بررسی پاستوریزاسیون با پلاسمای سرد بر ترکیبات زیست فعال، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و میکروبی آب انگور قرمز

پروین بیات[۱]، شیلا برنجی[۱]، **لیلا ناطقی**[۱*]

[۱] گروه علوم و صنایع غذایی، واحد ورامین-پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۰۲

چکیده

پلاسمای سرد یک فناوری غیرحرارتی و جایگزین مناسب برای روش‌های مرسوم حرارتی مورد استفاده در صنایع غذایی است که با خاصیت ضدمیکروبی، بدون تاثیر منفی در کیفیت مواد غذایی باعث افزایش طول عمر مفید آن‌ها می‌شود. هدف از پژوهش حاضر بررسی خواص فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی آب انگور قرمز پاستوریزه شده به روش پلاسمای سرد (تحت تابش پلاسما با ولتاژ ۲۰ kv، ۴۰ و ۶۰ طی مدت زمان ۱ min، ۲ ، ۳ و۴ و گاز هوا) و مقایسه آن با پاستوریزاسیون حرارتی (۹۵ °C به‌مدت ۵ s) بود. نتایج نشان داد که اثر تیمار بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی (اسیدیته، pH و بریکس)، ترکیبات زیست فعال (آنتوسیانین، فنل کل و ویتامین C)، خصوصیات رنگی (مولفه‌های a*، b* و L*)، میزان بار میکروبی (کپک و مخمر، باکتری‌های هوازی و کلی فرم) و ویژگی‌های حسی (مزه، بو و پذیرش کلی) آب انگور قرمز پاستوریزه شده به روش پلاسمای سرد، معنی‌دار ($p\leq0.05$) بود به طوری‌که با افزایش میزان ولتاژ از ۲۰ به ۶۰ kv و زمان از ۱ به ۴ min، در آب انگور پاستوریزه شده به روش پلاسمای سرد میزان اسیدیته، بریکس، مولفه‌های رنگی a* و b* افزایش معنی‌دار ($p\leq0.05$) و میزان pH، ترکیبات زیست فعال (آنتوسیانین، فنل کل و ویتامین C)، میزان رنگ مولفه L*، میزان بار میکروبی (کپک و مخمر، باکتری‌های هوازی و کلی فرم) کاهش معنی‌دار ($p\leq0.05$) یافت. همچنین، با افزایش زمان از ۱ به ۴ min، امتیاز بو و پذیرش کلی کاهش و با افزایش میزان ولتاژ از ۲۰ به ۶۰ kv و زمان از ۱ به ۴ min، امتیاز مزه کاهش یافت. از آنجا که تغییرات فیزیکوشیمیایی، رنگ، میکروبی و حسی آب انگور قرمز پاستوریزه شده به روش پلاسمای سرد در شرایط ۴۰ kv و زمان ۴ min و گاز هوا، نسبت به روش پاستوریزاسیون حرارتی کمتر و مقبولیت بیشتری برای مصرف داشت، به عنوان تیمار برتر معرفی شد.

واژگان کلیدی: پاستوریزاسیون، پلاسمای سرد، آب انگور قرمز، ترکیبات زیست فعال

* leylanateghi@iauvaramin.ac.ir

مقدمه

با افزایش رشد جمعیت و افزایش نیازمندی‌های غذایی بایستی از تکنولوژی‌هایی با حداکثر استفاده از محصولات کشاورزی استفاده شود. صنعت آبمیوه (آبمیوه، نکتار و پوره میوه) جزو صنایع تبدیلی در موادغذایی می‌باشد که از لحاظ تکنیکی بسیار پیشرفته و حساس است. از طرف دیگر ایمنی مواد غذایی که شامل از بین بردن باکتری‌های بیماری‌زا در مواد غذایی است، از مهمترین چالش‌های هر صنعت به شمار می‌رود. روش‌های سالم‌سازی مختلفی وجود دارد که از معمول‌ترین این روش‌ها، فرایندهای حرارتی مثل پاستوریزاسیون توسط بخار و اتوکلاو می‌باشند. روش‌های حرارتی علاوه بر ایجاد قابلیت نگهداری در آبمیوه‌ها، دارای اثرات منفی بر روی مواد مغذی، خواص حسی و سایر ویژگی‌های می‌باشند. توانایی اجرای پلاسمای سرد در فشار اتمسفر و دمای پایین به محققان این امکان را می‌دهد که کاهش در بار میکروبی محصول بدون آسیب به خواص فیزیکوشیمیایی محصول را شاهد باشند (۱).

پلاسمای سرد، یکی دیگر از روش‌های بسیار نوین غیرحرارتی برای کنترل میکروبی مواد غذایی است که اخیرا مورد توجه قرار گرفته است. پلاسما به حالتی از ماده بعد از حالت‌های جامد، مایع و گاز گفته می‌شود که برای تشکیل آن باید دمای گاز افزایش یابد که این امر موجب افزایش انرژی مولکولی و تغییر حالت ماده می‌شود و مجموعه گازی از اتم‌ها شکل می‌گیرد که در آن ذرات باردار، الکترون‌ها، یون‌های مثبت و ذرات خنثی آزادانه حرکت می‌کنند. این حالت از ماده را حالت پلاسما می‌گویند (۲).

از عوامل موثر در کارایی پلاسمای سرد را می‌توان به متغیرهای فرایند (نوع گاز، میزان ولتاژ و نحوه قرار گرفتن در معرض پلاسما)، خصوصیات ذاتی (ویژگی‌های ذاتی میکروارگانیسم‌ها) و عوامل محیطی (نظیر رطوبت نسبی، اسیدیته و ماهیت نمونه) اشاره کرد (۳). تیمار مواد غذایی با پلاسمای سرد یک تکنولوژی امیدبخش است که به سرعت عمل می‌کند، بر روی بخش‌های فرایند شده و در گازهای خارج شده از خود باقیمانده‌های سمی به جای نمی‌گذارد و افزایش دما می‌تواند در سطح قابل قبول نگه داشته شود (۴). به علاوه، بر خلاف پالس‌های نوری و اشعه گاما، با استفاده از گاز پلاسما تاثیر تدریجی به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد چون نمونه‌های واکنش‌دار در کل محفظه تولید می‌شوند (۵).

آبمیوه‌ها، مایع استخراج شده از میوه‌ها هستند که مورد تخمیر قرار نگرفته‌اند و شامل فروری‌های اصلی مانند پیش تیمار، استخراج عصاره‌ها و تیمارهای پس از پرس می‌باشد (۶). انگور منبع غنی از پلی فنول‌های فلاونوییدی نظیر کاتشین‌ها[۱]، کوئرسیتین‌ها[۲]، آنتوسیانیدها[۳] و پروآنتوسیانیدها[۴] و نیز منبع پلی فنول‌های غیر فلاونوییدی نظیر رسورانزول[۵] می‌باشد که همگی آنتی‌اکسیدان‌های فعال هستند (۷). بیش از ۶۰ نوع انگور وجود دارد که از نظر رنگ، طعم، اندازه و شکل دانه‌ها و برخی از رنگدانه‌ها و غلظت بخشی از مواد شیمیایی با هم تفاوت دارند (۸).

از مزایای استفاده از تکنولوژی پلاسمای سرد برای میوه‌ها و آبمیوه‌ها، می‌توان به بهبود ظرفیت فنولیک، ویتامین C، کاروتنوئیدی و آنتی‌اکسیدانی اشاره کرد. از معایب استفاده از این روش نیز می‌توان به تجزیه آنتوسیانین‌ها اشاره کرد (۹). بررسی‌های زیادی در مورد تاثیر پلاسمای سرد در میوه و آبمیوه انجام شده است. از این میان می‌توان به بررسی تأثیر پلاسمای سرد اتمسفری بر ترکیبات زیست فعال و بار میکروبی آب توت فرنگی (۱۰)، بررسی اثرات تکنولوژی پلاسمای سرد بر کیفیت ترکیبات تغذیه‌ای میوه‌ها و آبمیوه‌ها (۹)، بررسی تاثیر فرکانس پلاسمای سرد اتمسفر بر تغییرات میزان و بهبود قابلیت دسترسی به ویتامین C در آب سیب (۱۱) و بررسی تأثیر

---

[۱] Catechins
[۲] Quercetins
[۳] Anthocyanides
[۴] Proanthocyanides
[۵] Resorranzole

پلاسمای سرد بر فعالیت آنزیمی و ویژگی‌های کیفی پالپ انبه (۱۲) اشاره کرد.

توانایی پلاسما و گونه‌های فعال تولید شده توسط آن برای نفوذ به عمق مواد غذایی جامد به ترکیب فیزیکوشیمیایی ماده غذایی، مقدار آب ماده غذایی و تخلل ماده غذایی جامد بستگی دارد ولی به طورکلی پلاسمای سرد در نفوذ به عمق مواد غذایی جامد با محدودیت روبه رو می‌باشد. در مواد غذایی مایع مانند شیر، ماست و آبمیوه‌ها، حجم ماده غذایی مایع با پلاسمای سرد و گونه‌های تولید شده توسط آن در تماس است و عمق نفوذ در این دسته از مواد غذایی از اهمیت کمتری برخوردار می‌باشد. با استفاده از یک همزن می‌توان عملکرد پلاسمای سرد را بهبود بخشید (۱۳). از سویی بحث کاربرد پلاسما به صورت صنعتی و در ابعاد بزرگ برای باقی ماندن در صنعت و تکنولوژی باید بررسی شود. یکی از جنبه‌هایی که تا کنون زیاد روشن نیست این است که استفاده از پلاسمای اتمسفری باید بهبود پیدا کند تا تاثیرات منفی روی خواص ارگانولپتیکی و تغذیه‌ای بر روی غذاها نداشته باشد. همچنین، باید تاثیر آن روی خواص شیمیایی و تغذیه‌ای، تولید مواد سمی و مدت زمان ماندگاری بررسی شود (۱۴). بنابراین، هدف از انجام این پژوهش، بررسی و مقایسه اثر پاستوریزاسیون به روش حرارتی و پلاسمای سرد بر خواص فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی آب انگور قرمز واریته *Visit vinifera vinifera* می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مواد

انگور قرمز (بازار محلی ارومیه- ایران)، سایر مواد شیمیایی (متانول، هیدروکسید سدیم، آسکوربیک اسید، اسید سولفوریک، فنول فتالئین) و محیط کشت‌ها (محیط کشت نوترینت آگار، محیط کشت MRS) از شرکت مرک[1]- آلمان تهیه شد.

