



بهینه سازی فرمولاسیون مارمالاد پوست پسته

فرهاد ملک زادگان^۱، سید محمد علی رضوی^۲، تکتّم محمدی مقدم^۳ و احمد شاکر^۴

- ۱- گروه صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی و احد قوچان
- ۲- گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد
- ۳- گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد
- ۴- عضو موسسه تحقیقات پسته کشور، رفسنجان

چکیده:

محصولات فرعی فرآوری پسته خام شامل پوست نرم خارجی پسته، خوشه، برگ و مقدار کمی مغز و پوسته چوبی پسته می باشند، که پوست سبز پسته عمده ترین (بیش از ۶۰ درصد) بخش محصولات فرعی پسته را تشکیل می دهد. کشور ایران نخستین تولید کننده و صادرکننده پسته در جهان است. بر اساس گزارش سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO) در سال ۲۰۰۵ ایران با تولید ۲۲۷/۶۴ هزار تن بیشترین میزان تولید در جهان را داشته است. از آنجا که حدود ۴۰ درصد از حجم پسته مربوط به پوسته سبز آن می باشد، بنابراین در سال ۲۰۰۵ در حدود ۹۱/۰۵۶ هزار تن پوست پسته تازه تولید شده است. در پوست سبز پسته ترکیبات با ارزش تغذیه ای شامل مواد گلوئیسیدی، پروتئین، چربی، مواد معدنی، ویتامینها، ترکیبات رنگی و تریپنی وجود دارد. بنابراین با توجه به حجم زیاد و خواص تغذیه ای مناسب پوست سبز پسته، می توان از آن در تولید یا فرمولاسیون فرآورده های غذایی استفاده کرد. هدف از این پژوهش استفاده بهینه از پوست سبز پسته به عنوان محصول جنبی با ارزش حاصل از فرآوری پسته در فرمولاسیون مارمالاد بوده است که می تواند جایگاه مناسبی هم از نظر اقتصاد ملی و صادرات داشته باشد. برای این منظور خصوصیات فیزیکیوشیمیایی و حسی مارمالاد پوست پسته مورد مطالعه قرار گرفته است. متغیرهای مورد بررسی در این تحقیق شامل نسبت پوست سبز پسته به شکر (در دامنه ۴۰ تا ۶۰ درصد) و درصد پکتین (۰ تا ۰/۴ درصد) بودند که تاثیر آنها بر خصوصیات حسی (طعم، رنگ، قوام، سفتی، چسبندگی، قابلیت مالش پذیری و پذیرش کل)، شیمیایی (اسیدیته، pH، بریکس و مواد جامد کل)، رئولوژیکی (ویسکوزیته) تعیین گردید.

واژه های کلیدی: خواص حسی، مارمالاد پسته، ترکیبات پسته، صادرات پسته.



طی فراوری محصولات کشاورزی علاوه بر مواد غذایی مورد استفاده انسان، مقدار قابل توجهی از فراورده های فرعی تولید می شود که بسیاری از آنها بدون استفاده بوده و دور ریخته می شوند و خود به عنوان یکی از عوامل آلودگی محیط زیست محسوب می شوند. با توجه به آمار فائو، ایران با داشتن ۵۸ درصد تولید جهان بزرگترین تولیدکننده پسته جهان می باشد. مهمترین محصولات فرعی پسته محصولات حاصل از پوست گیری میوه تازه پسته می باشد. این محصولات به طور عمده شامل پوسته سبز، خوشه، برگ و مقادیر جزئی مغز و پوسته چوبی می باشد. تحقیقات نشان داده است که سالانه حدود ۴۰۰ هزار تن محصولات فرعی پسته در کشور تولید می شود. در حال حاضر مصرف خاصی برای این فراورده های فرعی وجود ندارد و حجم انبوه در فصل برداشت و رطوبت بالای این محصولات باعث آلودگی محیط زیست و باغهای پسته می شود.

عمده ترین بخش فراورده های فرعی پسته مربوط به پوست سبز آن می باشد. براساس گزارشات موجود سالانه ۶۰ هزار تن پوست سبز خشک شده در کشور تولید می شود. بنابراین با توجه به حجم زیاد این محصول می توان از آن در تولید فراورده های غذایی استفاده کرد. پوست سبز پسته دارای ساختمان پارانشیمی و فیبری است و در آن آب، مواد گلوکسیدی، پروتئین، چربی، مواد معدنی، ویتامینها، ترکیبات رنگی و ترپنی وجود دارد.

