز از انبار سرد خارج و مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که با افزایش زمان انبارداری pH میوه در حال افزایش است. با توجه به تغییرات شاخص پرلیم در طول مدت انبارداری علاوه بر این‌که میوه‌ها قبل از انبار دارای کیفیت مناسبی برای انبارداری بودند، این کیفیت اولیه در این شرایط نگه‌داری تا ۶۰ روز بعد از برداشت نیز حفظ‌شده است. میزان فلاونوئید کل پوست و گوشت میوه بعد از ۳۰ روز انبارداری افزایش معنی‌داری یافت. با توجه به نتایج این تحقیق سیب گرانی اسمیت بعد از ۹۰ روز انبارداری از ارزش غذایی و کیفیت مطلوب تازه خوری و عرضه به بازار برخوردار است.

***کلمات کلیدی:* انبار سرد، ترکیبات فنلی، کیفیت پس از برداشت، آنتی‌اکسیدان**

مقدمه

سیب (*Malus domestica* Borkh.) یکی از محصولات مهم باغبانی در مناطق سردسیر و معتدل است. رقم گرانی اسمیت از ارقام تجاری مهم سیب با بافتی سفت، مزه‌ی ترش و پوستی سبزرنگ است. پتانسیل قابل‌توجهی برای افزایش سطح تولید و صادرات این رقم در کشور وجود دارد. صنعت باغداری در اکثر مناطق کشور با مشکل کمبود و عدم دسترسی به انبارهای پیشرفته روبه‌رو است. تنها گزینه برای نگه‌داری سیب به مدت چند ماه از سال استفاده از انبارهای سرد است. مطالعه نحوه عکس‌العمل و تغییر شرایط فیزیولوژیکی میوه در انبار سرد می‌تواند در حفظ و کنترل شاخص‌های کمی و کیفی و هم‌چنین در انتخاب زمان مناسب برای عرضه میوه با حداکثر کیفیت تازه خوری و حداقل ضایعات تأثیر زیادی داشته باشد.

اسیدیته یا pH میوه یک متغیر ساده با امکان اندازه‌گیری راحت و تأثیرگذار بر هدایت واکنش‌های بیوشیمیایی از جمله فعالیت‌های آنزیم‌های مختلف در مرحله رسیدن و پیری میوه است. افرایش pH در انبار بیش‌تر متأثر از شدت تنفس و به دنبال آن مصرف اسیدهای آلی به‌خصوص مالیک اسید در میوه سیب است (Rivera, 2005). اسیدهای آلی در مشخص کردن طعم میوه‌ها نقش بسزایی دارند. در نتیجه توجه به این شاخص در حفظ مزه ترش رقم گرانی اسمیت ضروری است.

پرلیم یک شاخص ترکیبی بسیار مهم از سه شاخص سفتی بافت، اسید قابل تیتراسیون (TA) و محتوای مواد جامد محلول (SSC) است. پرلیم بیان کننده کیفیت میوه بعد از برداشت (نه رسیده بودن میوه) است (Lafer, 1999). سیب به‌عنوان یک میوه پرمصرف و محبوب بین مصرف‌کنندگان، منبع غنی از ترکیبات فنلی متنوع به‌ویژه فلاونوئیدها ست (D'Abrosca *et al.*, 2007). فلاونوئیدها از ترکیبات آلی مؤثر با خاصیت آنتی‌اکسیدانی است. اثرات منفی حاصل از تنش‌های اکسیداتیو در بدن را کاهش و در نتیجه از بروز بسیاری از بیماری‌های مرتبط جلوگیری می‌کنند (Erdman *et al.*, 2007).

مطالعه و بررسی روند و زمان شروع تغییرات شاخص‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی میوه در طول مدت نگه داری در انبارهای سرد برای باغدارانی با حداقل امکانات قابل‌دسترس در منطقه بسیار حائز اهمیت است. هدف کمک به تعیین بهترین زمان عرضه و حمل و نقل میوه به بازارهای دوردست و صادرات با حداکثر حفظ کیفیت و ارزش غذایی است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۳ بر روی سیب رقم گرانی اسمیت در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در استان قزوین، شهرستان آبیک انجام شد. میوه‌ها در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی (۱۶۰ روز بعد از تمام گل) برداشت شدند. بسته‌بندی و بلافاصله به انبار سرد با دمای ۱±۵ درجه سیلسیوس و رطوبت نسبی۹۰-۸۵ ٪ منتقل و به مدت۹۰ روز انبار شدند. میوه‌ها در طی چهار مرحله شامل قبل از انبار (۰ روز)، ۳۰ روز، ۶۰ روز و ۹۰ روز از انبار سرد خارج و در آزمایشگاه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان از نظر صفات کمی و کیفی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

