اثر سونیکاسیون حرارتی در مقایسه با پاستوریزاسیون بر ترکیبات زیست فعال و برخی از ویژگی‌های کیفی آب انار

لیلا هوشیار[۱]، جواد حصاری[۲*]، صدیف آزادمرد دمیرچی[۲]، ممنونه شنگل[۳]

۱- دانشجوی دکتری، مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۲- استاد، گروه علوم و صنایع غذایی، داننشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۳- استاد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آتاتورک ارزروم ترکیه
(تاریخ دریافت: ۹۶/۰۹/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۳/۲۰)

چکیده

هدف از این پژوهش، مطالعه تاثیر سونیکاسیون حرارتی در مقایسه با روش معمول پاستوریزاسیون روی ترکیبات زیست فعال و برخی از ویژگی‌های آب انار است. تیمارها، نمونه کنترل (بدون تیمار)، نمونه پاستوریزه شده (۹۰°C به‌مدت ″۳۰)، نمونه حرارت داده شده در دمای ۶۰ °C به مدت ٤، ۸ و۱۲ دقیقه، نمونه اولتراسوند بدون حرارت به‌مدت ٤، ۸ و۱۲ دقیقه با شدت‌های ۲٤/٤، ٤۲/۷و ٦۱ میکرومتر و نمونه اولتراسوند با حرارت (۶۰°C به‌مدت ٤، ۸ و۱۲ دقیقه) با شدت‌های ۲٤/٤، ٤۲/۷ و ٦۱ میکرومتر بودند. تیمارهای مورد بررسی تاثیر معنی داری بر بریکس، pH و اسیدیته آب انار نداشتند. تیمار پاستوریزاسیون موجب بیشترین کاهش در ویژگی‌های کیفی نمونه‌ها شد. بیشترین درصد تخریب ویتامین ث در آب انار مربوط به تیمار پاستوریزاسیون در حدود ۳٤/۱ درصد بود. بیشترین محتوای فنولی در تیمار با دمای ۲۵ °C ، شدت ٦۱ میکرومتر در ۱۲ دقیقه بود که به میزان ۲۲ درصد موجب افزایش ترکیبات فنولی شد. فعالیت آنتی-اکسیدانی در اثر پاستوریزاسیون ۸/۸ درصد کاهش یافت درصورتی‌که تیمارهای سونیکاسیون موجب افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی تا ۱۰/۵ درصد شد. تیمار پاستوریزاسیون و اولتراسوند با دمای ٦۰ درجه، شدت ٦۱ میکرومتر در ۱۲ دقیقه اثر معنی‌داری بر محتوای آنتوسیانینی آب انار داشتند و این ویژگی را به میزان ۱۰ و ۸/۸ درصد کاهش دادند. در کل نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که با توجه به نتایج تلفیقی شدت ٤۲/۷ میکرومتر اولتراسوند در دمای ٦۰ می‌تواند موثرترین تیمار در حفظ ویژگی‌های کیفی آب انار در مقایسه با روش پاستوریزاسیون باشد.

کلید واژگان: اولتراسوند، سونیکاسیون حرارتی، آب انار، ویژگی‌های کیفی

*مسئول مکاتبات: jhesari@tabrizu.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-27]

۱- مقدمه

حرارت در مقایسه با سایر روش‌های حفظ و نگهداری مواد غذائی از مزیت مهم تامین ایمنی و سلامت مواد غذائی و حفظ طولانی مدت در نتیجه تاثیر مخرب روی آنزیم‌ها و میکروارگانیسم‌ها برخوردار است. با این وجود، حرارت می‌تواند موجب کاهش زیادی در ترکیبات زیست فعال شود. به منظور کاهش اثرات منفی پاستوریزاسیون در صنعت آب‌میوه، سایر روش‌های غیرفعال‌سازی میکروارگانیسم ها به‌کار گرفته می‌شود. یکی از روش‌های جایگزین، اولتراسوند است. این روش به‌عنوان یک تکنولوژی بالقوه برای برآورد نمودن الزامات FDA در کاهش میکروارگانیسم‌های مربوط به آب میوه ها شناسایی شده است [۱]. تکنولوژی اولتراسوند موجب حفظ آنتی اکسیدان‌ها، آنتوسیانین‌ها و محتوای فنولی در آب‌میوه‌ها می‌شود. با این وجود بررسی‌ها نشان داده است که اولتراسوند به تنهایی نمی‌تواند کارایی مطلوبی در کنترل میکروارگانیسم‌های موجود در آب‌میوه‌ها داشته باشد [۱]. استفاده از اولتراسوند در ترکیب با تیمار حرارتی موجب کاهش قابل ملاحظه زمان فرآوری آب‌میوه و کاهش انرژی مصرفی و هزینه‌های تولید شده است [۲].

فرآوری مواد غذائی با استفاده از اولتراسوند شامل انتقال انرژی در فرکانس‌های بالاتر از ۲۰ کیلو هرتز می‌باشد. اولترا سوند با شدت پائین با دامنه فرکانس ۱۰-۵ مگاهرتز، باعث هیچ‌گونه تغییرات فیزیکی یا شیمیائی در خواص مواد تیمار شده نمی‌شود. از این‌رو برای سنجش بافت، ترکیب، ویسکوزیته یا غلظت مواد غذائی از روش اولتراسوند استفاده می‌شود. در مقابل، اولتراسوند با شدت بالا که مقادیر انرژی بالاتر (با دامنه فرکانس ۱۰۰-۲۰ کیلوهرتز) باعث از هم گسستگی فیزیکی مواد تحت تیمار شده و واکنش‌های شیمیائی را تقویت می‌کند [۳].

