نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۷، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۰، ص. ۱۳۶-۱۲۹

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 7, No. 2, 2011, p. 129-136

فرمولاسیون پاستیل سیب و ارزیابی فرمول های مختلف بر اساس ویژگی های حسی و فعالیت آب

فخری شهیدی[۱]- صفیه خلیلیان[۲*]- محبت محبی[۳]- میلاد فتحی[۴]

تاریخ دریافت: ۸۸/۹/۳۰
تاریخ پذیرش: ۹۰/۱/۱۴

چکیده

در این پژوهش امکان تولید یک فراوردهٔ میوه‌ای مغذی بر پایهٔ پورهٔ سیب، پکتین، ژلاتین، نشاسته، شکر و سایر مواد اولیه مورد بررسی قرار گرفت. در مجموع ۱۰ فرمول مختلف تولید گردید. اندازه گیری فعالیت آب و ارزیابی حسی نمونه های تولیدی انجام پذیرفت و بررسی اختلاف میانگین‌ها در قالب آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵٪ صورت گرفت. نتایج نشان داد که متغیرهای مستقل (نشاسته، ژلاتین و شیرین کننده) دارای تاثیر معنی داری بر پارامترهای وابسته (فعایت آب و ویژگی‌های حسی) می‌باشند. نمونهٔ حاوی تیمارهای ۱/۵ درصد ژلاتین، ۷/۵ درصد ساکارز و ۷/۵ درصد گلوکز مایع که فعالیت آب مطلوب در حد فراورده های نیمه خشک را داشت، بالاترین پذیرش کلی را به خود اختصاص داد و به عنوان بهترین فرمول انتخاب گردید و لذا می‌تواند در مقیاس انبوه برای ورود به بازارهای مصرف تولید شود.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی حسی، پاستیل میوه‌ای، سیب، فعالیت آب

مقدمه

سیب (*Malus domestica*) از مهمترین اعضای میوه های سیبی (دسته بندی بر اساس ویژگی های فیزیکی) از خانواده رز[۲] یا رزاسه[۳] (گلسرخیان) می باشد (مقصودی، ۱۳۸۴). بر اساس گزارش فائو[۴] سیب هشتمین محصول کشاورزی مهم ایران است (در سال ۲۰۰۵ میزان تولید سیب در ایران ۲،۴۰۰،۰۰۰ تن بوده است)(FAO, 2005) . صد گرم سیب حاوی ۸۴ گرم آب، ۰/۳ گرم خاکستر، ۱۴ گرم گلوکز و ساکارز، پکتین، تانن و اسید اسکوربیک می باشد. سیب به دلیل دارا بودن اسیدهای مختلف و به ویژه نمک های پتاسیم موجب دفع مواد زاید از جمله کلسترول در بدن می شود (فتحی، ۱۳۷۱ و Oszmiantal *et al*., 2008). این میوه با مقادیر بالای اسید اسکوربیک دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی بوده و برای جلوگیری از بیماری‌های قلبی توصیه می‌شود (Planchon *et al*., 2003). فصلی بودن تولید سیب و عدم وجود تنوع در فراورده های با زمان ماندگاری بالا باعث دسترسی کوتاه مدت به این میوه و افزایش ضایعات آن شده است، لذا تولد فراورده های جدید از آن ضروری به نظر می رسد. مهمترین فراورده های حاصل از سیب که در سطح وسیعی تولید و مصرف می شوند عبارتند از کنسانتره آب سیب[۵]،پوره سیب، آب سیب، سرکه سیب، برگه سیب، سس سیب، کمپوت سیب، پای سیب[۶] و چیپس سیب (فتحی، ۱۳۷۱).

از جمله فراورده های جدید میوه‌ای، پاستیل میوه ای است که ضمن بالا بودن ارزش تغذیه ای به دلیل کاهش فعالیت آب، زمان ماندگاری بالایی دارد و جایگزین پاستیل های رایج در بازار که حاوی ژلاتین، اسید، رنگ، اسانس و سایر افزودنی های مصنوعی هستند، گردد (فتحی، ۱۳۷۱). پاستیل میوه‌ای مورد نظر در این پژوهش، فراورده‌ای است که پایه اصلی آن پوره میوه، هیدروکلوئیدها و ترکیبات شیرین کننده می باشد. این فراورده را می‌توان از میوه های مازاد بر مصرف نیز تهیه نمود. تولید چنین فراورده ای در مقیاس

۱و۳- به ترتیب استاد و استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد.
۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد.
(*- نویسنده مسئول: (Email: safeye_80@yahoo.com
۴- دانشجوی دکتری گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد.

2- Rose
3 -Rosaceae
4 -Food and Agriculture Organization (FAO)

5- Apple Juice concentrate
6- Apple Pie

تجاری علاوه بر جلوگیری از ضایعات میوه به دلیل طبیعی بودن و ارزش غذایی بالا به ویژه از نظر میزان مواد معدنی، ویتامین‌ها و فیبر، زمان ماندگاری بالا، طعم مطلوب، می‌تواند مورد توجه قشر وسیعی از جامعه قرار گیرد.

هیدروکلوئیدها دسته وسیعی از پلی ساکاریدها و پروتئین‌ها هستند که با دارا بودن ویژگی های عملکردی بی نظیرشان نه تنها در صنعت غذا بلکه در صنایع مختلف، استفاده وسیعی دارند. هیدروکلوئیدها در پذیرش کلی فراورده های غذایی از طریق افزایش پایداری فیزیکی غذا و ایجاد احساس دهانی مطلوب نقش ویژه ای دارند. از جمله کاربردهای آن‌ها در ایجاد محلول‌های آبی ژلی و تغلیظ کننده، کف-های پایدار، امولسیون، ممانعت از تشکیل کریستال های شکر و یخ و کنترل رها سازی طعم ها می باشد.

