Archive of SID

اثر رنگ، سفتی و روش فرآوری گوجه‌فرنگی خام بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی رب گوجه‌فرنگی

زهرا غلامی منظور [۱]، ابراهیم احمدی [۲*]، مصطفی کرمی [۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان
۲- دانشیار گروه بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان
۳- استادیار گروه صنایع غذایی، دانشکده بهار، دانشگاه بوعلی سینا همدان

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۳/۱٦ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۸/۲۲)

چکیده

رب گوجه‌فرنگی یکی از عمده‌ترین فرآورده‌های حاصل از گوجه‌فرنگی و مهمترین چاشنی غذاهای ایرانی می‌باشد که تولید آن در سال‌های اخیر رشد بسیار زیادی داشته است. از آنجائی‌که سلامت انسان در گرو کیفیت مواد غذایی فرآوری شده می‌باشد لذا بررسی کیفیت این فرآورده ضروری به‌نظر می‌رسد. این تحقیق با هدف بررسی تاثیر سفتی و رنگ گوجه‌فرنگی و همچنین روش فرآوری آن، برروی برخی از خواص فیزیکی و شیمیایی رب گوجه‌فرنگی صورت گرفته است. برای این منظور، شاخص رنگ میوه a^* در دو سطح بین ۲۵-۱۵ و ۳۵-۲۵، تیمار سفتی گوجه‌فرنگی در دو سطح بین ۲-۰/۵ نیوتن و ٤-۲ نیوتن و روش فرآوری در دو سطح به‌صورت هاتبریک[۱] و کلدبریک[۲] در نظر گرفته شد. فاکتورهای اسیدیته، قوام، گرانروی، رنگ، بریکس و pH رب گوجه‌فرنگی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که خواص فیزیکی و مکانیکی گوجه‌فرنگی و همچنین روش فرآوری بر ویژگی‌های رب گوجه‌فرنگی تاثیرگذار بوده است. از گوجه‌فرنگی‌های با بافت سفت‌تر و روش فرآوری هاتبریک، رب با شاخص قرمزی بیشتر به‌دست آمد. گوجه‌فرنگی‌هایی که دارای شاخص قرمزی کمتر بودند، رب آن‌ها از قوام و گرانروی بالاتری برخوردار شد. نتایج نشان داد که میزان مواد جامد محلول رب فرآوری شده به روش هاتبریک از روش کلدبریک بیشتر است. رب حاصل از دسته با گوجه‌فرنگی‌های سفت‌تر و روش فرآوری هاتبریک اسیدیته بیشتری داشت. pH رب دسته قرمزتر و بافت نرم‌تر، بیشتر از pH دسته با شاخص قرمزی کمتر و دسته سفت‌تر شد.

کلید واژگان: رب گوجه‌فرنگی، هاتبریک، کلدبریک، خواص شیمیایی، قوام، گرانروی.

* مسئول مکاتبات: eahmadi@basu.ac.ir

1. Hot break
2. Cold break

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

در میان محصولات کشاورزی، گوجه‌فرنگی و فرآورده‌های آن یکی از مهمترین تولیدات صنایع تبدیلی در جهان بوده که روز به روز بر اهمیت اقتصادی آن افزوده شده[۱] و دومین سبزی مهم در سراسر جهان می‌باشد که به دو صورت تازه و فرآوری شده مصرف می‌گردد [۲]. به‌لحاظ میزان تولید گوجه‌فرنگی، ایران رتبه هفتم را به خود اختصاص داده است مطابق آمار ارائه شده، تولید جهانی این محصول در سال ۲۰۱۰ بیش از ۱٤٥/۷ میلیون تن بوده که سهم ایران از آن در حدود ۳/٦٤ درصد بوده است [۳]. به‌دلیل این‌که گوجه‌فرنگی یک محصول فصلی است و خواص فیزیکی و شیمیایی و میکروبیولوژی آن به‌سرعت تغییر می‌کند، بخش بزرگی از گوجه‌فرنگی‌های جهان به رب گوجه‌فرنگی تبدیل می‌شود که در بسیاری از محصولات مانند سوپ، سس‌ها و سس گوجه‌فرنگی استفاده می‌گردد [٤].

معمولاً در کارخانجات دو روش هاتبریک[1] (در درجه حرارت بالا) و کلدبریک[2] (در درجه حرارت پایین) برای فرآوری گوجه‌فرنگی و تولید رب مورد استفاده قرار می‌گیرد [٥، ٦] که پس از شستشو و دسته‌بندی، گوجه‌فرنگی‌ها توسط دستگاه خردکن به قطعات کوچک‌تر تبدیل می‌شوند و سپس جهت حرارت‌دهی اولیه (دمای شکست)، در روش هاتبریک در دمای بالای ۹۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰-٥ دقیقه حرارت داده می‌شوند و در روش کلدبریک در دمای زیر ۷۷ درجه سانتی‌گراد این عمل انجام می‌گردد [۷، ۸]. روش هاتبریک باعث غیرفعال شدن آنزیم‌های موثر در گرانروی به‌ویژه متیل پکتین استراز[3] و اندوپلی‌گالاکتوروناز[4] می‌شود [۹] که این دو آنزیم به فروپاشی پکتین که یک پلی ساکارید پیچیده در دیواره سلولی و لایه میانی گیاهان آوندی دانه‌دار است، کمک می‌کند [۱۰]. در روش کلدبریک با افزایش فعالیت آنزیم‌ها، محصولی با گرانروی پایین‌تر و طعم تازه و رنگ طبیعی‌تری نسبت به روش هاتبریک به‌دست می‌آید [۱۱]. در کارخانه صنعتی این عملیات حرارتی جهت شکستن آنزیم‌ها، تحت خلا انجام می‌شود تا عمل اکسیداسیون به حداقل برسد [۱۲] و سپس با کاهش محتوی آب گوجه‌فرنگی در سیستم‌های تبخیر متعدد، غلظت رب گوجه‌فرنگی به ۳۰ تا ۳۲ درجه بریکس[5] می‌رسد [۱۳].

حفظ کیفیت رب در صنعت فرآوری گوجه‌فرنگی بسیار مهم است و فاکتورهایی شبیه رقم گوجه‌فرنگی و شرایط تولید در کیفیت رب موثر است [۱٤]. فرحناکی و هیل (۲۰۰۷) در پژوهشی نتیجه گرفتند که ویژگی‌های کیفی رب گوجه‌فرنگی بستگی به کیفیت مواد اولیه (رقم و مرحله رسیدن)، شرایط فرآوری (نحوه فرآوری، زمان، دما و فشار فرآوری) و شرایط و مدت زمان ذخیره‌سازی دارد [۱٥]. آنتون و بارت (۲۰۱۲) بیان داشتند که کیفیت رب تحت تاثیر رقم گوجه‌فرنگی، سایز الک در مرحله جداسازی پوست و دانه و دمای شکست قرار می‌گیرد و همچنین اسیدیته گوجه‌فرنگی نیز بر طعم فرآورده‌های گوجه‌فرنگی موثر می‌باشد [۱٦]. پارامترهای اصلی کیفی رب گوجه‌فرنگی از نظر مصرف کنندگان، رنگ، قوام، عطر و طعم آن می‌باشد [۱٥] که رنگ مطلوب گوجه‌فرنگی برای رب باید بین رنگ قرمز و زرد باشد و البته بیشتر نزدیک به رنگ قرمز و این شاخص توسط نسبت a^*/b^* نشان داده می‌شود که معروف به مقیاس رنگ است. ضرایب L^*, a^*, b^* یک استاندارد بین المللی برای اندازه‌گیری رنگ می‌باشند که توسط کمیته بین المللی روشنایی (CIE[6]) پذیرفته شده است [۱۷].