تحقیقات نشان داده است که پوست سبز پسته حاوی حدود ۹/۲ درصد پروتئین خام، ۷/۸ درصد چربی خام، ۷/۶ درصد پتاسیم، ۰/۲ درصد منیزیم، ۶ درصد کلسیم، ۰/۴۵ درصد سدیم، ۰/۰۳ درصد آهن، اسیدهای چرب ضروری مانند اپینن و آلفا ترپینولن، فلاونوئیدها و ترکیبات فنولیک است. همچنین هر کیلوگرم آن ۴۴۲۵/۴۵ کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک انرژی تولید می کند. گزارش شده این ماده حاوی تانن های قابل هیدرولیز است که از تولید آفلاتوکسین توسط قارچ ممانعت می کند. پوست سبز پسته از نظر صنعتی و کشاورزی اهمیت دارد. از پودر آن به عنوان رنگ طبیعی برای رنگ آمیزی الیاف پشم استفاده می شود. پوست سبز پسته با داشتن حدود ۱۰ درصد پروتئین در تهیه کود آلی و پرورش قارچ قابل استفاده است. نتایج نشان می دهد که عصاره پوست سبز پسته در غلظت ۰/۰۶ - ۰/۰۲ درصد برای جلوگیری از اکسیداسیون روغن سویا در دمای ۶۰°C موثر بوده است. از نظر خواص درمانی پوست سبز پسته برای جلوگیری از استفراغ، رفع سسکسه، درمان اسهال، استحکام لثه و درمان زخمهای سطحی و سوختگی به کار می رود. از این ماده به عنوان داروی ترک اعتیاد هم استفاده می شود.

هدف از این تحقیق استفاده از پوست سبز پسته جهت تولید مارمالاد است. مارمالاد محصول ژله ماندنی است که از ضایعات میوه ها همراه با شکر، پکتین و اسید به دست می آید و به دلیل استفاده از ضایعات و همچنین فرایند تولید ساده مورد توجه تولید کنندگان صنعت غذا قرار گرفته است. مضاف بر اینکه در تولید مربا نیاز به استفاده از میوه های مرغوب با ظاهر مناسب است در حالی که این امر در مورد مارمالاد ضرورت ندارد. تولید مارمالاد پوست پسته علاوه بر تولید یک محصول جدید باعث استفاده بهینه از ضایعات می شود که می تواند جایگاه مناسبی هم از نظر صادرات و رشد اقتصاد کشاورزی و صنعتی داشته باشد.

تاکنون مقالات زیادی در ارتباط با فرآیند تولید و خواص حسی، شیمیایی و رئولوژیکی مرباها انتشار یافته است (شیرزادگان (۱۳۲۹)، Costell و همکاران (۱۹۹۰، ۱۹۸۷، ۱۹۹۱، ۱۹۹۳) و Mulinari Campos و Candido Bileski (۱۹۹۵)، Vignoni و همکاران (۱۹۹۷)، Grigelmo-Miguel و Mart_õn-Belloso (۱۹۹۹) و Maceiras و همکاران (۲۰۰۶)). اما تاکنون هیچ گزارشی علمی مبنی بر انجام تحقیق درباره خصوصیات فیزیکی - شیمیایی و حسی مارمالاد پوست پسته انتشار نیافته است. در این پژوهش ضمن تعیین فرمول بهینه مارمالاد، خصوصیات شیمیایی (بریکس، pH، اسیدیتته و مواد جامد کل)، حسی (رنگ، قوام، طعم، سفتی، چسبندگی، مالش پذیری و پذیرش کلی) و رئولوژیکی (ویسکوزیته) مارمالاد پوست پسته مورد بررسی قرار گرفته است.



