

بررسی اثرات جداگانه و تلفیقی تیمار کلسیم، گاما آمینو بوتیریک اسید و کربوکسی متیل سلولوز بر حفظ ویژگی های کیفی پسته تازه رقم احمد آقایی طی انبارمانی

فاطمه ناظوری^۱، سیما افراشته^۲، سید حسین میردهقان^۳

۱-استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر رفسنجان، رفسنجان، ایران

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر رفسنجان، رفسنجان، ایران

۳-استاد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر رفسنجان، رفسنجان، ایران

*نویسنده مسئول: f.nazoori@vru.ac.ir

چکیده

آزمایشی در سال ۱۳۹۸ برای حفظ کیفیت و بهبود عمر انبارمانی روی پسته تر رقم احمد آقایی انجام گرفت. به منظور بررسی تیمار گاما آمینو بوتیریک اسید، کلسیم، کربوکسی متیل سلولوز بر پایه طرح فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل پوشش های خوراکی کلسیم ۱٪ (Ca)، ۱۰ میلی مولار گاما آمینو بوتیریک اسید (GABA)، کربوکسی متیل سلولوز ۱٪ (CMC) و ترکیب آن ها (CMC+GABA+Ca) و زمان انبارمانی در ۳ سطح (۲۵، ۵۰، ۷۵ روز) بود. نتایج نشان داد که کلروفیل در طی انبارمانی به طور قابل توجهی کاهش یافت و شاخص رنگ a* پوست طی انبارمانی کاهش ولی شاخص رنگ a* مغز افزایش نشان داد. شاخص رنگ b* مغز با افزایش زمان انبارمانی افزایش یافت ولی شاخص b* پوست کاهش یافت. کاربرد تیمار تلفیقی بیشترین تاثیر در حفظ کلروفیل مغز پسته داشت.

کلمات کلیدی: انبارمانی، شاخص رنگ، رنگیزه کلرفیل

مقدمه

پسته به دلیل سالم بودن و ارزش غذایی بالایی که دارد و سرشار از پروتئین، چربی، کربوهیدرات می باشد از اهمیت زیادی برخوردار است (Hosseinipoor et al., 2021). واکس ها و پوشش های خوراکی با تغییر اتمسفر درونی میوه، میزان متابولیت های ثانویه، فعالیت آنتی اکسیدانی، کیفیت حسی، سفتی، رشد میکروبی، تولید اتیلن و ترکیبات فرار را تحت تاثیر قرار می دهند. نحوه فرآوری و عرضه پسته به دو صورت تر و خشک می باشد، که بر انبارمانی و حفظ کیفیت محصول موثر است. همچنین کنترل فرایند تنفس در محصولات برداشت شده باعث کاهش فرایند سوخت و ساز شده که باعث افزایش عمر انبارمانی محصولات می شود. پس لازم است با استفاده از روش های مختلف مدت انبارمانی پسته تر را افزایش داد و ویژگی های کیفی و بازاریابی در طول دوره انبارمانی حفظ شود (Mousapour et al., 2021). کلسیم نقشی اساسی و مهمی در دیواره سلول و پایداری غشای پلاسما دارد که در حفظ استحکام میوه و کیفیت ذخیره سازی موثر است (Hosseinipoor et al., 2021). محلول پاشی قبل یا بعد از برداشت موثرترین راه برای افزایش مقدار کلسیم در میوه است که توسط مطالعات قبلی ثابت شده است. استفاده خارجی از کلسیم به طور قابل توجهی غلظت کلسیم در آب میوه را افزایش می دهد و برخی از تغییرات مربوط به بلوغ را تحت تاثیر قرار می دهد (Moradinezhad et al., 2019). در پژوهشی بر روی میوه از گیل تیمار کلرید کلسیم، سبب حداکثر سفتی بافت و مواد جامد محلول کل و ویتامین c در میوه ها شد. همچنین این تیمار باعث کاهش قهوه ای شدن و هدایت الکتریکی نسبی و کمتر شدن درصد کاهش وزن شد (Babu et al., 2015). افزایش میزان کلسیم در بافت میوه گیلاس سبب کاهش در میزان تنفس، تخریب اسید آسکوربیک و پراکسیداسیون لیپید غشا همراه می شود، محتوای فنل کل و ظرفیت آنتی اکسیدانی کل افزایش یافت و منجر به افزایش استحکام میوه و مقاومت میوه شد و همچنین پوسیدگی توسط $CaCl_2^7$ مهار شد (Wang et al., 2014). گاما آمینو بوتیریک اسید (GABA) یک آمینو اسید چهار کربنه غیر پروتئینی است که جز مهمی از آمینو اسیدهای مشترک در بیشتر ارگانسیم های پروکاریوت و یوکاریوت می باشد. و GABA به عنوان یه مولکول پیام رسان نقش مهمی در پاسخ به