روش تهیه نمونه‌های آب انگور قرمز پاستوریزه شده به روش حرارتی و پلاسمای سرد

جهت تولید نمونه‌ها، پس از تهیه میوه‌های انگور و آبگیری آن‌ها توسط دستگاه آبمیوه‌گیری خانگی (Teffal- فرانسه)، ابتدا نمونه شاهد به روش حرارتی (پاستوریزاسیون در دمای ۹۰ °C به مدت ۳۰ s) تهیه شد. جهت پاستوریزاسیون غیرحرارتی، در این پژوهش از سامانه مولد پلاسما از نوع تخلیه سد دی الکتریک (ساخت کاوش یاران فن پویا- ایران) استفاده شد. دستگاه شامل یک الکترود ولتاژ بالا متصل به یک منبع تغذیه با ولتاژ حداکثر ۶۰ kv به شکل پالسی و فرکانس تقریبی ۶ kHz است. انتهای الکترود به براده‌های مسی که در داخل محفظه‌ای از جنس کوارتز هستند متصل است. نقش کوارتز به عنوان سد دی الکتریک بود. الکترود دوم، ظرف حاوی نمونه است که از داخل و بیرون با فویل آلومینیومی (به عنوان رسانا) پوشانده و سپس به زمین متصل شد. با برقرار نمودن اختلاف پتانسیل بین دو الکترود و در نتیجه ایجاد میدان الکتریکی، نمونه‌ها تیمار شدند. تیمار پلاسمای سرد بر روی نمونه‌ها به مدت زمان ۱ min، ۲ ، ۳ و۴ و با ولتاژ ۲۰ kv، ۴۰ و ۶۰ انجام شد. نوع گاز (هوا) نیز بر مبنای معمول‌ترین گاز استفاده شده در تحقیقات، برای تمام تیمارها استفاده شد. ضمن این که در این پژوهش نمونه‌های شاهد (تیمار حرارتی و آب انگور قرمز بدون هیچ گونه فرایندی) بررسی شدند.

آزمون‌ها

اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی

اندازه‌گیری pH با استفاده از دستگاه pHمتر (Metrohm– سوئیس) انجام شد. میزان اسیدیته با استفاده از روش تیتراسیون در حضور معرف فنل فتالئین و سود ۰/۱ N نرمال ارزیابی شد. ارزیابی مواد جامد محلول در آب (بریکس) با استفاده از دستگاه رفرکتومتر (Metrohm– سوئیس) در دمای ۲۰ °C، مطابق با روش ذکرشده در استاندارد ملی ایران به شماره ۲۶۸۵ انجام شد (۱۵).

اندازه‌گیری ترکیبات فنل کل

برای اندازه‌گیری ترکیبات فنل کل، از دستگاه اسپکتروفتومتر (Bausch & Lomb– آلمان) با استفاده از معرف فولین سیوکالتو استفاده شد.

[1] Merck

جدول ۱. نتایج مقایسه میانگین خصوصیات فیزیکوشیمیایی (اسیدیته، pH و بریکس) آب انگورقرمز پاستوریزه شده به روش پلاسمای سرد و مقایسه آن با تیمار حرارتی و نمونه شاهد

تیمار	ولتاژ(kv)	زمان(min)	اسیدیته (g/ l)	بریکس	pH
شاهد۱	۹۵ ℃ به‌مدت ۵ S		۷/۰۸۳± ۰/۰۲۰^{i}	۱۱/۷۷۷± ۰/۰۶۵^{h}	۳/۴۸۶± ۰/۰۰۵^{a}
شاهد۲	بدون هیچگونه فرایندی		۹/۶۱۳± ۰/۰۱۴^{bc}	۱۲/۹۷۰± ۰/۰۹۸^{ab}	۳/۲۳۰± ۰/۰۰۰^{fg}
۱	۲۰	۱	۷/۳۴۶± ۰/۱۳۲^{i}	۱۱/۸۵۳± ۰/۱۰۲^{gh}	۳/۴۶۳± ۰/۰۱۱^{a}
۲	۴۰	۱	۸/۰۱۳± ۰/۱۰۴^{h}	۱۲/۱۰۷± ۰/۱۲۰^{fgh}	۳/۳۹۳± ۰/۰۱۱^{b}
۳	۶۰	۱	۹/۰۲۳± ۰/۰۷۷^{ef}	۱۲/۵۸۷± ۰/۰۸۳^{cde}	۳/۲۹۳± ۰/۰۱۱^{d}
۴	۲۰	۲	۷/۸۲۰± ۰/۱۳۰^{h}	۱۲/۱۴۰± ۰/۱۸۳^{fg}	۳/۴۱۰± ۰/۰۱۰^{b}
۵	۴۰	۲	۸/۵۳۰± ۰/۰۶۲^{g}	۱۲/۴۶۰± ۰/۱۰۰^{def}	۳/۳۴۳± ۰/۰۰۵^{c}
۶	۶۰	۲	۹/۴۲۳± ۰/۰۲۸^{cd}	۱۲/۹۲۰± ۰/۱۴۴^{abc}	۳/۲۵۰± ۰/۰۰۰^{ef}
۷	۲۰	۳	۸/۳۶۳± ۰/۱۲۶^{g}	۱۲/۳۱۰± ۰/۱۶۱^{ef}	۳/۳۵۶± ۰/۰۱۱^{c}
۸	۴۰	۳	۹/۲۶۶± ۰/۰۹۸^{de}	۱۲/۷۷۰± ۰/۱۷۱^{bcd}	۳/۲۶۶± ۰/۰۰۵^{e}
۹	۶۰	۳	۹/۷۸۶± ۰/۱۶۱^{ab}	۱۳/۰۲۰± ۰/۱۳۱^{ab}	۳/۲۱۶± ۰/۰۱۱^{gh}
۱۰	۲۰	۴	۸/۸۴۰± ۰/۰۹۵^{f}	۱۲/۵۶۳± ۰/۰۳۵^{cde}	۳/۳۰۶± ۰/۰۰۵^{d}
۱۱	۴۰	۴	۹/۵۱۰± ۰/۰۵۰^{bcd}	۱۲/۸۹۷± ۰/۰۴۵^{abc}	۳/۲۴۳± ۰/۰۰۵^{ef}
۱۲	۶۰	۴	۱۰/۰۴۶± ۰/۰۴۹^{a}	۱۳/۱۷۰± ۰/۱۲۰^{a}	۳/۱۹۳± ۰/۰۰۵^{h}

نتایج به صورت میانگین ±انحراف معیار نشان داده شده است.

حروف متفاوت کوچک نشانگر اختلاف معنی‌دار در هرستون می‌باشد.

جذب نمونه‌ها در طول‌موج ۷۶۵ nm اندازه‌گیری شد. منحنی کالیبراسیون در محدوده غلظت ۴-۰/۴ mg/ml رسم و نتایج بر اساس mg در ۱۰۰ gr نمونه بیان شد (۱۶ و ۱۷).

اندازه‌گیری آنتوسیانین

برای اندازه گیری میزان ترکیبات آنتوسیانین، از روش فولکی استفاده شد. در این روش، جذب نمونه‌های تهیه‌شده توسط بافر pH=۴/۵ و pH=۱ به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر در طول‌موج ۵۱۰ nm بر حسب رنگ‌دانه آن‌ها سیانیدین-۳-گلوکوزید موجود در آب انگور قرمز که بیشترین جذب را در طول‌موج ۵۱۰ nm نشان می‌دهد، اندازه‌گیری شد. در نهایت غلظت آنتوسیانیدین (mg/l) از رابطه ۱، محاسبه شد (۱۸ و ۱۹).

رابطه (۱) $B=(\Delta A/L\times M\times D)/ M$

D: فاکتور رقیق کردن، ΔA : اختلاف بین دو جذب، L: طول سل بر حسب سانتی‌متر و M: جذب مولی سیانیدین-۳-گلوکوزید می‌باشد.

اندازه‌گیری مقدار ویتامین C

میزان ویتامین C، با روش تیتریمتری[1] با ید، پتاسیم یداید و پتاسیم یدات در حضور معرف نشاسته توسط بسیاری از محققین گزارش شده است. سهولت انجام این روش و ارزانی مواد مورد نیاز جهت سنجش از سایر مزایای این روش می‌باشد (۲۰).