مظاهری تهرانی و مرتضوی (۲۰۰٦) اثر درجه حرارت و فرم فیزیکی گوجه‌فرنگی را در مرحله حرارت دادن اولیه بر قوام و سایر ویژگی‌های رب بررسی کردند [۱۸]. ژو و همکاران (۱۹۸٦) اثر دمای ۸٥، ۹٦ و ۱۰۷ درجهٔ سانتی‌گراد را بر خصوصیات رئولوژی و ساختمان میکروسکوپی عصاره و رب گوجه‌فرنگی مورد بررسی قرار دادند [۱۹]. مظاهری تهرانی و قندی (۲۰۰۷) تاثیر افزایش بریکس و دمای کنستانتره دو رقم گوجه‌فرنگی را بر روی تغییرات قوام بوستویک[7] و بررسی خطای آن انجام دادند [۲۰]. گودمن و همکاران (۲۰۰۲) طعم، گرانروی و رنگ آب گوجه‌فرنگی را که با دو روش مختلف هاتبریک و کلدبریک فرآوری شده بود مورد بررسی قرار دادند [۷].

1. Hot break
2. Cold break
3. Pectinmethylesterase
4. Endopolygalacturonase
5. Brix
6. Commission International de L´Eclarirage
7. Bostwick

www.SID.ir

Archive of SID

با افزایش تقاضای رب گوجه‌فرنگی در ایران و جهان، بررسی عوامل مؤثر در تولید رب گوجه‌فرنگی با کیفیت ضروری می‌باشد. از آنجایی‌که کیفیت فرآورده‌های غذایی تحت تاثیر مواد اولیه و روش تولید آن است و تا به امروز تحقیقات چندانی در زمینه بررسی اثرات سفتی و رنگ گوجه‌فرنگی به عنوان ویژگی مکانیکی و فیزیکی مواد اولیه بر روی خصوصیات کیفی رب گوجه‌فرنگی صورت نگرفته است، لذا این پژوهش با هدف بررسی این دو فاکتور و روش فرآوری گوجه‌فرنگی، بر روی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و رئولوژی رب گوجه‌فرنگی انجام شده است تا بتوان با انتخاب بهترین نمونه گوجه‌فرنگی و یا استفاده از روش‌های فرآیند مناسب‌تر به کیفیت بهتر دست یافت.

۲- مواد و روش‌ها

محصول گوجه‌فرنگی رقم یونیژن زنجان که برای تبدیل به رب، از شرکت تولید کننده مواد غذایی سحر واقع در شهرک صنعتی بوعلی همدان به صورت تصادفی تهیه گردید، توسط جعبه به آزمایشگاه خواص رئولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا منتقل شد و بلافاصله عملیات آماده‌سازی و دسته‌بندی و فرآوری گوجه‌فرنگی آغاز گردید.

۲-۱- تیمارها

گوجه‌فرنگی‌ها از نظر رنگ (ضریب a^*) در دو دسته در دامنه رنگی بین ۲۵-۱۵ و ۳۵-۲۵ دسته‌بندی شد و سپس هر دسته رنگی از لحاظ سفتی در دو دسته تقسیم بندی گردید که نیروی نفوذ در آن‌ها در دسته اول بین ۲-۰/۵ نیوتن و در دسته دوم بین ٤-۲ نیوتن محاسبه شد. سپس هر چهار دسته (رنگ-سفتی) به دو روش حرارتی هاتبریک و کلدبریک فرآوری گردید که در مجموع هشت دسته رب گوجه‌فرنگی جهت مقایسه ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی و رئولوژی آماده‌سازی شد و از آنجایی‌که فرآیند تهیه رب در طول ۳ روز انجام گرفت، جهت ثابت ماندن ویژگی‌های گوجه‌فرنگی تا مرحله پردازش، نمونه‌ها در داخل یخچال در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند.

۲-۲- روش فرآوری گوجه‌فرنگی

بعد از آماده‌سازی و دسته‌بندی گوجه‌فرنگی‌ها، حرارت‌دهی اولیه روی هر سبد از گوجه‌فرنگی‌ها، پس از شستشو و خردشدن، به دو صورت هاتبریک و کلدبریک صورت گرفت. در روش هاتبریک گوجه‌ها بعد از خرد شدن بلافاصله در ظرف استیل ریخته و درب آن بسته شد و داخل ظرف دیگری که آب در آن به دمای ۹۲ درجه سانتی‌گراد رسیده بود به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفت و روی هر دوی آن‌ها ظرف دیگری گذاشته شد تا هم حرارت یکنواخت باشد و هم جهت جلوگیری از تغییر رنگ و سوختن گوجه‌فرنگی‌ها، به صورت غیر مستقیم حرارت داده شوند. در روش کلدبریک حرارت‌دهی اولیه در دمای ٦٥ درجه سانتی‌گراد و مدت زمان ۱۰ دقیقه با همان روش قبل صورت گرفت. برای ثابت نگه‌داشتن حرارت در مدت ذکر شده از دماسنج و دیمر کنترل دما استفاده گردید. سپس گوجه‌فرنگی‌های تیمار شده با دما، با عبور از الک (از جنس استیل ضد زنگ) در دو مرحله با مش ۱ و ۰/٦ میلی‌متری و جداسازی پوست و دانه، عصاره‌گیری شد (استاندارد ملی ایران، شماره ۷٦۱، ۱۳۹۰) سپس عصاره گوجه‌فرنگی‌ها در ظرفی ریخته شد و توسط حرارت مستقیم گاز تا کمینه بریکس ۲۷ درجه تغلیظ گردید (استاندارد ملی ایران، شماره ۷٦۱، ۱۳۹۰) و رب آماده شده در هر دسته داخل ظروف مخصوصی با درج شماره ریخته شد و داخل یخچال با دمای ٤ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد.

۲-۳- اندازه‌گیری‌ها پارامترها

۲-۳-۱- رنگ‌سنجی گوجه‌فرنگی و رب گوجه‌فرنگی

جهت بررسی رنگ، از دستگاه رنگ‌سنج هانتر لب (L^*, a^*, b^*) مدل HP ساخت کشور چین استفاده گردید که شاخص a^* مد نظر قرار گرفت.