اغلب در کاربردهای غیر فعال سازی میکروارگانیسم‌ها، اولتراسوند همراه با تیمار حرارتی (ترموسونیکاسیون) بکار برده می‌شود. از هم گسستگی مکانیکی تقویت شده سلول‌ها دلیلی برای مرگ بیشتر در طی استفاده از اولتراسوند به همراه حرارت می‌باشد [٤و٥].

عادل و همکاران [٦] دریافتند که محتوای فنولی، فلاوونوئیدها و فلاونول‌ها از آب گریپ فروت، پس از تیمار اولتراسوند (۲۸ کیلوهرتز، ۲۰ °C، ۳۰-۹۰ دقیقه) افزایش یافت. محققین نشان داده‌اند که فرآوری اولتراسوند آب توت فرنگی تاثیر اندکی روی تخریب پارامترهای کیفی اصلی مثل رنگ و محتوای آنتوسیانینی آب‌میوه دارد [۷].

سانتی راسه گارام و همکاران [۸] نشان دادند که بعد از سونیکاسیون و تیمار حرارتی، هیچ اختلاف معنی داری در pH ، بریکس و اسیدیته قابل تیتر در مقایسه با نمونه کنترل مشاهده نشد. سونیکاسیون برای ۱۵ و ۳۰ دقیقه، اختلاف معنی‌داری را در پارامترهای کیفی نسبت به نمونه کنترل نشان داد و رنگ و محتوای ویتامین ث بهتر و افزایش معنی‌دار در کاروتنوئیدها و پلی فنول‌ها را موجب شد. نتایج اثبات کرد که سونیکاسیون می‌تواند موجب بهتر شدن کیفیت آب انبه همراه با استانداردهای ایمنی به‌عنوان جایگزین تیمارهای حرارتی به‌کار گرفته شود.

مصرف آب انار به علت محتوای ترکیبات زیست فعال مثل آنتوسیانین‌ها، آنتی اکسیدان‌ها و محتوای فنولی روبه افزایش است و با توجه به تولید مقدار بالایی از آب انار در صنعت آب میوه و توجه به خواص کیفی و ترکیبات زیست فعال، در این پژوهش اثر فرآوری متداول پاستوریزاسیون با روش سونیکاسیون همراه با تیمار حرارتی روی ترکیبات آب انار مطالعه شد تا روش فرآوری مطلوبی برای آن پیشنهاد شود.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مواد شیمیائی

بافرهای ٤و۷، محلول هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال، معرف فنل فتالئین، محلول ۲، ٦- دی کلرو ایندوفنل، محلول متافسفریک اسید ۳ ٪، استون، اتر، اسید اسکوربیک، محلول ید، محلول اسید اگزالیک، محلول سولفات مس ۱۰ ٪، بافر کلرید پتاسیم، بافر استات سدیم، اسید گالیک، معرف فولین- سیوکالتیو، بی کربنات سدیم، ۲و۲- دی فنیل- ۱- پیکریل هیدرازیل از شرکت مرک آلمان تهیه شدند.

۲-۲- تهیه آب انار

برای تهیه آب انار، میوه‌های تازه از بازار محلی خریداری شد، انارهای سالم شسته شد و سپس خشک شده و پوست‌گیری شدند و بصورت دستی دانه‌ها جدا شده و توسط آب‌میوه‌گیر، آب‌گیری شدند. آب میوه‌ی انار فورا توسط سانتریفوژ به مدت ۲۰ دقیقه جهت جدا سازی فاز جامد از مایع تحت سانتریفوژ قرار گرفت.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-27]

آب میوه‌ی شفاف از کاغذ صافی رد شد و ناخالصی‌ها بطور کامل جدا شدند. سپس آب‌میوه‌ی حاصل تحت تیمارهای مورد نظر قرار گرفت. آب‌میوه‌ی تولیدی به‌عنوان تیمار کنترل (بدون حرارت و سونیکاسیون) در نظر گرفته شد.

۲-۳- تیمار پاستوریزاسیون

برای بررسی تاثیر پاستوریزاسیون نمونه‌ها در ۹۰ °C به‌مدت″ ۳۰ پاستوریزه شدند.

۲-٤- تیمار حرارتی

برای بررسی تیمار حرارتی بدون سونیکاسیون، نمونه‌ها در ٦۰ °C به مدت ٤، ۸ و ۱۲ دقیقه نگه‌داشته شدند.

۲-۵- سونیکاسیون آب انار

یک سیستم اولتراسونیکاسیون ۱۲۵ وات (Q Sonica، آمریکا) با یک پروب ۱۲ میلی‌متری برای سونیکاسیون استفاده شد. نمونه ها در یک فرکانس ثابت ۲۰ کیلو هرتزی فرآوری شدند. ورودی انرژی توسط تنظیم دامنه پروب اولتراسوند کنترل شد. پارامترهای بیرونی در سطوح دامنه (۲٤/٤، ٤۲/۷ و ٦۱ میکرومتر) و زمان تیمار ٤، ۸ و ۱۲ دقیقه با زمان‌های پالس ۵ ثانیه روشن و ۵ ثانیه خاموش متغیر بودند . نمونه‌های آب انار در ترموسونیکاسیون تا دمای ٦۰°C حرارت داده شدند و دمای سیرکولاسیون در ۲ ±٦۰ °C تنظیم شد. نمونه های بدون تیمار حرارتی در آب با دمای °C ۰/۵ ± ۲۵ در حال سیرکوله گذاشته شدند. پروب اولتراسوند در کلیه نمونه‌ها در عمق مساوی ۲۵ میلی متری در نمونه‌ها فرو برده شد. تمام تیمارهای سونیکاسیون در سه تکرار انجام شدند.