رنگ‌سنجی

[1] Titrimetry

جدول ۲. نتایج مقایسه میانگین ترکیبات زیست فعال (آنتوسیانین، فنل کل و ویتامین C) آب انگورقرمز پاستوریزه شده به روش پلاسمای سرد و مقایسه آن با تیمار حرارتی و نمونه شاهد

تیمار	ولتاژ (kv)	زمان (min)	آنتوسیانین (mg/l)	فنل کل (mg GAE/L)	ویتامین C (mg/l)
شاهد۱	۹۵ °C به‌مدت ۵ s		۸۸/۳۹۱± ۰/۸۷۲^{a}	۱۲۶۶/۶± ۱۳/۳^{a}	۴۰/۶۳۴± ۰/۷۰۴^{a}
شاهد۲	بدون هیچگونه فرایندی		۷۸/۵۴۶± ۱/۳۷۱^{hi}	۱۱۲۰/۲± ۱۶/۷^{gh}	۳۵/۶۴۹± ۰/۶۶۱^{gh}
۱	۲۰	۱	۸۷/۲۱۹± ۱/۱۵۳^{ab}	۱۲۵۵/۱± ۱۰/۲^{ab}	۴۰/۲۱۹± ۰/۶۸۹^{ab}
۲	۴۰	۱	۸۵/۶۵۴± ۰/۳۳۵^{bc}	۱۲۲۴/۶± ۳/۳^{bc}	۳۹/۰۶۳± ۰/۳۳۶^{bc}
۳	۶۰	۱	۸۰/۶۸۱± ۰/۸۶۲^{efgh}	۱۱۵۷/۲± ۱۶/۳^{ef}	۳۶/۸۶۵± ۰/۵۲۴^{defg}
۴	۲۰	۲	۸۴/۶۰۶± ۰/۸۹۶^{bcd}	۱۲۱۵/۹± ۸/۷^{c}	۳۸/۸۹۸± ۰/۲۸۸^{bc}
۵	۴۰	۲	۸۱/۳۷۳± ۰/۰۴۷^{efg}	۱۱۶۷/۴± ۶/۶^{de}	۳۷/۲۳۸± ۰/۱۴۷^{de}
۶	۶۰	۲	۸۰/۲۱۴± ۱/۰۴۷^{fgh}	۱۱۴۳/۸± ۱۷/۷^{efg}	۳۶/۷۸۱± ۰/۴۹۵^{efg}
۷	۲۰	۳	۸۳/۳۲۱± ۰/۴۰۲^{cde}	۱۱۹۸/۴± ۳/۲^{cd}	۳۸/۲۴۲± ۰/۳۶۷^{cd}
۸	۴۰	۳	۷۸/۷۹۹± ۰/۹۱۶^{ghi}	۱۱۲۵/۵± ۱۵/۳^{fgh}	۳۵/۸۹۳± ۰/۲۸۹^{efgh}
۹	۶۰	۳	۷۸/۲۶۱± ۱/۰۴۸^{hi}	۱۱۱۹/۱± ۹/۳^{gh}	۳۵/۷۹۰± ۰/۴۲۹^{h}
۱۰	۲۰	۴	۸۱/۹۸۴± ۱/۱۰۳^{def}	۱۱۷۲/۷± ۱۸/۲^{de}	۳۷/۲۱۳± ۰/۵۷۰^{def}
۱۱	۴۰	۴	۷۹/۰۰۷± ۰/۵۶۰^{gh}	۱۱۲۷/۴± ۱۱/۰^{fg}	۳۵/۸۴۱± ۰/۲۱۹^{fgh}
۱۲	۶۰	۴	۷۶/۲۲۹± ۰/۷۵۵^{i}	۱۰۸۹/۶± ۹/۹^{h}	۳۵/۷۴۲± ۰/۳۳۷^{h}

نتایج به صورت میانگین ±انحراف معیار نشان داده شده است.

حروف متفاوت کوچک نشانگر اختلاف معنی‌دار در هرستون می‌باشد.

جهت تعیین ویژگی‌های رنگی آبمیوه‌ها، از دستگاه هانترلب (Hunter Lab optical- انگلیس) استفاده شد. در این سیستم از سه شاخص L, a, b برای شرح دادن موقعیت دقیق رنگ سه‌بعدی استفاده شد. برای این کار، نمونه‌ها در سل دستگاه ریخته شده و عدد مربوط به پارامترهای رنگ خوانده شد (۲۱).

ویژگی‌های میکروبی

جهت شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها، مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۶۳۳۲ (میکروبیولوژی آبمیوه- ویژگی و روش‌های آزمون) (۲۲)، شمارش کلی فرم‌ها از روش ذکرشده در استاندارد شماره ۱۱۱۶۶ (۲۳) و شمارش کپک و مخمر از روش ذکرشده در استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۱۰۸۹۹ استفاده شد (۲۴).

ارزیابی حسی

ویژگی‌هایی چون، مزه، بو و پذیرش کلی، توسط ارزیاب‌های آموزش دیده با روش هدونیک پنج نقطه‌ای (کمترین امتیاز : ۱ و بیشترین امتیاز : ۵) ارزیابی شد (۲۵).

روش تجزیه وتحلیل داده‌ها

این پژوهش دارای ۱۲ تیمار و ۲ نمونه شاهد است و در آن از طرح فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی استفاده شد. داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس تجزیه‌وتحلیل شدند. همچنین، برای مقایسه میانگین‌ها، آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد. آنالیز کلیه داده‌ها در این مرحله با استفاده از نرم‌افزار Minitab 16 انجام شد.

جدول ۳. نتایج مقایسه میانگین خصوصیات رنگی (a*، b* و L*) آب انگورقرمز پاستوریزه شده به روش پلاسمای سرد و مقایسه آن با تیمار حرارتی و نمونه شاهد

تیمار	ولتاژ(kv)	زمان(min)	L*	a*	b*
شاهد۱	۹۵ °C به‌مدت ۵ s		۱۹/۹۶۰± ۰/۰۲۴^{a}	۴۱/۳۲۲± ۰/۱۳۱^{i}	۲۸/۲۷۰± ۰/۲۳۲^{i}
شاهد۲	بدون هیچگونه فرایندی		۱۷/۴۵۲± ۰/۰۵۷^{hi}	۴۵/۰۱۶± ۰/۰۷۵^{ab}	۳۱/۴۲۶± ۰/۱۰۳^{ab}
۱	۲۰	۱	۱۹/۷۵۲± ۰/۱۹۱^{a}	۴۱/۵۳۱± ۰/۲۶۹^{i}	۲۸/۶۱۴± ۰/۲۲۳^{hi}
۲	۴۰	۱	۱۹/۰۶۰± ۰/۰۲۷^{bc}	۴۲/۸۰۹± ۰/۰۸۰^{gh}	۲۹/۴۸۸± ۰/۱۴۷^{fg}
۳	۶۰	۱	۱۷/۹۸۳± ۰/۱۴۹^{fg}	۴۴/۳۳۶± ۰/۰۷۸^{cd}	۳۰/۷۲۱± ۰/۲۱۶^{cd}
۴	۲۰	۲	۱۹/۲۷۱± ۰/۰۴۸^{b}	۴۲/۴۰۴± ۰/۰۹۴^{h}	۲۹/۱۵۱± ۰/۲۰۰^{gh}
۵	۴۰	۲	۱۸/۵۱۷± ۰/۱۲۸^{de}	۴۳/۵۲۳± ۰/۰۸۷^{ef}	۳۰/۳۰۵± ۰/۱۷۹^{de}
۶	۶۰	۲	۱۷/۵۴۴± ۰/۰۳۴^{hi}	۴۴/۹۰۹± ۰/۰۹۷^{b}	۳۱/۴۲۹± ۰/۲۲۳^{ab}
۷	۲۰	۳	۱۸/۷۶۱± ۰/۱۲۴^{cd}	۴۲/۹۷۵± ۰/۲۷۰^{fg}	۲۹/۹۰۳± ۰/۳۳۵^{ef}
۸	۴۰	۳	۱۷/۷۳۸± ۰/۱۳۹^{gh}	۴۴/۵۶۰± ۰/۳۵۰^{bc}	۳۱/۲۵۹± ۰/۱۰۶^{bc}
۹	۶۰	۳	۱۷/۳۴۳± ۰/۰۹۷^{ij}	۴۵/۰۹۱± ۰/۱۳۲^{ab}	۳۱/۶۵۳± ۰/۰۶۲^{ab}
۱۰	۲۰	۴	۱۸/۲۰۵± ۰/۰۷۶^{ef}	۴۳/۹۵۲± ۰/۱۹۹^{de}	۳۰/۶۴۴± ۰/۱۰۵^{d}
۱۱	۴۰	۴	۱۷/۵۸۹± ۰/۰۶۰^{hi}	۴۴/۹۰۰± ۰/۲۴۳^{b}	۳۱/۴۰۲± ۰/۲۲۳^{b}
۱۲	۶۰	۴	۱۷/۰۷۳± ۰/۱۴۰^{j}	۴۵/۵۶۳± ۰/۲۱۲^{a}	۳۲/۰۰۹± ۰/۲۴۵^{a}

نتایج به صورت میانگین ±انحراف معیار نشان داده شده است.

حروف متفاوت کوچک نشانگر اختلاف معنی‌دار در هرستون می‌باشد.