۲-۳-۲- تعیین سفتی گوجه‌فرنگی

جهت بررسی سفتی بافت گوجه‌فرنگی از دستگاه تست محوری آزمون بافت مواد غذایی (Zwick/roell مدل bt1_fr0.5th.d14 ساخت کشور آلمان، مدل لودسل آن xforce hp با ظرفیت ۵۰۰ N) استفاده شد. در این آزمون پس از برداشتن پوست نازکی از روی گوجه‌فرنگی در روی خط مرکزی آن و زاویه نود درجه نسبت به دم گل، پروب دستگاه با

www.SID.ir

Archive of SID

قطر ۲ میلی‌متر و نوک مسطح به درون هر نمونه با سرعت ٤٠ میلی‌متر بر دقیقه نفوذ کرده و نیروی لازم برای نفوذ به بافت و نیروی شکست توسط دستگاه ثبت گردید (شکل ۱).

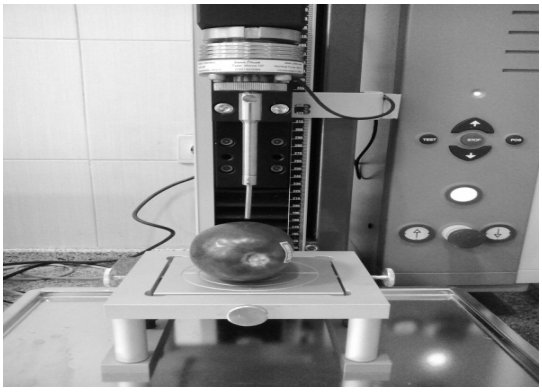

Fig 1 Universal testing machine (Zwick/roell), schematic of the penetration test

۲-۳-۳- اندازه‌گیری قوام

جهت اندازه‌گیری قوام، نمونه‌های رب توسط آب مقطر تا بریکس ۱۲ رقیق شده و در ۲۰ درجه سانتی‌گراد توسط دستگاه قوام سنج بوستویک واحد کنترل کیفی شرکت سحر همدان اندازه‌گیری گردید. نتایج حاصل به صورت مسافت طی شده به سانتی‌متر در طی ۳۰ ثانیه گزارش شد [۲۱، ۲۲].

۲-۳-٤- اندازه‌گیری میزان مواد جامد محلول[1](TSS)

برای تعیین میزان مواد جامد محلول از دستگاه رفراکتومتر دیجیتالی آتاگو مدل PAL-1، ساخت کشور ژاپن استفاده گردید. مقداری از رب داخل کاغذ صافی ریخته شد و با فشار فیزیکی یک قطره از عصاره آن روی منشور رفراکتومتر قرار گرفت و عدد بریکس به صورت درجه و در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرائت و ثبت گردید [۲۲]. (قابل ذکر است که این اندازه‌گیری ۳ روز پس از تهیه رب انجام شد)

۲-۳-۵- اندازه‌گیری pH

برای تعیین pH یک گرم رب گوجه‌فرنگی با ۱۰ سی سی آب مقطر رقیق شد و توسط pH متر مدل PHS3-BW ساخت کشور ایتالیا اندازه‌گیری و ثبت گردید.

۲-۳-٦- اسیدیته قابل تیتراسیون

یک گرم از هر نمونه رب گوجه‌فرنگی با ۱۰ سی سی آب مقطر همگن گردید و توسط سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به pH ۸/۱ تیتر شد و برای محاسبه اسیدیته قابل تیتراسیون از فرمول زیر استفاده و مقدار آن به‌صورت درصد اسید غالب رب گوجه‌فرنگی (اسید سیتریک) بیان گردید [۲۳].

$$TA = \frac{N * Vb * E * 0.1}{Vj}$$

TA : اسید کل رب گوجه‌فرنگی بر حسب میلی گرم در ۱۰۰ میلی لیتر

N : نرمالیته سود مصرفی

Vb : حجم سود مصرفی

E : وزن اکی والان اسید سیتریک (٦٤)

Vj : حجم نمونه رب گوجه‌فرنگی

۲-۳-۷- گرانروی

جهت اندازه گیری گرانروی رب گوجه‌فرنگی از دستگاه تست محوری Zwick/roell استفاده گردید. بدین ترتیب که ظرف استوانه‌ای دستگاه با قطر ۵۰ میلی‌متر تا سطح مشخص با رب گوجه‌فرنگی پر شد و سپس پروب استوانه‌ای با قطر ٤٠ میلی‌متر و سرعت حرکت ٦٠ میلی‌متر بر دقیقه به داخل رب نفوذ کرده و این کار در ۱۰ سیکل انجام شد. طبق فرمول زیر گرانروی هر سیکل محاسبه گردید و در نهایت میانگین سیکل‌ها به عنوان گرانروی هر نمونه در نظر گرفته شد [۲٤].

$$\eta = \frac{P * (rc - rp)^3 * (rc + rp)}{6 * h * (rc^2 + rp^2) * vp}$$

rc : شعاع سیلندر

rp : شعاع پیستون

h : ارتفاع پیستون

P : فشار پیستون

Vp : سرعت حرکت پیستون

Ƞ : گرانروی

نمودار ترسیم شده تست اکستروژن توسط دستگاه تست محوری زوئیک بر حسب نیرو و جابجایی در شکل ۲ نمایش داده شده است.

1. Total Soluble Solids

www.SID.ir

Archive of SID

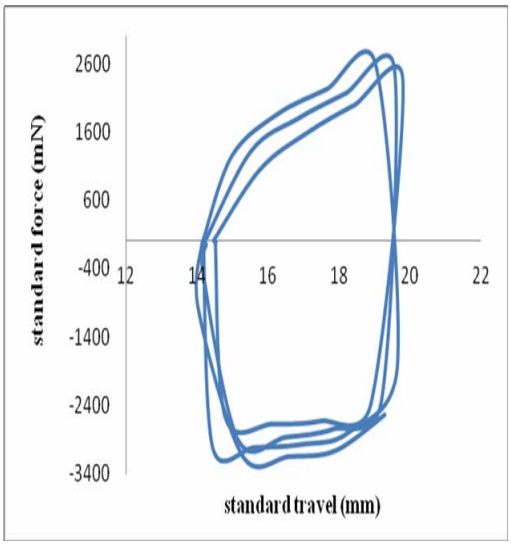

Fig 2 Force - displacement diagram in the backward extrusion test

۲-٤- نوع طرح آزمایشی

این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد و داده‌ها پس از نرمال سازی توسط نرم افزار IBM SPSS Statistics 19 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و اثر تیمارها روی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده رب گوجه‌فرنگی مورد بررسی قرار گرفت و برای مقایسه میانگین ها از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد استفاده گردید.

۳- نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثرات اصلی و متقابل بر پارامترهای فیزیکی، رئولوژی و شیمیایی رب گوجه‌فرنگی در جدول ۱ نشان داده شده است. اثراتی که اختلاف معنی‌دار نشان داد با استفاده از آزمون دانکن مورد بررسی و در شکل‌های ۳، ٤ و جداول ۲ تا ۵ نمایش داده شده است.