⁷ Calcium chloride

تنش‌های شوری، خشکی، گرما، سرما ایفا می‌کند (Solimani Aghdam *et al.*, 2016). تیمار GABA ۱۰ میلی مولار به همراه ۱٪ کارنوبا در مقایسه با بقیه تیمارها قادر به حفظ ویژگی‌های کمی و کیفی پسته تر احمد آقایی در طی ۵۰ روز انبارمانی شد و همچنین باعث بهبود ظاهر و بافت، حفظ رطوبت، تاخیر در تغییرات رنگ و طعم و افزایش ماندگاری محصول شد (Hosseinipoor *et al.*, 2021). یکی از انواع پوشش‌ها کربوکسی متیل سلولز می‌باشد که از مشتقات سلولز است و از طریق واکنش سلولز با هیدروکسید سدیم و اسید کلرواستیک تولید می‌شود و همچنین کربوکسی متیل سلولز یکی از مهم‌ترین بسپارهای زیستی (بیوپلیمر) است که به صورت صنعتی ساخته شده است (Mousapour *et al.*, 2021). استفاده از پوشش کربوکسی متیل سلولز روی سیب‌های برش خورده در شرایط کنترل اتمسفر، باعث کاهش قهوه‌ای شدن سیب و حفظ فعالیت آنتی‌اکسیدانی و شاخص‌های کیفی میوه می‌شود (Saba *et al.*, 2016).

مواد روشن‌ها

پسته تازه رقم احمد آقایی با دست از یک باغ تجاری در رفسنجان، استان کرمان برداشت شد. میوه‌های رسیده و سالم (بدون ترک و علائم بیماری) از خوشه جدا شدند و بلافاصله به آزمایشگاه پس از برداشت بخش باغبانی دانشگاه ولی عصر رفسنجان منتقل شدند.

نحوه اجرای آزمایش

در این آزمایش در مرحله اول میوه‌ها از نظر شکل، اندازه و رنگ یکنواخت مورد بررسی قرار گرفتند و به طور تصادفی به پنج گروه اصلی با ۳ تکرار در هر کدام تقسیم شدند که حاوی ۲۰۰ گرم پسته تازه در هر واحد آزمایشی بود. میوه (پوسته، پوسته حاوی هسته) توسط اکسید کلسیم ۱٪ (Ca)، ۱۰ میلی مولار گام‌آمینو بوتیریک اسید (GABA)، کربوکسی متیل سلولز ۱٪ (CMC) و ترکیب آنها (GABA+CMC+Ca) و آب مقطر (شاهد) به مدت 30 ثانیه پاشیده شد. پس از تیمار میوه، آنها را در دمای اتاق قرار داده شدند تا خشک شوند، سپس در ظروف سوراخ دار (7 سوراخ، قطر ۱ میلی متر) با پلی اتیلن با چگالی کم^۸ (LDPE) بسته بندی شده و در سردخانه با دمای 4 ± 1 درجه سلسیوس با رطوبت نسبی ۸۵٪ به مدت ۷۵ روز نگهداری شدند. هر یک از آزمایشات زیر روی مغز و پوست پسته در ۳ زمان نگهداری ۲۵، ۵۰ و ۷۵ روز مورد ارزیابی قرار گرفت.