۲-٦- آزمون بریکس

مواد جامد قابل حل با استفاده از رفراکتومتر دیجیتال (maselli، ایتالیا) در دمای ۲۰ °C اندازه‌گیری شدند. نمونه‌های آب‌انار جداگانه روی منشور رفراکتومتر قرار داده شدند و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. نتایج بر حسب درجه بریکس گزارش شدند [۹].

۲-۷- اندازه‌گیری pH

pH آب‌میوه‌ها با استفاده از pH متر دیجیتال رومیزی (Hanna-211، ایتالیا) طبق روش تیواری اندازه‌گیری شدند [۹].

۲-۸- اندازه‌گیری اسیدیته کل

برای تعیین اسیدیته کل آب انار، از روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال استفاده شد و از روی میزان سود مصرفی مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون بر اساس اسید غالب (اسید سیتریک) محاسبه شد. تیتراسیون تا رسیدن به pH حدود ۸/۲ انجام گرفت [٦].

۲-۹- اندازه‌گیری ویتامین ث

اندازه‌گیری اسید اسکوربیک از روش تیتراسیون با محلول ۲و٦ دی کلروایندوفنل طبق استاندارد ۵٦۰۹ ایران انجام گرفت [۱۰].

۲-۱۰- محتوای فنولی

محتوای فنولی کل نمونه‌های آب انار طبق روش فولین- سیوکالتیو مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند [۱۱].

۲-۱۱- خاصیت آنتی اکسیدانی

ظرفیت آنتی اکسیدانی نمونه‌های آب انار بر اساس مهار رادیکال-های DPPH (۲و۲- دی فنیل ۱- پیکریل هیدرازیل) با روش اسپکتروفتومتری در طول موج ۵۱۵ نانومتر انجام شد [۱۲].

۲-۱۲- محتوای آنتوسیانینی

محتوای آنتوسیانینی نمونه‌ها با استفاده از جذب اسپکتروفتومتری در حضور بافرها و pH های مختلف طبق روش لی و ورلستاد [۱۳] انجام شدند.

۲-۱۳- تجزیه و تحلیل آماری

در این پژوهش تجزیه داده‌ها بر اساس طرح کاملا تصادفی در سه تکرار انجام شد. جهت تجزیه‌های آماری از نرم افزار SPSS استفاده شد. مقایسه میانگین صفات به روش آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ ٪ انجام شد. برای رسم نمودارها نیز از Excell (2010) استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- بریکس، pH و اسیدیته

بریکس یکی از ویژگی‌های مهم در آب‌میوه بوده و ناشی از مواد جامد محلول، همچون قندها، اسیدها و ... می‌باشد. بریکس آب انار در حدود ۱۳ ، **pH** در حدود ۳/۹ و اسیدیته در حدود ۰/۸ گرم در ۱۰۰ گرم اندازه‌گیری شد. در این بررسی تیمار های حرارتی و اولتراسوند تاثیر معنی داری بر این ویژگی‌ها در آب انار نداشتند که در توافق با یافته های عادیل و همکاران بود [٦].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-27]

۳-۲- ویتامین ث

ویتامین ث از ویتامین های ضروری در تغذیه می باشد که البته نسبت به فرآوری مواد غذایی خیلی حساس بوده و از بین می رود. در این مطالعه، تیمارهای اولتراسوند و دما اثر معنی داری بر محتوای ویتامین ث در آب انار داشت. با توجه به نتایج بدست آمده بیشترین محتوای ویتامین ث در نمونه کنترل به دست آمد که علت آن عدم حرارت دهی می‌باشد. کمترین مقدار ویتامین ث متعلق به تیمار اولتراسوند دمای ۶۰ °C ، شدت ۶۱ به مدت ۱۲ دقیقه و پاستوریزاسیون بود. این دو تیمار به ترتیب ۲۸/۷ و ۳٤/۱ درصد از محتوای ویتامین ث آب انار را کاهش دادند (جدول ۱).

کاهش شدید ویتامین ث در آب میوه ها توسط پاستوریزاسیون در بررسی های انجام شده توسط سایر محققان نیز وجود دارد. نجوکو و همکاران [۱٤] طی بررسی که انجام دادند، مشاهده نمودند که محتوای ویتامین ث در آب انگور، لیمو و پرتقال در اثر تیمار دمایی ۸۰ °C کاهش می یابد. الایشاق و اوبیریناکم [۱۵] نیز نتایج مشابهی را گزارش دادند که محتوای ویتامین ث در آب پرتقال، گوجه فرنگی و طالبی در اثر پاستوریزاسیون کاهش می‌یابد.

در بررسی حاضر علی رغم اینکه دمای پاستوریزاسیون کاهش قابل ملاحظه ای را در محتوای ویتامین ث در آب انار باعث گردید. ولی، دمای ۶۰ °C به‌مدت ٤ و ۸ دقیقه تاثیر معنی داری بر محتوای ویتامین ث در آب انار نداشتند، اما افزایش مدت زمان تیمار در این دما باعث کاهش معنی دار محتوای ویتامین ث گردید. در تیمار ۱۲ دقیقه با دمای ۶۰ °C محتوای ویتامین ث در مقایسه با کنترل به میزان ۱۰/۶ درصد کمتر بود. علی رغم این نتایج تیمار توام اولتراسوند و دمای ۶۰ °C تاثیر کاهشی بیشتری بر محتوای ویتامین ث در آب انار داشت. به طوری که دمای ۶۰ °C در مدت زمان های ٤، ۸ و ۱۲ دقیقه اولتراسوند با شدت ۲٤/٤ میکرومتر ، محتوای ویتامین ث در آب انار را به میزان ۷/۸، ۸ و ۱۳/۲ درصد کاهش داد. لذا با وجود اینکه دمای ۶۰ °C به مدت زمان ٤ و ۸ دقیقه تاثیری بر محتوای ویتامین ث آب انار نداشت، ولی همراه با اولتراسوند اثر کاهشی مشاهده گردید که این نتایج نشان می دهد که اولتراسوند و دما اثر یکدیگر را بر کاهش ویتامین ث تشدید می کنند. در یک بررسی توسط سعد و همکاران [۱۵] نیز نتایج مشابهی به دست آمد. آن ها مشاهده نمودند که در تیمار دمایی ۲۰°C و اولتراسوند با شدت ۲۱ درصد، تاثیری بر محتوای ویتامین ث در آب سیب ندارد، ولی تلفیقی از هر دو باعث کاهش ۱۲ درصدی محتوای ویتامین ث می شود. علی و همکاران [۱۷] نیز در گوآوا نتایج مشابهی را به دست آوردند.