Table 1 Summary analysis of variance of color, firmness and processing method on physical, chemical and rheology properties of tomato paste

Sources of change	Degrees of freedom	Average of squares					
		Acidity Mg/100 ml	Viscosity N.s/m^2	Consistency cm/30s	Color	TSS	pH
Color	1	2/2*	253.64*	156.92*	54.188*	1.72 ^{ns}	0.31 *
Firmness	1	0.13*	34 ^{ns}	19.64 ^{ns}	1.93 ^{ns}	0.63 ^{ns}	0.03 *
Processing method	1	0.008 ^{ns}	23.68 ^{ns}	23.39*	2.53 ^{ns}	8.41 *	0.002 ^{ns}
Color×firmness	1	0.11*	8.78 ^{ns}	0.42 ^{ns}	0.42 ^{ns}	1.65 ^{ns}	0 ^{ns}
Color×processing method	1	0.02 ^{ns}	6.94 ^{ns}	1.52 ^{ns}	0.001 ^{ns}	1.17 ^{ns}	5.2*10^{-5} ^{ns}
Firmness×processing method	1	0.08*	33.66 ^{ns}	1.15 ^{ns}	47.96*	9.63 *	0 ^{ns}
Color×firmness×processing method	7	0.006 ^{ns}	0.13 ^{ns}	2 ^{ns}	0.437 ^{ns}	0.09 ^{ns}	0.002 ^{ns}

"ns" means there was no significant relationship here.
* Significant relationship between two parameters at $P < 0.05$.

۳-۱- رنگ رب گوجه‌فرنگی (ضریب a^*)

مطابق جدول ۱ اثر اصلی رنگ گوجه‌فرنگی و اثرات متقابل سفتی و روش فرآوری بر روی رنگ رب تاثیر معنی‌داری در سطح ۵ درصد نشان داده است و سایر فاکتورها بر روی این ویژگی اختلاف معنی‌داری نشان نداد.

با توجه به شکل ٤ در دسته‌ای که سفتی آن بین ۲-۰/۵ نیوتن قرار دارد مقدار ضریب a^* برای روش فرآوری کلدبریک ۲۳/۷٦ می‌باشد و برای روش هاتبریک این مقدار برابر با ۲۱/۳ است. در نمونه‌هایی که سفتی آن در محدوده ٤-۲ نیوتن است مقدار رنگ رب گوجه‌فرنگی، برای روش فرآوری هاتبریک ۲۳/۷ می‌باشد و برای روش فرآوری کلدبریک برابر با ۲۲/۱٦ است.

مطابق مقایسه میانگین اثر رنگ بر شاخص قرمزی رب گوجه‌فرنگی، در دسته‌ای که رنگ گوجه‌ها در محدوده ۲۵-۱۵ قرار دارد ضریب a^* برابر با ۲۱/٦۷ و در دسته رنگی دیگر که در محدوده ۳۵-۲۵ قرار دارد این ضریب برابر با ۲۳/۷۹ می‌باشد و دو دسته رنگی با هم تفاوت معنی‌داری دارند (شکل ۳).

www.SID.ir

Archive of SID

رنگ اولین معیار ارزیابی ظاهری محصول بوده و یکی از فاکتورهای مهم در ارزیابی کیفیت مواد غذایی محسوب می‌گردد و داشتن رنگ قابل قبول و مطابق استاندارد که مورد درخواست و انتظار مصرف کننده باشد، از اهمیت زیادی برخوردار است. طبق نتایج به‌دست آمده در این تحقیق، با فرآوری گوجه‌فرنگی‌های قرمزتر، رب با شاخص قرمزی بیشتر به‌دست می‌آید همچنین با استفاده از روش فرآوری هاتبریک برای گوجه‌فرنگی با بافت سفت‌تر، و روش فرآوری کلدبریک برای گوجه‌فرنگی با بافت نرم‌تر می‌توان رب با رنگ بهتری تولید کرد. در تحقیق صورت گرفته توسط کنت (۱۹۸۷) و برایملو (۱۹۸۷) مقدار a^* مطابق استاندارد سوئدی ۲۶ و بر اساس استاندارد اروپایی این مقدار ۳۲ اعلام شده است [۲۵، ۲۶]، بیشترین مقدار این ضریب در هشت نمونه رب ۲۴/۸۲ و کمترین آن ۲۰/۰۵ بوده است که با این نتایج، مشابهت نزدیکی دارد. مطابق نتایج پتروتوس (۱۹۹۶) حداقل مقدار قابل قبول نسبت a^*/b^* برای نمونه‌های رب گوجه‌فرنگی که تا بریکس ۱۲رقیق شده‌اند ۲/۱۵ می‌باشد [۲۷] و همچنین بر اساس استاندارد ترکیه (TS) و کمیسیون بین المللی (CIE) مقدار رنگ رب گوجه‌فرنگی باید بر اساس نسبت a^*/b^* حداقل ۱/۸ باشد [۲۸] و در این آزمون حداقل این نسبت ۲/۷۴ به‌دست آمده است.

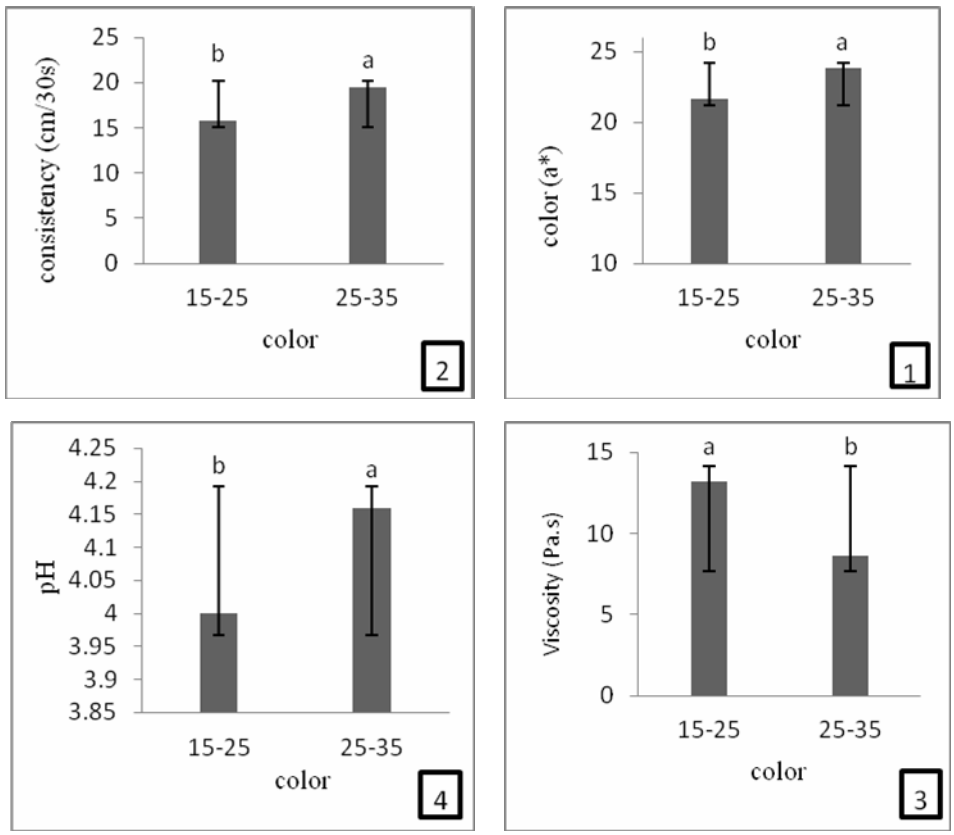

Fig 3 Effect of tomato color on (1) color, (2) consistency, (3) viscosity and (4) pH in tomato paste

