مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

اثر پیش تیمار حرارتی گوجه فرنگی کامل روی ویژگی های فیزیکوشیمیایی رب گوجه فرنگی تولیدی با سطوح مختلف بریکس

سعید امیری نسب سرابی[۱]، مصطفی مظاهری تهرانی[۲*]، محمدحسین حداد خداپرست[۲]

۱- دانشجوی دکتری گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۹۸ /۱۰/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۱/۱۸

کلمات کلیدی:

گوجه فرنگی،

پیش تیمار حرارتی بخار،

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی،

ویسکوزیته،

رب گوجه فرنگی.

DOI: 10.29252/fsct.18.06.02

* مسئول مکاتبات:

Mmtehrani@um.ac.ir

چکیده

میزان تولید و فسادپذیری بالای گوجه فرنگی، الزام توسعه تحقیقات در زمینه فرآوری و بهبود کیفیت رب گوجه فرنگی را نمایان ساخته است. هدف این مطالعه اعمال پیش تیمار حرارتی بخار آب روی گوجه فرنگی تازه و بررسی اثر آن بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و ریزساختار رب تولیدی با درجات مختلف بریکس بود. گوجه فرنگی‌های تازه پس از یک مرحله شستشو تحت بخار آب قرار گرفته و سپس رب گوجه فرنگی با روش خرد کردن داغ با ۵ درجه بریکس (۱۸، ۲۰، ۲۲، ۲۴ و ۲۶) تولید شد. نتایج نشان داد پیش تیمار بخار توانسته است قوام نمونه‌های رب گوجه فرنگی را به طور معنی داری افزایش دهد. از طرف دیگر شاخص‌های رنگی، درصد رسوب وزنی، اسیدیته، ویسکوزیته و ریزساختار رب تولیدی به طور معنی‌داری تحت تاثیر تیمار حرارتی قرار گرفته‌اند. میزان شاخص قرمزی (a*) و زردی (b*) رب با اعمال بخار به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد. دلیل این کاهش می‌تواند بخاطر اعمال حرارت اولیه و همچنین افزایش کارایی حرارت دهی در مرحله خرد کردن داغ باشد که منجر به تخریب لیکوپن گردیده است. همچنین میزان رسوب وزنی در نمونه‌های تیمار شده با بخار به طور معنی داری بالاتر بود. همچنین تصاویر میکروسکپ الکترونی روبشی نشان داد اعمال بخار بواسطه کمک به خروج پکتین محلول از دیواره سلولی، سبب شکل گیری ساختاری آمورف در رب گوجه فرنگی می شود. بهترین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی مربوط به نمونه رب گوجه فرنگی با اعمال پیش تیمار بخار و بریکس ۲۶ بود. باتوجه به اینکه رنگ نمونه-های رب گوجه فرنگی در همه نمونه‌ها در حد قابل قبول بوده و متعاقباً ویسکوزیته به عنوان یک فاکتور کلیدی بهبود معنی داری داشت، می‌توان گفت پیش تیمار حرارتی با بخار می‌تواند به عنوان روشی کارآمد در فرآیند تولید رب گوجه فرنگی مدنظر قرار گیرد.

۱- مقدمه

گوجه فرنگی و فرآورده‌های حاصل از آن یکی از مهمترین تولیدات صنایع تبدیلی در ایران و جهان به شمار می‌آید. عوامل متعددی از جمله حجم بالای تولید این محصول، حساسیت بسیار بالای آن بعنوان یک گونه کلایمتریک و متعاقبا بالا بودن میزان فساد فیزیکی و میکروبی آن، منجر به توسعه واحدهای فرآوری گوجه فرنگی جهت تبدیل این نهاده کشاورزی به محصولاتی مانند آب گوجه فرنگی، رب گوجه فرنگی و انواع سس شده است [۱و۲].

رب گوجه فرنگی حاصل فرآوری مکانیکی- حرارتی این میوه می‌باشد. در این راستا ابتدا اعمال فرآوری مکانیکی منجر به تولید پالپ در نتیجه جدانمودن پوست و دانه گوجه فرنگی می شود. در ادامه، پالپ تولیدی وارد مرحله فرآوری حرارتی شده و طی فرآیند تغلیظ تحت خلاء، محصول با بریکسی متناسب با روش تولیدی و شدت فرآیند حرارتی تولید می‌گردد. اعمال فرآیند حرارتی از یک سو سبب کاهش آلودگی میکروبی شده و از سوی دیگر با غیرفعال کردن آنزیم‌ها به عنوان یک پارامتر موثر در تنظیم قوام محصول درنظر گرفته می‌شود [۲ و ۳]. عوامل مختلفی همچون ترکیب، توزیع اندازه ذرات، بریکس، شدت فرآیند حرارتی و شرایط برشی از عوامل موثر بر رئولوژی محصول نهایی هستند [٤ و ٥].