نشاسته از جمله هیدروکلوئیدهای کربوهیدراته پلیمری در گیاهان است که منبع ذخیره انرژی می باشد (Williams & Phillips, 2000). نشاسته در تشکیل بافت مواد غذایی نقش دارد، با این حال دارای معایبی از جمله قابلیت رها سازی ضعیف طعم است (Hansen *et al.*, 2008). یکی از زمینه های کاربرد نشاسته فراورده های قنادی هستند. این هیدروکلوئید در تشکیل ژل‌های نرم تا سفت مورد استفاده قرار می گیرد و فراورده هایی با قابلیت جویدن مطلوب ایجاد می‌نماید. فراورده های قنادی اغلب حاوی قند بالا و شربت‌های شکر و یا ترکیبات پلی اولی با مواد جامد در حدود ۶۸ تا ۷۲ درصد می باشند (Murphy, 2000). تا کنون پژوهش های زیادی در رابطه با خواص ژل کنندگی و عملکردی نشاسته در مواد غذایی در سطح دنیا صورت گرفته است. Sajilat و Singha (۲۰۰۳) طی پژوهشی طیف گسترده ای از مواد غذایی حاوی نشاسته از جمله پودینگ فوری، سس، کچاپ، مربا و ژله را بررسی کرده، ویژگی عملکردی آن‌ها را گزارش کردند. نشاسته هیدروکسی پروپیله شده[1] جهت کاهش آب اندازی[2] در فراورده‌های میوه‌ای مانند ماست و دسرهای لبنی استفاده می شود. این نوع نشاسته باعث افزایش برهمکنش بین میوه و سایر اجزاء، همچنین انتشار یکنواخت رنگ میوه در سرتاسر فراورده می-گردد.

ژلاتین مشتقی از کلاژن است که در دماهای بالاتر از ۳۵ تا ۴۵ درجه سانتی گراد به صورت محلول بوده و حین سرد کردن محلول ژل تشکیل می‌شود. ژل حاصل از این هیدروکلوئید به سهولت در دهان ذوب می‌گردد (Ledward, 2000). Koliandris و همکاران (۲۰۰۸) اثر ماتریکس هیدروکلوئیدی صمغ لوبیای لوکاست و ژلاتین را بر رها سازی طعم مورد بررسی قرار دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که ژلاتین حتی در ویسکوزیته بالا نیز رها سازی طعم خوبی داشته است.

پکتین نیز می‌تواند برای افزایش ویسکوزیته، پایداری و قوام، همچنین بهبود تعلیق مواد در سیستم‌های غذایی و به ویژه برای تولید ژل استفاده شود. خواص کاربردی پکتین به اندازه مولکول و میزان استری بودن اسید گالاکتورونیک بستگی دارد (فاطمی، ۱۳۸۴). در تهیه آشامیدنی‌ها، مرباها و ژله‌ها به ترتیب به میزان ۰/۱ تا ۰/۲ درصد، ۰/۱ تا ۰/۴ درصد و ۰/۸ تا ۱/۵ درصد پکتین اضافه می‌شود (هاشمی، ۱۳۸۳).

Demars و Ziegler (۲۰۰۱) بافت و ساختار ترکیب ژلی مخلوط ژلاتین – پکتین را تحت عنوان صمغ‌های قنادی مورد بررسی قرار دادند و ترکیب های ژلی مختلف نرم، سفت و شکننده و لاستیکی تولید کردند. در این تحقیق ژل‌های مخلوط با طعم‌هایی میوه‌ای، شیرین و تند نسبت به ژل‌های ژلاتینی ایجاد گردید. نتایج این تحقیق نشان داد که افزودن پکتین باعث ایجاد شکنندگی، کاهش قابلیت جویدن و صافی بیشتر ساختار ژل می‌شود. Tschumak و همکاران (۱۹۷۶) کمپلکس ژلاتین – پکتین را مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که این ژل‌ها می‌توانند به عنوان ژل‌های پایدار در برابر حرارت مورد استفاده قرار گیرند. Boland و همکاران (۲۰۰۶) میزان رها سازی و درک طعم توت فرنگی را در ژل‌های ژلاتین و پکتین مورد مطالعه قرار گرفت. ژل های پکتین قدرت بیشتری در رها سازی بو و درک طعم نشان دادند. افزایش غلظت های پکتین و ژلاتین، افزایش سفتی ژل را به دنبال داشت که این خود سرعت رها سازی طعم را کاهش می داد و در نهایت درک بو، طعم توت فرنگی و شیرینی کاهش پیدا کرد. این پژوهشگران اظهار داشتند که نوع هیدروکلوئید و میزان سفتی نمونه تاثیر مهمی بر رها سازی و درک طعم دارد.

شیرین کننده ها بطور وسیعی در صنعت غذا استفاده می شوند. از متداولترین مواد غذایی که ترکیبات شیرین کننده در ساختار و طعم آنها نقش اساسی دارد، فرآورده های قنادی و تنقلات بر پایه میوه می باشند. در این گونه فراورده ها، شیرین کننده ها خاصیت حجم دهندگی و رهاسازی طعم فراورده را تا حدودی بهبود می بخشد (Fisker & Nissen, 2006).

مواد و روش ها

تولید و فرمولاسیون پاستیل سیب

مواد اولیه شامل پوره سیب (با بریکس ۳۵) به صورت آماده از کارخانهٔ شهد ایران تهیه گردید، گلوکز مایع (DE برابر ۴۰)، نشاسته (مرکK۳۸۳۰۴۶۸۵)، ژلاتین (با درجهٔ بلوم ۲۵۰)، اسید سیتریک (مرک ۹۶۳۴۵۴۷)، پکتین از شرکت دانیسکو دانمارک و شکر از یک فروشگاه های شهر مشهد خریداری شد.

