بررسی کاربرد پس از برداشت امواج فراصوت بر تغییرات اسید آسکوربیک و رنگ میوه تازه زرشک بی دانه (*Berberis vulgaris*)

محمدرضا صائبی[۱]، فرید مرادی نژاد [*۲]، الهام انصاری‌فر[۳]
[۱] دانشجو کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی- گرایش گیاهان دارویی
[۲] دانشیار گروه باغبانی دانشگاه بیرجند
[۳] استادیار گروه بهداشت دانشگاه علوم پزشکی بیرجند
*نویسنده مسئول:fmoradinezhad@birjand.ac.ir

چکیده

با توجه به سطح زیر کشت زرشک در ایران، تقاضا و بازار برای میوه های زرشک تازه، استفاده از فن آوری‌های پس از برداشت در صنعت زرشک به‌خصوص ضروری است. درتحقیق حاضر اثرکمی و کیفی موج‌دهی با امواج اولتراسونیک بر روی مؤلفه‌های رنگ و اسید آسکوربیک را بر روی زرشک تازه پس از ۳۰ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سلسیوس بررسی شد. نتایج واکاوی آماری نشان داد که تیمار موج‌دهی با امواج اولتراسونیک ۳۵ کیلو هرتز به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۴۰ درجه سلسیوس بیشترین تأثیر را در افزایش مقدار اسید آسکوربیک به میزان۷۷/۴ درصد و همچنین بر مؤلفه‌های رنگ عصاره زرشک تازه در تیمار موج‌دهی با امواج اولتراسونیک ۳۵ کیلو هرتز به‌مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۲۰ درجه سلسیوس کمترین تأثیر را داشته است. مشاهدات نشان می‌دهد فرآیند بهینه‌سازی فراصوت می‌تواند بعنوان یکی از تکنیک‌های کم‌خطر، سریع و قابل اعتماد جایگزین روش‌های شیمیایی و حرارتی برای نگهداری زرشک تازه استفاده گردد.

واژگان کلیدی: اسید آسکوربیک، رنگ، زرشک تازه، فراصوت.

مقدمه

زرشک بی‌دانه با نام علمی *Berberis vulgaris* L. var. Asperma یکی از مهمترین محصولات باغی و دارویی خراسان جنوبی است. این استان بیش از ۹۵درصد تولید این محصول در دنیا را بخود اختصاص داده است، جنس زرشک بزرگترین جنس در تیره زرشک بوده و حدود ۴۵۰ تا۵۰۰ گونه دارد (Tiwari *et al*., 2012). زرشک بی‌دانه در سالهای اخیر به‌صورت تازه‌خوری نیز به بازار عرضه می شود و از آن برای تهیه شربت، مربا و چاشنی انواع غذاها استفاده می گردد. کسب دانش فنی‌فرآوری میوه‌ی زرشک می‌تواند به صورت یک فناوری منحصر به فرد و بومی، ضمن ارتقای علمی، بهره‌مندی از خواص طبیعی این محصول سبب گسترش و توسعه ی اقتصادی و صنعتی در منطقه شود (مسکوکی، ۱۳۷۷). تقاضا برای میوه‌های زرشک تازه رو به افزایش است و بنابراین نیاز وجود دارد که محصول زرشک تازه را سالم آماده و به بازار عرضه نماییم (Moradinezhad *et al*., 2018). از طرفی روش‌های فرآوری بر کیفیت، سلامت و زمان ماندگاری مواد غذایی تأثیر گذار می‌باشند، بطور مثال فرآیند حرارتی سلامت ماده غذایی را تضمین و زمان ماندگاری آن را بهبود می‌بخشد، ولی بر خصوصیات تغذیه‌ای آن اثر منفی دارد (Gomez *et al*., 2011). به‌همین دلیل امروزه محققان به‌دنبال روش‌های جدید فرآوری هستند که بدون اعمال حرارت یا همراه با حرارت ملایم باشد. کاربرد امواج فراصوت (Ultrasonic)، با توان بالا به‌عنوان روشی جایگزین در فرآوری مواد غذایی مورد توجه زیادی قرار گرفته است (Cruz *et al*., 2008). در سال‌های اخیر، تأثیرات فیزیکی و شیمیایی امواج فراصوت در مواد واسط مایع و جامد به‌مقدار وسیعی درکاربردهای صنایع غذایی و کیفیت‌سنجی محصولات کشاورزی مشاهده شده است. تکنیک‌های استفاده از فراصوت نسبتاً ارزان، ساده و با مصرف انرژی پایین‌بوده و از این رو امروزه این فناوری پیشرفته، برای تحقیقات و اصلاح فرآورده‌های غذایی و کشاورزی مرسوم شده است (Chandrapala *et al*., 2012). در تحقیقی اثر بهینه‌سازی فراصوت بر پوسیدگی میوه و کیفیت فیزیولوژیکی توت فرنگی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تیمار فراصوت با شدت۴۰ کیلوهرتز در دمای ۲۸ درجه سلسیوس و مدت ۱۰ دقیقه به‌طور معنی‌داری میزان پوسیدگی و تعداد