قوام محصول نهایی یکی از کلیدی‌ترین و مهمترین فاکتورهای مدنظر تولیدکنندگان رب گوجه فرنگی به شمار آمده و متاثر از واریته، میزان رسیدگی، موقعیت جغرافیایی و شرایط فرآیند تولید می باشد. حفظ قوام رب گوجه فرنگی با حفظ درصد بالایی از آب یکی از چالش‌های اصلی پیش روی تولیدکنندگان به شمار می آید. قوام فرآورده های گوجه فرنگی نشان دهنده ویسکوزیته و توانایی بخش جامد آنها در باقی ماندن در سوسپانسیون در طول مدت انبارمانی محصول است[٦ و ٧]. این شاخص قویا تحت تاثیر ترکیبات پکتیکی محصول می‌باشد [٨]. مشخص شده است آنزیم‌های پکتولیتیک آزاد شده در مرحله خرد کردن گوجه فرنگی به سرعت سوبسترا را تحت تاثیر قرار داده و سبب می‌شود حتی در صورت اعمال بهینه فرآیند حرارتی، حداقل میزان تخریب پکتین گوجه فرنگی، به سطح ۲۰ تا ۳۰٪ برسد [۹ و ۱۰]. کنترل و طراحی فرآیند تولید در جهت جلوگیری از تجزیه پکتین با حذف آنزیم‌های مسئول تخریب این ترکیب از اهمیت بسزایی در این صنعت برخوردار است. پکتین متیل استراز و پلی گالاکتوروناز از جمله آنزیم‌های پکتیکی گوجه فرنگی بوده [۱۱] و عدم غیرفعالسازی به موقع آنها موجب کاهش قوام رب در نتیجه تجزیه پکتین می‌شود [۱۲ و ۱۳]. این آنزیم‌ها در سطح میوه و در فاصله ۱/٦ تا ٦/٤ میلی متری از پوست تمرکز دارند. لذا به نظر می‌رسد اعمال فرآیند حرارتی هدفمند قبل از خرد نمودن گوجه فرنگی بواسطه غیرفعال کردن این آنزیم‌ها پیش از اثرشان بر ترکیبات پکتیکی، می‌تواند به طور موثری سبب بهبود ویژگی‌های رئولوژیکی محصول نهایی شود [۱و١٤]. محققان دیگری غیرفعالسازی حرارتی (۷۸-۷۰) آنزیم‌های پکتین متیل استراز، پلی گالاکتوروناز و پراکسیداز در آب گوجه فرنگی را ارزیابی نموده و مشخص گردید پایداری حرارتی پراکسیداز نسبت به دو آنزیم دیگر کمتر می‌باشد و پلی گالاکتوروناز بالاترین پایداری حرارتی بود[١٥]. مظاهری تهرانی و همکاران به بررسی تاثیر روش حرارت دهی اولیه گوجه فرنگی بر ویژگی‌های رئولوژیکی رب تولیدی پرداختند. نتایج این تحقیق نشان دهنده تاثیر معنی دار حرارت دهی اولیه گوجه فرنگی در بهبود قوام و حفظ کیفیت رب تولیدی بود Chiang .تاثیر حرارت دهی اولیه گوجه فرنگی قبل از خرد کردن را بر فعالیت آنزیم‌های موجود در پریکارپ ارزیابی نمودند [١٦]. در این تحقیق گوجه فرنگی‌های کامل به مدت ۲ دقیقه در معرض بخار (۸۵ درجه سانتیگراد) قرار گرفته و مشخص گردید بدلیل عدم انتقال حرارت کامل، این آنزیم‌ها همچنان فعال بودند.

رنگ یکی از فاکتورهای مهم کیفی محصولات فرایند شده گوجه فرنگی به خصوص رب می‌باشد که تأثیر بسزایی در پذیرش محصول توسط مشتری دارد. واکنش‌های مختلفی طی فرایند حرارتی رنگ محصولات را تحت تأثیر قرار می‌دهند که از این میان می توان به واکنش‌های تخریب رنگدانه‌ها خصوصا کاروتنوئیدها (لیکوپن، زانتوفیل) و کلروفیل و واکنش‌های قهوه‌ای شدن مانند مایلارد و اکسید شدن اسکوربیک اسید اشاره کرد. همچنین شرایط واکنش مانندpH ، اسیدیته و دمای فرایند نیز بسیار تأثیر گذارند در محصولات تغلیظ شده گوجه فرنگی مهم-ترین فرایند، تخریب رنگدانه قرمز لیکوپن و ایزومراسیون آن از

حالت ترانس به سیس می‌باشد که باعث تغییر رنگ محصول می شود. رینولدز، پلیمریزاسیون فنول‌ها را نیز از عوامل کاهش رنگ در طی فرایند حرارتی ذکر کرد. همچنین حضور کلروفیل نیز که ممکن است در اثر خرد شدن گوجه‌های نارس وارد خط تولید شده باشد با تولید فئوفیتین در اثر حرارت باعث ایجاد رنگ سبز زیتونی نامطلوب در محصول می‌شود [۱۷]. فاکتور L نمایانگر میزان روشنایی و براقیت محصول است و از ۱۰۰ برای سفید کامل تا صفر برای سیاه مطلق درجه بندی می شود. مقادیر مثبت شاخص a نشانگر قرمزی و مقادیر منفی آن میزان سبز بودن محصول را نشان می دهد، همچنین مقادیر مثبت b میزان رنگ زرد و مقادیر منفی آن نشانگر مقدار رنگ آبی محصول است[۱۸]. نسبت a/b به عنوان مشخصه کیفیت رنگ محصولات حاصل از گوجه فرنگی به کار می‌رود. مقادیر ۲ و بالاتر نشان دهنده کیفیت عالی رنگ محصول و مقاد یر کمتر از ۱/۸۰ غیر قابل قبول می-باشد [۱۹].

نظر به موارد گفته شده، در این تحقیق، از یک سو با هدف کمک به افزایش کارایی فرآیند حرارتی در جهت غیرفعال نمودن هرچه بیشتر و سریعتر آنزیم‌های پکتولیتیک، حفظ درصد بالاتری از پکتین و نیل به محصولی با ویژگی های رئولوژیکی مناسب‌تر، و از سوی دیگر با هدف انجام در مقیاس نیمه صنعتی و ساخت تجهیزات و در ادامه تبیین شرایط، ابعاد و زمان کار، گوجه فرنگی‌های کامل پس از شستشوی اولیه، و بعنوان جایگزین مرحله دوم شستشو، وارد تونل بخار شده و تحت تیمار حرارتی قرار گرفتند. از نتایج این تحقیق بعنوان نقشه راه برای فاز دوم پژوهش، یعنی تولید رب گوجه فرنگی با پایین‌ترین بریکس ممکن استفاده شد.