نتایج

نتایج خصوصیات فیزیکوشیمیایی (اسیدیته، pH و بریکس)

در جدول ۱، نتایج مقایسه میانگین خصوصیات فیزیکوشیمیایی (اسیدیته، pH و بریکس) آب انگورقرمز پاستوریزه شده به روش پلاسمای سرد و مقایسه آن با تیمار حرارتی و نمونه شاهد آورده شده است. با توجه به نتایج مشخص شد که اثر تیمار بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی (اسیدیته، pH و بریکس) آب انگور قرمز پاستوریزه شده به روش پلاسمای سرد معنی‌دار ($p\leq0.05$) بود و با افزایش میزان ولتاژ از ۲۰ به ۶۰ kv و زمان از ۱ به ۴ min، در آب انگور پاستوریزه شده به روش پلاسمای سرد میزان اسیدیته و بریکس افزایش معنی‌دار ($p\leq0.05$) و میزان pH کاهش معنی‌دار ($p\leq0.05$) یافت.

نتایج ترکیبات زیست فعال (آنتوسیانین، فنل کل و ویتامین C)

نتایج مقایسه میانگین ترکیبات زیست فعال (آنتوسیانین، فنل کل و ویتامین C) آب انگورقرمز پاستوریزه شده به روش پلاسمای سرد و مقایسه آن با تیمار حرارتی و نمونه شاهد در جدول ۲ آورده شده است. با توجه به نتایج مشخص شد که اثر تیمار بر ترکیبات زیست فعال (آنتوسیانین، فنل کل و ویتامین C) آب انگور قرمز پاستوریزه شده به روش پلاسمای سرد معنی‌دار ($p\leq0.05$) بود. به طوری‌که با افزایش میزان ولتاژ از ۲۰ به ۶۰ kv و زمان از ۱ به ۴ min، میزان ترکیبات زیست فعال (آنتوسیانین، فنل کل و ویتامین C) در آب انگور پاستوریزه شده به روش پلاسمای سرد کاهش داشت.

نتایج خصوصیات رنگی (مولفه‌های a*، b* و L*)

جدول ۴. نتایج مقایسه میانگین خصوصیات میکروبی (باکتری‌های هوازی، کلی فرم و کپک و مخمر) آب انگورقرمز پاستوریزه شده به روش پلاسمای سرد و مقایسه آن با تیمار حرارتی و نمونه شاهد

تیمار	ولتاژ(kv)	زمان(min)	کلی فرم (cfu/ml)	باکتری‌های هوازی (cfu/ml)	کپک و مخمر (Log cfu/ml)
شاهد۱	۹۵ °C به‌مدت ۵ S		۱/۰۰۰± ۰/۵۷۷^{a}	۳/۳۷۸± ۰/۰۷۹^{a}	۱/۴۴۵± ۰/۰۵۲^{a}
شاهد۲	بدون هیچگونه فرایندی		ND^{b}	۲/۵۴۹± ۰/۰۷۴^{gh}	۰/۹۹۸± ۰/۰۴۳^{gh}
۱	۲۰	۱	۰/۶۶۶± ۰/۵۷۷^{ab}	۳/۲۱۷± ۰/۰۷۱^{ab}	۱/۳۸۵± ۰/۰۳۷^{ab}
۲	۴۰	۱	ND^{b}	۳/۱۱۹± ۰/۰۵۹^{bc}	۱/۳۰۷± ۰/۰۳۲^{bc}
۳	۶۰	۱	ND^{b}	۲/۹۴۳± ۰/۰۶۷^{cde}	۱/۲۰۳± ۰/۰۲۷^{cde}
۴	۲۰	۲	ND^{b}	۳/۰۸۹± ۰/۰۵۳^{bcd}	۱/۲۹۳± ۰/۰۲۵^{bc}
۵	۴۰	۲	ND^{b}	۲/۹۱۰± ۰/۰۴۰^{de}	۱/۲۳۰± ۰/۰۰۰^{cd}
۶	۶۰	۲	ND^{b}	۲/۶۰۶± ۰/۰۴۷^{g}	۱/۰۲۷± ۰/۰۲۳^{fgh}
۷	۲۰	۳	ND^{b}	۲/۸۱۳± ۰/۰۵۶^{ef}	۱/۱۵۶± ۰/۰۱۷^{def}
۸	۴۰	۳	ND^{b}	۲/۶۴۲± ۰/۰۷۲^{fg}	۱/۰۷۶± ۰/۰۶۰^{efg}
۹	۶۰	۳	ND^{b}	۲/۳۷۲± ۰/۰۸۲^{hi}	۰/۹۳۳± ۰/۰۷۹^{h}
۱۰	۲۰	۴	ND^{b}	۲/۵۷۹± ۰/۰۹۵^{g}	۱/۰۳۶± ۰/۰۸۰^{fgh}
۱۱	۴۰	۴	ND^{b}	۲/۳۲۹± ۰/۰۵۷^{i}	۰/۹۲۰± ۰/۰۲۹^{h}
۱۲	۶۰	۴	ND^{b}	۱/۹۱۱± ۰/۰۵۸^{j}	۰/۷۲۵± ۰/۰۴۵^{i}

ND: Not ○Detectable

نتایج به صورت میانگین ±انحراف معیار نشان داده شده است.

حروف متفاوت کوچک نشانگر اختلاف معنی‌دار در هرستون می‌باشد.

نتایج مقایسه میانگین خصوصیات رنگی (مولفه‌های a*،b* و L*) آب انگورقرمز پاستوریزه شده به روش پلاسمای سرد و مقایسه آن با تیمار حرارتی (شاهد۱) و بدون هیچگونه فرایند حرارتی (شاهد ۲)، در جدول ۳ آورده شده است. با توجه به نتایج مشخص شد که اثر تیمار بر تغییرات خصوصیات رنگی (مولفه‌های a*،b* و L*) آب انگور قرمز پاستوریزه شده به روش پلاسمای سرد معنی‌دار ($p\leq0.05$) بود. به طوری‌که در آب انگور پاستوریزه شده به روش پلاسمای سرد با افزایش میزان ولتاژ از ۲۰ به ۶۰ kv و زمان از ۱ به ۴ min، میزان رنگ مولفه L* کاهش و مولفه‌های a* و b* افزایش یافت.

نتایج خصوصیات میکروبی (کپک و مخمر، باکتری‌های هوازی و کلی‌فرم)

نتایج مقایسه میانگین خصوصیات میکروبی (باکتری‌های هوازی، کلی فرم و کپک و مخمر) آب انگورقرمز پاستوریزه شده به روش پلاسمای سرد و مقایسه آن با تیمار حرارتی و نمونه شاهد در جدول ۴ آورده شده است. با توجه به نتایج مشخص شد که اثر تیمار بر تغییرات بار میکروبی (کپک و مخمر، باکتری‌های هوازی و کلی فرم) آب انگور قرمز پاستوریزه شده به روش پلاسمای سرد معنی‌دار ($p\leq0.05$) بود و با افزایش میزان ولتاژ از ۲۰ به kv ۶۰ و زمان از ۱ به min ۴، میزان بار میکروبی (کپک و مخمر، باکتری‌های هوازی و کلی فرم) در آب انگور پاستوریزه شده به روش پلاسمای سرد کاهش معنی‌دار ($p\leq0.05$) داشت. لازم به ذکر است که کلی‌فرم در تمام تیمارها بجز تیمار ۱ (آب انگور قرمز پاستوریزه شده به روش پلاسمای سرد در شرایط kv ۲۰ و زمان min ۱ و گاز هوا) قابل شمارش (Not Detectable) نبود.

جدول ۵. نتایج مقایسه میانگین امتیازات ارزیابی حسی (بو، مزه، و پذیرش کلی) آب انگورقرمز پاستوریزه شده به روش پلاسمای سرد و مقایسه آن با تیمار حرارتی و نمونه شاهد

تیمار	ولتاژ (kv)	زمان(min)	مزه	بو	پذیرش کلی
شاهد۱	۹۵ °C	به‌مدت ۵ S	۵/۰۰۰± ۰/۰۰۰^{a}	۵/۰۰۰± ۰/۰۰۰^{a}	۴/۶۰۰± ۰/۵۴۷^{a}
شاهد۲	بدون هیچگونه فرایندی		۴/۲۰۰± ۰/۴۴۷^{abc}	۳/۸۰۰± ۰/۴۴۷^{b}	۴/۲۰۰± ۰/۴۴۷^{ab}
۱	۲۰	۱	۴/۶۰۰± ۰/۵۴۷^{ab}	۵/۰۰۰± ۰/۰۰۰^{a}	۴/۶۰۰± ۰/۵۴۷^{a}
۲	۴۰	۱	۴/۶۰۰± ۰/۵۴۷^{ab}	۴/۸۰۰± ۰/۴۴۷^{a}	۴/۶۰۰± ۰/۵۴۷^{a}
۳	۶۰	۱	۴/۲۰۰± ۰/۴۴۷^{abc}	۵/۰۰۰± ۰/۰۰۰^{a}	۴/۴۰۰± ۰/۵۴۷^{a}
۴	۲۰	۲	۴/۶۰۰± ۰/۵۴۷^{ab}	۵/۰۰۰± ۰/۰۰۰^{a}	۴/۴۰۰± ۰/۵۴۷^{a}
۵	۴۰	۲	۴/۲۰۰± ۰/۴۴۷^{abc}	۴/۸۰۰± ۰/۴۴۷^{a}	۴/۴۰۰± ۰/۵۴۷^{a}
۶	۶۰	۲	۳/۸۰۰± ۰/۴۴۷^{bc}	۴/۶۰۰± ۰/۵۴۷^{ab}	۴/۴۰۰± ۰/۵۴۷^{a}
۷	۲۰	۳	۴/۲۰۰± ۰/۴۴۷^{abc}	۴/۶۰۰± ۰/۵۴۷^{ab}	۴/۲۰۰± ۰/۴۴۷^{ab}
۸	۴۰	۳	۳/۸۰۰± ۰/۴۴۷^{bc}	۴/۶۰۰± ۰/۵۴۷^{ab}	۳/۸۰۰± ۰/۴۴۷^{ab}
۹	۶۰	۳	۳/۶۰۰± ۰/۵۴۷^{bc}	۴/۶۰۰± ۰/۵۴۷^{ab}	۳/۶۰۰± ۰/۵۴۷^{ab}
۱۰	۲۰	۴	۳/۸۰۰± ۰/۴۴۷^{bc}	۴/۴۰۰± ۰/۵۴۷^{ab}	۴/۰۰۰± ۰/۰۰۰^{ab}
۱۱	۴۰	۴	۳/۶۰۰± ۰/۵۴۷^{bc}	۴/۴۰۰± ۰/۵۴۷^{ab}	۳/۶۰۰± ۰/۵۴۷^{ab}
۱۲	۶۰	۴	۳/۲۰۰± ۰/۴۴۷^{c}	۴/۴۰۰± ۰/۵۴۷^{ab}	۳/۲۰۰± ۰/۴۴۷^{b}

نتایج به صورت میانگین ±انحراف معیار نشان داده شده است.
حروف متفاوت کوچک نشانگر اختلاف معنی‌دار در هرستون می‌باشد.