در بررسی حاضر تیمار با شدت ۲٤/٤ میکرومتر در دمای °C ۲۵ تاثیری بر محتوای ویتامین ث در آب انار نداشت. اما شدت های بالای اولتراسوند، کاهش معنی داری را در محتوای ویتامین ث در آب انار باعث گردید. به طوری که شدت ٤۲/۷ میکرومتر اولتراسوند در دمای °C ۲۵ و به مدت زمان های ٤، ۸ و ۱۲ دقیقه کاهشی به ترتیب ۱۱/۹، ۷/۵ و ۸/۵ درصدی را در محتوای ویتامین ث در آب انار باعث شدند. همچنین شدت ۶۱ میکرومتر اولتراسوند در دمای °C ۲۵ و به مدت زمان های ٤، ۸ و ۱۲ دقیقه نیز به ترتیب ۱۰/۳، ۱۵ و ۱۲/۶ درصد از ویتامین ث آب انار کاستند. تمامی این شش تیمار از نظر آماری کاهش مشابهی را در محتوای ویتامین ث در آب انار باعث شدند، ولی با افزایش دما نتایج متفاوتی به دست آمد. در دمای ۶۰ °C با اعمال اولتراسوند با شدت ۶۱ میکرومتر، افزایش مدت زمان تیمار کاهش بیشتری را در محتوای ویتامین ث در آب انار باعث شد و بنابراین بیشترین کاهش در محتوای ویتامین ث متعلق به تیمار دمای ۶۰ ℃ شدت ۶۱ به مدت ۱۲ دقیقه با ۲۸/۷ درصد کاهش در مقایسه با کنترل بود. لذا در دما و شدت های اولتراسوند بالا، افزایش مدت زمان تاثیر منفی بر محتوای ویتامین ث خواهد داشت، در حالی که در شدت پایین اولتراسوند، فارغ از تاثیر دما، زمان تاثیری بر محتوای ویتامین ث در آب انار نداشت. بررسی انجام گرفته توسط سایر محققان نیز نشان داده که در شدت های پایین اولتراسوند و دمای پایین، زمان تیمار تاثیر کمی بر محتوای ویتامین ث در آب گوآوا و سیب دارد [۱۶و ۱۷] که علی و همکاران [۱۷] این امر را ناشی از افزایش حلالیت ویتامین ث در آب میوه و ناپایداری آن در دماهای بالا دانسته اند. علی و همکاران [۱۷] گزارش نمودند که سونیکاسیون در دمای پایین باعث حفظ بیشتر ویتامین ث در آب گوآوا می شود که ناشی از کاهش اکسیژن محلول آب میوه ها است که باعث تخریب ویتامین ث می شود. با این وجود گروهی از محققان گزارش نموده اند که تیمار سونیکاسیون می تواند باعث کاهش میزان اسید آسکوربیک شود که کاهش اسید آسکوربیک در اثر تیمار سونیکاسیون ناشی از فرآیند های اکسیداتیو در ارتباط با تولید گروه های هیدروکسیل است [۱۸].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-27]

Table 1 Effect of thermal and ultrasound treatments on vitamin C content in pomegranate juices

Amplitude (µm)	Time (min)	Temperature (˚c)	Vitamine C (mg/100ml)
		25°C	12.90 a
Pasteurization (90°C, 30")			8.500 ı
24.4	4	25	12.20 abcd
24.4	8	25	12.30 abc
24.4	12	25	12.20 abcd
42.7	4	25	11.37 defg
42.7	8	25	11.93 bcde
42.7	12	25	11.80 bcdef
61	4	25	11.57 cdef
61	8	25	10.97 fg
61	12	25	11.27 efg
24.4	4	60	11.90 bcde
24.4	8	60	11.87 bcde
24.4	12	60	11.20 efg
42.7	4	60	11.10 efg
42.7	8	60	11.33 efg
42.7	12	60	10.67 gh
61	4	60	11.07 efg
61	8	60	9.967 h
61	12	60	9.200 ı
	4	60	12.57 ab
	8	60	12.27 abc
	12	60	11.53 cdef

a-i: Lowercase letters indicate significant differences ($p<0.05$) among the samples

۳-۳- محتوای فنولی

محتوای فنولی برای سلامتی انسان بسیار مهم هستند، این ترکیبات به دلیل داشتن خاصیت آنتی اکسیدانی نقش مهمی را در کنترل بسیاری از بیماری ها بر عهده دارند [۱۹]. در این بررسی، بیشترین محتوای فنولی در تیمار دمای ۲۵°C شدت ٦١ میکرومتر به مدت ۱۲ دقیقه و کمترین آن در تیمار پاستوریزاسیون به دست آمد. با توجه به نتایج، تیمار پاستوریزاسیون کاهش شدیدی را در محتوای فنولی آب انار باعث شد و محتوای فنولی را به میزان ۲۷/۹ درصد کاهش داد. در حالی که تیمار دمایی ٦٠ °C تاثیر معنی داری بر محتوای فنولی نداشت که نشان می دهد دماهای بالاتر از ٦٠ °C باعث کاهش معنی دار محتوای فنولی آب انار می شود (جدول ۲).