مواد و روشها

تهیه مارمالاد

مواد اولیه شامل پوست سبز خشک شده پسته، شکر و پکتین (با درجه استریفیکاسیون ۶۲ درصد) بود. پوست سبز خشک شده پسته از موسسه تحقیقات پسته رفسنجان، پکتین از شرکت آزما لبن شرق و شکر از یکی از سوپرمارکت های شهر مشهد به مقدار مورد نیاز خریداری شد. ابتدا پوست پسته ها تمیز شدند تا گرد و غبار، ناخالصیها، پوست های سیاه رنگ و چوبی جدا شوند. در مرحله بعد پوستها توسط آسیاب نیمه صنعتی خرد شده و با نسبت وزنی برابر با آب مخلوط و توسط صافی پارچه ای صاف شدند. در نهایت یک ترکیب پوره مانند، صاف و همگن به دست آمد. در این پژوهش، نسبت پوست سبز به شکر در پنج سطح ۶۰:۴۰، ۵۵:۴۵، ۵۰:۵۰، ۴۵:۵۵ و ۴۰:۶۰ درصد و پکتین در پنج سطح صفر، ۰/۱، ۰/۲، ۰/۳ و ۰/۴ درصد مورد استفاده قرار گرفتند. جهت تولید مارمالاد و انجام فرایند پخت، ابتدا شربت با بریکس ۹۰ تهیه شد. سپس پوست پسته صاف شده به آن اضافه گردید. در مرحله بعد مخلوط تحت فرایند پخت قرار گرفت تا بریکس آن حداقل به ۶۵ برسد. زمانی که بریکس به ۶۰ می رسید، پکتین اضافه میشد. در مرحله بعد به مخلوط مقدار مناسب اسید سیتریک و اسید اسکوربیک اضافه می شد تا pH آن به ۲/۸ تا ۳/۵ برسد. در انتها مرحله پر کردن مارمالاد درون ظروف کوچک و سرد کردن نمونه ها انجام گرفت.

آزمایشات

برای اندازه گیری بریکس از رفاکتومتر دستی مدل RHBO_80 ساخت چین استفاده شد. pH مارمالاد با استفاده از pH متر Sartorius PB_11 ساخت آلمان تعیین گردید. اسیدیته و پکتین نمونه ها بر اساس استاندارد شماره ۲۱۴ (مربا، مارمالاد و ژله) اندازه گیری شدند. برای تعیین مواد جامد کل به روش وزنی عمل شد، بدین ترتیب که ۲ گرم از نمونه در دمای ۷۰ درجه در آون فن دار دارای میکروکنترلر ساخت شرکت فن آزما گستر قرار می گرفت تا به وزن ثابت برسد (Costel et al, 1987). جهت انجام آزمایشات رئولوژی از ویسکومتر دورانی هم محور بوهلین (Visco 88, Bohlin Ltd., UK) در دمای 25 ± 0.5 درجه سانتیگراد و درجه برش S-1 ۴۰ استفاده شد. برای نمونه های رقیق از کاپ و باب C30 و برای نمونه های غلیظ از کاپ و باب C14 مورد استفاده قرار گرفت. برای انجام آزمایشات حسی ۶ نفر پانلیست (۳ مرد و ۳ زن) مشارکت داشتند و خواص حسی شامل رنگ، قوام، طعم، سفتی، چسبندگی، مالش پذیری و پذیرش کلی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

نتایج و بحث

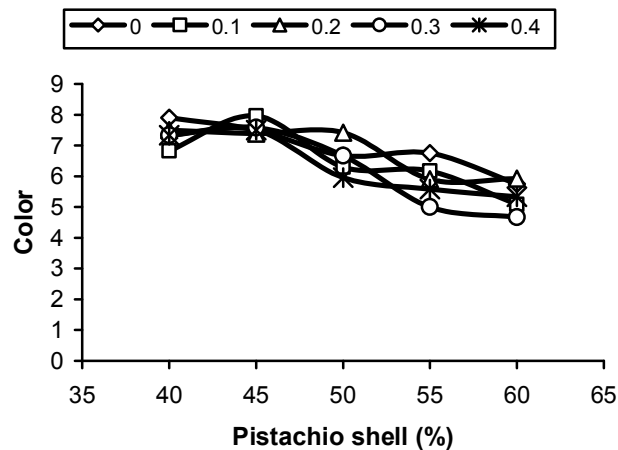
نتایج مربوط به خواص شیمیایی نمونه های مارمالاد پوست پسته برای سطوح مختلف پوست پسته-شکر و پکتین در جدول (۱) آورده شده است. بر اساس یافته های این تحقیق، میانگین بریکس نمونه ها ۶۸/۳۶ با انحراف معیار $1/13 \pm$ بود، در حالی که مواد جامد کل مارمالاد پوست پسته برابر $71/41 \pm 6/10$ به دست آمد. pH نمونه ها نیز در دامنه ۳/۱۵ تا ۳/۳۳ متغیر بود و اسیدیته آنها بطور متوسط ۰/۳۵ با انحراف معیار $0/04 \pm$ اندازه گیری شد.