نتایج ارزیابی حسی (مزه، بو و پذیرش کلی)

در جدول ۵ نتایج مقایسه میانگین امتیازات ارزیابی حسی (بو، مزه و پذیرش کلی) آب انگورقرمز پاستوریزه شده به روش پلاسمای سرد و مقایسه آن با تیمار حرارتی و نمونه شاهد آورده شده است. با توجه به نتایج مشخص شد که اثر تیمار بر تغییرات امتیاز مزه، بو و پذیرش کلی آب انگور قرمز پاستوریزه شده به روش پلاسمای سرد معنی‌دار ($p\leq0.05$) بود. به طوری‌که با افزایش میزان ولتاژ از ۲۰ به ۶۰ kv اختلاف معنی‌دار بین امتیاز بو و پذیرش کلی در بین تمامی تیمارها وجود نداشت و با افزایش زمان از ۱ به min ۴، امتیاز بو و پذیرش کلی کاهش یافت. در حالی‌که در آب انگور پاستوریزه شده به روش پلاسمای سرد با افزایش میزان ولتاژ از ۲۰ به ۶۰ kv و زمان از ۱ به min ۴، امتیاز مزه کاهش داشت.

بحث

کاهش pH و افزایش اسیدیته در محلول‌های آبی بعد از تیمار آن‌ها توسط پلاسمای سرد اتمسفری می‌تواند مربوط به ایجاد اسید نیتریک و رادیکال سوپراکسید (O-2) آزاد باشد (۲۶ و ۲۷). نتایج مشابهی با نتایج سایر پژوهشگران به‌دست آمد. سیادتی و همکاران، (۱۳۹۷) بیان کردند اختلاف معنی‌داری بین روش تابش ۸، ۱۰ و ۱۲ دقیقه‌ای پلاسما با روش پاستوریزاسیون وجود نداشت، اما بین این روش‌ها، با گروه شاهد اختلاف معنی‌داری وجود داشت (۲۸). در پژوهشی آب پرتقال پری بیوتیک به طور مستقیم و غیرمستقیم در معرض میدان پلاسما قرار داده شده و گزارش کردند که pH نمونه‌های آب پرتقال تحت درمان پلاسما حفظ شد (۲۹). همچنین، طی بررسی تأثیر پلاسمای اتمسفر سرد بر خواص فیزیکوشیمیایی آب سیب، پرتقال، گوجه فرنگی و آلبالو، گزارش دادند که مقادیر pH به طور

قابل توجهی تغییر نکرد (۳۰). همچنین پژوهشگران تغییرات معنی‌داری در خصوصیات فیزیکوشیمیایی در آب نارنگی پاستوریزه مشاهده کردند (۳۱).

رنگدانه آنتوسیانین، یکی از مهمترین ترکیبات رنگی در بین فلاوونوئیدها هستند و مسئول رنگ‌های قرمز، آبی و بنفش در بسیاری از میوه‌ها از جمله انگور می‌باشد (۳۲). نوع محصول غذایی، منبع تولید پلاسما، حالت مواجه پلاسما (مستقیم یا غیرمستقیم) با ماده موردنظر، در کنترل اثرات پلاسمای سرد روی فعالیت ترکیبات زیست فعال محصولات غذایی حیاتی هستند (۳۳). بطور کلی نتایج تحقیقات نشان داد که فناوری پلاسمای سرد ممکن است یک تکنیک مفید برای بهبود فعالیت زیستی ترکیبات فعال زیستی در آب میوه‌های فرآوری شده باشد و می‌توان از این فناوری به‌عنوان یک فناوری نوین جایگزین غیرحرارتی برای پاستوریزاسیون آب انگور قرمز به جای عملیات حرارتی استفاده کرد.

ترکیبات فنولی متابولیت‌های ثانویه‌ای هستند که توان آنتی‌اکسیدانی بالایی دارند و از طرق مختلف در حذف و جلوگیری از ایجاد رادیکال‌های آزاد موثرند. سازوکار اساسی کاهش محتوای فنل کل به علت آزاد شدن ترکیبات فنلی پیوند شده، تجزیه جزئی لیگنین و آزاد شدن مشتقات فنولیک اسید و شروع تجزیه حرارتی ترکیبات فنلی می‌باشد که تجزیه لیگنین در اثر حرارت و آزاد شدن ترکیبات فنلی مرحله آغازی تجزیه ترکیبات فنلی می‌باشد (۳۴ و ۳۵) که نتایج پژوهش حاضر کاهش در میزان ترکیبات فنلی در تیمارهای پلاسما نسبت به تیمار شاهد ۱ (فرایند حرارتی) و افزایش در میزان ترکیبات فنلی در تیمارهای پلاسما نسبت به تیمار شاهد ۲ (بدون هیچگونه فرایند حرارتی) نشان داد. نتایج بررسی تاثیر پلاسمای سرد اتمسفری بر روی اب پرتقال پری بیوتیک نشان داد که محتوای فنولی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های آب پرتقال تحت درمان پلاسما حفظ شده و می‌توان از روش پلاسمای سرد اتمسفر به عنوان جایگزین‌های غیرحرارتی مناسب برای آب پرتقال پری‌بیوتیک استفاده کرد (۲۹).

همچنین تیمار پلاسمای غیرحرارتی حداقل تجزیه محتوای اسید آسکوربیک و آنتوسیانین را در توت فرنگی سبب شد (۳۶) که مشابه نتایج به‌دست آمده از پژوهش حاضر می‌باشد.

طی تحقیقات انجام شده توسط سایر پژوهشگران که بیانگر افزایش مشاهده شده در محتوای ترکیبات فنلی و آنتوسیانین در آب میوه‌های مختلف بود و آن‌ها علت آن را ناشی از دانه‌ها یا ذرات با اندازه کوچک تعریف نشده باشد که با تیمار پلاسما از هم جدا می‌شوند (۳۷)، دانستند. نتایج به‌دست آمده از پژوهش حاضر مغایر با نتایج سایرپژوهشگران بود. به طوری‌که محتوی ترکیبات فنولیک در نمونه‌های پاستوریزه آب انار ۲۹/۵۵ ٪ بود که تیمار پلاسما سبب افزایش آن به ۳۳/۰۳ ٪ شد (۳۸).

تأثیر مثبت کاربرد پلاسما بر ویتامین C عمدتاً به ولتاژ و زمان قرار گرفتن در معرض پلاسما بستگی دارد. ولتاژهای بزرگتر (۸۰ kv) ممکن است محتوای ویتامین C را افزایش دهند اما فقط زمانی که برای مدت کوتاهی (کمتر از min ۵) اعمال شوند. به‌نظر می‌رسد کاهش ولتاژ اعمال شده (kv ۲۰ تا ۲۵) منجر به افزایش بیشتر ویتامین C حتی پس از دوره‌های طولانی قرار گرفتن در معرض (min ۱۵ تا ۳۰) می‌شود (۳۹). ویتامین C بسیار حساس به تخریب گرما است و به راحتی در فرایندهای دمای بالا بی ثبات می‌شود. در پژوهش حاضر میزان ویتامین C در تیمار شاهد ۲ (بدون هیچ‌گونه فرایندی) نسبت به آبمیوه‌های تیمار شده با پلاسما کمتر و آبمیوه‌های تیمار شده با پلاسما نسبت به تیمار شاهد ۱ (فرایند حرارتی) کمتر می‌باشد که با نتایج سایر پژوهشگران مشابهت داشت (۴۰ و ۴۱). همچنین در پژوهشی نمونه‌های تحت فرایند با پلاسمای سرد پس از min ۲ ، محتوای آنتوسیانین و ویتامین C، کمتری نسبت به تیمار حرارتی نشان دادند (۴۲) و یا افزایش غلظت ترکیبات فعال زیستی (ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، اسید اسکوربیک و آنتوسیانین) در آبمیوه تحت تیمار پلاسمای سرد بود (۴۳). افزایش میزان آنتوسیانین در تمامی نمونه‌های تیمار شده با پلاسما نسبت به نمونه آب زرشک پاستوریزه شده (در دمای

۸۰ °C) و افزایش معنی‌دار ($p\leq0.05$) آن طی افزایش زمان تیمار پلاسما نیز گزارش شد (۴۴) که با نتایج پژوهش حاضر مغایرت داشت.