طی بررسی که کویین و باروکا [۲۰] انجام دادند، مشاهده گردید که دماهای تا ۷۰ °C تاثیری بر محتوای فنولی در آب انار ندارد، ولی دماهای بالاتر کاهش معنی داری را در محتوای فنولی آب انار می شود. در بررسی حاضر در هیچ کدام از دماهای ۲۵ °C و ٦٠ °C، اولتراسوند با شدت ٢٤/٤ میکرومتر تاثیری بر محتوای فنولی آب انار نداشتند، ولی در شدت های بالاتر اولتراسوند، نتایج متفاوتی به دست آمد. تیمارهای دمای ۲۵ °C شدت ٤٢/٧ به مدت ۸ و ۱۲ دقیقه افزایش ۹/٦ و ۱۰/٦ درصدی را در محتوای فنولی آب انار موجب شدند، ولی سایر تیمارها تاثیری بر این ویژگی نداشتند. نگوین و لی [۲۱] طی بررسی که روی آب آناناس انجام دادند، افزایش معنی دار محتوای فنولی را در آب این گیاه مشاهده نمودند. در بررسی این محققین محتوای فنولی آب آناناس تحت تاثیر تیمار اولتراسوند به میزان ٤٥ درصد افزایش یافت. اولتراسوند با اعمال یک اثر مکانیکی، باعث افزایش محتوای فنولی می شود[۲۱]. عادیل و همکاران [۷] بر روی آب گریپ فروت بررسی انجام دادند. این محققین مشاهده نمودند که با افزایش مدت زمان اولتراسوند، میزان افزایش در محتوای فنولی بیشتر

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-27]

بود. نتایج بررسی این محققین نقش افزایشی مدت اولتراسوند را در محتوای فنولی نشان داد. در بررسی حاضر نیز در دمای ۲۵ °C و شدت ٦١ میکرومتر اولتراسوند، با افزایش مدت زمان تیمار، افزایش بیشتری در این ویژگی مشاهده شد.

در بررسی حاضر در شدت ٦١ میکرومتر اولتراسوند، در دمای ٦٠ °C ، در مدت زمان های ٤، ٨ و ١٢ دقیقه محتوای فنولی در مقایسه با کنترل به ترتیب ٨/٦، ١٧/٢ و ٣١/٨ درصد کمتر بودند، در حالی که اولتراسوند با شدت ٦١ میکرومتر به مدت زمان ٤، ٨، ١٢ دقیقه در دمای ۲۵ °C به ترتیب ٩/٣، ١٤/٣ و ٢٢ درصد بر محتوای فنولی افزودند. این نتایج به وضوح نشان می دهد که در دمای کم با افزایش مدت زمان سونیکاسیون افزایش بیشتری در محتوای فنولی مشاهده می شود، در حالی که در دمای ٦٠ °C افزایش مدت زمان اولتراسوند با شدت ٦١ میکرومتر کاهش شدیدتری را در این ویژگی باعث می شود و دمای ٦٠ °C و شدت بالای اولتراسوند اثر کاهشی را بر محتوای فنولی خواهد داشت. لذا این نتایج نشان می دهد که دمای بالا می تواند تاثیر مثبت اولتراسوند بر محتوای فنولی را معکوس کند که همسو با نتایج سعید الدین و همکاران [٢٢] در آب گلابی است.

Table 2 Effect of thermal and ultrasound treatments on phenolic content in pomegranate juices

Amplitude (µm)	Time (min)	Temperature (˚c)	Phenolic content (mg/l)
		25°C	2322. gh
Pasteurization (90°C, 30")			1675. k
24.4	4	25	2351. fg
24.4	8	25	2367. efg
24.4	12	25	2400. defg
42.7	4	25	2510. bcdef
42.7	8	25	2546. bcd
42.7	12	25	2568. bc
61	4	25	2539. bcde
61	8	25	2654. b
61	12	25	2832. a
24.4	4	60	2393. defg
24.4	8	60	2398. defg
24.4	12	60	2337. fg
42.7	4	60	2391. defg
42.7	8	60	2293. gh
42.7	12	60	2171. hı
61	4	60	2123. ı
61	8	60	1922. j
61	12	60	1583. k
	4	60°C	2406. cdefg
	8	60°C	2372. efg
	12	60°C	2329. gh

a-k: Lowercase letters indicate significant differences ($p<0.05$) among the samples

٣-٤- خاصیت آنتی اکسیدانی

در میوه‌ها ترکیبات فنولی از اجزای اصلی مسئول خواص آنتی اکسیدانی هستند [٦]. در این مطالعه محتوای آنتی اکسیدانی تحت تاثیر تیمار دمایی و سونیکاسیون قرار گرفت. در این مطالعه پاستوریزاسیون کاهش معنی داری را در محتوای آنتی اکسیدانی در آب انار باعث گردید. تیمار پاستوریزاسیون باعث کاهش ٨/٨ درصدی این ویژگی گردید (جدول ٣). با توجه به نتایج بررسی حاضر هیچ کدام از ترکیب های تیماری زمان و دما در شدت ٢٤/٤ میکرومتر اولتراسوند، تاثیری بر محتوای

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-27]