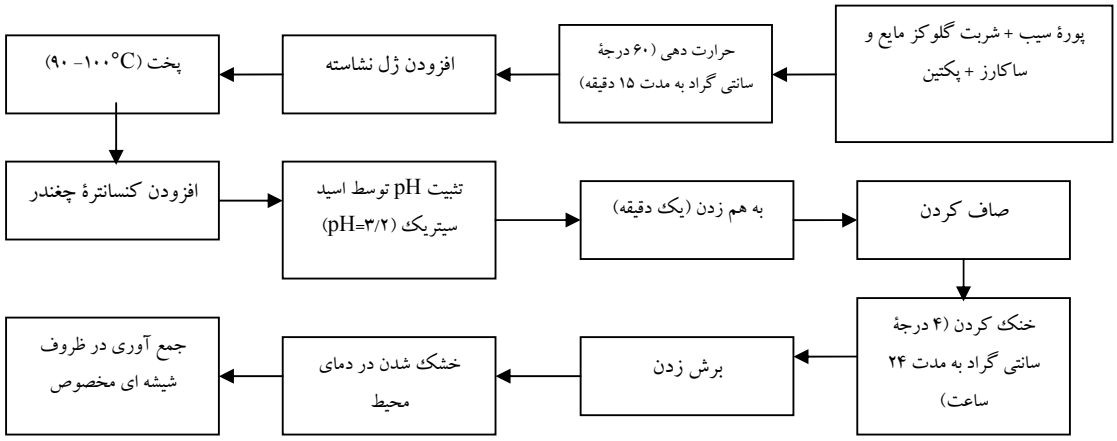
1- Hydroxy propyl starch
2- Synersis

در ابتدا تولید آزمایشی تحت عنوان پیش تیمار صورت گرفت و سپس با توجه به نتایج حاصل و با تکیه بر بررسی منابع و شناخت ویژگی های فیزیکی، شیمیایی و عملکردی هر یک از اجزای فرمول، نوع و دامنه تیمارها، سطوح مربوطه و روش فرایند (تقدم و تاخر افزودن مواد فرمول، دمای مناسب و سایر شرایط) تعیین شد. اجزای ثابت فرمولاسیون شامل۴۰ درصد پوره سیب، ۰/۱ درصد پکتین، ۰/۴ درصد کنسانتره بود. در ابتدا مواد اولیه به کمک حرارت با هم ترکیب شدند و پس از کنترل pH (با استفاده از دستگاه pH متر مدل هانا، ساخت کشور پرتغال) و درجهٔ بریکس (با استفاده از رفراکتومتر چشمی مدل کارلزلس، ساخت کشور آلمان)، مخلوط ژل درون قالب‌هایی به ابعاد ۱۴×۹×۳ سانتیمتر ریخته شد و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری گردید (شکل ۱). سپس برش بافت در ابعاد ۲×۲×۲ سانتیمتر صورت گرفت و محصول به مدت ۷۲ ساعت در دمای محیط (۲۵ درجهٔ سانتی گراد) خشک گردید و در نهایت نمونه‌ها در ظروف شیشه‌ای مخصوص جمع آوری شده و برای انجام آزمایش ها مورد استفاده قرار گرفتند. در این تحقیق سه پارامتر درصد ژلاتین (صفر و ۱/۵درصد)، نشاسته (صفر، ۲ و ۴ درصد) و نوع قند (ساکارز ۷/۵ و ۱۵ درصد و گلوکز صفر و ۷/۵ درصد) به عنوان متغیر در نظر گرفته شد (جدول ۱).

جدول۱- مقادیر ترکیبات مختلف فرمولاسیون پاستیل سیب (بر حسب ٪ وزنی)

ترکیب	فرمول ۱	فرمول ۲	فرمول ۳	فرمول ۴	فرمول ۵	فرمول ۶	فرمول ۷	فرمول ۸	فرمول ۹	فرمول ۱۰
ژلاتین	۱/۵	۱/۵	۰	۰	۱/۵	۱/۵	۰	۱/۵	۱/۵	۰
نشاسته	۰	۲	۲	۴	۴	۲	۴	۴	۰	۲
ساکارز	۷/۵	۱۵	۱۵	۷/۵	۱۵	۷/۵	۱۵	۷/۵	۱۵	۷/۵
گلوکز مایع	۷/۵	۰	۰	۷/۵	۰	۷/۵	۰	۷/۵	۰	۷/۵

در شکل ۱، نمودار فرایند تولید پاستیل سیب نشان داده شده است.



شکل ۱- نمودار فرایند تولید پاستیل سیب.

پارامترهای کیفی

فعالیت آب

به منظور تعیین فعالیت آب وزن مساوی از هر نمونه آسیاب گردید و فعالیت آب نمونه ها توسط دستگاه سنجش فعالیت آب (مدل Testo 200، ساخت کشور انگلستان) اندازه گیری شد.

ارزیابی حسی

ارزیابی حسی نقش بسیار مهمی در تولید یک فراورده جدید دارد. در این پژوهش، ویژگی های حسی توسط ۸ داور آموزش دیده مورد ارزیابی قرار گرفت. به منظور ارزیابی نمونه‌ها از مقیاس هدونیک ۷ نقطه‌ای (از شماره ۱ تا ۷ به ترتیب بسیار بسیار کم، بسیار کم، کم، متوسط، زیاد، بسیار زیاد و بسیار زیاد) استفاده گردید. صفات مورد

ارزیابی عبارت بودند از رنگ، رطوبت سطحی، بافت، پذیرش ظاهری، سختی ، لاستیکی بودن ، قابلیت جویدن، چسبناکی، ترشی، آروما، رطوبت مرکزی، پذیرش ویژگی های حسی و بافتی و در نهایت پذیرش کلی.

آنالیز آماری نتایج

روش آماری مورد استفاده، روش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی و با سه تکرار بود. نتایج حاصل از آزمایش ها با استفاده از نرم افزار MSTATC آنالیز شد. میانگین تکرارها در قالب آزمون چند دامنه ای دانکن و در سطح معنی داری ۵٪ مورد مقایسه قرار گرفتند. جهت بررسی روابط بین متغیرهای مستقل و پاسخ ها و همچنین روابط بین ویژگی های حسی و پذیرش پاستیل سیب از رگرسیون چند متغیره در نرم افزار MINITAB R13 استفاده گردید. در نهایت با توجه به نتایج، مدل های رگرسیونی جهت پیش بینی ویژگی های مورد نظر در مورد پاستیل سیب، ارائه شد.