شاخص‌های رنگ

رنگ میوه‌های پسته (مقادیر a^* و b^*) با استفاده از دستگاه رنگ سنج (Minolta Chroma Meter CR-400, Osaka, Japan) اندازه‌گیری شد. رنگ دو قسمت از پوست و مغز پسته ارزیابی شد. دستگاه رنگ سنج میزان رنگ را به صورت ۳ شاخص a^* (قرمز تا سبز) و b^* (زرد تا آبی) و L^* (درخشندگی) ارائه می‌دهد (Esturk *et al.*, 2014).

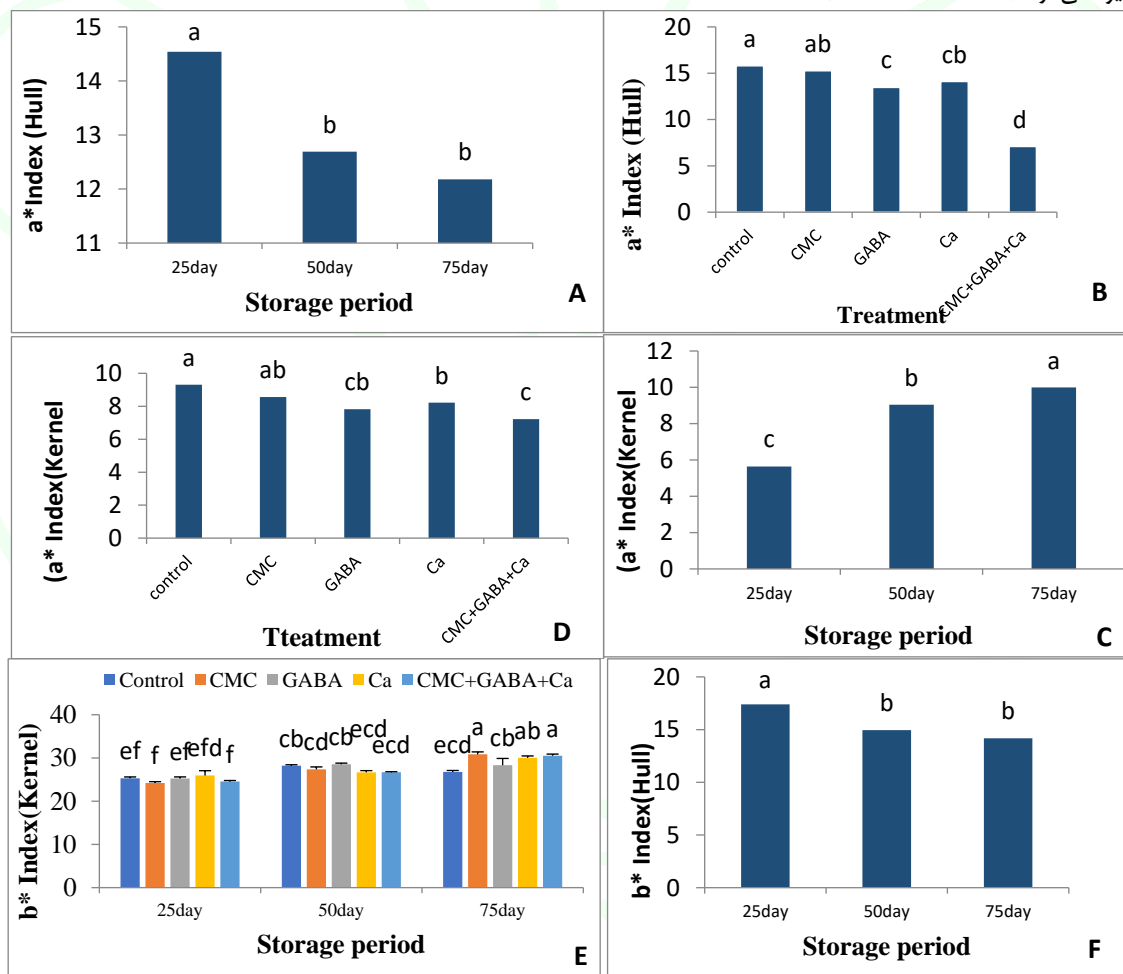
کلروفیل (Chlorophyll)