میکروارگانیسم‌ها را کاهش می‌دهد و همچنین مانع از کاهش استحکام و حفظ سطح قابل توجهی ازمواد جامد محلول کل (TSS)، میزان اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) و ویتامین ث می‌گردد (Cao, *et al.*, 2010). در پژوهشی اثر تیمارهای مختلف فرآیند فراصوت دمایی بر خصوصیات کیفی عصاره زرشک بی‌دانه بررسی گردید، در این فرآیند ضمن غیر فعال‌سازی کلیه میکرو ارگانیسم‌ها اثر ناچیزی بر رنگ و میزان آنتی‌اکسیدان زرشک مشاهده گردید. همچنین این فرآیند میزان فنول و آنتی‌اکسیدانی عصاره زرشک را افزایش داد. بنظر می‌رسد این فرآیند به‌دلیل اثرات تخریبی کم می‌تواند جایگزینی مناسب برای فرآیند حرارتی باشد (چیتگر و همکاران، ۱۳۹۵). تیمارهای شیمیایی قبل و پس از برداشت زرشک بی دانه می‌تواند اثرات مفیدی بر ماندگاری و صفات کیفی زرشک بی‌دانه تازه داشته باشد. ولی گزارشاتی مبنی بر استفاده از تأثیر فراصوت با توان معین و شرایط بهینه دما و زمان امواج فراصوت ارائه نشده است. در این تحقیق تأثیر امواج فراصوت بر افزایش ماندگاری و میزان اسید آسکوربیک و تغییرات مؤلفه‌های رنگ زرشک بی‌دانه تازه را مورد بررسی قرار داده، چرا که افزایش ماندگاری و کنترل عوامل مؤثر در جلوگیری ازکاهش کیفیت پس از برداشت میوه زرشک تازه ضروری است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش زرشک بی‌دانه تازه کاملاً رسیده و حبه شده از باغات زرشک واقع در شهرستان قائنات استان خراسان جنوبی تهیه و در حداقل زمان ممکن به آزمایشگاه علوم پزشکی بیرجند جهت اعمال تیمار بهینه فراصوت منتقل شد. این بررسی در قالب طرح فاکتوریل در سه تکرار انجام شد. دمای دستگاه در ۳ سطح شامل ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درجه سلسیوس و زمان در ۳ سطح شامل ۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه، در مجموع ۱۰ تیمار و ۳ تکرار آزمایش‌ها انجام شد. شدت دستگاه برای همه تیمارها ثابت و ۳۵ کیلوهرتز در نظر گرفته شد. نمونه‌های تیمار شده پس از خروج از حمام فراصوت در هوای آزاد و روی دستمال کاغذی تمیز پهن و با جریان باد پنکه رطوبت اضافی آنها گرفته شد. سپس نمونه‌ها توزین شد و در بسته‌های نایلونی زیپ دار۵۰ گرمی قرار داده شده و بعد از درج برچسب مشخصات نمونه به انبار سرد آزمایشگاه و در نهایت تمامی میوه‌های زرشک تازه تیمار شده و شاهد در دمای ۴ درجه سلسیوس و به مدت ۳۰ روز نگهداری شده و در فواصل هر ۱۰ روز یکبار (روز صفر،۱۰،۲۰و۳۰) پارامترهای مختلف اندازه‌گیری شد. تغییرات مؤلفه‌های رنگ میوه با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج (TES-135) مورد ارزیابی قرار گرفته و مقدار اسید آسکوربیک توسط روش تیتراسیون ۲و۶-دی کلروفنل ایندوفنول (Wu *et al.*, 2012) اندازه گیری و محاسبه شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که استفاده از امواج فراصوت بر میانگین میزان اسید آسکوربیک موجود در عصاره زرشک تازه تحت دما و زمان‌های مختلف تیمار معنی‌دار بود ($p<0.05$)، میانگین بیشترین میزان اسید آسکوربیک در عصاره پس از ۳۰ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سلسیوس با استفاده از بهینه‌سازی اولتراسونیک با استفاده از تیمار دمای۴۰ درجه سلسیوس و زمان ۱۰ دقیقه و شدت ثابت ۳۵ کیلو هرتز و کمترین میزان اسید آسکوربیک مربوط به شاهد بود که نشان داد که بهینه سازی فراصوت می‌تواند در حفظ میزان اسید آسکوربیک زرشک تازه پس از یک دوره نگهداری ۳۰ روزه پس از برداشت در دمای ۴ درجه سلسیوس مؤثر باشد، جدول ۱. مکانیسم اثر امواج فراصوت با فرکانس پایین به‌طورکلی به‌دلیل ایجاد پدیده حفرگی یا تشکیل حباب‌های بسیار ریزی است که تحت اثر انقباض و انبساط به‌صورت لحظه‌ای و نقطه‌ای حرارت و فشار فوق‌العاده زیاد در محیط مایع ایجاد می‌شود. این وضعیت باعث اثرات فیزیکی شیمیایی بر ملکول‌های مجاور می‌شود (Mason, 2002). ویتامین ث یکی از ویتامین‌های محلول در آب بوده که بطور وسیعی در گیاهان و جانوران یافت می‌گردد. فرآوری حرارتی از جمله مرسوم‌ترین روش‌های مورد استفاده در تولید محصولات مختلف غذایی است. ویتامین‌ها یکی از حساسترین ترکیبات غذایی نسبت به شرایط فرآیند حرارتی می‌باشند. به‌دلیل اهمیت بالای این ماده در محصولات غذایی و دارویی لازم است از روش‌های که داری دقت و صحت و گزینش‌پذیری بالا و در عین حال سریع و آسان ابداع و استفاده گردد.