۳-۲- قوام رب گوجه‌فرنگی

بر روی این ویژگی مطابق جدول ۱، رنگ گوجه‌فرنگی و روش فرآوری اثر معنی‌داری در سطح ۵ درصد نشان داده است و این ویژگی تحت تاثیر سایر فاکتورها قرار نگرفته است. با توجه به شکل ۳ در دسته‌ای که شاخص قرمزی گوجه‌فرنگی‌ها بین ۳۵-۲۵ است، مسافت طی شده رب به میزان ۳/۶۲ واحد بیشتر از دسته رنگی بین ۲۵-۱۵ است.

با مقایسه میانگین اثر روش فرآوری بر قوام، بیشترین مقدار قوام با میزان ۱۶/۹۶ سانتی‌متر بر سی ثانیه مربوط به دسته‌ای می‌باشد که به روش کلدبریک فرآوری شده است و این عدد برای روش فرآوری هاتبریک برابر با ۱۸/۳۶ سانتی‌متر بر سی ثانیه می‌باشد (جدول ۳).

www.SID.ir

Archive of SID

از آنجایی‌که قوام معیار مقاومت سیال به جریان است، بنابراین عدد کمتر، نشان‌دهنده قوام بالاتر است. مطابق نتایج این تحقیق قوام رب بدست آمده از دسته با ضریب رنگی کمتر و همچنین روش فرآوری کلدبریک، بیشتر بوده است. در بررسی برخی تحقیقات مشاهده می‌شود که توکلی پور و مردی (۲۰۰۹) بیان کردند که قوام رب گوجه‌فرنگی هاتبریک بیشتر از کلدبریک است که علت آن وارد شدن مواد صمغی پیرامون دانه به داخل رب و همچنین غیرفعال شدن آنزیم‌های پکتین‌شکن در روش هاتبریک می‌باشد [۲۹]. کمپانی هاینز (۱۹۹۰) قوام بوستویک کنستانتره گوجه‌فرنگی روش کلدبریک را ۱٤-۷ سانتیمتر و روش هاتبریک را ۱۰-۷ سانتیمتر در ۱۰ ثانیه اعلام کرد [۳۰].

در این آزمون اعداد بدست آمده قوام برای روش هاتبریک ۲۱-۱۵ سانتی‌متر و برای روش کلدبریک ۲۰-۱٤ سانتی‌متر در سی ثانیه می‌باشد که قوام رب کلدبریک بیشتر از هاتبریک شده است. این تناقض می‌تواند مربوط به روش مورد استفاده در این آزمون جهت حرارت‌دهی اولیه باشد زیرا با این روش بافت گوجه فرنگی‌ها به اندازه کافی نرم نشدند و در مرحله صافی شدن مقداری از گوشت میوه همراه پوست و دانه از آن جدا گردید. در پژوهش‌های انجام شده توسط سایرین، حرارت‌دهی اولیه تحت شرایط خلا و پایلوت‌های آزمایشگاهی صورت گرفته است.

Table 2 Average comparison of interaction effect on tomato color and firmness of the acidity in tomato paste

Acidity	Treatment
1.88 [a]	Color between 15-25 and firmness between 2-4 N
1.88 [a]	Color between 15-25 and firmness between 0.5- 2 N
1.55 [b]	Color between 25-35 and firmness between 2-4 N
1.35 [c]	Color between 25-35 and firmness between 0.5- 2 N

The average comparison by Duncan's multiple range test at 5 percent. Common letters in each column indicates non-significant difference.

۳-۳- گرانروی رب گوجه‌فرنگی

گرانروی میزان اصطکاک داخلی سیال یا مقاومت سیال هنگام حرکت یک لایه از آن بر روی لایه دیگر است. طبق نتایج تجزیه واریانس جدول ۱، رنگ گوجه‌فرنگی تاثیر معنی‌داری در سطح ۵ درصد بر روی ویژگی گرانروی از خود نشان داده است و سایر فاکتورها بر روی این ویژگی تاثیر معنی‌داری نداشتند. مطابق شکل ۳ با مقایسه میانگین اثر رنگ بر گرانروی، در دسته‌ای که از لحاظ رنگی بین ۳۵-۲۵ قرار دارد، میزان گرانروی رب به میزان ۳۵٪ کمتر از گرانروی دسته رنگی در محدوده ۲۵-۱۵ می‌باشد و از دسته‌ای که رنگ گوجه‌فرنگی در آن کمتر بوده رب با گرانروی بالاتری به‌دست آمده است.

مقدار گرانروی محصولات گوجه‌فرنگی صنعتی که به روش هاتبریک به‌دست می‌آید از روش کلدبریک بیشتر است [۵، ٦] زیرا در روش هاتبریک آنزیم‌های پکتین متیل استراز و پلی گالاکتوروناز در زنجیره‌ای از بافت گوجه‌فرنگی شکسته می‌شود و با غیرفعال شدن این آنزیم‌ها محصولات با گرانروی بالاتر به‌دست می‌آید [۳۱، ۳۲]. در این تحقیق روش فرآوری تاثیر معنی‌داری بر میزان گرانروی نداشته است. دلیل این موضوع می‌تواند ناشی از مرحله حرارت‌دهی اولیه در این آزمون باشد که شرایط حرارت‌دهی و دمای موردنیاز جهت غیرفعال کردن آنزیم‌های موجود در گوجه‌فرنگی به خوبی مهیا نشده است. زیرا پس از اتمام زمان ۱۰ دقیقه حرارت‌دهی به روش هاتبریک، با فرو بردن دماسنج به داخل گوجه فرنگی‌های خرد شده مشاهده

www.SID.ir

Archive of SID

گردید که دمای مرکز آن حدود ۷۵ درجه سانتیگراد می‌باشد و از آنجائی‌که کمترین دما جهت غیر فعال کردن این آنزیم‌ها ۸۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد [۳۳] این امر میسر نگردیده است.