آنتی اکسیدانی در آب انار نداشتند، ولی در شدت های ٤٢/٧ و ٦١ میکرومتر اولتراسوند، در دو ترکیب تیماری مدت زمان ٨ و ١٢ دقیقه در دمای ٢٥ °C، بر محتوای آنتی اکسیدانی در آب انار افزوده شدند. تیمارهای دمای ٢٥ °C ، شدت های ٤٢/٧ و ٦١ میکرومتر به مدت ٨ و ١٢ دقیقه محتوای آنتی اکسیدانی را در آب انار به میزان ١٠/٥– ٧/١ درصد افزایش دادند. لذا بر اساس این نتایج اولتراسوند با شدت های بالا در دماهای پایین تاثیر مثبتی بر محتوای آنتی اکسیدانی در آب انار دارند. در بررسی مشابهی عادیل و همکاران [٧] بررسی بر روی آب گریپ فروت انجام دادند. این محققین مشاهده نمودند که تیمار اولتراسوند، باعث افزایش خاصیت آنتی اکسیدانی می شود. کویین و باروکا [٢٠] نیز نتایج مشابهی را گزارش نمودند. این محققین اظهار داشتند که در تیمار سونیکاسیون، با افزایش دما، افزایش بیشتری در خاصیت آنتی اکسیدانی آب انار مشاهده شد.

Table 3 Effect of thermal and ultrasound treatments on antioxidant activity in pomegranate juices

Amplitude (µm)	Time (min)	Temperature (˚c)	Antioxidant activity (Percentage inhibition)
		25°C	53.67 bcd
Pasteurization (90°C, 30")			48.97 ef
24.4	4	25	53.53 bcd
24.4	8	25	52.57 cd
24.4	12	25	53.57 bcd
42.7	4	25	56.13 ab
42.7	8	25	59.33 a
42.7	12	25	57.50 a
61	4	25	56.07 ab
61	8	25	58.97 a
61	12	25	58.73 a
24.4	4	60	51.03 cdef
24.4	8	60	50.70 cdef
24.4	12	60	51.43 cde
42.7	4	60	50.40 def
42.7	8	60	50.60 cdef
42.7	12	60	50.70 cdef
61	4	60	47.93 f
61	8	60	43.57 g
61	12	60	50.33 def
	4	60°C	54.07 bc
	8	60°C	51.53 cde
	12	60°C	52.57 cd

a-g: Lowercase letters indicate significant differences ($p<0.05$) among the samples

٣-٥- محتوای آنتوسیانینی

آنتوسیانین ها جز ترکیبات زیست فعال می‌باشند که از لحاظ ویژگی‌های سلامت بخشی مورد توجه زیادی هستند. در بین میوه‌ها، انار در بین تیمارهای مورد آزمایش تنها دو تیمار پاستوریزاسیون و دمای ٦٠°C ، شدت ٦١ میکرومتر به مدت ١٢ دقیقه اثر معنی داری بر محتوای آنتوسیانین‌ها داشته و این ویژگی را به‌طور معنی‌داری کاهش دادند. این دو تیمار به ترتیب ١٠ و ٨/٨ درصد از محتوای آنتوسیانین‌ها کاستند. نتایج این بررسی اثر منفی پاستوریزاسیون را بر محتوای آنتوسیانین‌ها در آب انار نشان می‌دهد (جدول ٤). هرسگ و همکاران [٢٣] کاهش ٧/١ تا ٧/٤ درصدی محتوای آنتوسیانین را در آب توت فرنگی تحت تاثیر پاستوریزاسیون مشاهده نمودند.

اما در بررسی حاضر بالاترین شدت اولتراسوند مورد بررسی (٦١ میکرومتر) به مدت ١٢ دقیقه و دمای ٦٠ °C نیز کاهش

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-27]

معنی داری را در محتوای آنتوسیانین‌ها در آب انار باعث شد، که این نتایج نشان می‌دهد که اولتراسوند با شدت بالا در دمای بالا اثر منفی بر محتوای آنتوسیانین‌ها دارد. هرسگ و همکاران [۲۳] طی بررسی که در توت فرنگی انجام دادند، مشاهده نمودند که کاهش سطح آنتوسیانین‌ها با افزایش دمای سونیکاسیون بیشتر از افزایش مدت زمان تیمار سونیکاسیون است، نتایجی که در توافق با یافته های بررسی حاضر می‌باشد. در بررسی انجام شده، بیشترین میزان کاهش در محتوای آنتوسیانینی آب انار مربوط به تیمار دمای ۶۰ °C ، شدت ۶۱ میکرومتر به مدت ۱۲ دقیقه بود. هرسگ و همکاران [۲۳] نیز مشاهده نمودند که در بین تیمارهای سونیکاسیون، بیشترین کاهش در محتوای آنتوسیانین‌ها در شدت ۹۰ یا ۱۲۰ میکرومتر برای ۹ دقیقه در دمای ۵۵ °C بود. این محققین اظهار داشتند که بعد از تیمار با اولترا سوند و ترموسونیکاسیون، میزان تخریب آنتوسیانین‌ها کمتر از تیمار پاستوریزاسیون بود. تنها در تیمار اولتراسوند در ۵۵ °C برای ۹ دقیقه، محتوای آنتوسیانین ها در مقایسه با کنترل ۸/۵ تا ۹ درصد بیشتر بود. تخریب بیشتر آنتوسیانین‌ها در این نمونه ها ناشی از تشکیل، رشد و در هم پاشی سریع حباب‌ها است. علاوه بر آن تخریب آنتوسیانین‌ها در طی اولتراسوند مرتبط با واکنش‌های اکسیداسیون، ناشی از تداخل رادیکال‌های آزاد تشکیل شده مانند گروه‌های هیدروکسیل بعد از واکنش آب است که باعث تخریب شیمیایی آنتوسیانین‌ها در اثر باز شدن حلقه‌ها و تشکیل چالکون‌ها می شود [۲۳]. عمده مسیر واکنشی برای تخریب ترکیبات قطبی پرولیز ناشی از حفره زایی در محلول است [۸].حاوی مقدار بالایی از آنتوسیانین‌ها می‌باشد که در فرآوری محصولات حاصل از انار باید به حفظ این ترکیبات توجه شود.