جدول ۱- خصوصیات شیمیایی مارمالاد پوست پسته

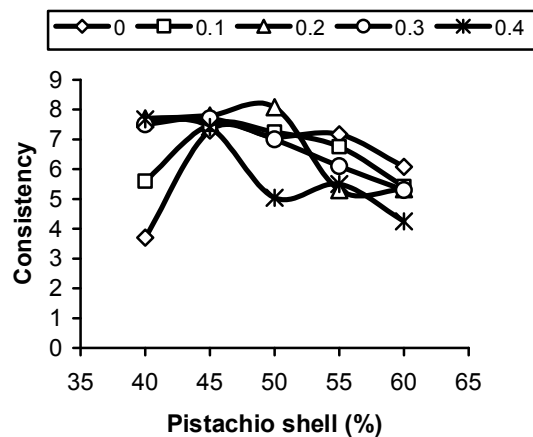
شکر (%)	پوست پسته (%)	پکتین (%)	بریکس	pH	اسیدیته	مواد جامد کل (%)
۶۰	۴۰	صفر	۶۷/۱۰	۳/۱۸	۰/۳۳	۶۸/۲۵
۵۵	۴۵	صفر	۶۹/۸۵	۳/۰۰	۰/۳۸	۷۴/۰۰
۵۰	۵۰	صفر	۶۹/۶۰	۳/۳۴	۰/۳۰	۷۲/۰۰
۴۵	۵۵	صفر	۶۸/۸۵	۳/۳۱	۰/۳۷	۷۱/۲۵
۴۰	۶۰	صفر	۶۸/۵۰	۳/۳۰	۰/۳۶	۷۰/۷۵
۶۰	۴۰	۰/۱	۶۶/۰۰	۳/۲۰	۰/۲۹	۷۵/۰۰
۵۵	۴۵	۰/۱	۶۸/۵۰	۳/۲۷	۰/۳۳	۷۱/۰۰
۵۰	۵۰	۰/۱	۶۸/۸۵	۳/۱۸	۰/۳۸	۷۱/۰۰
۴۵	۵۵	۰/۱	۶۹/۳۵	۳/۴۱	۰/۳۵	۷۴/۵۰
۴۰	۶۰	۰/۱	۶۷/۶۰	۳/۳۳	۰/۳۳	۷۲/۵۰
۶۰	۴۰	۰/۲	۶۹/۷۰	۳/۱۶	۰/۲۸	۷۴/۵۰
۵۵	۴۵	۰/۲	۶۸/۲۵	۳/۲۷	۰/۳۶	۶۹/۰۰
۵۰	۵۰	۰/۲	۶۸/۶۰	۳/۱۵	۰/۳۸	۷۱/۵۰
۴۵	۵۵	۰/۲	۶۷/۶۰	۳/۱۹	۰/۳۸	۶۸/۷۵
۴۰	۶۰	۰/۲	۶۹/۳۵	۳/۲۵	۰/۴۱	۷۰/۲۵
۶۰	۴۰	۰/۳	۶۸/۲۰	۳/۲۹	۰/۳۶	۷۲/۵۰
۵۵	۴۵	۰/۳	۶۸/۰۰	۳/۲۷	۰/۲۸	۷۱/۰۰
۵۰	۵۰	۰/۳	۶۸/۲۵	۳/۲۸	۰/۳۸	۶۹/۲۵
۴۵	۵۵	۰/۳	۶۷/۵۰	۳/۲۳	۰/۳۶	۶۹/۷۵
۴۰	۶۰	۰/۳	۶۷/۷۵	۳/۳۳	۰/۳۸	۷۱/۷۵
۶۰	۴۰	۰/۴	۶۹/۱۰	۳/۲۴	۰/۳۴	۷۳/۷۵
۵۵	۴۵	۰/۴	۶۸/۶۰	۳/۲۴	۰/۳۳	۶۹/۷۵
۵۰	۵۰	۰/۴	۶۸/۱۵	۳/۱۴	۰/۳۹	۷۲/۲۵
۴۵	۵۵	۰/۴	۷۰/۵۰	۳/۲۵	۰/۳۹	۶۹/۰۰
۴۰	۶۰	۰/۴	۶۵/۵۰	۳/۳۷	۰/۳۲	۶۸/۰۰