۲- مواد و روش ها

گوجه فرنگی تازه چین واریته سان سید خریداری شده و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل گردید. پس از درجه بندی گوجه فرنگی‌ها از لحاظ اندازه و میزان رسیدگی، میوه‌ها بصورت کاملا تصادفی به دو دسته تقسیم شده و تولید رب در مقیاس نیمه صنعتی صورت پذیرفت. از روش خرد کردن داغ (دمای ۸۰) برای تولید رب گوجه فرنگی استفاده شد. یک لوله بخار و جت بخار روی خط سورت نصب شد و روی آن با یک محفظه پوشانده شد که بخار توقف داشته باشد. دمای گوجه فرنگی در این مرحله به ٦٠ درجه سانتیگراد رسید. پس از این مرحله، رب گوجه فرنگی با روش خردکردن داغ و با درجات بریکس مختلف تولید شده و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و ریزساختار محصول نهایی مورد ارزیابی قرار گرفت. متغیرهای مورد بررسی شامل: (۱) استفاده از تونل بخار به جای مرحله دوم شستشو و (۲) تولید رب با بریکس های ۱۸، ۲۰، ۲۲، ۲٤ و ۲٦ (جدول ۱)

Table 1 tomato paste samples

Treatment	Sample	Treatment	Sample
Two step cleaning	Bx.18 without applying steem	One step cleaning and them steem tunnel	Bx.18 with applying steem
Two step cleaning	Bx.20 without applying steem	One step cleaning and them steem tunnel	Bx.20 with applying steem
Two step cleaning	Bx.22 without applying steem	One step cleaning and them steem tunnel	Bx.22 with applying steem
Two step cleaning	Bx.24 without applying steem	One step cleaning and them steem tunnel	Bx.24 with applying steem
Two step cleaning	Bx.26 without applying steem	One step cleaning and them steem tunnel	Bx.26 with applying steem

۲-۱- پارامترهای مورد بررسی

۲-۱-۱-اسیدیته

مقدار ۱۰ گرم نمونه با ۲۰۰ میلی لیتر آب مقطر مخلوط شده و سپس به یک بالون ژوژه ۲۵۰ میلی لیتری منتقل گردید. پس از به حجم رساندن، ۱۰۰ میلی لیتر از محلول با استفاده از سود (۰/۱ نرمال) و در حضور معرف فنل فتالئین تا رسیدن به pH= ۸/۱ تیتر گردید.

۲-۱-۲-قوام

جهت اندازه گیری میزان قوام، از دستگاه قوام سنج بوستویک در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد استفاده شد. نتایج بصورت مسافت طی شده به سانتیمتر طی ۳۰ ثانیه گزارش گردید [۱].

۲-۱-۳-درصد وزنی رسوب

مقدار ۳۰ گرم از هر نمونه داخل لوله فالکون توزین شده و سانتریفیوژ (sigma, D37520 osterode am harz

Germany,) گردید (۱۵۰۰۰ rpm، ۴ °C، ۳۵ دقیقه). سپس رویه حذف شده و باقیمانده توزین گردید. درصد رسوب وزنی از رابطه زیر بدست آمد [۲۱]:

٪ نسبت وزنی رسوب =

۱۰۰× وزن نمونه اولیه (گرم)/ وزن رسوب(گرم)

۲-۱-٤-رئولوژی

آزمون‌های رئولوژی نمونه‌های رب با استفاده از رئومتر نوسانی دینامیکی کنترل تنش/کرنش با دامنه کم تغییر شکل (HAAK MARS III rheometer thrmo scintific, karlrsruhe, Germany) انجام شد. آزمون فرکانس متغیر در دامنه فرکانس ۰/۰۱ تا ۱۰هرتز و کرنش ۰/۵٪ در دمای محیط با بکارگیری هندسه صفحه موازی (قطر ۳۵میلی متر و فاصله ۱میلی متر) انجام گرفت. برای جلوگیری از تبخیر در هنگام آزمایش، نمونه با ورقه نازک روغن سلیکون پوشیده شد. برای ارزیابی داده‌ها از نرم افزار Rheowin software 3.61thermo fisher scientificاستفاده شد.

۲-۱-۵-ریزساختار

برای بررسی ریزساختار نمونه‌های رب گوجه فرنگی، ابتدا نمونه‌ها (با ابعاد۱×۱×۲ میلی متر) توسط خشک کن انجمادی به مدت ٤٨ ساعت خشک شد. پس از پوشش دهی نمونه‌ها با یک لایه نازک از طلا، تصویربرداری با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی (LeQ1450VP, Vereinigte Papierwarenfabriken GmbH, Feuchtwangen, Germany) در ولتاژ ۱۵کیلو ولت انجام شد.

۲-۱-٦-رنگ سنجی

به منظور ارزیابی شاخص‌های رنگی نمونه‌های رب تولیدی مطابق روش گولد ۱۹۸۳، ابتدا بریکس با استفاده از آب مقطر روی ۱۲ تنظیم شده و پس از خارج کردن کامل حباب هوا، از دستگاه هانترلب (Model 45/0; Hunter Associates Laboratory, VA, USA) جهت اندازه گیری شاخص‌های رنگی استفاده شد.

۲-۲-طرح آماری

نتایج بدست آمده درقالب فاکتوریل با طر ح پایه کاملا تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. جهت مقایسه میانگین ها و بررسی اثرات تیمارها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ استفاده شد. به منظور انجام تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار مینی تب ۱۸ استفاده گردید. برای رسم کلیه نمودارها نرم افزار اکسل ۲۰۱۰ بکار گرفته شد.

۳-تفسیر و تحلیل

۳-۱-اسیدیته

نتایج مربوط به ارزیابی اسیدیته نمونه‌های رب گوجه فرنگی در شکل ۱ نشان داده شده است. همانطور که مشخص است اختلاف آماری معنی داری بین نمونه ها وجود دارد. بالاترین اسیدیته مربوط به بریکس ٢٤ با اعمال بخار و پس از آن بریکس ٢٦ با اعمال بخار و پایین ترین اسیدیته در بریکس ۱۸ با اعمال بخار می باشد. در نمونه‌های تیمار شده با بخار، به جز در مورد بریکس ٢٦ با اعمال بخار ، اسیدیته با افزایش بریکس، افزایش یافته است. متقابلاً در مورد نمونه‌های بدون تیمار بخار، اختلاف معنی داری بین بریکس های ۱۸ تا ٢٤ بدون اعمال بخار مشاهده نشده اما بریکس ٢٦ بدون اعمال بخار، دارای اسیدیته بالاتری نسبت به سایرین بود. ($P<0.05$) مشخص شده است بین میزان ماده جامد محلول و اسیدیته رابطه مستقیمی وجود دارد [۲۰]. بنابراین می توان گفت دلیل تغییر اسیدیته، تغییرات میزان بریکس نمونه ها بوده است. از طرف دیگر، اعمال بخار سبب افزایش اسیدیته محصول نهایی شده است. بطور کلی اعمال حرارت بالاتر در فرآیند تولید رب گوجه فرنگی منجر به کاهش اسیدیته می‌شود بطوریکه اسیدیته محصولات تولیدی با روش خرد کردن داغ پایینتر از نوع تولیدی با روش خرد کردن سرد است [۲۱].