شاخص‌های اندازه‌گیری شده

اسیدیته میوه (pH) با دستگاه pH متر (Ultra BASIC UB-10,China) ثبت شد. برای محاسبه شاخص پرلیم از فرمول (۱) $Perlim\ Index = [FF(kg/cm^2) \times 0.5) + (SSC\ (^{\circ}Brix) \times 6.7) + (TA(g/l) \times 0.67]$ استفاده شد. در این رابطه TA= اسید قابل تیتراسیون برحسب گرم در لیتر، SSC= محتوای مواد جامد محلول برحسب درجه بریکس، FF= سفتی بافت میوه برحسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع است (Lafer, 1999). میزان فلاونوئید کل پوست و گوشت میوه با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (PG Instruments T 80 UV/VIS, England) در طول موج ۵۰۶ نانومتری انجام شد (Yong *et al.*, 2008). تجزیه واریانس داده‌های حاصل به‌وسیله نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱، مقایسه میانگین‌ها نیز به‌وسیله آزمون دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

اسیدیته میوه (pH)، پرلیم و فلاونوئید کل

خلاصه نتایج تجزیه واریانس تأثیر مراحل مختلف انبارداری بر شاخص‌های pH، پرلیم و فلاونوئید کل میوه در جدول ۱ نشان داده شده است.

اثر دوره‌های انبارداری بر میزان اسیدیته میوه (pH) میوه در سطح احتمال ۱ ٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). با توجه به مقایسه میانگین داده‌ها، با افزایش مدت‌زمان نگه‌داری به‌تدریج و با تغییرات جزئی، pH در حال افزایش است (جدول ۲). افزایش pH میوه سیب در طول مدت انبارداری متأثر از مصرف اسید آلی (مالیک اسید) در فرایندهای سوخت‌وساز مرتبط با تنفس و تبدیل به قند است (Ghafir *et al.*, 2009).

دوره‌های زمانی مختلف انبارداری در سطح احتمال ۱٪ تأثیر معنی‌داری بر شاخص پرلیم داشت (جدول ۱). با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها، بیش‌ترین میزان شاخص پرلیم قبل از انبارداری مشاهده شد. کم‌ترین میزان

شاخص پرلیم بعد از ۹۰ روز انبارداری بود (جدول ۲). درواقع این شاخص به‌خوبی نشان می‌دهد که کیفیت بعد از برداشت میوه‌ها باگذشت ۹۰ روز در این شرایط نگه‌داری در انبار سرد، مطلوب و تفاوت معنادار کم‌تری با زمان برداشت دارد.

طبق نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، تأثیر دوره‌های انبارداری بر فلاونوئید کل پوست در سطح احتمال ۱ ٪ و بر فلاونوئید کل گوشت میوه در سطح احتمال ۵ ٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، بعد از ۳۰ روز میزان فلاونوئید کل پوست و گوشت میوه افزایش یافته است. هم‌چنین میزان فلاونوئید کل پوست میوه بعد از ۶۰ و ۹۰ روز انبار سرد حفظ‌شده است. اما فلاونوئید کل گوشت میوه بعد از ۶۰ و ۹۰ روز انبار سرد کاهش یافت (جدول ۲). عکس‌العمل متفاوت فلاونوئید کل پوست و گوشت میوه به دوره‌های انبارداری می‌تواند ناشی از تنوع و مقادیر متمایز فلاونوئیدها در دو بافت میوه باشد (Awad *et al.*, 2000). کاهش فلاونوئیدها در طی انبارداری نشانه‌ی تخریب و مقابله آن‌ها با رادیکال‌های آزاد در جهت پاسخ به تنش‌های فیزیولوژیکی ضمن مرحله رسیدن و پیری است (Rodrigues *et al.*, 2010). از طرف دیگر برای تقویت سیستم آنتی‌اکسیدانی سلول‌ها سنتز برخی از فلاونوئیدها در طول مدت انبارداری افزایش پیدا می‌کند (D'Abrosca *et al.*, 2007).

با توجه به تغییرات آهسته و جزئی شاخص‌های کیفی در زمان، انبار سرد به‌خوبی می‌تواند به مدت ۹۰ روز موجب کنترل و حفظ کیفیت مطلوب تازه خوری و ارزش غذایی سیب رقم گرانی اسمیت شود.