نتایج و بحث

ارزیابی فعالیت آب نمونه های پاستیل سیب تولید شده

مقادیر میانگین فعالیت آب فرمول‌های مختلف پاستیل میوه‌ای و نتایج مقایسهٔ میانگین ها در جدول ۲، آورده شده است. نتایج آنالیز واریانس نشان داد که تفاوت معنی داری بین فعالیت آب فرمول‌های مختلف وجود دارد ($p< ۰/۰۵$).

نتایج نشان داد که فرمول‌های حاوی ساکارز بدون حضور گلوکز مایع فعالیت آب بیشتری دارند. همان طور که در شکل۲، مشاهده می شود با افزایش غلظت گلوکز مایع تا سطح ۷/۵ درصد، فعالیت آب کاهش یافته است در صورتی که با افزایش غلظت ساکاز از ۷/۵ تا ۱۵ درصد روند عکس مشاهده می گردد.

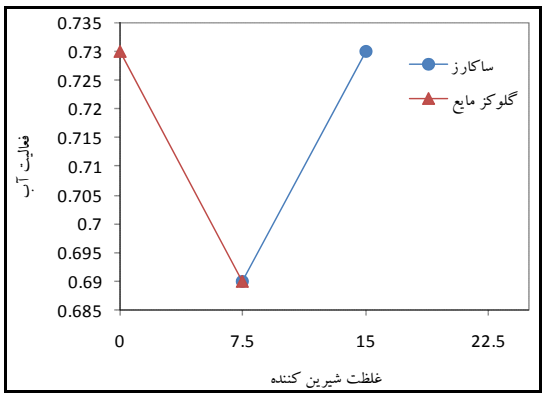
Hansson و همکاران (۲۰۰۱) نتایج مشابهی را گزارش نمودند. آنها اظهار داشتند که این روند تغییرات تا افزایش غلظت ۲۰ درصد ساکارز و گلوکز مایع قابل مشاهده است. گلوکز مایع از هیدرولیز نشاسته حاصل می شود و ممکن است به دلیل عدم هیدرولیز کامل نشاسته و وجود ملکول های بزرگتر از ساکارز در آن، مکان های اتصال کننده آب کمتری داشته باشد و در نهایت منجر به کاهش فعالیت آب گردد.

نتایج اندازه گیری فعالیت آب بر مبنای نوع و سطح کاربردی هیدروکلوئید نیز قابل توجیه می باشد. همان طور که در شکل۳، مشاهده می شود، افزایش غلظت ژلاتین تا غلظت ۱/۵ درصد باعث کاهش فعالیت آب نمونه های پاستیل سیب گردید اما این تاثیر معنی دار نبود. در صورتی که با افزایش غلظت نشاسته تا ۲ درصد باعث کاهش چشمگیری در فعالیت آب نمونه ها گردید. افزایش غلظت هیدروکلوئیدها باعث افزایش شدت اتصال ملکول های آب شده و در نهایت اثر کاهندگی بر فعالیت آب نمونه ها داشته است. این نتیجه با اظهارات Piazza و Gigli (۲۰۰۹) مطابقت داشت. اما در ادامه با افزایش بیشتر غلظت نشاسته تا ۴ درصد، به دلیل افزایش آب ورودی به همرا ژل نشاسته به فرمولاسیون پاستیل سیب، فعالیت آب نمونه ها افزایش نشان داد. بسیاری از ویژگی های فیزیکی ماده غذایی در ارتباط با فعالیت آب می باشد. در رطوبت پایین برهمکنش بین مولکول های آب و ترکیبات غذایی شدت می یابد و فعالیت آب به زیر ۱ می رسد (Piotr, 2004). فعالیت آب در درک طعم و بافت مواد غذایی نقش مهمی دارد. به ویژه در مورد ترکیبات فرار طعم زا این نقش بر جسته‌تر می‌شود زیرا ترکیبات معطره در فاز گازی که در حقیقت رابطه نزدیکی با فعالیت آب دارد، منتشر می گردد و در محدوده خاصی بنا بر نوع و ویژگی های فراورده اثر افزاینده و تشدید کننده بر درک طعم و عطر دارد.

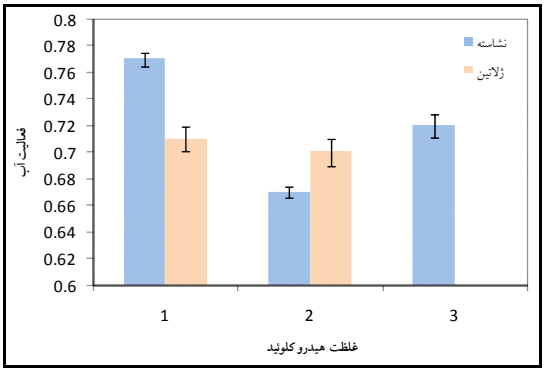
جدول۲- مقایسه میانگین فعالیت آب فرمول های مختلف پاستیل سیب

فرمول	فعالیت آب
۱	۰/۷۴^{bcd}
۲	۰/۶۷^{def}
۳	۰/۶۸^{cdef}
۴	۰/۷۳^{bcde}
۵	۰/۷۵^{bc}
۶	۰/۶۹^{bcdef}
۷	۰/۷۶^{b}
۸	۰/۶۳ ^{f}
۹	۰/۸^{a}
۱۰	۰/۶۵^{ef}

*میانگین های دارای حروف مشترک (در سطح ۵٪)تفاوت معنی داری ندارند.



شکل۲- تاثیر غلظت های مختلف شیرین کننده (ساکارز ۷/۵ و ۱۵ درصد و گلوکز مایع صفر و ۷/۵ درصد) بر فعالیت آب نمونه های پاستیل سیب.

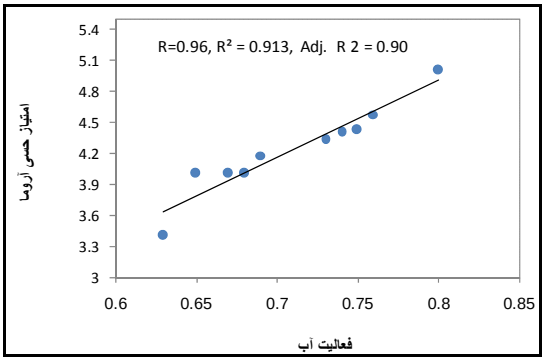


شکل۳- تاثیر غلظت های مختلف ژلاتین (صفر و ۱/۵ درصد) و نشاسته (صفر، ۲و ٤ درصد) بر میزان فعالیت آب نمونه های پاستیل سیب.