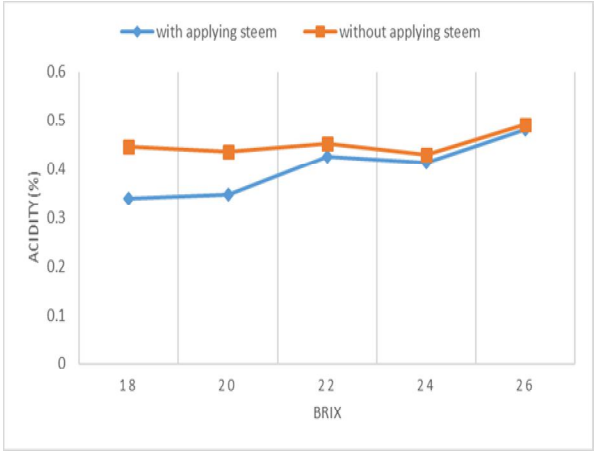

Fig 1 Acidity of tomato paste samples

۳-۲-قوام

قوام فرآورده‌های گوجه فرنگی به ویسکوزیته و همچنین توانایی بخش جامد در باقی ماندن در سوسپانسیون در طول دوره نگهداری تا مصرف اتلاق می‌گردد [۱٤]. همانطور که انتظار می‌رفت تغییرات قوام نمونه‌ها روند مشابهی با ویژگی‌های رئولوژی آنها داشت بطوریکه ارزیابی این شاخص نشان داد استفاده از پیش تیمار بخار سبب افزایش معنی دار قوام بوستویک به میزان حدود ۱۰٪ نسبت به نمونه های شاهد شده است (شکل ٦).

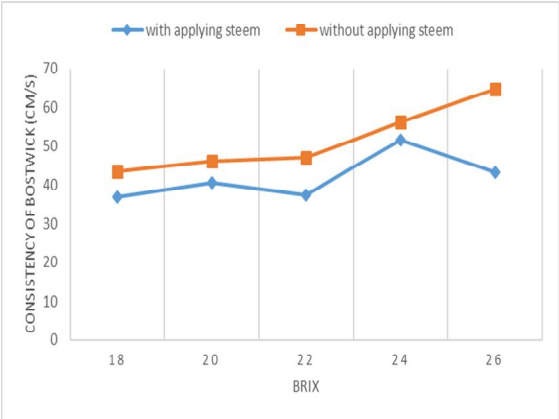

Fig 2 Consistency of tomato paste samples at 20 °C

میزان قوام در نمونه های شاهد بین 46/7-86/5 cm/s و در نمونه‌های تیمار شده با بخار در محدوده 1/8-4/6 cm/s بود. نتایج مشابهی بوسیله مظاهری و همکاران (۱۳۸۵) گزارش شده است. این محققین اعلام نمودند با اعمال حرارت به گوجه فرنگی کامل می‌توان به قوامی بهتر از دماهای بالای حرارت دهی اولیه گوجه فرنگی به دست آورد. میزان پکتین یک فاکتور مهم و تعیین کننده در قوام محصولات تولیدی از گوجه فرنگی می‌باشد بطوریکه رب تولیدی از واریته های گوجه فرنگی که دارای محتوای پکتین بالاتری هستند، قوام و ویسکوزیته بالاتری دارند [۲۱]. به نظر می‌رسد اعمال پیش تیمار بخار به واسطه غیرفعالسازی آنزیم پکتین متیل استراز سبب شده است محتوای پکتین در محصول نهایی افزایش یافته و متعاقبا، قوام نمونه‌ها افزایش معنی داری را تجربه کند. بسیاری از محققان به منظور جلوگیری از تجزیه آنزیمی پکتین، از فرآیند حرارتی بلافاصله پس از خرد کردن گوجه فرنگی استفاده کرده‌اند [۱و۲].

۳-۳-رسوب وزنی

نسبت وزنی رسوب یا ظرفیت نگهداری آب از شاخص‌های فیزیکی مهم در ارزیابی ویژگی‌های رب گوجه فرنگی است. در نتیجه با افزایش این ضریب قدرت جذب آب بیشتر شده و پدیده سینرژیسم کمتر بوجود می‌آید. بررسی آماری درصد نسبت وزنی رسوب در سطوح مختلف تیمارها اختلاف معنی دار را نشان می-دهد. همانطور که در شکل ۳ آمده است، بالاترین میزان درصد رسوب وزنی مربوط به بریکس ۲٦ با اعمال بخار مقدار ٦٤/٥٣٪ و پایین‌ترین میزان مربوط به بریکس ۱۸ بدون اعمال بخار با مقدار ۳٦/۸٥٪ بود. با افزایش اسیدیته و متعاقباً بریکس، درصد رسوب وزنی نیز افزایش پیدا کرده است. نتایج مشابهی بوسیله مظاهری و مرتضوی (۱۳۸٥) گزارش شد. این محققین اعلام نمودند اعمال حرارت به گوجه فرنگی های کامل قبل از فرآیند خرد کردن سبب افزایش معنی دار درصد رسوب وزنی شده است. باتوجه به نقش مهم این شاخص در بهبود قوام محصول نهایی، می توان گفت بهترین شرایط مربوط به نمونه های تولید شده با اعمال پیش تیمار بخار می باشد.