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله مراتب قدردانی خود را از گروه علوم باغبانی دانشگاه گیلان و آقای قاسم حاجیان مدیر مجموعه باغات حاجیان آبیک قزوین برای در اختیار قرار دادن امکانات لازم برای انجام این پژوهش اعلام می‌دارند.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر دوره‌های مختلف انبارداری بر روی شاخص‌های کیفی سیب رقم گرانی اسمیت

منبع تغییرات	درجه آزادی	pH	پرلیم	فلاونوئید پوست میوه (mg cat equ /1 g FW)	فلاونوئید گوشت میوه (mg cat equ /1 g FW)
بلوک	۲	۰/۰۰۴**	۳/۲۲ns	۰/۰۲۱ns	۰/۰۰۶ns
دوره‌های انبارداری	۳	۰/۰۱۷**	۸/۹۶**	۰/۰۷۸**	۰/۴۵*
خطای آزمایشی	۶	۰/۰۰۰۲	۱/۰۷	۰/۰۰۹	۰/۰۰۸
ضریب تغییرات (٪)		۰/۴۶	۱۳/۳۵	۵/۳۶	۶/۲۷

** در سطح ۱٪، * در سطح ۵٪ معنی‌دار و ns بی‌معنی است.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر دوره‌های مختلف انبارداری بر روی شاخص‌های کیفی سیب رقم گرانی اسمیت

دوره‌های انبارداری	pH	پرلیم	فلاونوئید پوست میوه (mg cat equ /1 g FW)	فلاونوئید گوشت میوه (mg cat equ /1 g FW)
۰ روز (شاهد)	۳/۵۳c	۸/۸۳a	۱/۲۹b	۱/۴۶b
۳۰ روز	۳/۵۹b	۷/۷۷ab	۱/۵۹a	۲/۰۳a
۶۰ روز	۳/۶۷a	۷/۷۴ab	۱/۴۶ab	۱/۸۲b
۹۰ روز	۳/۷۰a	۶/۷۱b	۱/۴۴ab	۱/۷۵b

اعدادی که دارای حروف مشابه‌اند تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

منابع

Awad, M.A., de Jager, A. and van Westing, L.M. 2000. Flavonoid and chlorogenic acid levels in apple fruit: characterization of variation. Scientia Horticulturae; 83: 249-263.

D Abrosc, B., Pacifico, S., Cefarelli, G., Mastellone, C. and Fiorentino, A. 2007. Limoncella apple, an Italian applecultivar: phenolic and flavonoid contents and antioxidant activity. Journal of Food Chemistry; 104: 1333-1337.

Erdman, J.W., Balentine, D., Arab, L., Beecher, G., Dwyer, J.T., Folts, J., Harnly, J., Hollman, P., Keen, C.L., Mazza, G., Messina, M., Scalbert, A., Vita, J., Williamson, G. and Burrowes, J. 2007. Flavonoids and heart health: Proceedings of the ILSI North America flavonoids workshop. Journal of Nutrition; 137: 718S-737S.

Ghafir, S.A.M., Gadalla, S.O., Murajei, B. N. and El-Nady, M.F. 2009. Physiological and anatomical comparison between four different apple cultivars under cold-storage conditions. African Journal of Political Science; 3: 133-138.

Lafer. G. 1999. Fruit ripening and quality in relation to crop-load of apple trees. Research Station for Fruit Growing Haidegg; 1: 369-373.

Riveria, J. 2005. Cutting shape and storage temperature affect overall quality of fresh cut papaya cv. Maradol. Journal of Food Science; 70; 488-489.

Rodrigues, A.S., Perez-Gregorio, M., Falcon, M.G., Gandara, J.S. and Almeida, D.P. 2010. Effect of postharvest practices on flavonoid content of red and white onion cultivars. Food Control; 21: 878–884.

Yong, S.P., Soon, T. J., Seong, G.K., Buk, G.H., Patricia, A.A. and Fernando, T. 2008. Antioxidants and proteins in ethylene-treated kiwifruits. Food Chemistry; 107: 640–648.

Effect of Cold Storage Duration on the Flavonoid Content and Prelim Index of Granny Smith Apples

Roghayeh Hedayati[1*], Davood Bakhshi[2], Nader Pirmoradian[3], Ali Aelami[4]
[1*] Graduated MSc student, Department of Horticultural Science, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan
[2]Department of Horticultural Science, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan
[3]Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, University of Guilan
[4]Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan
[*]*Corresponding Author: Hedayati.roghayeh@yahoo.com*

Abstract

Change of the biochemical parameters during cold storage affects qualitative and nutritional value of fresh fruit. Granny Smith apple fruit varieties harvested after 160-days past full bloom and immediately stored at 5±1°C with relative humidity of 90-85%. Postharvest cold storage duration of fruits was 0-day, 30-day, 60-day and 90-day. Results revealed that increasing storage time of fruit lead to fruit juice pH increasing. According to perlim index changes during storage, the quality of stored fruits was kept in an acceptable level. The initial quality in these conditions was high until 60 days of storage. The skin and flesh of the fruit flavonoid content increased significantly after 30-days of storage. It could be concluded that 90-daystorage of Granny Smith is acceptable from the view of nutritional value and qualitative indices of fresh fruit.

Keywords: **Cold Storage, Phenolic Compounds, Postharvest Quality, Antioxidant**