برای اندازه‌گیری کلروفیل مقدار ۰٫۲۵ گرم از نمونه پوست میوه تازه در هاون چینی با ۱۰ میلی لیتر استون ۸۰ درصد ساییده شده تا به صورت محلول یکنواختی درآید، سپس محلول حاصل به لوله فالکون بعد از آن به سانتریفیوژ منتقل شد و به مدت ۱۰ دقیقه با ۳۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند، در مرحله بعد میزان جذب نوری محلول با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل T80 UV/VIS Spectrophotometer PG Instruments Ltd در طول موج‌های ۴۸۰، ۵۱۰، ۶۴۵، ۶۵۲ و ۶۶۳ نانومتر قرائت شد (Wang *et al.*, 2014).

⁸ Low density polyethylene

نتایج و بحث
شاخص‌های رنگ

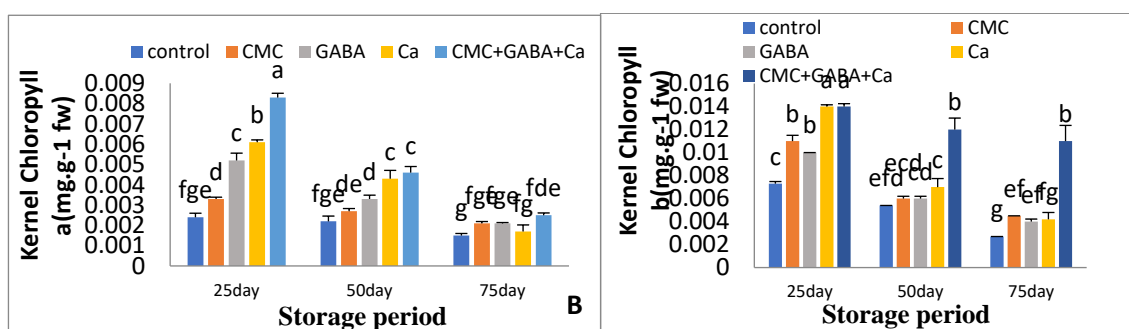
با افزایش زمان انبارمانی میزان شاخص رنگ a^* پوست کاهش (عکس ۱A) ولی شاخص a^* مغز افزایش یافت (عکس ۱C). بیشترین مقدار a^* در پوست و مغز در تیمار شاهد و کمترین آن در تیمار کربوکسی متیل سلولز به همراه کلسیم و GABA مشاهده شد (عکس ۱D و ۱B). شاخص b^* پوست با افزایش زمان انبارمانی کاهش یافت (عکس ۱F) ولی شاخص b^* مغز با افزایش زمان انبارمانی افزایش یافت و بیشترین مقدار در تیمار کلسیم و کمترین آن در تیمار شاهد مشاهده شد (عکس ۱E). زاویه رنگ که بر اساس دو مؤلفه a و b به دست می‌آید، بیانگر نوع رنگ است و با افزایش زمان انبارمانی زاویه رنگ کاهش می‌یابد که نشان دهنده پیری میوه می‌باشد. در واقع کاهش زاویه رنگ به معنی تغییر رنگ بافت میوه از قرمز مایل به صورتی به قرمز مایل به تیره می‌باشد. کروما نیز از مقادیر a و b به دست می‌آید و بیانگر درجه اشباع یا غلظت رنگ است و با افزایش زمان انبارمانی مقدار کروما سیر نزولی دارد. شاخص L^* بیانگر میزان درخشندگی و شفافیت میوه‌ها است و هرچه مؤلفه L^* در میوه‌ها بیشتر باشد زمینه تیرگی بافت کمتر است. طی بررسی روی میوه پسته نشان داد که شاخص‌های رنگ پوست نرم و مغز پسته در شرایط انبار به طور معنی‌دار کاهش یافت و بیان کردند که شاخص‌های رنگ ارتباط نزدیکی با رنگی‌های موجود در پوست نرم دارد. به نظر می‌رسد کاهش در شاخص‌های رنگ پسته تر در طول زمان انبارمانی و بسته‌بندی با پوشش منفذدار به دلیل کاهش از دست دادن آب و افزایش فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز باشد که سبب تغییر رنگ بافت میوه می‌گردد (Shekhi et al., 2019).