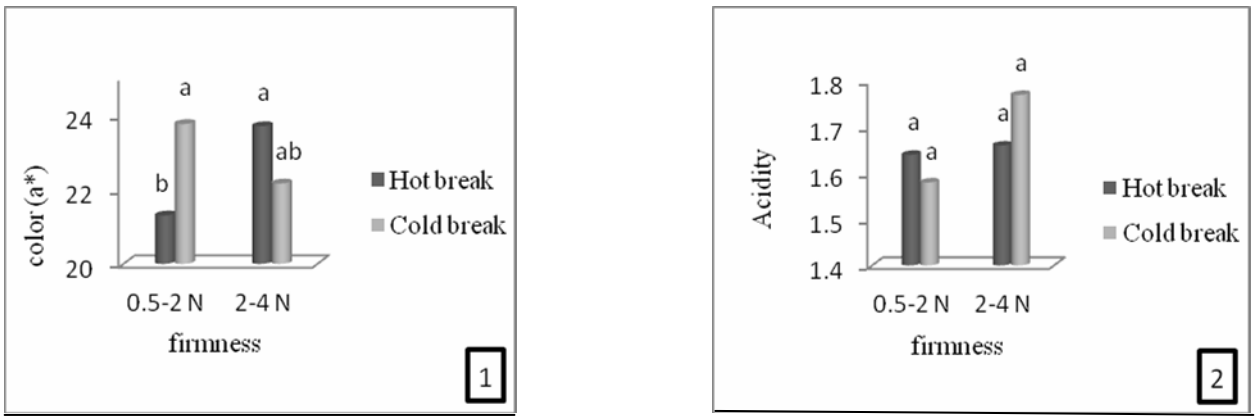

Fig 4 Interaction effect of firmness and processing method on (1) color and (2) acidity in tomato paste

۳-٤- اسیدیته قابل تیتر رب گوجه‌فرنگی

اسیدیته قابل تیتر معیاری برای اسیدهای آلی، دومین جز تشکیل دهنده طعم و مزه پس از قند می‌باشد. درصد اسیدهای آلی معرف ترشی یا تندی طعم و ارزیابی آن برای تعیین طعم و مزه به‌کار می‌رود. مطابق جدول ۱ اثرات رنگ گوجه‌فرنگی، سفتی و همچنین اثرات متقابل رنگ و سفتی، سفتی و روش فرآوری در سطح ۵ درصد بر میزان اسیدیته معنی‌دار شده است و اثر روش فرآوری و اثرات متقابل رنگ و روش فرآوری و اثرات متقابل سه‌گانه آنها تفاوت معنی‌داری بر میزان این ویژگی نداشته است. مطابق شکل ٤ در دسته‌ای که سفتی آن بین ۲-۰/۵ قرار دارد و روش فرآوری هاتبریک استفاده شده، مقدار میانگین اسیدیته ۱/٦٤ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر به‌دست آمده و با به‌کارگیری روش کلدبریک در این دسته، مقدار اسیدیته ۱/۵۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر شده است که اسیدیته روش هاتبریک به میزان ٤٪ بیشتر از روش فرآوری کلدبریک می‌باشد. در دسته دیگر با سفتی بین ٤-۲ نیوتن، میزان اسیدیته روش کلدبریک به میزان ٦٪ بیشتر از روش هاتبریک گردیده است.

با مقایسه میانگین اثرات متقابل رنگ و سفتی بر میزان اسیدیته در جدول ۲، در دسته‌ای که رنگ آن بین ۲۵-۱۵ قرار دارد، مقدار اسیدیته برای هر دو دسته سفتی ۱/۸۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر به‌دست آمده است. در دسته رنگی ۳۵-۲۵ بیشترین مقدار اسیدیته برای دسته با سفتی ٤-۲ نیوتن حاصل شده است. با مقایسه هر دو دسته سفتی، اسیدیته دسته سفت‌تر در هر دو روش فرآوری بیشتر از دسته نرم‌تر شده است. از آنجایی‌که با رسیدن گوجه‌فرنگی اسیدیته آن کاهش می‌یابد [۲۷] و گوجه‌فرنگی سفت‌تر، نارس‌تر از گوجه‌فرنگی نرم‌تر می‌باشد بنابراین دلیل این موضوع می‌تواند تفاوت در اسیدیته گوجه‌فرنگی هر دو دسته باشد که اسیدیته گوجه‌فرنگی سفت‌تر بیشتر از دسته نرم‌تر است. شرکت و لو (۱۹۷٦) اظهار داشتند که هنگامی که دمای شکست افزایش می‌یابد اسیدیته کاهش می‌یابد [۲۱] و همچنین گانسدو و لو (۱۹۸٦) طی تحقیقی که انجام دادند به این نتیجه رسیدند که آب گوجه‌فرنگی هاتبریک، اسیدیته کمتری نسبت به آب گوجه کلدبریک دارد [۳٤] که این تفاوت ناشی از شکست پکتین توسط آنزیم پکتولیتیک است که در روش کلدبریک باقی می‌ماند [۳۵].

Table 3 Average comparison of processing method on TSS and consistency of tomato paste

Consistency	TSS	Treatment
18.36 [a]	29.52 [a]	Hot break method
16.96 [b]	28.68 [b]	Cold break method

The average comparison by Duncan's multiple range test at 5 percent. Common letters in each column indicates non-significant difference.

www.SID.ir

Archive of SID

۳-۵- مواد جامد محلول (TSS)

مطابق جدول ۱ روش فرآوری و اثر متقابل سفتی و روش فرآوری در سطح ۵ درصد بر ویژگی TSS معنی‌دار شده است و سایر فاکتورها بر مقدار این ویژگی شیمیایی تاثیر معنی‌داری نداشته است. مطابق جدول ٤ بیشترین مقدار میانگین مواد جامد محلول با ۲۹/۸۵ درجه بریکس مربوط به دسته سفتی ۲-۰/۵ نیوتن و روش فرآوری هاتبریک، کمترین میزان آن در دسته سفتی ۲-۰/۵ نیوتن و روش فرآوری کلدبریک مقدار ۲۸/۱۲ درجه بوده است. روش فرآوری نیز مطابق جدول ۳ تاثیر معنی‌داری بر میزان مواد جامد محلول رب گوجه‌فرنگی داشته است و TSS روش هاتبریک به میزان ۰/۸٤ واحد بیشتر از روش کلدبریک به‌دست آمده است.

در این پژوهش در دسته سفتی ٤-۲ نیوتن روش فرآوری تاثیری بر میزان مواد جامد محلول نداشته است. اما می‌توان نتیجه گرفت که با استفاده از روش فرآوری هاتبریک بر روی گوجه‌فرنگی‌های با بافت نرم‌تر میزان مواد جامد محلول رب بیشتر خواهد شد. شاید دلیل این امر افزایش مواد جامد محلول با رسیدگی گوجه‌فرنگی باشد. از آنجایی‌که طبق استاندارد ملی ایران [۳٦]، کمینه بریکس رب گوجه‌فرنگی بدون احتساب نمک باید ۲۵ درجه باشد، نتایج این آزمون هم مطابق استاندارد می‌باشد. گولد و لو گزارش کردند که دمای شکست بر مقدار مواد جامد محلول رب حاصل از گوجه‌فرنگی UC828 اثری ندارد [۲۷].

