

(مقاله پژوهشی)

بررسی تاثیر جایگزینی شکر با پوره موز بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی و حسی بستنیمحبوبه سنگ سفیدی^۱، عبدالرضا میرچولی برازق^{۲*}، موسی الرضا هوشمند دلیر^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران.

۲- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران.

۳- دانشجوی دکتری، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۵/۰۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۴/۱۹

چکیده

موز به عنوان یکی از محبوب ترین میوه ها در بین مردم دنیا، دارای حدود ۳۰ درصد ضایعات است. تبدیل موز به فرآورده هایی مانند پوره و پالپ و سپس استفاده از آن ها در فرمولاسیون محصولات مختلف مانند بستنی می تواند از درصد ضایعات آن بکاهد. در این تحقیق، پوره موز با بیش از ۹۰ درصد کربوهیدرات در سطوح ۰، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درصد جایگزین شکر در فرمولاسیون بستنی شد. سپس ویژگی های فیزیکوشیمیایی از جمله: pH، ویسکوزیته، میزان افزایش حجم، مقاومت به ذوب؛ و ویژگی های حسی شامل رنگ و شکل ظاهری، طعم و مزه، بو، زبری بافت و پذیرش کلی نمونه ها مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش جایگزینی شکر با پوره موز، pH و میزان افزایش حجم کاهش، اما ویسکوزیته و مقاومت به ذوب بطور معنی داری افزایش یافت ($P < 0.05$). در بخش خواص حسی با افزایش پوره موز در نمونه ها، با این که رنگ آن ها تیره تر شده بود اما بو، طعم، زبری بافت و پذیرش کلی نسبت به نمونه شاهد افزایش نشان داد.

واژه های کلیدی: بستنی، پوره موز، ویژگی های فیزیکوشیمیایی، خواص حسی.

۱- مقدمه

بستنی فرآورده ای است که از انجماد و هوادهی مخلوط همگن و پاستوریزه شده شیر و فرآورده های آن با ترکیبی از مواد قندی، چربی شیر یا چربی های گیاهی مجاز و مواد افزودنی تهیه می شود (۳). در تولید بستنی هایی که بر پایه لبنی فرموله می شوند معمولاً ترکیبات اصلی آن ها را شکر (۱۶-۱۰ درصد)، چربی شیر (۱۶-۶ درصد)، مواد جامد بدون چربی شیر (۱۲-۸ درصد)، شربت ذرت (۶-۰ درصد)، امولسیفایر (۵/۰-۰ درصد)، پایدارکننده (۵/۰-۰ درصد) و مواد جامد کل (۴۵-۲۸ درصد) تشکیل می دهند (۴). چربی ها در بستنی موجب انتقال مولکول های طعم دهنده، کاهش ذوب بستنی در دهان شده و به تثبیت کف کمک می کنند. شکر باعث شیرینی بستنی، بهبود بافت، افزایش طعم و تشدید طعم های میوه ای و افزایش ماده جامد کل بستنی می شود. ضمناً شکر موجب افت نقطه انجماد شده و میزان یخ را در بستنی کنترل می کند (۱۸). با این که شکر به دلیل در دسترس بودن و ارزان بودن یکی از بهترین شیرین کننده ها است. اما گزارشات حاکی از آن است که مصرف بالای شکر سلامت افراد جامعه را بطور جدی تهدید می کند. شکر موجب بیماری هایی مانند فساد دندان، سنگ کلیه، سنگ کیسه صفرا، فشارخون، سردرد، میگرن، دیابت، سرطان سینه و معده و روده و پروستات و ... می شود (۲). رایپ و همکاران (۲۰۱۶) گزارش نمودند که مصرف شکر ارتباط مستقیمی با افزایش بیماری دیابت، فشارخون، ایجاد کبدچرب، سنگ کلیه، سنگ مثانه و برخی از سرطان ها دارد (۲۰). با توجه به مشکلات ناشی از مصرف بالای شکر، اگر بتوان در تهیه بستنی جایگزین مناسبی برای آن پیدا کرد می تواند تا حدودی اثرات نامطلوب حاصل از مصرف شکر را کاهش دهد. البته در اغلب فرمول ها سعی بر این است که بستنی، شیرینی معادل با ۱۳ تا ۱۷ درصد بر مبنای ساکارز داشته باشد. در نتیجه هنگامی که مخلوطی از شیرین کننده ها استفاده می گردد محاسبات طوری انجام