فاز گازی خود تابعی از میزان فعالیت آب است. به‌عبارت دیگر هرچه فعالیت آب کمتر باشد، فاز گازی کمتری وجود خواهد داشت (Hansson *et al.*, 2008). همان طور که در شکل۲، مشاهده می شود بین فعالیت آب و امتیاز آرومای نمونه های پاستیل سیب همبستگی خوبی وجود دارد. با افزایش میزان فعالیت آب نمونه ها، میزان درک آرومای پاستیل سیب افزایش یافته است.

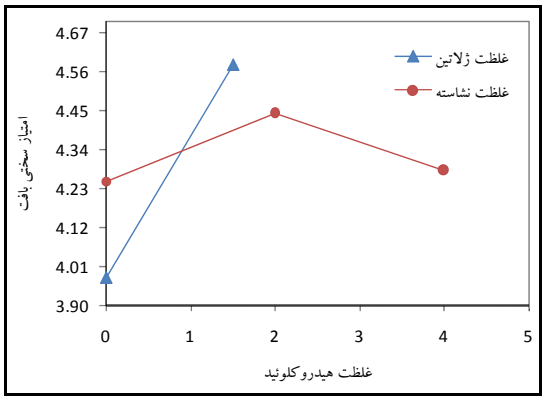
ارزیابی حسی

مقادیر میانگین نتایج ارزیابی حسی در جدول ۳، ارائه شده است. نتایج تجزیه واریانس داده های آزمون حسی ویژگی های مورد ارزیابی حاکی از آن بود که آرایش ذرات و یکنواختی سطح (بافت)، پذیرش از لحاظ ویژگی های ظاهری سطح، چسبندگی و ترشی در فرمول های تولیدی تفاوت معنی داری نداشتند ($p<0.05$). در مورد سایر صفات تفاوت معنی دار مشاهده گردید ($p<0.05$).



شکل٤- تاثیر فعالیت آب بر امتیاز حسی آرومای نمونه های پاستیل سیب.

همان طور که در شکل۵، مشاهده می شود، غلظت ۱/۵ درصد ژلاتین نسبت به کلیه غلظت های نشاسته، باعث افزایش بیشتر و معنی دار ($p<0.05$) سختی بافت نمونه های پاستیل سیب شده است. در صورتی که با افزایش نشاسته تا غلظت ۲ درصد، سختی باقت افزایش نشان داده و در ادامه روند کاهشی مشاهده گردید، گرچه این تغییرات معنی دار نبود ($p<0.05$). اما در مجموع حضور همزمان این دو هیدروکلوئید در فرمولاسیون پاستیل سیب، دارای اثر هم افزایی بوده چنانچه در در جدول ۳، مشاهده می گردد فرمولاسیون شماره ۸، بیشترین امتیاز سختی بافت را کسب نموده است. این فرمولاسیون حاوی بالاترین سطوح هیدروکلوئید های مورد استفاده می باشد (ژلاتین ۱/۵ درصد و نشاسته ۴ درصد). در مورد صفات لاستیکی و قابلیت جویدن نیز همین فرمول امتیاز بالایی داشته است. با بررسی ضرایب همبستگی بین این صفات مشخص گردید که سختی بافت نمونه های پاستیل سیب با لاستیکی و قابلیت جویدن، دارای همبستگی معنی دار با ضرایب همبستگی ۰/۷۱۸ و ۰/۴۱۵ می باشد.



شکل۵- تاثیر غلظت های مختلف ژلاتین (صفر و ۱/۵ درصد) و نشاسته (صفر، ۲ و ٤ درصد) بر سختی بافت نمونه های پاستیل سیب.

فرمول شماره ۸ ، کمترین امتیاز آروما را کسب نمود. درک طعم در مغز، ترکیبی از دو حس بویایی و چشایی می باشد بنابراین طعم به دو ترکیب اصلی، ترکیبات فرار (آروما) و غیر فرار که توسط جوانه های چشایی روی زبان حس می شود بستگی دارد. در ماده غذایی عوامل مختلفی ممکن است بر رها یش اجزای فرار به علاوه مزه موثر باشد. مطالعات زیادی جهت بررسی بافت ژل های هیدروکلوئیدی بر رهایش طعم صورت گرفته است (Koliandrise *et al.*, 2008, Boland *et al.*, 2004 & 2006, Baek *et al.*,1999). اغلب محققان معتقدند که درک شدت طعم و رهایش مواد طعم زا بستگی به نوع عامل ژل کننده و بافت محصول نهایی دارد (Carr *et al.*, 1996, Baines & Morris, 1987, Boland *et al.*, 2004). درک طعم در سیستم های ژلی وابسته به سختی بافت و نوع عامل ژل کننده می باشد. به طور مثال در بافت های ژلی مختلف با سختی مشابه، درک متفاوتی از میزان شدت شیرینی گزارش شده است (Chai *et al.*, 1991). Boland و همکاران (۲۰۰۴) علت این رخداد را در بافت های مشابه، بر همکنش های متفاوت بین مواد طعم زا و ساختار بافت بیان نمودند.