Table 4 Effect of thermal and ultrasound treatments on anthocyanin content in pomegranate juices

Amplitude (µm)	Time (min)	Temperature (˚c)	Anthocyanin content (mg/l)
		25°C	308.8 abcd
Pasteurization (90°C, 30")			277.9 g
24.4	4	25	317.6 a
24.4	8	25	313.4 ab
24.4	12	25	312 ab
42.7	4	25	302.8 abcde
42.7	8	25	293.4 bcdefg
42.7	12	25	295.0 bcdefg
61	4	25	297.5 abcdefg
61	8	25	314.3 ab
61	12	25	298.9 abcdef
24.4	4	60	287.3 efg
24.4	8	60	296.7 bcdefg
24.4	12	60	311.7 abc
42.7	4	60	304.5 abcde
42.7	8	60	295.5 bcdefg
42.7	12	60	289.0 defg
61	4	60	288.7 defg
61	8	60	300.8 abcdef
61	12	60	281.6 fg
	4	60°C	300.0 abcdef
	8	60°C	292.3 cdefg
	12	60°C	294.2 bcdefg

a-g: Lowercase letters indicate significant differences ($p<0.05$) among the samples

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-27]

٤- نتیجه گیری

نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان داد که تیمار پاستوریزاسیون تاثیر منفی بر ویژگی‌های کیفی آب انار داشت. شدت پایین سونیکاسیون (٢٤/٤ میکرومتر) نیز در هر دو تیمار دمایی ٢٥ °C و حتی ٦٠ °C در اغلب موارد تاثیر قابل ملاحظه ای بر ویژگی‌های کیفی مورد بررسی در آب میوه انار نداشتند، ولی با تشدید شدت اولتراسوند، شدت تغییرات بیشتر بود. در تیمار های اولتراسوند بیشترین تغییرات (مثبت یا منفی) در بالاترین شدت و مدت زمان تیمار اولتراسوند و دمای ٦٠ °C سانتیگراد مشاهده شد. ١٢ دقیقه تیمار با شدت ٦١ میکرومتر اولتراسوند در دمای ٦٠ °C کاهش معنی داری را در محتوای ویتامین ث را باعث شد. در آب میوه انار نیز محتوای آنتوسیانین تنها تحت تاثیر ١٢ دقیقه تیمار با شدت ٦١ میکرومتر اولتراسوند در دمای ٦٠ °C قرار گرفته و کاهش یافت. در کل نتایج مطالعه نشان می دهد که افزایش شدت اولتراسوند، دما و مدت زمان تیمار بر خواص کیفی تاثیر منفی می گذارد. لذا استفاده از شدت ٤٢/٧ میکرومتر اولتراسوند در دمای ٦٠ °C نسبت به پاستوریزاسیون موجب حفظ بهتر ترکیبات زیست فعال شد و کمترین تاثیر منفی را بر خصوصیات کیفی داشت.

٥- منابع

[1] Zou, Y. and Jiang, A. (2016). Effect of ultrasound treatment on quality and microbial load of carrot juice. Food Sci. Technol, Campinas. 36(1): 111-115.

[2] Srinath, D., and Maheswari, K. U. (2016). Ultrasound technology in food processing: a review. International Journal of Current Advanced Research. 5: 778-783.

[3] Mason, T. D., Paniwnyk, L., Lorimer, J. P. (1996). The use of ultrasound infood technology. Ultrasound. Sonochem. 3: 253-260.

[4] Piyasena, P., Mohareb, E., Mckellar, R. C. (2003) Inactivation of microbes using ultrasound. Int. d. Food Microbial. 87: 207-216.

[5] Patist, A., Bates, D. (2008). Ultrasonic innovations in the food industry: from the laboratory to commercial production. Innov. Food Sci. Emerg. Technol. 9: 147-150.

[6] Aadil, R. M., Zeng, X., Han, Z. and Sun, D. (2013). Effects of ultrasound treatments on quality of grapefruit juice. Food Chemistry 141: 3201–3206.

[7] Dubrović, I., Herceg, Z., Jambrak, A. R., Badanjak, M., Dragović-Uzelac, V. (2011). Effect of high intensity ultrasound and pasteurization on anthocyanin content in strawberry juice. Food Technology and Biotechnology 49(2), 196-204.

[8] Santhirasegaram, V., Razali, Z., Somasundram, C. (2013). Effects of thermal treatment and sonication on quality attributes of chokanan mango juice. Ultrasonics sonochemistry. 20 (5): 1276- 1282.

[9] Tiwari, B. K., Patras, A., Brunton, N., Cullen, P. J., O´Donnell, C. P. (2010). Effect of ultrasound processing on anthocyanins and colour of red grape juice. Ultrasonics Sonochemistry. 17 (3): 598-604.

[10] ISIRI NUMBER 5609. Fruits, Vegetables and derived products Determination Of Ascorbic Acid (Vitamin C)- (Routine method).

[11] Waterman, P. G. and Mole S. (1994). Analysis of phenolic plant metabolites. Blackwell Scientific Publ., Oxford. 83-91.

[12] Brand- Williams, W., Curvelier, M. E., Berset, C. (1995). Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensmittel Wissenschauf und Technology. 28: 25-30.

[13] Lee, J., Durst, R.W., Wrolstad, R.E. (2005). Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative study. Journal of AOAC international 88(5): 1269-1278.

[14] Njoku, P.C., Ayuk, A.A. and Okoye, C.V. (2011). Temperature effects on vitamin c content in citrus fruits. Pakistan Journal of Nutrition. 10 (12): 1168-1169.