می شود تا میزان شیرینی بستنی تولید شده با شیرینی ساکارز به تنهایی برابری نماید (۲). موز از جمله میوه های گرمسیری است که از ارزش غذایی بالایی برخوردار است. موز به طور متوسط ۷۵ تا ۸۰ درصد رطوبت، ۱۸ تا ۲۲ درصد کربوهیدرات، ۱/۱ تا ۱/۵ درصد پروتئین دارد. بیش از ۹۵ درصد قند موز را قندهای ساده گلوکز و فروکتوز تشکیل می دهند. موز همچنین منبع غنی از ویتامین های A، B₁، B₂، C و املاحی از جمله: پتاسیم، کلسیم، منیزیم و فسفر است. از آنجائی که این میوه در دماهای کمتر از ۱۲ درجه سانتیگراد قابلیت ماندگاری ندارد و سریع سرمازده می شود در نتیجه شرایط حمل و نقل و نگهداری آن تا حدودی با مشکل روبرو می باشد. منابع مختلف درصد ضایعات موز را در جهان سالانه حدود ۴۰ درصد گزارش نموده اند. درحالی که با تبدیل آن به فرآورده هایی مانند پودر، پوره و یا استفاده از آن در فرمولاسیون مواد غذایی مانند بستنی و غیره می تواند از ضایعات آن بکاهد (۸)، این پژوهش با این هدف انجام شد تا موزهایی که به دلایلی قابلیت ماندگاری زیاد ندارند در فرمولاسیون بستنی استفاده شوند تا با این کار هم از ضایعات بیشتر موز جلوگیری شود و هم با جایگزینی آن با شکر، بستنی با ارزش غذایی بیشتر و سالم تر تولید گردد.

۲- مواد و روشها

۲-۱- تهیه پوره موز

موز های وارسته کاوندیش^۱ که دارای طعم و مزه مطلوب تری نسبت به سایر وارسته های موز بودند برای تولید پوره استفاده شدند. موزهایی که کاملاً به رسیدگی ایده آل رسیده بودند پوست گیری شده و در مخلوط کن له شدند (پوره موز). پوره های آماده شده برای جلوگیری از واکنش های آنزیمی در ظروف قابل انعطاف پر و دربندی شده و بر روی حمام بن ماری در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۰ دقیقه بلانچ و بلافاصله سرد و وارد فرمولاسیون آمیخته شدند. این کار زمانی انجام می گرفت که سایر مواد جهت تهیه آمیخته بستنی آماده شده بود (۸).

۲-۲- تهیه بستنی

ثانیه پاستوریزه و بلافاصله سرد شد. آمیخته جهت مرحله رسیدن به مدت ۱۲ ساعت در یخچال با دمای ۴ درجه سانتی گراد قرار داده شد (۶). در نهایت مواد از یخچال خارج شده (۱ کیلوگرم) و توسط بستنی ساز آزمایشگاهی مولینکس آلمانی تبدیل به بستنی گردید. جدول ۱ درصد ترکیبات آمیخته بستنی را برای نمونه شاهد نشان میدهد.