جدول۳- مقایسه میانگین امتیاز ویژگی های حسی نمونه های پاستیل میوه‌ای بر پایه پوره سیب

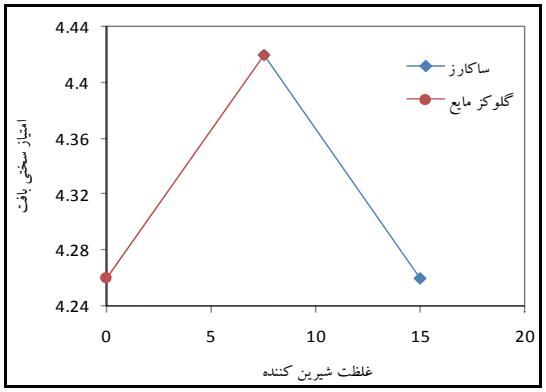
فرمول	رنگ	رطوبت سطحی	سختی	لاستیکی	قابلیت جویدن	آروما	رطوبت مرکزی	پذیرش ویژگی های بافتی و حسی	پذیرش کلی
۱	۵/۳۷۵ b	۴/۲۵ cd	۳/۷۵ c	۳/۳۷۵ d	۳/۲۵ b	۴/۴ b	۴/۱۲۵ a	۶/۲۵ a	۶/۳۷۵ a
۲	۴/۷۵ bcd	۴/۱۲۵ d	۴/۷۵ ab	۴/۶۲۵ abc	۴/۸۷۵ a	۴ b	۳/۶۲۵ abc	۴/۷۵ abc	۴/۸۷۵ bc
۳	۴/۲۵ cde	۵ ab	۴ bc	۴/۱۲۵ c	۴/۶۲۵ a	۴ b	۴/۳۷۵ a	۴/۸۷۵ abc	۴/۸۷۵ abc
۴	۶/۱۲۵ a	۴/۳۷۵ cd	۴/۱۲۵ abc	۴/۲۵ bc	۴/۶۲۵ a	۴/۳۲۵ b	۴/۱۲۵ a	۶ a	۶/۲۵ a
۵	۴/۸۷۵ bc	۴/۶۲۵ bcd	۴/۳۷۵ abc	۴/۲۵ bc	۴/۶۲۵ a	۴/۴۲۵ b	۳/۶۲۵ abc	۶/۱۲۵ a	۶ ab
۶	۳/۶۲۵ e	۳/۱۲۵ e	۴/۸۷۵ a	۵ ab	۴/۸۷۵ a	۴/۱۷۵ b	۳/۱۲۵ bc	۴/۱۲۵ bc	۴/۱۲۵ c
۷	۵/۲۵ b	۵/۵ a	۳/۷۵ c	۳/۳۷۵ d	۴/۵ a	۴/۵۷۵ bc	۴/۳۷۵ a	۶/۱۲۵ a	۶/۲۵ a
۸	۴/۱۲۵ de	۳ e	۴/۸۷۵ a	۵/۲۵ a	۴/۶۲۵ a	۳/۴ a	۲/۸۷۵ c	۴ c	۴/۳۷۵ bc
۹	۴/۸۷۵ bc	۴/۷۵ bc	۴/۵ abc	۴/۶۲۵ abc	۴/۳۷۵ a	۵ c	۳/۷۵ ab	۴/۵ abc	۴/۳۷۵ bc
۱۰	۵/۱۲۵ b	۴/۳۷۵ cd	۴/۱۲۵ abc	۴ cd	۴ ab	۴ b	۳/۸۷۵ ab	۴/۶۲۵ abc	۴/۶۲۵ abc

در هر ستون میانگین های دارای حروف غیرمشترک تفاوت معنی داری دارند (در سطح ۵٪)؛ NS عدم وجود تفاوت معنی دار

نتایج نشان داد که کلیه فرمولاسیون های تولیدی پاستیل سیب به استثنای فرمولاسیون های ۹ و ۱۰ به لحاظ پذیرش ویژگی های ظاهری امتیاز های متوسط تا زیاد کسب کرده اند (فرمول ۲ بهترین پذیرش ظاهری را داشته است).کلیه امتیازهای پذیرش ویژگی های حسی و بافتی نمونه های پاستیل سیب از متوسط تا بسیار زیاد می باشد (فرمول ۱ بهترین ویژگی های حسی و بافتی را داشته است). برایند این دو پذیرش یعنی پذیرش کلی فرمول های پاستیل سیب از متوسط به بالا تا بسیار زیاد برآورد گردید (فرمول ۱ در مجموع به عنوان بهترین فرمول از نظرآنالیز حسی گزینش شد). از ویژگی های حضور ژلاتین در فرمولاسیون شماره ۱، ذوب تدریجی آن در حین جویدن بوده که به احساس دهانی و بافت مطلوب کمک می نماید (Koliandris et al., 2008).

جهت بررسی روابط همبستگی بین سه پذیرش (ویژگی های ظاهری، ویژگی های حسی و بافتی و پذیرش نهایی) نمونه های پاستیل سیب ضرایب همبستگی محاسبه گردید. نتایج نشان داد که پذیرش ویژگی های حسی و بافتی تاثیر معنی داری ($p<0.001$) بر امتیاز پذیرش نهایی با ضریب همبستگی ۰/۹۳ دارد.

شکل۶، تاثیر غلظت و نوع شیرین کننده را بر سختی بافت نمونه های پاستیل سیب نشان می دهد. بیشترین امتیاز سختی بافت در حضور هر دو نوع شیرین کننده مشاهده می گردد. با افزایش غلظت ساکارز میزان سختی بافت نمونه ها کاهش یافته است. تحقیقات نشان داده است که گروه های هیدروکسیل ساکارز در تشکیل و ثبات ساختار ژل هیدروکلوئیدها نقش دارند (Fu & Rao, 2001). Salazar و همکاران (۲۰۰۲) دریافتند که حضور ساکارز در به هم پیوستگی زنجیرهای پلیمری در سیستم های ژلی موثر می باشد و بدین صورت بر خصوصیات بافت تاثیر گذار است. Whittaker و همکاران (۱۹۹۷) طی پژوهشی به این نتیجه رسیدند که افزودن مقادیر صفر تا ۳۰ درصد ساکارز به ژل های ژلان، سختی بافت زا افزایش داده و علت این پدیده را افزایش بر همکنش های پلیمر-پلیمر بیان نمودند. در صورتی که با افزایش بیشتر ساکارز، به علت افزایش پیوند های هیدروژنی بین ساکارز و ملکول های آب و در نهایت افزایش میزان آب موجود، شبکه ژلی ژلان تضعیف گردید.