Table 4 Average comparison of interaction effect of firmness and processing method on TSS of tomato paste

TSS	Treatment
29.85 a	Firmness between 0.5- 2 N and hot break method
29.25 a	Firmness between 2- 4 N and cold break method
29.19 a	Firmness between 2- 4 N and hot break method
28.12 b	Firmness between 0.5- 2 N and cold break method

The average comparison by Duncan's multiple range test at 5 percent. Common letters in each column indicates non-significant difference.

۳-٦- pH رب گوجه‌فرنگی

مطابق جدول تجزیه واریانس ۱ میزان pH رب گوجه‌فرنگی در سطح ۵ درصد تحت تاثیر فاکتورهای رنگ گوجه‌فرنگی و سفتی قرار گرفت. با توجه به جدول ۵ در دسته‌ای که سفتی آن بین ۲-۰/۵ نیوتن قرار دارد، میزان pH، ۲ درصد بیشتر از دسته دیگر شده است و این دو دسته با هم تفاوت معنی‌داری دارند. در شکل ۳ با مقایسه میانگین اثر رنگ بر روی pH رب گوجه‌فرنگی، کمترین مقدار pH با مقدار ٤ مربوط به دسته رنگی ۲۵-۱۵ می‌باشد و بیشترین مقدار آن با ٤/۱٦ در دسته رنگی ۳۵-۲۵ به‌دست آمده است.

pH یک محصول معیاری از غلظت یون H^+ آزاد آن است و در ارزیابی کیفی محصولات فرآوری شده از آن استفاده می‌گردد. در این آزمون گوجه‌فرنگی‌هایی که ضریب a^* آنها بیشتر است، رسیده‌ترند و میزان نیروی نفوذ در آن‌ها کمتر می‌باشد، بنابراین میزان pH آنها بالاتر است [۲۷] که با نتایج واهم (۱۹۹۸) نیز هم‌خوانی دارد [۳۷]. این می‌تواند بازگو کننده این باشد که pH گوجه‌فرنگی بر میزان pH رب موثر بوده است. طبق استاندارد ملی ایران [۳٦] بیشینه pH رب گوجه‌فرنگی باید ٤/۳ باشد که در ۸ دسته رب فرآوری شده بیشینه مقدار آن ٤/۱۹۸ وکمترین مقدار pH، ۳/۹۷ می‌باشد. هایس و همکاران (۱۹۹۸) نیز pH استاندارد رب گوجه‌فرنگی را در محدوده ٤/۳- ۳/۸ بیان کردند [۳۸] که با نتایج این آزمون هم‌خوانی دارد. گانسدو و لو (۱۹۸٦) در رب فرآوری شده در دمای بالا، اسیدیته پایین‌تر و pH بالاتری را گزارش دادند [۳٤] و در این آزمون روش فرآوری تاثیری بر میزان این ویژگی نداشته است.

Table 5 Average comparison of firmness on tomato paste pH

pH	Treatment
4.05 b	Firmness between 2-4 N
4.11 a	Firmness between 0.5-2 N

The average comparison by Duncan's multiple range test at 5 percent. Common letters in each column indicates non-significant difference.

www.SID.ir

Archive of SID

٤- نتیجه‌گیری

نتایج نشان می‌دهد که رنگ و سفتی گوجه‌فرنگی و همچنین روش فرآوری بر ویژگی‌های رب گوجه‌فرنگی تاثیرگذار بوده است، به طوری‌که با فرآوری گوجه‌فرنگی‌هایی که شاخص قرمزی آن‌ها بیشتر است رب قرمزتری به‌دست می‌آید، همچنین با استفاده از روش فرآوری هاتبریک برای گوجه‌فرنگی‌های با بافت سفت‌تر و روش کلدبریک برای گوجه‌فرنگی‌های نرم‌تر، رب گوجه‌فرنگی با شاخص قرمزی بیشتر حاصل می‌گردد. رنگ گوجه‌فرنگی نیز بر میزان قوام و گرانروی رب موثر بوده و گوجه‌فرنگی‌های با شاخص قرمزی کمتر، قوام و گرانروی بالاتری داشته است. سفتی و رنگ گوجه‌فرنگی بر میزان pH رب نیز اثر گذار بوده و pH دسته با شاخص قرمزی بیشتر و سفتی نرم‌تر از pH دسته با شاخص قرمزی کمتر و سفت‌تر، بیشتر بوده است. در دسته با سفتی کمتر و روش هاتبریک و دسته با سفتی بیشتر و روش کلدبریک، رب با اسیدیته بیشتر به‌دست آمده است. علاوه بر این‌ها در این پژوهش مواد جامد محلول رب روش هاتبریک از مواد جامد محلول رب روش کلدبریک بیشتر بوده است.

٥- منابع

[1] Ghasemi, M., Khojasteh-Pour, M. and Agh-Khani, M.H. 2014. Evaluate mechanical properties of tomatoes based on electrical conductivity. Journal of Agricultural Machinery (in persian), 4(2), 314-323.

[2] Viuda-Martos, M., Sanchez-Zapata, E., Sayas-Barbera, E., Sendra, E., Perez-Alvarez, J.A. and Fernandez-Lopez, J. 2013. Tomato and tomato by-products. Human health benefits of lycopene and its application to meat products. A review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 58, 1032-1049.

[3] FAO. 2010. Available from: http://www.fao.org. Accessed 6 August 2012.

[4] Sanchez, M.C., Valencia, C., Ciruelos, A., Latorre, A. and Gallegos, C. 2003. Rheological properties of tomato paste: Influence of the addition of tomato slurry. Journal of Food Science, 68(2), 551-554.

[5] Chou, T.D. and Kokini, J.L. 1987. Rheological properties and conformation of tomato paste pectin, citrus and apple pectins. Journal of Food Science, 52, 1658-1664.

[6] Luh, B.S. and Daoud, H.N. 1971. Effect of break temperature and holding time on pectin enzyme in tomato pulp. Journal of Food Science, 36, 1039-1043.

[7] Goodman, C.L., Fawcett, S. and Barringer, S.A. 2002. Flavor, viscosity, and color analyses of hot and cold break tomato juices. Journal of Food Science, 67, 404-408.

[8] Koh, E., Charoenprasert, S. and Mitchell, A.E. 2012. Effects of industrial tomato paste processing on ascorbic acid, flavonoids and carotenoids and their stability over one-year storage. Journal of the Science of Food and Agriculture, 92, 23-28.

[9] Sanchez, M.C., Valencia, C., Gallegos, C., Ciruelos, A. and Latorre, A. 2002. Influence of processing on the rheological properties of tomato paste. Journal of the Science of Food and Agriculture, 82, 990-997.

[10] Roberts, K. 1990. Structures at the plant cell surface. Current Opinion in Cell Biology, 2, 920-928.

[11] Gould, W.A. 1992. Tomato production, processing, and technology 3rd ed. Baltimore, CTI Publishing. PP, 202-203, 254, 297-344, 359-367, 436, 535.