برای تهیه بستنی ابتدا مواد لازم محاسبه و توزین شد. شیر ۳ درصد چربی تا دمای ۵۰ درجه سانتی گراد گرمو خامه ۳۰٪ چربی، شیرخشک بدون چربی، قوام دهنده ثعلب و پودر شکر به آهستگی به آن اضافه گردید. آمیخته با یک مخلوط کن با دور بالا به مدت ۵ دقیقه هم زده شد. در ادامه آمیخته بر روی یک بن ماری در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰

جدول ۱- درصد ترکیبات تشکیل دهنده نمونه شاهد

ترکیبات	درصد
شکر	۱۶
چربی	۱۱
مواد جامد بدون چربی شیر	۱۱
پایدارکننده (ثعلب)	۰/۲
امولسیفایر (لستین)	۰/۲
مواد جامد کل	۳۸/۴

۲-۳- تیمارهای تحقیق

گردید و سپس در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد، pH پوره موز توسط pH متر آلمانی (WTW, 7110) اندازه گیری شد (۳).

آمیخته های آماده شده در این مرحله با پوره موز در سطوح ۰، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درصد جایگزین شکر شده و سپس توسط مخلوط کن به مدت ده دقیقه همزده شد. آمیخته برای گذراندن مرحله رسیدن به مدت ۱۴ ساعت در یخچال با دمای ۴ درجه سانتی گراد قرار گرفت. در نهایت مواد از یخچال خارج شده (۱ کیلوگرم) و توسط بستنی ساز آزمایشگاهی مولینکس آلمانی، تبدیل به بستنی گردید. نمونه های تولید شده در بسته بندی های یک بار مصرف پر، دربندی و در فریزر بادمای ۳۰- درجه سانتیگراد نگهداری شد. یک هفته پس از تولید آزمون مقاومت به ذوب و آزمون حسی انجام گرفت.

۲-۴-۲- اسیدیته

اندازه گیری اسیدیته بر اساس روش استاندارد ۲۶۸۵ ملی ایران تعیین شد ۱۰ گرم پوره موز با ۵۰ میلی لیتر آب مقطر خنثی مخلوط شد. سپس در حضور معرف فنل فتالین بوسیله هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال تیترو اسیدیته بر حسب اسید مالیک محاسبه شد (۳).

۲-۴-۳- بریکس

ابتدا دستگاه رفرکتومتر (مدل Kern: ABBE آلمان) کالیبره شد. سپس بر اساس شماره استاندارد ۲۶۸۵ ملی ایران، مقدار اندکی پوره موز را در کاغذ صافی ریخته تا قطره ای عصاره از آن خارج گردید عصاره بر روی لام دستگاه قرار گرفت و در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد بریکس عصاره موز مشاهده و ثبت گردید (۳).

۲-۴-۲- آزمون های مربوط به پوره موز

۲-۴-۱- pH

اندازه گیری pH بر اساس روش استاندارد ۲۶۸۵ ملی ایران تعیین شد به این صورت که ابتدا دستگاه pH متر کالیبره

۲-۴-۴- خاکستر

برای اندازه گیری خاکستر پوره موز نیز بر اساس روش استاندارد ۲۶۸۵ ملی ایران انجام گرفت. ابتدا ظرف چینی مخصوص (کروزه) توزین و ۵ گرم پوره موز داخل آن ریخته شد. سپس در آون با دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس قرار گرفت تا کاملاً خشک شد. کروزه بر روی شعله قرار گرفت تا نمونه کاملاً بسوزد. پس از آن کروزه داخل کوره گذاشته شد و دما به ۶۰۰ درجه سانتیگراد رسید. بعد از این که خاکستر سفید رنگ حاصل شد کروزه از کوره خارج، داخل دسیکاتور سرد و سپس توزین گردید و در نهایت خاکستر توسط فرمول زیر محاسبه شد.

$$\text{خاکستر (\%)} = \frac{100 \times (\text{وزن کروزه} - \text{وزن کروزه + خاکستر})}{\text{وزن نمونه}}$$

۲-۵- قندهای احیاء کننده

از آن جایی که بخش عمده قند های تشکیل دهنده پوره موز، قندهای احیاء کننده (فروکتوز، گلوکز) می باشند، لذا جهت اندازه گیری میزان قند از روش شیمیایی تشخیص قندهای احیاء کننده (آزمایش فهلینگ) و بر اساس روش استاندارد شماره ۲۶۸۵ ملی ایران انجام شد (۳).