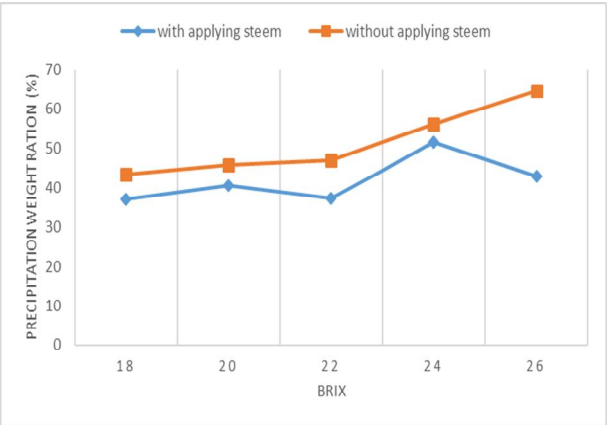

Fig 3 Presentage of precipitation weight ration of tomato paste samples

۳-٤-آزمون های رئولوژی

ویسکوزیته رب گوجه فرنگی یکی از مهم‌ترین شاخص‌های کیفی به شمار آمده و در پذیرش محصول توسط مشتری نقش بسزایی ایفا می‌کند. همانطور که در شکل ٤ نشان داده شده است، اعمال پیش تیمار بخار در مورد بریکس ۲٦ با اعمال بخار، سبب افزایش حدود ۹ برابری مقدار ویسکوزیته نسبت به بریکس ۲٦ بدون اعمال بخار شده است.

این اختلاف در مورد نمونه‌های رب گوجه فرنگی با بریکس پایین ناچیز بود.

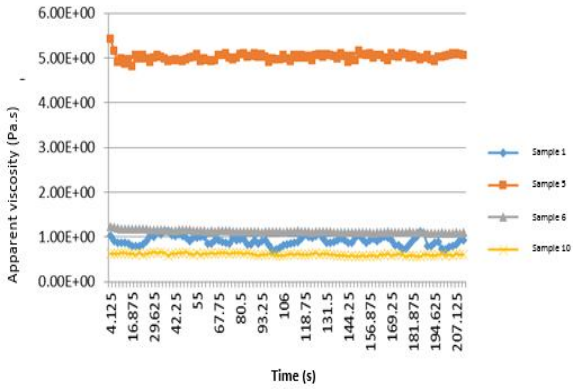

Fig 4 Apparent viscosity of tomato paste samples at constant strain of 3.2 Pa

اعمال بخار بواسطه تاثیر مستقیم در جهت غیر فعالسازی آنزیم-های درگیر در تجزیه پکتین، می تواند بطور معنی داری غلظت پکتین محلول و متعاقبا ویسکوزیته رب گوجه فرنگی را افزایش دهد. بنابراین می توان گفت اعمال پیش تیمار حرارتی بر گوجه فرنگی‌های درسته به طور معنی داری ویژگی‌های رئولوژیکی رب گوجه فرنگی را بهبود بخشیده است. نتایج مشابهی بوسیله مظاهری و مرتضوی (۱۳۸۵) گزارش شده است. بررسی رفتار وابسته به زمان نمونه‌های رب گوجه فرنگی در شکل ۵ آمده است. همانطور که در شکل مشخص است، ویسکوزیته نمونه‌ها با گذشت زمان و افزایش نرخ برش، کاهش یافته است. این امر نشان دهنده رفتار تیکسوتروپیک نمونه‌های رب گوجه فرنگی است. نتایج مشابهی بوسیله Vercet و همکاران (۲۰۰۲) Torbicaو همکاران (۲۰۱۶) و حیدری نسب و مقدم (۱۳۸۸) گزارش شده است.

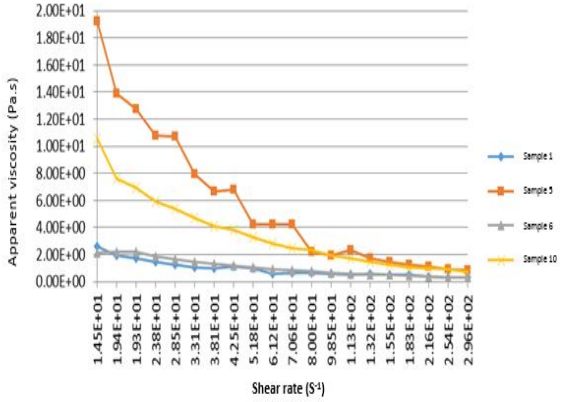

Fig 5 Viscous flow curves of tomato paste samples at 25 °C

۳-۵-ریزساختار

تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی مربوط به بریکس‌های ۱۸ و ۲۶ با اعمال بخار، بریکس های ۱۸ و ۲۶ بدون اعمال در شکل ۷ آمده است. دلیل انتخاب این نمونه‌ها از یک سو نشان دادن تاثیر تیمار با بخار بر ویژگی‌های ریخت شناسی رب گوجه فرنگی تولیدی و از سوی دیگر، بررسی تفاوت‌های ساختاری ایجاد شده در اثر تغییر در بریکس بود.

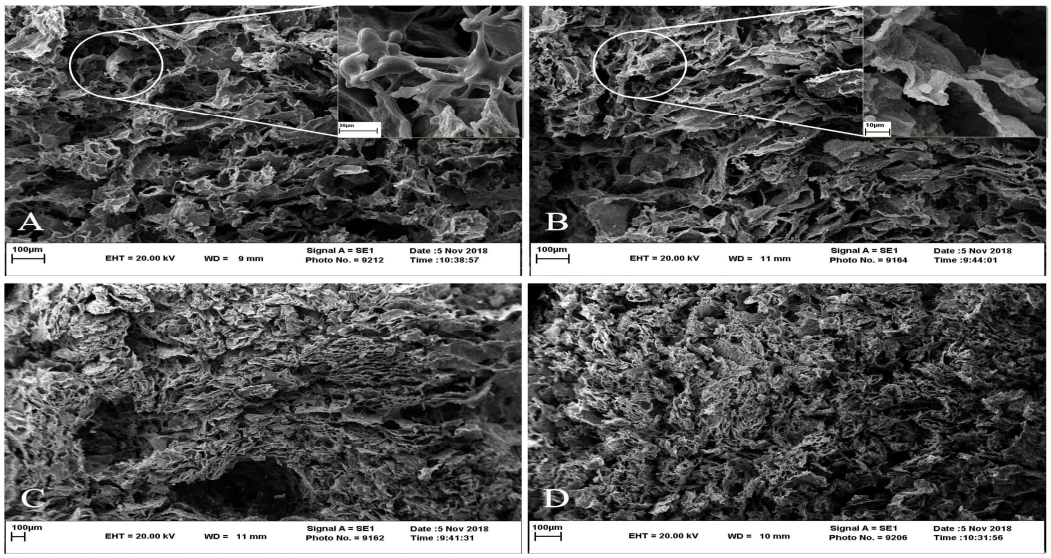

Fig 6 Scanning electron microghraph of tomato paste samples: (A) Sample 5, (B) Sample 10, (C) Sample 10 [Brix=18], (D) sample 5 [Brix=26]