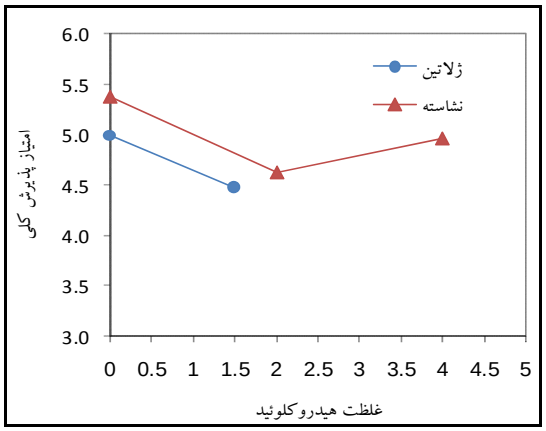


شکل٦- تاثیر غلظت های مختلف شیرین کننده (ساکارز ۷/۵ و ۱۵ درصد و گلوکز مایع صفر و ۷/۵ درصد) بر سختی بافت نمونه های پاستیل سیب.

شکل۷، تاثیر درصد تیمارهای مختلف ژلاتین و نشاسته را بر روی امتیاز پذیرش نهایی پاستیل سیب نشان می دهد. همان طور که مشاهده می شود، با افزایش غلظت ژلاتین، امتیاز پذیرش نمونه ها کاهش یافته است. در مورد نشاسته با افزایش غلظت آن تا سطح ۲ درصد، کاهش امتیاز پذیرش کلی نمونه ها رخ داد و در ادامه، روند افزایشی مشاهده گردید. طبق اظهارات برخی محققان مذکور، ژلاتین

بر بافت و رهایش مواد طعم زا در سیستم های ژلی نقش دارد. افزایش میزان ژلاتین باعث افزایش سختی و لاستیکی بودن بافت نمونه های پاستیل سیب گردید و در ضمن با توجه به روابط رگرسیونی جدول ۴، ضرایب این صفات منفی بوده بنابراین امتیاز های بالای صفات سختی و لاستیکی بودن بر امتیاز پذیرش نمونه ها اثر کاهنده دارد.

جهت بررسی روابط بین ویژگی های حسی و هر یک از پذیر ش های مورد سوال در فرم ارزیابی، مدل های رگرسیون چند متغیره در جدول۴، آورده شده است. بدین ترتیب سهم هر یک از صفات مورد ارزیابی در پذیرش مورد نظر مشخص می شود. سپس با استفاده از روش رگرسیون گام به گام معکوس مهمترین صفات حسی موثر بر پذیرش مورد نظر تعیین گردید. مهمترین صفات موثر بر پذیرش ویژگی های ظاهری نمونه ها، یکنواختی سطح بافت و مرطوب بودن سطحی نمونه های بوده است. در مورد پذیرش ویژگی های حسی و بافتی، رطوبت ناحیه مرکزی، سختی، قابلیت جویدن و لاستیکی بودن بیشترین تاثیر را روی این پذیرش داشته است. در مجموع مهمترین مولفه های موثر بر پذیرش نهایی پاستیل ها، به ترتیب قابلیت جویدن، شدت رنگ و ترشی نمونه ها می باشد.



شکل۷- تاثیر غلظت های مختلف ژلاتین (صفر و ۱/۵ درصد) و نشاسته (صفر، ۲ و ٤ درصد) بر پذیرش کلی نمونه های پاستیل سیب.

جدول٤- روابط رگرسیونی بین صفات مورد ارزیابی و پذیرش های مورد سوال

پذیرش پاستیل سیب	روابط رگرسیونی	ضریب تبیین (R^2)
پذیرش از لحاظ صفات ظاهری	۰/۰۲+ ۰/۰۸۹A – ۰/۳۸۳B + ۱/۲۱C	۶۸/۵
پذیرش از لحاظ صفات بافتی و حسی	۵/۴۶+ ۰/۳۲E – ۰/۷۱F + ۰/۳۱۵H- ۰/۳۱۹J + ۰/۰۴۹K – ۰/۱۴۸L + ۰/۳۶۲M	۸۲/۴
پذیرش کلی پاستیل سیب	۴/۳۱+ ۰/۲۲۶A – ۰/۳۴۵B + ۰/۶۴۱C – ۱/۰۷E – ۰/۱۳۶F + ۰/۴۱۶H + ۰/۰۸۷J + ۰/۲۰۲K	۹۹/۹

Aشدت رنگ ;B- مرطوب بودن سطحی; C- یکنواختی و صافی سطح بافت; E-سختی;
F- لاستیکی; H- قابلیت جویدن; J -چسبناکی; K- ترشی; L- آروما ;M- رطوبت ناحیه مرکزی

نتیجه گیری

در این پژوهش فرمول‌های مختلف پاستیل میوه‌ای بر اساس مقادیر مختلف نشاسته، ژلاتین و شیزین کننده تولید گردید و میزان فعالیت آب و ویژگی‌های حسی فراوردهٔ نهایی تعیین شد. نتایج آنالیز واریانس نشان داد که تفاوت معنی داری بین فعالیت آب فرمول‌های مختلف وجود دارد. پارامترهای حسی آرایش ذرات و یکنواختی سطح (بافت)، پذیرش از نظر ویژگی های ظاهری سطح، چسبندگی و ترشی در فرمول های تولیدی تفاوت معنی داری نداشتند($p<0.05$). در مورد سایر صفات (رنگ، سختی، لاستیکی، قابلیت جویدن، آروما و رطوبت مرکزی تفاوت معنی دار مشاهده گردید ($p<0.05$). بالاترین امتیازهای پذیرش مربوط به فرمولاسیون های به ترتیب ۱، ۴، ۷ و ۵ بودند.که در این میان فرمول ۵ و ۷ به دلیل اینکه تنها از ساکارز به عنوان شیرین کننده استفاده شده بود، بعد از مدتی شکرک زده و در نهایت از لیست بهترین فرمول های تولیدی حذف گردید.

قدردانی

بدین وسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به جهت تامین اعتبار این طرح قدردانی می گردد.

منابع

فاطمی،ح.۱۳۸۴، شیمی موادغذایی، شرکت سهامی انتشار تهران، ۳۳۵-۳۳۳.