۲-۶-۲- آزمون های مربوط به آمیخته بستنی و بستنی

۲-۶-۱- pH

اندازه گیری pH بر اساس روش استاندارد ۲۶۸۵ ملی ایران تعیین شد به این صورت که ابتدا دستگاه pH متر کالیبره گردید و سپس در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد، pH پوره موز توسط pH متر آلمانی (WTW, 7110) اندازه گیری شد (۳).

۲-۶-۲- ویسکوزیته

برای اندازه گیری ویسکوزیته، آمیخته بستنی پس از مرحله رسیدن با دمای ۲۵ درجه سانتی گراد، به محفظه ویسکومتر هاپلر منتقل و با برقراری جریان آب در اطراف محفظه سعی شد تا دما ثابت نگه داشته شود سپس گلوله فلزی مخصوص با

دانسیته ۸/۴۰ گرم بر سانتیمتر مکعب و K ثابت از بالای محفظه به داخل مخلوط رها شد و مدت زمانی که گلوله مسافت ثابت بین دو خط نشانه را طی کرد با کرنومتر ثبت و سپس با استفاده از فرمول زیر ویسکوزیته محاسبه گردید (۱۱).

$$\eta = T (q_1 - q_2) \times K$$

η = ویسکوزیته (سانتی پواز)

T = میانگین زمان سقوط گلوله (ثانیه)

q_1 = وزن مخصوص گلوله (گرم بر سانتی متر مکعب)

q_2 = وزن مخصوص مخلوط بستنی (گرم بر سانتی متر مکعب)

K = ثابت گلوله (گرم ثانیه بر سانتی پواز سانتی متر مکعب)

۲-۶-۳- اورران

برای تعیین درصد اورران؛ وزن حجم معینی از مخلوط بستنی پس از مرحله رسیدن و قبل از عمل انجماد اندازه گیری شد و در انتهای عمل انجماد، همان حجم از بستنی برداشته، وزن شده و سپس بوسیله فرمول زیر میزان اورران محاسبه گردید

$$O = \frac{W-P}{P} \times 100 \quad (۱۱)$$

W = وزن حجم معینی از مخلوط (گرم)

P = وزن حجم معینی از بستنی (گرم)

O = اورران (%)

۲-۶-۴- مقاومت به ذوب بستنی

برای محاسبه درصد مقاومت به ذوب بستنی، ۳۰ گرم از نمونه بستنی سفت شده در فریزر را (پس از حداقل ۲۴ ساعت) در یک قیف بوختر ریخته و روی دهانه یک ارلن مایر ۵۰۰ میلی لیتری خشک و استریل که وزن آن مشخص بود گذاشته شد سپس آن ها را به داخل گرمخانه با دمای ۲۵ درجه سانتی گراد منتقل نموده و پس از گذشت پانزده دقیقه، قیف و ارلن را از گرمخانه خارج کرده و قیف از روی دهانه ارلن کنار گذاشته شد و مقدار بستنی که با گذشت زمان ذوب و داخل ارلن ریخته شده بود وزن نموده؛ و از وزن ارلن کسر گردید و با استفاده از رابطه زیر درصد مقاومت به ذوب محاسبه شد (۱۱).

$$= \frac{F-Z}{F} \times 100M$$

M = درصد مقاومت به ذوب

F = وزن نمونه بستنی

Z = وزن بستنی ذوب شده

سه تکرار استفاده شد کلیه اطلاعات و داده های گردآوری شده با استفاده از نرم افزار آماری SAS تحت ویندوز آنالیز شد و میانگین تکرارها در قالب آزمون دانکن در سطح آماری ۵٪ مورد مقایسه قرار گرفتند.