همانطور که در شکل ۷ (A) مشخص است، ریزساختار بریکس ۲۶ با اعمال بخار بصورت شبکه‌ای آمورف دیده می‌شود. در مقابل، در شکل ۷(B) ، ریز ساختار بریکس ۲۶ بدون اعمال بخار بصورت شبکه‌ای نسبتا منظم می‌باشد. مشخص شده است با اعمال حرارت به گوجه فرنگی بواسطه تسهیل و افزایش خروج پکتین محلول از دیواره سلولی و نشستن روی دیواره سلولی کلاپس شده، سبب ایجاد ساختاری آمورف (شبکه‌ای آمورف) می‌شود [۲۳]. از سوی دیگر همانطور که در شکل ٦ (C) و (D) قابل رویت است، اعمال تیمار حرارتی به گوجه فرنگی‌های کامل بوسیله بخار آب، ساختار محصول متراکم‌تر شده است؛ بطوریکه بریکس ۱۸ با اعمال بخارکه در شکل ۷ (C) آمده است، دارای ساختاری منبسط‌تر نسبت به بریکس ۲٦ با اعمال بخار (شکلD7) می‌باشد.

۳-٦-رنگ

نتایج مربوط به ارزیابی شاخص‌های رنگی نمونه‌های رب گوجه فرنگی تولیدی در شکل ۷ آمده است. همانطور که مشخص است اختلاف معنی داری در شاخص L بین نمونه‌های تولیدی مشاهده نمی‌شود .($P>0.05$) از طرف دیگر، میزان قرمزی نمونه‌های تیمار شده با بخار به طور معنی داری پایین‌تر از سایر نمونه‌ها بود ($P<0.05$)بطوریکه بالاترین مقدار در بریکس ۲٦ بدون اعمال بخار و پایین‌ترین مقدار در بریکس ۲٦ با اعمال بخار مشاهده شد. پارامتر a شاخصی از قرمزی محصول می‌باشد و در گوجه فرنگی و محصولات حاصل از آن مخصوصا رب بسیار حائز اهمیت می‌باشد. مسئولیت اصلی ایجاد رنگ قرمز در گوجه فرنگی بر عهده لیکوپن و زانتوفیل می‌باشد که کارتنوئیدهایی حساس به حرارت هستند و در طی فرایند حرارتی از بین رفته و باعث کاهش قرمزی محصول می‌شوند [۲٤ و۲۵]. دلیل این کاهش شاخص قرمزی را اینگونه می‌توان تفسیر کرد که از یک طرف قبل از ورود گوجه فرنگی‌ها به مرحله خرد کردن داغ، دمایشان تا ٦۰ درجه سانتیگراد افزایش پیدا کرده و مدتی نیز در این دما بوده‌اند و مقداری از لیکوپن در این دما دچار تخریب شده است و از سوی دیگر، پیش حرارت دهی سبب شده است دمای گوجه فرنگی‌ها نسبت به گوجه فرنگی‌های حرارت ندیده (که با دمای حداقل ۲۵ درجه سانتیگراد وارد این مرحله می-شوند)، سریعتر به دمای هدف در مرحله خرد کردن داغ رسیده و درنتیجه زمان بیشتری نیز در این دما نگه داشته شوند. قرار گرفتن لیکوپن در این دما نیز منجر به تخریب معنی دار آن شده است و نهایتا، تاثیر مضاعف این دو مرحله حرارتی منجر به کاهش شاخص a در نمونه‌های رب گوجه فرنگی شده است. بنابراین می‌توان مدعی شد اعمال بخار بر گوجه فرنگی کامل می‌تواند بواسطه تاثیر منفی بر رنگدانه‌های مسئول رنگ قرمز، سبب کاهش معنی دار شاخص *a درمحصول نهایی شود. نتایج متناقضی بوسیله مظاهری تهرانی و همکاران (۱۳۸۵) مبنی بر بهبود شاخص رنگ قرمز در اثر حرارت دهی اولیه گزارش گردیده است. دلیل این اختلاف می‌تواند بخاطر تفاوت در واریته گوجه فرنگی، روش و همچنین زمان اعمال حرارت اولیه به گوجه فرنگی‌های کامل باشد. همانطور که در جدول ۱ مشخص است، بخاردهی تاثیر معنی داری بر میزان زردی رب گوجه فرنگی نهایی داشته است بطوریکه بالاترین میزان زردی در بریکس ۲٤ بدون اعمال بخار و پایین‌ترین مقدار در بریکس ۲۲ با اعمال بخار مشاهده شد. پارامتر b نیز که شاخصی از میزان زردی نمونه است در طی فرایند و با افزایش دما با کاهش مواجه می شود. دلیلی که می توان برای کاهش این پارامتر آورد این است که ایزومراسیون کاروتنوئیدها که در طی فرایند حرارتی و با افزایش دما بیشتر هم می شود، باعث کاهش رنگ زرد این رنگدانه‌ها و در نتیجه محصول می‌شود [۲٦]. تغییرات نسبت a/b روندی مشابه با دو شاخص a و b داشت بطوریکه نمونه های تیمار نشده با بخار آب دارای مقادیر بالاتری نسبت به گروه دیگر بودند. بالاترین نسبت مربوط به بریکس ۲٦ بدون اعمال بخار (معادل ۲/۳۳) و پایین‌ترین مقدار مربوط به بریکس ۲٦ با اعمال بخار (معادل ۱/۹۰) بود. همانطور که پیشتر ذکر گردید، حداقل میزان قابل قبول این شاخص ۱/۸۰ می باشد بنابراین می‌توان گفت تمام نمونه‌ها از لحاظ این شاخص قابل قبول می‌باشند. نتایج مشابهی توسط مظاهری تهرانی و همکاران (۱۳۸۵) گزارش شده است.