[12] Trifiro, A., Gherardi, S., Zoni, C., Zanotti, A., Pistocchi, M., Paciello, G., Sommi, F., Arelli, P.L. and Antequera, M.A.M. 1998. Quality changes in tomato concentrate production: Effects of heat treatments. Industria Conserve, 73(1), 30-41.

[13] Simpson, R., Almonacid, S., Lopez, D. and Abakarov, A. 2008. Optimum design and operating conditions of multiple effect evaporators: tomato paste. Journal of Food Engineering, 89, 488-497.

[14] Anthon, G.E., Diaz, J.V. and Barrett, D.M. 2008. Changes in pectin and product consistency during the concentration of tomato juice to paste. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56(16), 7100–7105.

[15] Farahnaky, A. and Hill, S.E. 2007. The effect of salt, water and temperature on wheat dough rheology. Journal of Texture Studies, 38, 499-510.

[16] Anthon, G.E. and Barrett, D.M. 2012. Pectin methylesterase activity and other factors

www.SID.ir

Archive of SID

affecting pH and titratable acidity in processing tomatoes. Journal of Food Chemistry, 132, 915-920.

[17] Joshi, P. 2002. Color measurement of foods by color reflectance. In: Mac Dougall, D. (Ed.), Color in Food: Improving Quality. CRC Press, Washington DC, pp. 21-30.

[18] Mazaheri-Tehrani, M. and Mortazavi, S.A. 2006. Optimizing of conditions preheating tomato in production of tomato paste. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources (in persian), 13(4), 1-7.

[19] Xu, Sh.Y., Shoemaker, C.F. and 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.

[20] Mazaheri-Tehrani, M. and Ghandi, A. 2007. Modification of Bostwick method to determine tomato concentrate consistency. Journal of Food Engineering (in persian), 79, 1483-1486.

[21] Sherkat, F. and Luh, B.S. 1976. Quality factors of tomato pastes made at several break temperatures. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 24(6), 1155-1158.

[22] Heidari-nasab, A. and Moghaddam-Nansa, V. 2011. Viscoelastic and time dependent behavior of tomato paste. Journal of Food Technology & Nutrition (in persian), 8(4), 21-28.

[23] Zokaee Khosroshahi1, M.R., Esna-Ashari, M., Ershadi, A. and Ahmadi, A. 2006. Effect of exogenous putrescine on postharvest life of strawberry (Fragaria ananassa) fruit, cultivar Selva. Plant Production Technology (in persian), 6, 15-25.

[24] Anonymous. 2005. Viscosity Testing on Foodstuffs. Zwick/Roell group. Germany.

[25] Kent, M. 1987. Collaborative measurements on the color of light-scattering foodstuffs. In: Jowitt, R. et al., Eds., Physical Properties of Foods, London. Elsevier. 277-294.

[26] Brimelow, C.J.B. 1987. Measurement of tomato paste color: investigation of some method variables. In: Jowitt, R. et al., Eds., Physical Properties of Foods, London. Elsevier, 295-317.

[27] Mazaheri-Tehrani, M., Mortazavi, A., Zia-Alhagh, H.R. and Ghandi, A. 2007. Qualitative characteristics in processing tomatoes. Pub: Marze-danesh (in persian). V (2). 253 pp.

[28] Anonymous. 2008. Turkish standard on tomato paste and puree. TS 1466, Institute of Turkish Standards.

[29] Tavakoli-pour, H. and Mardi, A.H. 2009. Effect of heat treatment on the rheological properties of tomato paste. Journal of Food Science and Technology (in persian), 1(3), 2-8.

[30] Heinz U.K. 1990. Cold break tomato paste specification bulletin.

[31] Bel-Haj, H.M. 1981. Effect of cultivars, break temperature, pulping and extraction methods on the viscosity of tomato juice. [DPhil thesis]. Columbus, Ohio: Ohio State Univ. 124 p. Available from Ohio State University Book Depository, Columbus, Ohio; thesis 1981 phd b429. [Dissertation].

[32] Fito, P.J., Clemente, G. and Sanz, F.J. 1983. Rheological behaviour of tomato concentrate (hot break and cold break). Journal of Food Engineering, 2, 51-62.

[33] Barringer, S.A. 2004. Vegetables: tomato processing. Food processing: principles and applications. Edited by Scott Smith, J. and Hui, Y.H. Copyright by Blackwell Publishing. 473-490.

[34] Gancedo M.C. and Luh B.S. 1986. HPLC analysis of organic acids and sugars in tomato juice. Journal of Food Science, 51(3), 571-573.

[35] Stadtman, F.H., Buhlert, J.E. and Marsh, G.L. 1977. Titratable acidity of tomato juice as affected by break procedure. Journal of Food Science, 42(2), 379-382.

[36] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 2011. Canned tomato paste - Specifications and test methods. 6th. Revision. N (761).

[37] Wahem, I.A. 1998. The influence of the firmness of raw tomatoes on the physical, chemical and sensory characteristic of canned products. Journal of Food Quality, 11, 107-116.

[38] Hayes, W.A., Smith, P.G. and Morris, A.E.J. 1998. The production and quality of tomato concentrates. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 38(7), 537-564.

www.SID.ir

Archive of SID

The influence of the color, firmness and processing method of raw tomatoes on the physical, chemical characteristic of tomato paste

Gholami Manzour, Z. [1], Ahmadi, E. [2*], Karami, M. [3]

1. Graduate Student of Biosystems Engineering Department, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan.
2. Associate Professor of Biosystems Engineering Department, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan.
3. Assistant Professor of Bahar Faculty of Food Science and Technology, Bu-Ali Sina University, Hamedan.

(Received: 2016/06/05 Accepted: 2016/11/12)

Tomato paste is one of the most common products of the tomato and most important Persian food flavors that its production has been increased in recent years. Since human health depends on the quality of processing food, it is necessary to study the quality of this product. The aim of the research is to investigate the effect of firmness and color of tomatoes and processing method on some physical, rheology and chemical properties of Tomato paste is made. For this purpose, color treatments were considered at two levels: between 15-25 and 25-35, firmness treatments were considered at two levels between 0.5-2 N and 2-4 N and processing methods were considered on two levels for hot break and cold break.

Acidity, consistency, viscosity, color, Brix and pH Factors of tomato paste were measured. The results showed that the physical and mechanical properties and processing method effect on properties of tomato paste. From tomatoes with a firmer texture and hot break processing method, with more red index paste was obtained. Tomatoes that have redness index lower, consistency and viscosity of paste were higher. The results showed that the soluble solids paste that was processed by hot break is further than cold break method. Tomato paste from tomato category with more firmness and hot break processing method was more acidity. pH of less red tomato paste category and more firmness is more than less red index and more rigid categories.

Keywords: Tomato paste, Hot break, Cold break, Chemical properties, Consistency, Viscosity.

* Corresponding Author E-Mail Address: eahmadi@basu.ac.ir

www.SID.ir