نتایج مربوط به خواص حسی مارمالاد پوست سبز پسته بر حسب درصد پکتین و پوست پسته مورد استفاده در فرمولاسیون در شکل های (۱) تا (۷) نشان داده شده است. همانطور که در شکل (۱) مشاهده می شود، در تمامی سطوح پکتین با افزایش درصد پوست پسته امتیاز رنگ (Color) کاهش پیدا می کند، اما با افزایش درصد پکتین در یک فرمولاسیون ثابت، رنگ تغییرات بسیار ناچیزی داشته است. این موضوع نشان می دهد که احتمالاً پوست خشک پسته به دلیل تیرگی از مطلوبیت رنگ مارمالاد کاسته است، با اینحال نتایج این تحقیق نشان می دهد که این محصول از مطلوبیت رنگ خوبی برخوردار است، زیرا میانگین امتیاز رنگ مارمالاد پوست پسته ۶/۵۶ از ۹ به دست آمده است. بیشترین امتیاز رنگ مربوط به نمونه حاوی ۰/۱ درصد پکتین و ۴۵ درصد پوست پسته (۷/۹۶) و کمترین امتیاز رنگ متعلق به نمونه حاوی ۰/۳ درصد پکتین و ۶۰ درصد پوست پسته (۴/۶۷) بوده است.



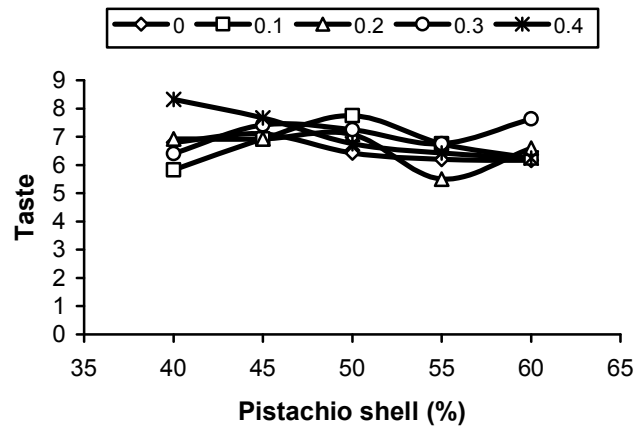
شکل ۱- اثر نسبت پوست پسته-شکر و درصد پکتین بر رنگ مارمالاد پوست پسته

نتایج ارزیابی قوام (Consistency) نمونه های مارمالاد پوست پسته نشان داد که با افزایش درصد پوست پسته از ۴۰ تا ۴۵ درصد در یک سطح پکتین ثابت امتیاز قوام افزایش پیدا کرده است. اما در سطوح بالاتر از ۴۵ درصد پوست پسته از قوام نمونه ها کاسته شد (شکل ۲). از طرف دیگر در همه موارد افزایش درصد پکتین موجب بهبود قوام نمونه ها شد. میانگین امتیاز قوام نمونه های مارمالاد پوست پسته در این تحقیق ۶/۴۶ به دست آمد. بیشترین قوام به نمونه حاوی نسبت ۵۰:۵۰ شکر-پوست پسته و ۰/۲ درصد پکتین تعلق داشت (۸/۰۸)، در حالی که قوام نمونه دارای ۴۰ درصد پوست پسته و بدون پکتین کمتر از بقیه نمونه ها و بسیار کمتر از حد میانگین بود (۳/۷). به نظر می رسد پکتین پوست پسته ناچیز بوده و افزودن پکتین برای بهبود قوام محصول بسیار ضروری است.