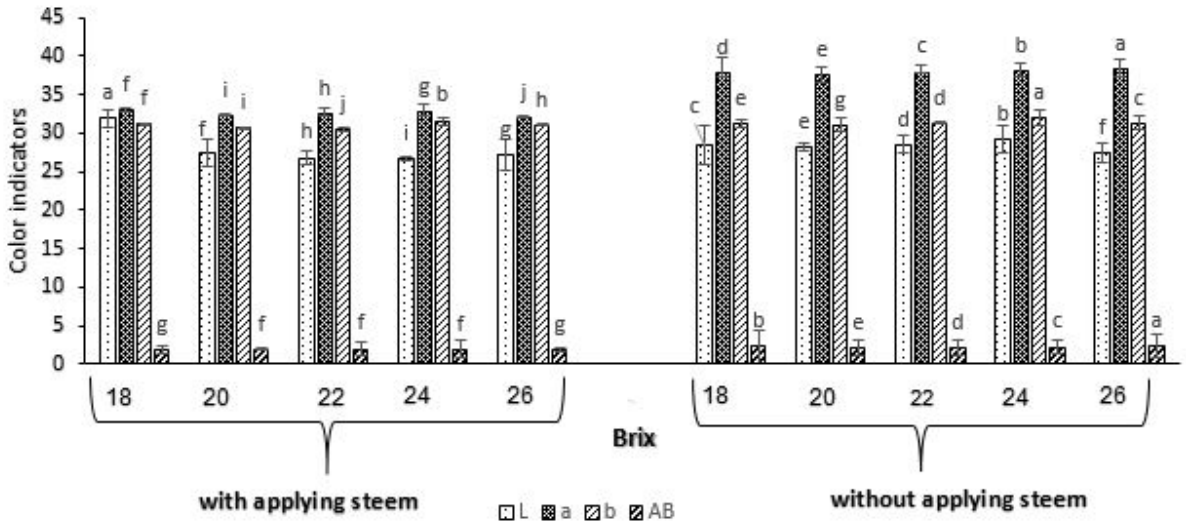

Fig 7 Color indexes of tomato paste samples

٤-نتیجه گیری

به منظور کاهش میزان مصرف آب در فرآیند شستشوی اولیه گوجه فرنگی و همچنین با هدف بررسی اثر پیش تیمار حرارتی با بخار بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و ریزساختار رب، نمونه‌های گوجه فرنگی پس از مرحله اول شستشو، تحت تیمار حرارتی قرار گرفتند. پیش تیمار بخار توانست قوام نمونه‌های رب گوجه فرنگی را به طور معنی داری افزایش دهد. شاخص‌های رنگی، درصد رسوب وزنی، اسیدیته، و ریزساختار رب تولیدی به طور معنی داری تحت تاثیر تیمار حرارتی قرار گرفته‌اند. میزان شاخص قرمزی (a) و زردی (b) رب با اعمال بخار به مقدار ناچیزکاهش پیدا کرد. همچنین میزان رسوب وزنی در نمونه‌های تیمار شده با بخار به طور معنی‌داری پایین‌تر بود. همچنین تصاویر میکروسکپ الکترونی روبشی نشان داد اعمال بخار بواسطه کمک به خروج پکتین محلول از دیواره سلولی، سبب شکل گیری ساختاری آمورف در رب گوجه فرنگی می‌شود. بنابراین اعمال پیش تیمار بخار می‌تواند به عنوان روشی کارآمد در فرآیند تولید رب گوجه فرنگی مدنظر گرفته شود.

٥-منابع

[1] Makroo, H. A., Rastogi, N. K., & Srivastava, B. (2017). Enzyme inactivation of tomato juice by ohmic heating and its effects on physico-chemical characteristics of concentrated tomato paste. Journal of Food Process Engineering, 40(3), e12464.

[2] Belović, M., Pajić-Lijaković, I., Torbica, A., Mastilović, J., & Pećinar, I. (2016). The influence of concentration and temperature on the viscoelastic properties of tomato pomace dispersions. Journal of Food Hydrocolloids, 61, 617-624.

[3] Lenucci, M. S., Durante, M., Anna, M., Dalessandro, G., & Piro, G. (2013). Possible use of the carbohydrates present in tomato pomace and in byproducts of the supercritical carbon dioxide lycopene extraction process as biomass for bioethanol production. Journal of agricultural and food chemistry, 61(15), 3683-3692.

[4] Bayod, E., & Tornberg, E. (2011). Microstructure of highly concentrated tomato suspensions on homogenisation and subsequent shearing. Journal of Food Research International, 44, 755-764

[5] Lopez Sanchez, P., Nijsse, J., Blonk, H. C., Bialek, L., Schumm, S., & Langton, M. (2011). Effect of mechanical and thermal treatments on the microstructure and rheological properties of carrot, broccoli and tomato dispersions. Journal of the Science of Food and Agriculture, 91, 207-217.