فتحی،ح.،۱۳۷۱، بازار جهانی سیب، انتشارات بازار جهانی کالاها،شماره۲۱، ۲۰-۱۵.

مقصودی.ش،۱۳۸۴، روش صنعتی تولید لواشک و آلوچه فراوری شده، انتشارات مرز دانش، ۶-۴.

هاشمی،م.، ۱۳۸۳، فرهنگ صنایع غذایی، انتشارات فرهنگ جامع

Baek, I., Linforth, R. S. T., Blake, A. & Taylor, A. J. , 1999, Sensory perception is related to the rate of change of volatile concentration in-nose during eating of model gels. Chemical Senses, 24, 155–160.

Baines, Z. V. & Morris, E. R., 1987, Flavour/taste perception in thickened systems: The effect of guar gum above and below. Food Hydrocolloids, 1(3), 197–205.

Boland, B., Buhr, K., Giannouli, P. and van Ruth, S. M., 2004, Influence of gelatin, starch, pectin and artificial saliva on the release of 11 flavour compounds from model gel systems. Food Chemistry, 86, 401–411.

Boland,A., Delahunty, M. & Van Ruth, M., 2006, Influence of the texture of gelatin gels and pectin gels on strawberry flavour release and perception. Food Chemistry, 96, 452–460.

Carr, J., Baloga, C., Guinard, X., Lawter, L., Marty, C. & Squire, C., 1996, The effect of gelling agent type and concentration on flavor release in model systems. Food Chemistry, 46, 3201–3206.

Chai,E., Oakenfull, D. G., McBride, R.L. & Lane, A. G., 1991, Sensory perception and rheology of flavoured gels. Food Australia, 43, 256-261.

Demars,L. & Ziegler, G., 2001, Texture and structure of gelatin/pectin-based gummy confections. Food Hydrocolloids, 15, 643-653.

Fisker, H.O. & Nissen, V., 2006, Effect of gum base and bulk sweetener on release of specific component from fruit flavored chewing gum. Developments in Food Science, 43, 429-432.

Food and Agriculture Organization, 2005, <www.fao.org>.

Fu, J. T. & Rao, M. A., 2001, Rheology and structure development during gelation of low-methoxyl pectin gels: the effect of sucrose. Food Hydrocolloids, 15, 93–100.

Hansen.M., Blennow, A. & Pedersen, S., 2008, Gel texture and chain structure of amylomaltase-modified starches compared to gelatin. Food Hydrocolloids, 22, 1551–1566.

Hansson.A., Andersson, J. & LeufveÂn, A., 2001, The effect of sugars and pectin on ¯avour release from a soft drink-related model system. Food Chemistry, 72, 363±368.

Koliandris.A.,A. Lee.A. Ferry.S. Hill & Mitchell, J., 2008, Relationship between structure of hydrocolloid gels and solutions and flavour release. Food Hydrocolloids, 22, 623–630.

Ledward D. 2000. Hand of hydrocolloid. Chapter 4, Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC .

Murphy P.2000. Handbook of hydrocolloid. Chapter 3, Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC

Oszmian ski,J., Wolniak, M., Wojdyło,A., & Wawer, L., 2008, Influence of apple pure´e preparation and storage on polyphenol contents and antioxidant activity. Food Chemistry, 107, 1473–1484.

Piazza,L. & Gigli, J., 2009, Multi-scale estimation of water soluble diffusivity in polysaccharide gels.Universita di milano,italy.

Piotr P., 2004, Water as the determinant of food engineering properties. A review. Journal of Food Engineering, 61, 483–495.

Planchon, V., Lateur,M., Dupont, P. & Lognay, G., 2003, Ascorbic acid level of Belgian apple genetic resources. Scientia Horticulturae, 100, 51-61.

Sajilata. M.G. & Singhal, S., 2003, Specialty starches for snack foods. Carbohydrate Polymers 59, 131–151.

Salazar-Montoya, J. A., Ramos-Ramı´rez, E. G. & Delgado-Reyes, V. A., 2002, Changes of the dynamic properties of tamarind (Tamarindus indica) gel with different saccharose and polysaccharide concentrations. Carbohydrate Polymers, 49, 387–391.

Tschumak,J.,A. Wajnermann,E.S. & Tolstoguzov,V.B., 1976, The structure and properties of complex gels of gelatin and pectin.Die Nahrung, 20, 321-328.

Whittaker, L. E., Al-Ruqaie, I. M., Kasapis, S. & Richardson, R. K., 1997, Development of composite structures in the gellan polysaccharide/sugar system. Carbohydrate Polymers, 33, 39–46.

Williams P. A. & Phillips, G. O., 2000, Hand of hydrocolloid. Introduction to food hydrocolloids. Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC .

Apple Pastille Formulation and Evaluation of Different Formula Based on Sensory Properties and Water Activity

F. Shahidi [1]- S. Khalilian [2*]- M. Mohebbi [3]- M. Fathi [4]

Received: 21-12-2009
Accepted: 03-04-2011

Abstract

In this research, the possibility of production of a new nutrient fruit-based product prepared by applying apple puree, pectin, gelatin, starch, sugar and other ingredients has been investigated. Totally 10 different apple pastille formulations were produced. Water activity and sensory attributes of the samples were evaluated. Means were compared at significance level of 5%by Duncan test. The regression relationships were calculated. The results indicated that independent variables (starch, gelatin and sweeteners) have significant effects on dependent variables (water activity and sensory parameters). The sample containing 1.5% gelatin, 7.5%liquid glucose and 7.5% sucrose with optimal water activity of semi-dried products had the highest acceptance and been chosen as the best formula which could be produced in large scale.

Keywords: Apple, Fruit pastille, Sensory evaluation, Water activity

1&3- Prof. & Assistant Prof., Dept. of Food Science & Technology, Ferdowsi University of Mashhad.
2- Former MSc student, Dept. of Food Science & Technology, Ferdowsi University of Mashhad.
(*- Corresponding author Email: safeye_80@yahoo.com)
4- PhD student, Dept. of Food Science & Technology, Ferdowsi University of Mashhad.