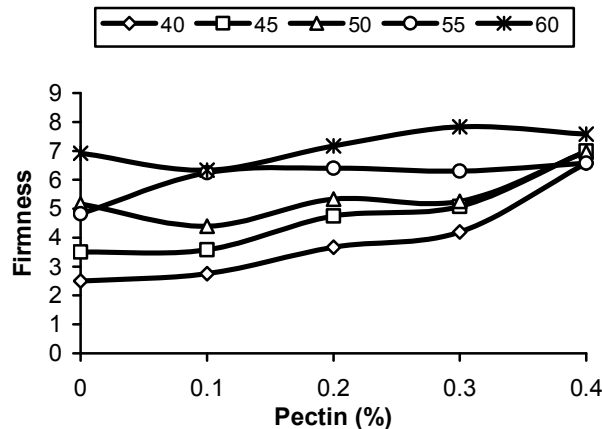
شکل ۲- اثر نسبت پوست پسته-شکر و درصد پکتین بر قوام مارمالاد پوست پسته

با ملاحظه شکل (۳) می توان دریافت که با افزایش درصد پوست پسته یا درصد پکتین امتیاز طعم نمونه های مارمالاد تغییر محسوسی نداشته است، اگرچه بطور کلی با افزایش درصد پوست پسته در فرمولاسیون نمره طعم به مقدار ناچیزی کاهش یافته است. بیشترین امتیاز طعم به نمره حاوی ۴۰ درصد پوست پسته، ۶۰ درصد شکر و ۰/۴ درصد پکتین داده شد (۸/۳۲)، در حالی که کمترین امتیاز طعم به نمونه حاوی ۵۵ درصد پوست پسته، ۴۵ درصد شکر و ۰/۲ درصد پکتین تعلق داشت (۵/۵). داوران طعم مارمالاد را به عنوان یک محصول جدید بسیار خوب ارزیابی کرده اند، زیرا میانگین نمره طعم در این تحقیق برابر ۶/۸ به دست آمده است.



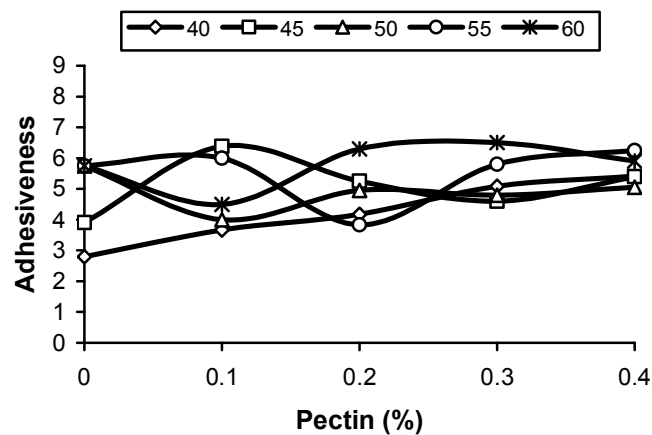
شکل ۳- اثر نسبت پوست پسته-شکر و درصد پکتین بر طعم مارمالاد پوست پسته

نتایج این تحقیق نشان داد با افزایش درصد پکتین میزان سفتی (Firmness) مارمالاد افزایش می یابد (شکل ۴). این اثر با افزایش درصد پوست پسته هم به خوبی مشاهده شد، اگرچه به نظر می رسد تاثیر پوست پسته بر سفتی در مقایسه پکتین بیشتر بوده است. کمترین امتیاز سفتی مربوط به نمونه حاوی ۴۰ درصد پوست پسته و بدون پکتین بود (۲/۵)، اما بیشترین سفتی برای نمونه دارای ۶۰ درصد پوست پسته و ۰/۴ درصد پکتین ارزیابی شد (۷/۸۳).



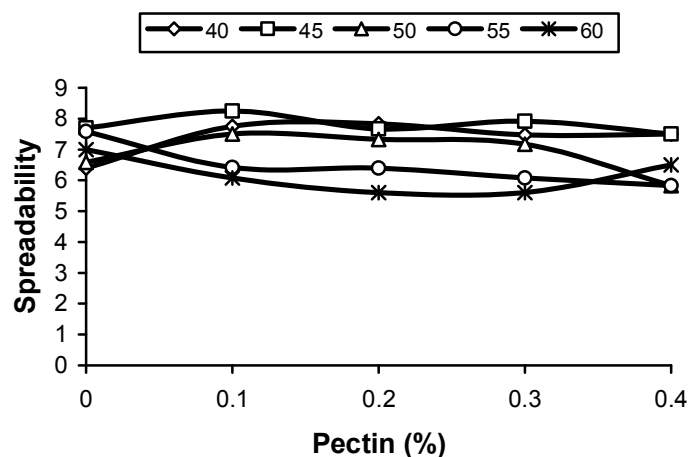
شکل ۴- اثر نسبت پوست پسته-شکر و درصد پکتین بر سفتی مارمالاد پوست پسته