[6] Torbica, A., Belović, M., Mastilović, J., Kevrešan, Ž., Pestorić, M., Škrobot, D., & Hadnađev, T. D. (2016). Nutritional, rheological, and sensory evaluation of tomato ketchup with increased content of natural fibres

made from fresh tomato pomace. Journal of Food and Bioproducts Processing, 98, 299-309.
[7] Moelants, K. R., Cardinaels, R., Jolie, R. P., Verrijssen, T. A., Van Buggenhout, S., Van Loey, A. M., ... & Hendrickx, M. E. (2014a). Rheology of concentrated tomato-derived suspensions: effects of particle characteristics. Journal of Food and bioprocess technology, 7(1), 248-264.
[8] Boubidi, F., & Boutebba, A. (2013). Effects of heat treatments on quality parameters and the natural antioxidants of triple concentrated tomato paste. Journal of Annals Food Science and Technology, 14, 5-12.
[9] De Sio, F., Dipollina, G., Villari, G., Loiudice, R., Laratta, B., & Castaldo, D. (1995). Thermal resistance of pectin methylesterase in tomato juice. Journal of Food Chemistry, 52(2), 135-138.
[10] Laratta, B., Fasanaro, G., De Sio, F., Castaldo, D., Palmieri, A., Giovane, A., & Servillo, L. (1995). Thermal inactivation of pectin methylesterase in tomato puree: implications on cloud stability. of Journal Process Biochemistry, 30(3), 251-259.
[11] Lopez, P., Vercet, A., Sanchez, A. C., & Burgos, J. (1998). Inactivation of tomato pectic enzymes by manothermosonication. Journal of Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A, 207(3), 249-252.
[12] Svelander, C. A., Tibäck, E. A., Ahrné, L. M., Langton, M. I., Svanberg, U. S., & Alminger, M. A. (2010). Processing of tomato: impact on in vitro bioaccessibility of lycopene and textural properties. Journal of the Science of Food and Agriculture, 90(10), 1665-1672.
[13] Yıldız, H., & Baysal, T. (2006). Effects of alternative current heating treatment on Aspergillus niger, pectin methylesterase and pectin content in tomato. Journal of food engineering, 75(3), 327-332.
[14] Hsu, K. C. (2008). Evaluation of processing qualities of tomato juice induced by thermal and pressure processing. Journal of LWT-Food Science and Technology, 41(3), 450-459.
[15] Anthon, G., Sekine, E., Watanabe, Y., & Barrett, D. M. (2002). Thermal inactivation of pectin methylesterase, polygalacturonase, and peroxidase in tomato juice. Journal of agricultural and food chemistry, 50(21), 6153-6159.
[16] Chiang, G. H., Melachouris, N., Palag, A. N., & Wedral, E. R. (1995). U.S. Patent No. 5,436,022. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
[17] Ahmed, J., Shivhare, U., & K. S. Sandhu, K. S. (2002). Thermal degradation kinetics of carotenoids and visual color of papaya puree. Journal of Food Science, 67(7), 2692–2695.
[18] Barreiro, J. A., Milano, M., & Sandoval, A. J. (1997). Kinetics of color change of double concentrated tomato paste during thermal treatment. Journal of Food Engineering, 33(2), 359–371.
[19] Anonymous. 1976. Color and Color Related Properties, Instruction Manual. Gardner Laboratories, Maryland, USA.
[20] Owino, W. O., Gemma, H., Hutchnison, M. J., Githiga, R. W., & Ambuko, J. (2012). Effect of maturity stage and variety on the efficacy of 1-mcp treatments in mango fruits. Journal of Food Process Engineering, 34(2), 491.
[21] Anthon, G. E., & Barrett, D. M. (2012). Pectin methylesterase activity and other factors affecting pH and titratable acidity in processing tomatoes. Journal of Food Chemistry, 132(2), 915-920.
[22] Vercet, A., Sánchez, C., Burgos, J., Montañés, L., & Buesa, P. L. (2002). The effects of manothermosonication on tomato pectic enzymes and tomato paste rheological properties. Journal of Food Engineering, 53(3), 273-278.
[23] XU, S. Y., Shoemaker, C. F., & Luh, B. S. (1986). Effect of break temperature on rheological properties and microstructure of tomato juices and pastes. Journal of food science, 51(2), 399-402.
[24] Rodrigo D., Loey, A. V., & Hendrickx, M. (2007). Combined thermal and high pressure color degradation of tomato puree and strawberry juice. Journal of Food Engineering, 79, 553–560.
[25] Hackett, M. M., Lee, J. H., Francis, D., & Schwartz, S. J. (2004). Thermal stability and isomerization of lycopene in tomato oleoresins from different varieties. Journal of Food Science, 69(7), 536–541.
[26] Chutintrasri, B., & Noomhorm, A. (2007). Color degradation kinetics of pineapple puree during thermal processing. Journal of LWT- Food Science and Technology, 40, 300–30.

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

The effect of whole tomato thermal pretreatment on the physicochemical properties of tomato paste produced with different degree of brix

Amiri Nasab Sarabi, S. [1], Mazaheri Tehrani, M.[2*], Haddad khodaparast, M. H. [2]

1. Ph.D Student, department of food science and technology, ferdowsi university of Mashhad,
2. Professor, department of food science and technology, ferdowsi university of Mashhad, Mmtehrani@um.ac.ir
3. Professor, department of food science and technology, ferdowsi university of Mashhad, khodaparast@um.ac.ir

ARTICIE INFO

Article History:

Received 2020/ 01/ 15
Accepted 2021/ 04/ 07

Keywords:

Tomato,
Steam preheating,
Physicochemical properties,
Viscosity,
Tomamto paste.

DOI: 10.29252/fsct.18.06.02

*Corresponding Author E-Mail:
saeed.sarabii@gmail.com

ABSTRACT

The high levels of tomato production as well as its perishability, make the development of research on processing and improving the quality of existing products more evident. The aim of this study was to assess the effect of whole tomato heating treatment by steam on the physicochemical and structural properties of produced tomamto paste with different degree of Brix (°Br). The fresh tomatoes was washed with water followed by exposing to steam and the tomamto paste with different °Br (18-26) produced through hot breaking approach. The results showed that the color indexes, percentage of precipitation weight ratio, acidity, viscosity, consistency and microstructure of final products were significantly influenced by steam preheating. The color indexes of *a and b* and precentage of precipitation weight ratio were negatively affected by steam preheating. The reason behind these observation is increasing the efficiency of heating process in hot breaking stage reulted in lycopene destruction. On the other hand, the viscosity and consistency of tomato paste were meaningfully increased. The images of scanning electron microscopy revealed that the steam preheating brought about solube pectin to migrate from cell wall, forming an amorph structure. Considering the acceptble range of color indexes as well as profound improvment in rheological characteristics of produced tomamto paste, in can be concluded that applying preheating treatment by steam would be of efficeint procedure in tomato paste production.