شاخص *L روشنایی یا شفافیت می‌باشد که محدوده آن از صفر تا ۱۰۰ است (صفر معادل مشکی و ۱۰۰ معادل انعکاس کامل). شاخص‌های مولفه *a نامحدود است و مقادیر مثبت آن معادل رنگ قرمز و مقادیر منفی معادل رنگ سبز و مقادیر مولفه *b نامحدود است به طوری‌که مقادیر مثبت معادل رنگ زرد و مقادیر منفی معادل رنگ آبی است (۲۸). از آنجا که تغییرات رنگ نمونه‌های پژوهش (فرایند به روش پلاسما) نسبت به روش پاستوریزاسیون حرارتی کمتر است بنابراین می‌تواند مقبولیت بیشتری برای مصرف داشته باشد. از نظر خصوصیات رنگی (مولفه‌های *a، *b و *L) مشخص شد که تیمار آب انگور قرمز پاستوریزه شده به روش پلاسمای سرد در شرایط ۴۰ kv و زمان ۴ min و گاز هوا، کمترین تغییرات را نسبت به تیمار شاهد (بدون هیچگونه فرایندی) داشته و مقبولیت بالاتری داشت. نتایج مشابه با نتایج سایر پژوهشگران به‌دست آمد. رهنمای و همکاران، (۱۳۹۷) بیان کردند تمامی نمونه‌های تیمار شده با پلاسما محتوای شاخص روشنایی و قرمزی بیشتری نسبت به نمونه آب زرشک پاستوریزه شده (در دمای ۸۰ °C) داشتند (۴۴). پژوهشگران پس از بررسی تاثیر پلاسمای اتمسفری سرد بر رنگ اب انار، بیان کردند که تغییر رنگ کل با افزایش جریان گاز کاهش یافت و تغییر رنگ در آب انار تیمار شده در مقایسه با آب انار تیمار نشده، افزایش یافت (۴۵). همچنین از حفظ رنگ اصلی آب زغال اخته طی فرایند پلاسمای سرد نیز گزارش شده است (۴۲). پس از اعمال تیمار پلاسما بر آب کامو-کامو[1]، با سرعت جریان هوای بالاتر، تغییر رنگ زیادی را مشاهده شد (۴۳) که مشابه نتایج به‌دست آمده از پژوهش حاضر بود. همچنین بهبود پارامتر رنگ پالپ انبه با افزایش زمان تیمار پلاسمای سرد تا ۶ min نیز مشاهده شد (۱۲).

[1] Camu-camu

در این پژوهش ، برای جایگزینی روشی غیرحرارتی و کم هزینه‌تر نسبت به روش پاستوریزاسیون سنتی در صنعت غذا از پلاسمای سرد اتمسفری استفاده شد. این نتایج حاکی از آن است که با بهینه کردن دستگاه، پلاسمای سرد اتمسفری می‌تواند جایگزین مناسبی برای روش پاستوریزاسیون حرارتی باشد. به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از تیمار پلاسما در آب انگور قرمز موجب حفظ یا حتی بهبود ارزش تغذیه‌ای شد و توانست بار میکروبی این محصول را تا حدود مورد تایید اداره استاندارد ملی ایران کاهش دهد. شایان توجه است که اثرات مشاهده شده می‌تواند ناشی از میدان الکتریکی پالسی نیز که به نمونه اعمال شده است باشد. افزایش زمان اعمال پلاسما منجر به افزایش سطح گونه‌های واکنشگر می‌شود، همچنین افزایش زمان تیمار با افزایش زمان تماس بین میکروارگانیسم‌ها و گونه‌های واکنشگر، سبب افزایش اثر میکروب‌زدایی می‌شود (۴۶).

در این مطالعه افزایش زمان تیمار و ولتاژ بر قدرت کشندگی پلاسما بررسی شد، در حالی‌که عوامل مختلف دیگری نظیر فواصل الکترودها، گاز مورد استفاده و رطوبت نیز موثر می‌باشد. روند کاهشی در میزان میکروارگانیسم‌ها با افزایش زمان تیمار پلاسما دیده می‌شود. تاکنون سه مکانیسم برای غیرفعال سازی میکروبی پلاسمای سرد شناخته شده است. اولین مکانیسم مربوط به واکنش شیمیایی رادیکال‌های آزاد (نظیر *O و *OH)، گونه‌های فعال (نظیر NOx، H2O2، O3، O) و یا ذرات باردار (نظیر e-، H+، OH-، O-) تولید شده با غشای سلولی می‌باشد. دومین مکانیسم، تخریب غشا و اجزای سلولی با UV تولید شده در پلاسما است. سومین مکانیسم، تخریب مستقیم DNA سلول با UV می‌باشد. در مطالعه حاضر، تصور می‌شود که ترکیبی از سه مکانیسم مذکور توانسته است میزان میکروارگانیسم‌ها را در نمونه‌های تیمار شده کاهش دهد. به طوری‌که گونه‌های مختلف تولید شده در پلاسما با حمله به سلول‌های میکروبی، سبب تخریب اجزای پروتئین‌ها، چربی‌ها و DNA آنها شده‌اند (۴۷ و ۴۸).

نتایج مقایسه بین روش پاستوریزاسیون گرمایی (به مدت 12 min) و پلاسمای غیر حرارتی اتمسفری در آب زرشک، نشان داد که در میزان کل میکروارگانیسم‌ها، کپک و مخمر اختلاف معنی‌داری وجود داشته (۲۸) که با نتایج پژوهش حاضر مشابهت داشت. همچنین نتایج مشابه با نتایج پژوهش رهنمای و همکاران در سال ۱۳۹۷ به‌دست آمد که گزارش کردند که شمارش کلی میکروبی، کپک و مخمر آب زرشک تازه با افزایش زمان تیمار پلاسما کاهش معنی دار ($p\leq0.05$) پیدا کرد (۴۴). همچنین اعمال تیمار پلاسمای سرد تا 10 min منجر به کاهش شمارش میکروارگانیسم‌های هوازی (۱۶/۶ ٪) و تعداد کپک و مخمر (۱۸/۸ ٪) در پالپ انبه شد (۱۲) که مشابه نتایج به‌دست آمده از پژوهش حاضر بود.

طی نتایج به‌دست آمده، مشخص شد که پلاسما، اثر بیشتری بر کلی فرم‌های نمونه‌های تحت فرایند نسبت به کپک و مخمر و باکتری‌های هوازی دارد که می‌تواند به دلیل ساختار دیواره سلولی متفاوت در آن‌ها باشد. دیواره سلولی قارچ‌ها متشکل از اجزایی مانند کیتین و فیبریل‌های سلولز با ماتریکس پلی‌ساکاریدی و غشاء پپتیدوگلیکان دیواره باکتری‌ها می‌باشد (۴۹). نتایج پژوهش سنایی و همکاران در سال (۱۴۰۰) که به بررسی اثر تیمار پلاسمای سرد بر کاهش بار میکروبی زردچوبه پرداختند، با نتایج پژوهش حاضر مشابهت داشت. این پژوهشگران گزارش دادند که از نظر خصوصیات میکروبی، تیمار زردچوبه (تحت تابش پلاسما با گاز نیتروژن به مدت 15 min)، بهترین تیمار بوده و فاقد کلی فرم بودند (۵۰).

روش‌های حرارتی تأثیر بسیاری بر غیرفعال کردن میکروارگانیسم‌ها دارند ولی اعمال دمای بالای پاستوریزاسیون اثرات نامطلوبی نیز روی مواد مغذی و ارزش تغذیه‌ای ماده غذایی باقی می‌گذارد که از اثرات منفی می‌توان به از دست دادن ویتامین‌ها، قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی، غیرطبیعی شدن پروتئین و از دست دادن طعم ماده غذایی و تغییرات رنگ نیز طی این فرایندها اشاره کرد. به همین دلیل استفاده از روش‌های غیرحرارتی برای پاستوریزاسیون مطالعه شد (۵۱). پلاسمای اتمسفر به نظر می‌رسد یک فناوری امیدوارکننده برای غیرفعال‌سازی میکروبی بدون ایجاد تغییرات نامطلوب در محصولات غذایی باشد (۳۰). در این پژوهش ، پلاسمای سرد اتمسفری، بار میکروبی آب انگور قرمز را با کمترین اثر بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی کاهش داد.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که استفاده از تیمار پلاسما در آب انگور قرمز موجب حفظ یا حتی بهبود ارزش تغذیه‌ای آن بدون اثر نامطلوب بر ویژگی‌های حسی شد. از نظر امتیازات ارزیابی حسی (بو، رنگ، مزه، یکنواختی و پذیرش کلی) در این پژوهش مشخص شد که تیمار آب انگور قرمز پاستوریزه شده به روش پلاسمای سرد در شرایط 40 kv و زمان 4 min و گاز هوا، نزدیکترین تیمار به تیمار شاهد (بدون هیچگونه فرایندی) می‌باشد.