بر اساس نتایج نشان داده شده در شکل (۵) می توان دریافت با افزایش درصد پکتین و همچنین مقدار پوست پسته در فرمولاسیون مارمالاد امتیاز مربوط به چسبندگی (Adhesiveness) افزایش می یابد، اگرچه تاثیر پوست پسته در بعضی موارد روند مشخصی نداشت. چسبنده ترین نمونه مارمالاد حاوی ۰/۳ پکتین و ۶۰ درصد پوست پسته بود، در حالی که نمونه حاوی ۴۰ درصد پوست پسته و بدون پکتین کمترین چسبندگی را از دیدگاه داوران نشان داد.



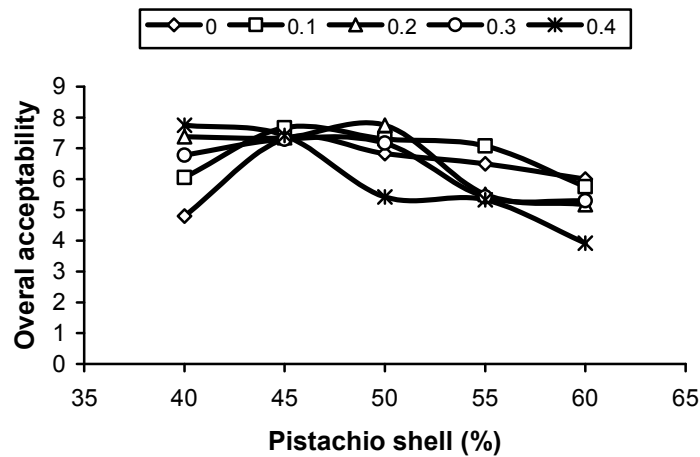
شکل ۵- اثر نسبت پوست پسته-شکر و درصد پکتین بر چسبندگی مارمالاد پوست پسته

همان طور که در شکل (۶) ملاحظه می شود با افزایش درصد پکتین قابلیت گسترده شدن مارمالاد بر روی نان (Spreadability) تغییر قابل ملاحظه ای نکرده است، اما با تغییر نسبت پوست پسته مورد استفاده قابلیت گسترده شدن کاهش یافته است. این موضوع با نتایج ارزیابی سفتی مطابقت دارد که افزایش سطح پوست پسته موجب افزایش سفتی مارمالاد شده بود.



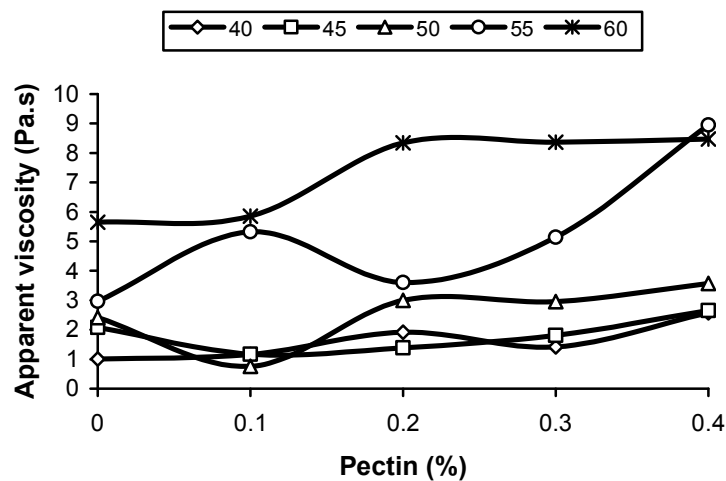
شکل ۶- اثر نسبت پوست پسته-شکر و درصد پکتین بر مالش پذیری مارمالاد پوست پسته