شکل ۱. تاثیر تیمار و زمان انبارمانی بر روی شاخص a^* و b^* پوست و مغز پسته رقم احمد آقایی در شرایط انبار سرد

میزان کلروفیل

با افزایش زمان انبارمانی میزان کلروفیل a و b کاهش یافت. نتایج نشان می‌دهد که در کلروفیل a در روز ۲۵ انبارمانی در تیمار کربوکسی متیل سلولز به همراه کلسیم و GABA بیشترین مقدار کلروفیل a مشاهده شد و اثر تیمارهای اعمال شده تفاوت معنی داری نسبت به شاهد مشاهده شد. در پایان دوره انبارمانی بین تیمار و GABA و کربوکسی متیل سلولز و تیمار کربوکسی متیل سلولز به همراه کلسیم و GABA تفاوت معنی داری وجود نداشت و بین تیمار کلسیم و تیمار شاهد تفاوت معنی داری مشاهده نشد (عکس ۲A). در کلروفیل b در روز ۲۵ انبارمانی اثر تیمار کربوکسی متیل سلولز و تیمار GABA و همچنین تیمار کلسیم و تیمار کربوکسی متیل سلولز به همراه GABA و کلسیم تفاوت معنی داری وجود ندارد اما نسبت به تیمار شاهد تفاوت معنی دار مشاهده می‌شود. در پایان دوره انبارمانی اثر تیمار شاهد و کربوکسی متیل سلولز و GABA تفاوت معنی داری مشاهده نشد اما تیمار کربوکسی متیل سلولز به همراه کلسیم و GABA تفاوت معنی داری با شاهد مشاهده شد (عکس ۲B). در یک بررسی روی میوه پسته تر نشان دادند که با افزایش زمان انبارمانی مقدار کلروفیل میوه به طور قابل توجهی کاهش پیدا کرد. کاهش در مقدار کلروفیل ممکن است به دلیل افزایش تنفس پسته تازه و در نهایت افزایش فعالیت آنزیم کلروفیلاز در طی انبار باشد (Pumilia et al., 2014).



شکل ۲. تاثیر تیمار و زمان انبارمانی بر کلروفیل a و کلروفیل b پسته رقم احمد آقایی در شرایط انبار سرد

۴- نتیجه گیری

براساس نتایج به دست آمده در طی انبارمانی شاخص a* و b* پوست و مغز روند نزولی داشتند. کاربرد تیمارهای ذکر شده قادر به حفظ این شاخص ها در ۷۵ روز بد از انبارمانی شدند. کاربرد تیمار ترکیبی گاما آمینو بوتریک اسید به همراه کلسیم و کربوکسی متیل سلولز بهترین تاثیر در حفظ میزان کلروفیل a و b مغز پسته داشت.

منابع:

- Babu, I., Ali, M. A., Shamim, F., Yasmin, Z., Asghar, M. and Khan, A. R., 2015. Effect of calcium chloride application on quality characteristics and postharvest performance of loquat fruit during storage. *International Journal of Advanced Research*, 3: 602_610
- Gao, P., Zhu, Z. and Zhang, P. 2013. Effect of chitosan-glucose complex coating on postharvest quality and shelf life of table grapes. *Carbohydrate Polymers*, 95: 371-378.
- Hosseinipoor, B. I., Nazoori, F. 2, Mirdehghan, S. H. 2021. Study on Storage of Fresh Pistachio Cultivar Ahmad Aghaie Using Gamma Aminobutyric Acid and Carnuba Wax. *Food Science and Technology*. 110(18): 153_163. <https://doi.org/10.29252/fsct.18.01.14>
- Mousapour, F. 1, Nazoori, F. 2, Pirmoradi, M. 2, Mirdehghan, S. H., 2021. Investigation of the effect of combined treatment of clove plant essential oil (*Syzygium aromaticum*) with carboxymethylcellulose on storage of fresh pistachio. *Food Science and Technology*. 111(18): 279_294. <https://doi.org/10.29252/fsct.18.02.22>.
- Moradinezhad, F., Gheshmati, M., Khayat, M., 2019. Postharvest calcium salt treatment of fresh jujube fruit and its effects on biochemical characteristics and quality after cold storage. *Journal of Horticultural Research*. 27(2): 39-46. <https://doi.org/10.2478/johr-2019-0009>.

Nazoori, A., ZamaniBahramabadi, E., Mirdehghan, S. H., Rafe, A., 2020. Extending the shelf life of pomegranate (*Punica granatum* L.) by GABA coating application. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14, pages 2760–2772. <https://doi.org/10.1007/s11694-020-00521-1>.

Pumilia, G., Cichon, M. J., Cooperstone, J. L., Giuffrida, D., Dugo, G. and Schwartz, S. J. 2014. Changes in chlorophylls, chlorophyll degradation products and lutein in pistachio kernels (*Pistacia vera* L.) during roasting. *Food Research International*, 65: 193–198.

Solimani Aghdam, M. S., Razavi, F. and Karamneghad, F. 2016. Maintaining the postharvest nutritional quality of peach fruits by γ -aminobutyric acid. *Iranian Journal of Plant Physiology*, 5: 1457-1463. <https://doi.org/10.1007/s11694-019-00326-x>

Saba, M. K. and Sogvar, O. B. 2016. Combination of carboxymethyl cellulose-based coatings with calcium and ascorbic acid impacts in browning and quality of fresh-cut apples. *LWT-Food Science and Technology*, 66: 165-171

Wang, Y., Xie, X., & Long, L. E. (2014). The effect of postharvest calcium application in hydro-cooling water on tissue calcium content, biochemical changes, and quality attributes of sweet cherry fruit. *Food Chemistry*, 160, 22-30. doi:10.1016/j.foodchem.2014.03.073.

رفسنجان، ۱۴ لغایت ۱۷ شهریور ماه ۱۴۰۰

Evaluation of the effect of calcium, gamma-aminobutyric acid and carboxymethylcellulose and its combined on maintaining the quality characteristics of fresh pistachio cultivar Ahmad Aghaei during storage

Fatemeh Nazoori^{*1} Sima Afrashteh,² Seyed Hossein Mirdehghan³

- 1- ***Corresponding Author:** Assistant Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsajan, Rafsajan Iran (f.nazoori@vru.ac.ir)
- 2- M.Sc. Graduate of Horticulture, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsajan, Rafsajan Iran
- 3- Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsajan, Rafsajan Iran

Abstract

An experiment was conducted in 2020 to maintain the quality and improve the shelf life of Ahmad Aghaei cultivar. In order to evaluate the treatment of gamma-aminobutyric acid, calcium, carboxymethylcellulose based on factorial design in a completely randomized design with 3 replications. Experimental factors include of 1% calcium (Ca), 10 mM gamma-aminobutyric acid (GABA), 1% carboxymethylcellulose (CMC) and their combinations (CMC + GABA + Ca) and storage time was at 3 levels (25, 50, 75 days). The results showed that the chlorophyll fruit decreased significantly during storage. The hull index a* decreased during storage but the index a* of the kernel increased. Kernel b* index increased with increasing storage time. But the hull b* index decreased. Application of combined treatment (CMC + GABA + Ca) had the greatest effect on the maintenance of chlorophyll in pistachio kernels.

Keywords: Storage, color index, chlorophyll pigment