[15] El-Ishaq, A. and Obirinakem, S. (2015). Effect of temperature and storage on vitamin c content in fruits juice. International Journal of Chemical and Biomolecular Science. 1: 17-21.

[16] Saad, S. M., Abd Elaleem, I. M., Foda Ali Foda, F., Eissa, H. A., Abdelmoniem, G.M. and Ibrahim, W. A. (2013). Effects of thermosonication on apple and guava juices quality. Journal of Applied Sciences Research, 9(8): 5323-5336.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-27]

[17] Ali, G., Russly, A. R., Jamilah, B., Azizah, O. and 1Mandana, B. (2011). Effect of heat and thermosonication on kinetics of peroxidase inactivation and vitamin C degradation in seedless guava (*Psidium guajava* L.). International Food Research Journal 18(4): 1289-1294.

[18] Rojas, M. L., Trevilin, J. H. and Esteves Duarte Augusto, P. (2016). The ultrasound technology for modifying enzyme activity. Scientia Agropecuaria. 7 (2): 145 - 150.

[19] Aadil, R., Zeng, X., Mehmood Abbasi, A., Saeed Khan, M., Khalid, S., Jabbar, S., Abid, M. (2015). Influence of power ultrasound on the quality parameters of grapefruit juice during storage. 3: 6-12.

[20] Ferreira Guiné, R. P. and João Barroca, M. (2016). Influence of processing and storage on fruit juices phenolic compounds. International Journal of Medical and Biological Frontiers. 20: 45-57.

[21] Nguyen, T. P. and Le, V. V. M. (2012). Application of ultrasound to pineapple mash treatment in juice processing. International Food Research Journal 19(2): 547-552.

[22] Saeeduddin, M., Abid, M., Yan, Y., Jabbar, S., Wu, T., Riaz, A., Muhammad Hashim, M., Hu, B., Wang, W. and Zeng, X. (2016). Response of Certain Poly Phenolic Compounds to Sonication in Fresh Pear Juice. Science Letters. 4: 150-153.

[23] Herceg, Z., Lelas, V., Režek Jambrak, A., Vukušić, T. and Levaj, B. (2015). Influence of thermo-sonication on microbiological safety, color and anthocyanins content of strawberry juice. Journal of Hygienic Engineering and Design.

[24] Ferrario, M. and Guerrero, S. (2016). Effect of a continuous flow-through pulsed light system combined with ultrasound on microbial survivability, color and sensory shelf life of apple juice. Innovative Food Science and Emerging Technologies 34: 214–224.

[25] Muñoz, A., Caminiti, I., Palgan, I., Pataro, G., Noci, F., Morgan, D., Lyng, J. (2012). Effects on Escherichia coli inactivation and quality attributes in apple juice treated by combinations of pulsed light and thermosonication. Food Research International, 45: 299–305.

[26] Kumar, R., Bawa, A.S., Kathiravan, T., Lakshmana, J.H and Nadanasabapathi, S. (2013). Effect of thermosonication (TS) and Pulsed Electric Field (PEF) processing on quality characteristics of mango nectar (*Mangifera indica*). International Journal of Advanced Research. 8: 345-54.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-27]

The Effect of Thermo-sonication Compare to pasteurization on Bioactive and Quality Parameters in Pomegranate Juice

Hooshyar, L.[1] , Hesari, J. [2*], Azadmard-Damirchi, S. [2] , Sengül, M. [3]

1. Ph.D student, Department of Food and Technology, College of Agriculture, Tabriz university.
2. Professor, Department of Food and Technology, College of Agriculture, Tabriz university.
3.Professor, Department of Food and Technology, College of Agriculture, Atatürk university, Erzurum, Turkey.

(Received: 2017/12/02 Accepted:2018/06/09)

The purpose of this study is to investigate the effect of thermosonication in comparison with usual pasteurization methods on bioactive compounds and some of the properties of pomegranate juice (Brix, pH, acidity, vitamin C content, phenolic compounds, antioxidant properties and anthocyanin content). The treatments were: controlled sample (without treatment), pasteurized sample (90, 30 °C), heated sample at 60 ° C for 4,8,12 min, ultrasound sample without heating for 4,8, 12-minute with amplitudes of 24.4, 42.7, 61 µm, ultrasound sample with heating (60 ° C for 4,8,12 minutes) with 24.4, 42.7 and 61 µm amplitudes. The results showed that the treatments did not have a significant effect on the Brix, pH and acidity of pomegranate juice. Pasteurization treatment was one of the treatments that had the highest reduction in quality parameters of samples. The highest percentage of vitamin C degradation in 34.1% pomegranate juice was due to pasteurization and long periods of high level of temperature about 60 ° C resulted in 28.7% decrease in vitamin C. The highest phenolic content was in the treatment at 25 ° C, 61 µm in 12 minutes which increased this trait by 22%, and pasteurization treatment reduced 27.9% of phenolic content. Antioxidant activity decreased by 8.8% due to pasteurization. Sonication treatments with high intensity at 25 °C and long period increased this trait by 10.5 %. Pasteurization and ultrasound treatments at 60 ° C, 61 µm in 12 min, have a significant effect on the anthocyanin content of pomegranate juice and decreased this trait by 10 and 8.8%. In general, the results of the study indicate that the increase in the amplitude of ultrasound, temperature and duration of treatment, reduces the positive effect of these treatments on quality parameters and even reduces these traits significantly and due to the combined results, ultrasound amplitude of 42.7 µm at 60 ° C can be the most effective treatment to maintain the quality parameters of pomegranate juice compared with the pasteurization method.

Keywords: Ultrasound, Thermosonication, Temperature, Pomegranate Juice, Quality Parameters

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-27]

* Corresponding Author E-Mail Address: jhesari@tabrizu.ac.ir