نتایج ارزیابی داوران نشان داد که اکثر نمونه های مارمالاد از مقبولیت خیلی خوبی برخوردارند، بطوری که ۱۲ درصد نمونه عالی و ۸۰ درصد نمونه ها خوب و ۸ درصد متوسط تشخیص داده شدند و هیچ کدام از نمونه ها پایین تر از حد متوسط ارزیابی نشدند. با افزایش درصد پوست پسته میزان پذیرش کلی مارمالاد کاهش یافت (شکل ۷)، به جز در سطح صفر درصد پکتین که با افزایش درصد پوست پسته از ۴۰ به ۴۵ درصد امتیاز پذیرش افزایش پیدا کرده است. احتمالاً دلیل این موضوع تاثیر پوست پسته بر بافت و غلظت مارمالاد می باشد. در نهایت بر اساس امتیازها بیشترین پذیرش به نمونه های مارمالاد دارای ۴۰ درصد پوست پسته و ۰/۴ درصد پکتین و ۵۰ درصد پوست پسته و ۰/۲ درصد پکتین (با امتیاز ۷/۷۵) و کمترین پذیرش به مارمالاد با ۶۰ درصد پوست پسته و ۰/۴ درصد پکتین (با امتیاز ۳/۹۲) تعلق گرفت.



شکل ۷- اثر نسبت پوست پسته-شکر و درصد پکتین بر پذیرش کلی مارمالاد پوست پسته

شکل (۸) تغییرات ویسکوزیته ظاهری مارمالاد پوست پسته را در درجه برش ۱- S-۴۰ به عنوان تابعی از درصد پکتین و نسبت پوست پسته به شکر نشان می‌دهد. در این تحقیق دامنه تغییرات ویسکوزیته مارمالاد بین $1/01-8/95$ Pa.s به دست آمد. همان طور که در شکل (۸) ملاحظه می‌گردد با افزایش درصد پوست پسته و پکتین در فرمولاسیون مارمالاد ویسکوزیته ظاهری آن افزایش پیدا کرده است، اما تاثیر درصد پکتین در سطوح جایگزینی بالاتر پوست پسته بر افزایش ویسکوزیته مارمالاد محسوس تر بوده است.



شکل ۸- اثر نسبت پوست پسته-شکر و درصد پکتین بر ویسکوزیته ظاهری مارمالاد پوست پسته

فهرست منابع



بهلولی قائن، ع، ۱۳۸۵، ترکیب شیمیایی و قابلیت هضم ارقام مختلف محصولات فرعی پسته و اثر استفاده از آن در جیره گاوهای شیرده هلشتاین، پایان نامه کارشناسی ارشد علوم دامی، دانشگاه فردوسی مشهد.
شیرزادگان، م، ۱۳۲۹، تجزیه شیمیایی و میکروسکوپی مرباهای بازار تهران، پایان نامه دکترا دانشگاه علوم پزشکی تهران.
مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، استاندارد شماره ۲۱۴، مربا مارمالاد وژله.
وهمنی، پ، ۱۳۸۴، بررسی خصوصیات شیمیایی، تجزیه پذیری محصولات فرعی پسته و استفاده از آن در تغذیه گاوهای هلشتاین در اواسط دوره شیردهی، پایان نامه کارشناسی ارشد علوم دامی، دانشگاه فردوسی مشهد.

- Carbonell, E., Costell, E., & Duran, L. (1990). Rheological behaviour of sheared jams, Relationship with fruit content. *Journal of Texture Studies*, 22, 33–43.
- Carbonell, E., Costell, E., & Duran, L. (1991). Rheological indices of fruit content in jams: Influence of formulation on time dependent flow of sheared strawberry and peach jams. *Journal of Texture Studies*, 22, 457–471.
- Costell, E., Carbonell, E., & Duran, L. (1987). Chemical composition and rheological behavior of strawberry jams. Relation with fruit content. *Acta Alimentaria*, 16, 319–330.
- Costell, E., Carbonell, E., & Duran, L. (1993). Rheological indices of fruit content in jams: Effect of formulation on flow characteristics on flow plasticity of sheared strawberry and peach jams. *Journal of Texture Studies*, 24, 375–390.
- Grigelmo-Miguel, N., Mart_õn-Belloso, O. (1999), Influence of fruit dietary fibre addition on physical and sensorial properties of strawberry jams. *Journal of Food Engineering* 41, 13-21.
- Maceiras, R, Ivarez, E. A, Cancela, M.A. (2006). Rheological properties of fruit purees: Effect of cooking. *Journal of Food Engineering*. 23 June.
- Goli, A.H, Barzegart, M, Sahari, M.A, 2005, Antioxidant activity and total phenolic compounds of pistachio (*Pistachia vera*) hull extracts, *Food Chemistry* 92, 521–525