با توجه به نتایج سایر پژوهشگران، تغییرات حسی در غذاهای تحت درمان با پلاسما احتمالاً بستگی به ویژگی‌های موادغذایی مانند ترکیب اسید چرب، محتوای چربی و پروتئین آن‌ها داشته و نتیجه آن نیز متفاوت است (۵۲). نتایج ارائه شده نشان داد که امکان تغییرات طعم و عطر و بهبود کیفیت حسی در محصولات غذایی و آبمیوه‌های مختلف، با استفاده از فناوری پلاسما امکان‌پذیر است. نتایج به‌دست آمده از پژوهش حاضر نشان دهنده مطابقت با نتایج سایر پژوهشگران بود که می‌توان به برخی از آن‌ها اشاره کرد. اثر پلاسمای اتمسفری بر نتایج ارزیابی حسی میوه پیتایا، بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بین مشخصه‌های حسی نمونه‌های تیمار شده با پلاسما و گروه شاهد بود (۵۳). همچنین تغییرات در ترکیبات فرار با شرایط عملیاتی پلاسمای سرد (زمان 10 min تا ۳۰ و نرخ جریان پلاسمای هوای مصنوعی 10 ml/min تا ۳۰) متفاوت بود و باعث ایجاد تغییراتی در عطر و طعم آبمیوه شد (۲۵).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده، مشخص شد که در آب انگور قرمز پاستوریزه شده به روش پلاسمای سرد، اثر

تیمار بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی (اسیدیته، pH و بریکس)، ترکیبات زیست فعال (آنتوسیانین، فنل کل و ویتامین C)، خصوصیات رنگی (مولفه‌های a*، b* و L*)، میزان بار میکروبی (کپک و مخمر، باکتری‌های هوازی و کلی فرم) و ارزیابی حسی (تغییرات امتیاز مزه، بو و پذیرش کلی) معنی‌دار ($p\leq0.05$) بود. با افزایش میزان ولتاژ از ۲۰ به ۶۰ kv و زمان از ۱ به ۴ min، در آب انگور پاستوریزه شده به روش پلاسمای سرد میزان اسیدیته، بریکس، مولفه‌های رنگی a* و b* افزایش معنی‌دار ($p\leq0.05$) و میزان pH، ترکیبات زیست فعال (آنتوسیانین، فنل کل و ویتامین C)، میزان رنگ مولفه L*، میزان بار میکروبی (کپک و مخمر، باکتری‌های هوازی و کلی فرم) کاهش معنی‌دار ($p\leq0.05$) یافت. همچنین با افزایش میزان ولتاژ از ۲۰ به ۶۰ kv اختلاف معنی‌دار بین امتیاز بو و پذیرش کلی در بین تمامی تیمارها وجود نداشت و با افزایش زمان از ۱ به ۴ min، امتیاز بو و پذیرش کلی کاهش یافت درحالیکه در آب انگور پاستوریزه شده به روش پلاسمای سرد با افزایش میزان ولتاژ از ۲۰ به ۶۰ kv و زمان از ۱ به ۴ min، امتیاز مزه کاهش یافت. به طور کلی نتایج نشان داد قدرت پلاسما در غیرفعال‌سازی میکروارگانیسم‌ها مؤثر بوده از طرفی به دلیل عدم تولید ضایعات، انرژی مصرفی پایین و کم هزینه بودن و همچنین حفظ مواد مغذی می‌تواند جایگزین مناسبی برای سایر روش‌هایی مانند فرایندهای فشار بالا، پالس‌های الکتریکی و اشعه یونیزه کننده مورد استفاده برای استریلیزاسیون و پاستوریزاسیون مواد غذایی باشد. همچنین، از آنجا که ثبات رنگ در صنایع تولید آبمیوه یکی از فاکتورهای مهم است، نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که می‌توان از این فناوری به‌عنوان یک فناوری نوین جایگزین غیرحرارتی برای پاستوریزاسیون آب انگور قرمز به جای عملیات حرارتی استفاده کرد.

منابع

1. Çoşkun F, Pazir F. Impact of nonthermal processing technologies on quality of some fruit juices. Journal of Hygienic Engineering and Design. 2013; 39: 18-24.

2. Ozen E, Singh RK. Atmospheric cold plasma treatment of fruit juice: A review. Trends in Food Science & Technology. 2020; 103: 144-151.

3. Chizoba Ekezie FG, Sun DW, Cheng JH. A review on recent advances in cold plasma technology for the food industry: Current applications and future trends. In Trends in Food Science and Technology. 2017; 69: 46–58.

4. Selcuk M, Oksuz L, Basaran P. Decontamination of grains and legumes infected with Aspergillus spp. and Penicillum spp. by cold plasma treatment. Bioresource Technology. 2008; 99(11): 5104–5109

5. Lassen KS, Nordby B, Grun R. Optimization of a RF generated CF4/O2 gas plasma sterilization process. Journal of Biomedical Materials Research. 2003; 65(2): 239–244.

6. Falade KO, Abbo EO. Air-drying and rehydration of date palm (Pheenix dactilifera) fruits. Journal of Food Engineering. 2007; 79: 724-730.

7. Danışman G, Arslan E, Toklucu AK. Kinetic Analysis of Anthocyanin Degradation and Polymeric Colour Formation in Grape Juice during Heating. Czech Journal of Food Sciences. 2015; 33(2): 103–108.

۸. ساداتیان س ا، ماهیار، آ، اصلان آبادی، ی ن، امام م. خواص طبیعی و درمانی میوه‌ها و سبزیجات. انتشارات شهرآب. ۱۳۸۷; صفحات ۱۲۷-۳۹.

9. Fernandes FAN, Rodrigues S. Cold plasma processing on fruits and fruit juices: A review on the effects of plasma on nutritional quality. Processes. 2021; 9(12): 2098. https://doi.org/10.3390/pr9122098

10. Mehta D, Yadav SK. Impact of atmospheric non-thermal plasma and hydrothermal treatment on bioactive compounds and microbial inactivation of strawberry juice: A hurdle technology approach. Food Science and Technology International. 2019; 26(1): 3–10.

11. Leite AF, Fonteles TV, Miguel TBAR, Silvestre da Silva G, Sousa de Brito E, Alves Filho EG, Fernandes FAN, Rodrigues S. Atmospheric cold plasma frequency imparts changes on cashew apple juice composition and improves vitamin C bioaccessibility. Food Research International. 2021; 147; 81-94.

12. Abedelmaksoud TG, Hesarinejad ML, Yancheshmeh BS. The Effect of Cold Plasma on the Enzymatic Activity and Quality Characteristics of Mango Pulp. Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology. 2022; 10(4): 341-350.

13. Coutinho NM, Silveira MR, Rocha RS, Moraes J, Ferreira MVS, Pimentel TC, Freitas MQ, Silva MC, Raices RSL, Ranadheera CS, Borges FO, Mathias SP, Fernandes FAN, Rodrigues S, Cruz AG. Cold plasma processing of milk and dairy products. Trends in Food Science & Technology. 2018; 74: 56-68.

14. Misra N, Tiwari B, Raghavarao K, Cullen P. Nonthermal Plasma inactivation of food-borne pathogens. Food Engineering Reviews. 2011; 3(3): 159-170.

۱۵. سازمان ملی استاندارد ایران. آبمیوه‌ها- روش‌های آزمون. ۱۳۸۶؛ استاندارد شماره ۲۶۸۵.

16. Gonçalves EM, Pinheiro J, Abreu M, Brandão TRS, Silva CLM. Carrot (Daucus carota L.) peroxidase inactivation, phenolic content and physical changes kinetics due to blanching. Journal of Food Engineering. 2010; 97: 574-581.

۱۷. نصری ف، برزگر ح، علیزاده بهبهانی ب، جوینده م. شناسایی ترکیبات شیمیایی، پتانسیل آنتی اکسیدانی و اثر ضد میکروبی عصاره گیاه خوشاریزه بر تعدادی از باکتری های شاخص عفونت و مسمومیت غذایی. مجله میکروبیولوژی کاربردی در صنایع غذایی. ۱۳۹۹؛ (۲)۶: ۳۵-۴۸.

18. Fransis FJ. Anthocyanin as Food Colores. Journal of Food Technology, Modern Herbal, Lpndon: Tiger Books International. 1975; 4: 52.

۱۹. ناطقی ل، زارعی ف. بررسی اثر اتمسفر اصلاح شده و دمای نگهداری بر ویژگی های کیفی توت فرنگی بسته بندی شده در فیلم پلی اتیلنی. مجله میکروبیولوژی کاربردی در صنایع غذایی. ۱۴۰۰؛ (۱)۷: ۲۷-۴۱.

20. Arya SPN. Spectrophotometric methods for the determination of vitamin C. Analytica Chimica Acta. 2000; 417: 1-14.

21. Askari F, Sefidkon F, Teimouri M, Yousef Nanaei S. Chemical Composition and Antimicrobial Activity of the Essential Oil Pimpinella puberula (DC) Boiss. Journal of agricultural science and technology (JAST). 2009; 11(4): 431-438.

۲۲. سازمان ملی استاندارد ایران. میکروبیولوژی آب‌میوه و آب سبزی تغلیظ شده (کنسانتره)- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون. ۱۳۹۸؛ استاندارد شماره ۶۳۳۲.

۲۳. سازمان ملی استاندارد ایران. میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام -روش جامع برای شمارش و شمارش کلی فرم‌ها. ۱۳۸۷؛ استاندارد شماره ۱۱۱۶۶.

۲۴. سازمان ملی استاندارد ایران. میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام -روش جامع برای شمارش کپک‌ها و مخمرها. ۱۳۸۷؛ استاندارد شماره ۱-۱۰۸۹۹.

25. Campelo PH, Filho EGA, Silva LM, De Brito ES, Rodrigues S, Fernandes FA. Modulation of aroma and flavor using glow discharge plasma technology. Innovative Food Science & Emerging Technologies. 2020; 62: 1-10.

26. Chernets N, Dobrynin D, Kürşat Ercan U, Joshi SG. Non-equilibrium plasma treatment of liquids, formation of plasma acid. International Symposium on Plasma Chemistry. 2011; 1-5.