نتایج مقایسه میانگین فاکتورهای رنگ سنجی (a*b*L*) در طی فرآیند بهینه‌سازی فراصوت در جدول (۱) آورده شده است. در هر سه مورد مشاهده می شود که دما و زمان فراصوت در شدت ثابت ۳۵ کیلوهرتز بر فاکتورهای رنگ تأثیر معنی‌داری آماری در سطح احتمال ۵ درصد داشته است. تغییرات روند میزان پارامتر L* رنگ زرشک تازه: بررسی مقایسه‌میانگین تغییرات روشنایی L* رنگ اندازه

گیری‌شده پس از تیمار فراصوت در طول دوره نگهداری۳۰ روزه در دمای ۴ درجه سلسیوس نشان داد که افزایش زمان و دمای تیمار فراصوت در شدت ثابت ۳۵ کیلوهرتز میزان مؤلفه *L زرشک تازه افزایش می‌یابد، جدول۱.

تغییرات روند میزان پارامتر *a رنگ زرشک تازه: روند میانگین تغییرات مؤلفه a رنگ اندازه‌گیری شده در اثر استفاده از امواج فراصوت نشان می‌دهد که در اثر افزایش زمان و دما در شدت ثابت ۳۵ کیلو هرتز تغییرات معنی‌داری داشته بطوریکه بیشترین میزان در زمان ۵ دقیقه و دمای ۲۰ درجه سلسیوس وکمترین میزان در زمان ۱۰دقیقه و دمای ۲۰ درجه سلسیوس در جدول ۱ مشاهده شده است.

تغییرات روند میزان پارامتر *b رنگ زرشک تازه: روند میانگین تغییرات b رنگ اندازه‌گیری‌شده در اثر استفاده از امواج فراصوت نشان می دهد که در اثر افزایش زمان و دما در شدت ثابت ۳۵ کیلو هرتز تغییرات معنی‌داری داشته است، بطوریکه بیشترین میزان در زمان ۵ دقیقه و دمای۳۰ درجه سلسیوس وکمترین میزان در زمان ۵ دقیقه و دمای ۴۰ درجه سلسیوس جدول ۱مشاهده شده است.