27. Sohbatzadeh F, Bagheri H, Safari R. Effect of electrical discharge in water on concentration of nitrate solution. Chinese Physics B. 2017; 26(2): 025101.

۲۸. سیادتی س ن، صحبت زاده ف، بهروان ف، شفافی زنوزیان م، طباطبایی یزدی ف. استفاده از پلاسمای غیرحرارتی فشار اتمسفری به عنوان روش جایگزین در غیرفعال سازی میکروارگانیسم های موجود در آب زرشک. مجله علوم و صنایع غذایی. ۱۳۹۷؛ (۱۱)۷۷: ۲۱۹-۲۲۷.

29. Almeida FDL, Cavalcante RS, Cullen FA, Rodrigues S. Effects of atmospheric cold plasma and ozon on prebiotic orange juice. Innovative Food Science & Emerging Technologies. 2015; 32: 127-135.

30. Dasan BG, Boyaci IH. Effect of Cold Atmospheric Plasma on Inactivation of Escherichia coli and Physicochemical Properties of Apple, Orange, Tomato Juices, and Sour Cherry Nectar. Food and Bioprocess Technology. 2018; 11: 334–343.

31. Yannam SK, Estifaee P, Rogers S, Thagard SM. Application of high voltage electrical

discharge plasma for the inactivation of Escherichia coli ATCC 700891 in tangerine juice. LWT. 2018; 90: 180-185.

32. Chandrasekhar J, Madhusudhan M, Raghavarao K. Extraction of anthocyanins from red cabbage and purification using adsorption. Food and Bioproducts Processing. 2012; 90(4): 615-623.

33. Pankaj SK, Wan Z, Keener KM. Effects of cold plasma on food quality: A review. Foods. 2018; 7(1): 4.

۳۴. احمدی ی، دلیری ر، سعیدی اصل م ر، رحیمی ن. بهینه سازی فرایند استخراج ترکیبات فنلی از برگ پسته آتلانتیکا (Sub Sp Mutica Pistacia Atlantica) با استفاده از امواج فراصوت. مجله نوآوری در علوم و صنایع غذایی. ۱۳۹۹؛ ۱۲ (۱): ۱۵۸-۱۶۷.

۳۵. نوری صفت ف، ناطقی ل و زارع ح. مقایسه اثر پاستوریزاسیون فراصوت و حرارتی بر میزان فنل کل و بار میکروبی آب آلبالو. بهداشت مواد غذایی. ۱۴۰۰؛ ۱۱(۴): ۱۴-۱.

36. Misra NN, Pankaj SK, Frias JM, Keener KM, Cullen PJ. The effects of nonthermal plasma on chemical quality of strawberries. Postharvest Biology and technology. 2015; 110: 197-202.

37. Garofulić IE, Jambrak AR, Milošević S, Dragović-Uzelac V, Zorić Z, Herceg Z. The effect of gas phase plasma treatment on the anthocyanin and phenolic acid content of sour cherry Marasca (Prunus cerasus var. Marasca) juice. LWT-Food Science and Technology. 2015; 62(1): 894-900.

38. Herceg Z, Kovačević DB, Kljusurić JG, Jambrak AR, Zorić Z, Dragović- Uzelac V. Gas phase plasma impact on phenolic compounds in pomegranate juice. Food chemistry. 2016; 190: 665-672.

39. De Castro DRG, Mar JM, da Silva LS, da Silva KA, Sanches EA, Bezerra JDA, Rodrigues S, Fernandes F, Campelo PH. Dielectric barrier atmospheric cold plasma applied on camu-camu juice processing: Effect of the excitation frequency. Food Res. Int. 2020: 131: 109044.

40. Sarangapani C, O'Toole G, Cullen PJ, Bourke P. Atmospheric cold plasma dissipation efficiency of agrochemicals on blueberries. Innovative Food Science and Emerging Technologies. 2017; 44: 235–241.

41. Souza Comapa S, Carvalho LMS, Lamarão CV, das Chagas F, do Souza A, Aguiar JPL, Silva LS. Microwave processing of camu-camu juices: physicochemical and microbiological parameters. Journal of Food Processing and Preservation. 2019; 43(7): 1–11.

42. Hou Y, Wang R, Gan Zh, Shao T, Zhang X, He M, Sun A. Effect of cold plasma on blueberry juice quality. Food Chemistry. 2019; 290: 79-86.

43. Gomes Castro DR, Moreira Mar J, Souza da Silva L, Araújo da Silva K, Sanches EA, Bezerra JD, Rodrigues S, Fernandes FAN, Campelo PH. Improvement of the Bioavailability of Amazonian Juices Rich in Bioactive Compounds Using Glow Plasma Technique. Food and Bioprocess Technology. 2020; 13: 670–679.

۴۴. رهنمای آخری ط، جانمرد داخلی م، عباس زاده ر. تاثیر پلاسمای سرد بر تغییرات رنگ، محتوای آنتوسیانین و کیفیت میکروبی آب زرشک. مجله علوم و صنایع غذایی. ۱۳۹۷؛ (۱۵)۸۲: ۳۸۵-۳۷۳.

45. Kovačević DB, Putnik P, Dragović-Uzelac V, Pedisić S, Jambrak AR, Herceg Z. Effects of cold atmospheric gas phase plasma on anthocyanins and color in pomegranate juice. Food chemistry. 2016; 190: 317- 323.

46. Moritz M, Wiacek C, Koethe M, Braun PG. Atmospheric pressure plasma jet treatment of Salmonella Enteritidis inoculated eggshells. International journal of food microbiology. 2017; 245: 22-28.

47. Hosseinzadeh Colagar A, Mortazavi SM, Arab-Yarmohammadi V, Sohbatzadeh F. Molecular Effects of Atmospheric Pressure Plasma Jet on the Double-Stranded DNA. Iranian Journal of Medical Physics. 2017; 14(1); 29-37.

48. Niemira BA. Cold plasma reduction of Salmonella and Escherichia coli O157: H7 on almonds using ambient pressure gases. Journal of food science. 2012; 77(3). 171-176.

49. Amini M, Ghoranneviss M. Effects of cold plasma treatment on antioxidants activity, phenolic contents and shelf life of fresh and dried walnut (Juglans regia L.) cultivars during storage. LWT. 2016; 73: 178-184.

۵۰. سنایی ف، مرتضوی س ع، طباطبایی ف، شهیدی ف. بررسی اثر تیمار پلاسمای سرد بر کاهش بار میکروبی و

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی زردچوبه. علوم و صنایع غذایی. ۱۳۹۹؛ (۱۷)۹۸: ۱۵۳- ۱۶۱.

۵۱. توکلی دخرآبادی م، حمیدی اصفهانی ز، عباسی س. تأثیر امواج فراصوت بر برخی خواص کیفی آب هویج با استفاده از روش سطح پاسخ. فصلنامه علوم و فناوری‌های نوین غذایی. ۱۳۹۳؛ (۵)۲: ۱۷-۲۵.

52. Yong HI, Kim HJ, Park S, Kim K, Choe W, Yoo SJ, Jo C. Pathogen inactivation and quality changes in sliced cheddar cheese treated using flexible thin-layer dielectric barrier discharge plasma. Food Research International. 2015; 69: 57-63.

53. Matan N, Puangjinda K, Phothisuwan S, Nisoa M. Combined antibacterial activity of green tea extract with atmospheric radio-frequency plasma against pathogens on fresh-cut dragon fruit. Food Control. 2015; 50: 291- 296.

Investigation of cold plasma pasteurization on bioactive compounds, physicochemical and microbial characteristics of red grape juice

Parvin Bayat[1], Shila Berenjy[1], **Leila Nateghi[1*]**

[1] Department of Food Science and technology, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran

Abstract

Cold plasma is a non-thermal technology and a suitable alternative to conventional thermal methods used in the food industry, which, with its antimicrobial properties, increases the shelf life of food products without negatively affecting their quality. The purpose of this research is to investigate the physicochemical, microbial and sensory properties of red grape juice pasteurized by cold plasma method (under plasma irradiation with voltage of 20, 40 and 60 kV for a period of 1, 2, 3 and 4 min and air gas) and compare it with thermal pasteurization (95°C for 5 seconds). The results showed that the effect of treatment on physicochemical properties (acidity, pH and Brix), bioactive compounds (anthocyanin, total phenol and vitamin C), color properties (components a*, b* and L*), microbial load (mold and yeast, aerobic bacteria and coliform) and sensory characteristics (taste, smell and overall acceptance) of red grape juice pasteurized by cold plasma method was significant ($p\leq0.05$) so that with increasing amount voltage from 20 to 60 kv and time from 1 to 4 min, in grape juice pasteurized by cold plasma method, the amount of acidity, brix, color components a* and b* increased significantly ($p\leq0.05$) and the amount pH, bioactive compounds (anthocyanin, total phenol and vitamin C), the amount of color of L* component, the amount of microbial load (mold and yeast, aerobic bacteria and coliform) decreased significantly ($p\leq0.05$). Also, by increasing the time from 1 to 4 min, the smell score and overall acceptance decreased, and by increasing the voltage from 20 to 60 kV and the time from 1 to 4 min, the taste score decreased. Since the physicochemical, color, microbial and sensory changes of red grape juice pasteurized by cold plasma method in the conditions of 40 kv, 4 min time and air gas were less than thermal pasteurization method and more acceptable for consumption, it was introduced as a superior treatment.

Keywords: pasteurization, cold plasma, red grape juice, bioactive compounds.

* leylanateghi@iauvaramin.ac.ir