جدول ۱- اثر فرآیند بهینه‌سازی فراصوت در شدت ۳۵ و دماهای ۲۰،۳۰و ٤۰ درجه سلسیوس و مدت ۵،۲ و۱۰ دقیقه در زمان ۳۰ روز نگهداری در دما ٤ درجه سلسیوس بر پارامترهای رنگ زرشک تازه

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار آماری در سطح $p<0.05$ هستند.

تیمار		میانگین شاخص‌ها			
		ویتامین C	a	b	L
شاهد	۱	^{e}۰/۱۳۳	^{abc}۳۱/۸۹	^{e}۲/۷۰۳	^{c}۲۱/۸۰۶
زمان ۲ دقیقه – دمای ۲۰ درجه سلسیوس	۲	^{c}۰/۶۳۳	^{abc}۳۲/۷۳	^{de}۳/۲۷۰	^{d}۱۸/۱۱۱
زمان ۲ دقیقه – دمای ۳۰ درجه سلسیوس	۳	^{cd}۰/۵۳۳	^{cd}۲۹/۷۵	^{bc}۶/۴۴۱	^{d}۱۹/۶۰۳
زمان ۲ دقیقه – دمای ۴۰ درجه سلسیوس	۴	^{de}۰/۲۶۶	^{a}۴۳/۳۳	^{bcd}۵/۳۱۰	^{bc}۲۲/۹۶
زمان ۵ دقیقه – دمای ۲۰ درجه سلسیوس	۵	^{bc}۰/۷۳۳	^{abc}۳۲/۹۱	^{b}۷/۰۴۱	^{bc}۲۲/۱۹۶
زمان ۵ دقیقه – دمای ۳۰ درجه سلسیوس	۶	^{bc}۰/۷۳۳	^{bcd}۳۰/۷۷	^{a}۹/۸۲۷	^{a}۲۵/۶۷۵
زمان ۵ دقیقه – دمای ۴۰ درجه سلسیوس	۷	^{bc}۰/۷۶۶	^{d}۲۸/۰۶	^{e}۲/۶۰۶	^{bc}۲۲/۴۴۶
زمان ۱۰ دقیقه – دمای ۲۰ درجه سلسیوس	۸	^{bc}۰/۷۳۳	^{e}۲۴/۳۵	^{de}۳/۹۹	^{bc}۲۳/۲۶۶
زمان ۱۰ دقیقه – دمای ۳۰ درجه سلسیوس	۹	^{a}۱/۳۳	^{ab}۳۳/۴۲	^{cde}۴/۷۳۶	^{abc}۲۳/۸۴۶
زمان ۱۰ دقیقه – دمای ۴۰ درجه سلسیوس	۱۰	^{a}۱/۲	^{abc}۳۲/۳۴	^{b}۷/۳۳	^{ab}۲۴/۳۱۳

رنگ به‌عنوان اولین پارامتر کیفی در مواد غذایی است که توسط مصرف کننده مورد ارزیابی قرار میگرد. رنگ به‌همراه طعم و بافت نقش مهمی در مقبولیت مواد غذای ایفا می‌کند. علاوه بر این ممکن است رنگ نشان‌دهنده تغییرات شیمیایی در مواد غذایی در ضمن فرآیندهای حرارتی باشد (Brosnan and Sun, 2002). در این تحقیق تأثیر بهینه‌سازی فراصوت با شدت ثابت ۳۵ کیلو هرتز بر میزان اسید آسکوربیک زرشک‌تازه پس از یک دوره نگهداری۳۰ روز و دمای ۴۰ درجه سلسیوس بررسی شد. مقایسه‌میانگین نتایج تجزیه واریانس نشان داد استفاده از روش بهینه‌سازی فراصوت باعث افزایش میزان اسید آسکوربیک در عصاره زرشک تازه نسبت به شاهد می‌شود. مقایسه میانگین نتایج رنگ‌سنجی در مورد پارامترهای a، b وL نشان داد که از استفاده از امواج فراصوت در زمان و دماهای مختلف باعث تغییرات معنی‌داری بر این پارامترها شد و استفاده از بهینه‌سازی فراصوت در زرشک تازه کنترل مؤثری بر تغییرات رنگ در طول مدت نگهداری در دمای ۴ درجه سلسیوس و افزایش بازارپسندی محصول خواهد داشت. با توجه به نتایج به دست آمده تیمار موج‌دهی با امواج اولتراسونیک ۳۵ کیلو هرتز به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۴۰ درجه سلسیوس بیشترین تأثیر را در افزایش میزان اسید

آسکوربیک و با همان شدت امواج فراصوت و زمان۱۰ دقیقه و دمای ۲۰ درجه سلسیوس کمترین تأثیر بر پارامترهای رنگ می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

فرهادی چیتگر، م.، اعلمی، م.، میلانی، ا. و مقصودلو، ی. ۱۳۹۶. بررسی اثر فرایند فراصوت دمایی بر خصوصیات کیفی عصاره زرشک بی‌دانه (*Berberis vulgaris*). نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران. ۱۳(۴): ۷۳۶– ۷۲۷.

Brosnan, T., Sun, D.W. 2002. Inspection and grading of agricultural and food products by computer vision systems-a review.Computers and electronics in agriculture, 36(2-3):193-213.

Cao, S., Hu, Z., Pang, B., Wang, H., Xie, H., Wu, F. 2010. Effect of ultrasound treatment on fruit decay and quality maintenance in strawberry after harvest. Food Control, 21(4): 529-532.

Chandrapala, J., Oliver, C., Kentish, S., Ashokkumar, M. 2112, Ultrasonics in food processing. Ultrasonics Sonochemistry, 19:925–913

Gomez, P.L., Welti-Chanes, J., Alzamora, S.M. 2011. Hurdle technology in fruit processing. Annual Review of Food Science and Technology, 2: 447-465.

Mason, T.J. 2002. Trends in food science and technology. Ultrasonic Sonochemist. 13: 48 – 99.

Moradinezhad, F., Mehregan, M., Jahani, M. 2018. Physicochemical Traits of Seedless Barberry (*Berberis vulgaris* L.) Fruits Stored Under Refrigeration as Affected by Heat and Calcium Chloride Treatments. Cercetari Agronomice in Moldova, 51(4): 73-86.

Tiwari, U.L., Adhikari, B.S., Rawat, G.S. 2012. A checklist of Berberidaceae in Uttarakhand, Western Himalaya, India. Check List, 8: 610-616.

Wu, C. S., Gao, Q. H., Guo, X. D., Yu, J. G., Wang, M. 2012. Effect of ripening stage on physicochemical properties and antioxidant profiles of a promising table fruit 'pear-jujube' (Zizyphus jujuba Mill.). *Scientia Horticulturae*, *148*, 177-184.

Evaluation of the potential of post-harvest application of ultrasound on the amount of ascorbic acid and Faculty fresh fruit color of fresh seedless barberry (Berberis vulgaris)

R. Saebi [1] F. Moradinejad[*] [2] E. Ansarifar [3]
[1] Master student, Faculty of Agriculture, Birjand University
[2] Associate Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Birjand University
[3] Assistant Professor, Department of Health, Faculty of Medical Sciences, Birjand University of Medical Sciences
** Responsible author: fmoradinezhad@birjand.ac.ir*

Abstract
Due to the area under barberry cultivation in Iran, demand and market for fresh barberry fruits, the use of post-harvest technologies in the barberry industry is especially necessary. Dyes and ascorbic acid were tested on fresh barberry after 30 days of storage at 4 ° C.The results of statistical analysis showed that the wave treatment with 35 kHz ultrasonic waves for 10 minutes at 40 ° C had the greatest effect on increasing the amount of ascorbic acid by 77.4% and also on the color components of fresh barberry extract in the wave treatment. With 35 kHz ultrasonic waves for 10 minutes at 20 ° C had the least effect. Observations show that the ultrasonic optimization process can be used as a low-risk, fast and reliable alternative to chemical and thermal methods to preserve fresh barberry.

Keywords: Ascorbic acid, Color, Fresh barberry, Ultrasound