۳- نتایج و بحث

جدول ۲ برخی از اجزاء و خواص شیمیایی پوره موز را نشان می دهد. pH پوره موز نسبت به pH آمیخته بستنی نسبتاً پایین است. بخش اصلی مواد جامد محلول پوره موز را، کربوهیدرات ها تشکیل می دهند. به همین دلیل می تواند به عنوان یک جایگزین مناسب و طبیعی در فرمولاسیون بستنی مورد توجه قرار گیرد.

۲-۶-۵- آزمون های حسی

برای انجام آزمون های حسی از روش هدونیک نه نقطه ای با ده پانلیست با تجربه و مسلط به آزمون های مورد نظر استفاده گردید (۶).

۲-۷- آنالیز آماری

در این پژوهش از طرح فاکتوریل در قالب کاملاً تصادفی با

جدول ۲- برخی از خواص پوره موز

خواص	آب (%)	pH	اسیدیته (میلی اکی والان گرم / ۱۰۰ گرم)	قند احیاء (%)	بریکس (%)	خاکستر (%)
پوره موز	۸۱/۱۶ ± ۰/۴۱	۴/۸۵ ± ۰/۰۳	۰/۱۲۶ ± ۰/۰۰۲	۱۴/۵ ± ۰/۱۷	۱۸/۲ ± ۰/۲	۰/۸۵ ± ۰/۰۸

۳-۱- pH آمیخته

نتایج مربوط به pH نشان داد که بین آمیخته های بستنی، از نظر pH اختلاف معنی دار است ($P < 0/05$). با توجه به این که pH پوره موز ۴/۸۵، اما pH آمیخته بستنی بدون پوره موز ۶/۳۴ بود در نتیجه افزایش پوره موز، باعث شد تا pH نمونه ها کاهش یابد. مارشال و همکاران (۱۹۹۶) مناسب ترین pH را برای یک بستنی ۶/۴ - ۶/۲۸ ذکر نموده اند. اما در صورتی که مواد اولیه استفاده شده برای تولید بستنی از کیفیت مطلوبی برخوردار نباشند pH می تواند به پایین تر از حد استاندارد کاهش یابد. بین pH و ماده خشک بدون چربی شیر نیز رابطه عکس وجود دارد هرچه قدر ماده خشک بدون

چربی شیر در آمیخته بیشتر باشد افت pH بیشتر خواهد بود (۱۸). تاپ داس و همکاران (۲۰۱۷) تاثیر پالپ گیلاس را بر خواص فیزیکوشیمیایی، حسی و فعالیت آنتی اکسیدانی بستنی بررسی و گزارش نمودند که افزایش پالپ گیلاس در آمیخته بستنی موجب کاهش pH شد (۲۴). هانگ و همکاران (۲۰۰۹) که از تفاله انگور تخمیری برای تولید بستنی استفاده کرده بودند. آن ها نیز با افزایش تفاله انگور به آمیخته بستنی، کاهش pH را مشاهده نمودند (۱۵). کریزل و همکاران (۲۰۱۴) نیز که از فیبر پرتقال به عنوان جایگزین چربی در تولید بستنی استفاده نمودند. با افزایش فیبر در بستنی ها، کاهش pH را در نمونه ها مشاهده کردند (۷).

جدول ۳-۳. pH و ویسکوزیته در نمونه های مختلف

تیمارها	پوره موز (%)	pH آمیخته بستنی	ویسکوزیته آمیخته بستنی (سانتی پواز)
شاهد	۰	۶/۳۳ ± ۰/۰۳۴ ^a	۱۴۴/۱ ± ۲/۹۷ ^d
T ₁	۵	۶/۳۳ ± ۰/۰۵۵ ^a	۱۴۳/۷ ± ۲/۰۹ ^d
T ₂	۱۰	۶/۳۱ ± ۰/۰۲۹ ^b	۱۵۲/۳ ± ۱/۸۵ ^c
T ₃	۱۵	۶/۲۸ ± ۰/۰۵۴ ^c	۱۵۸/۸ ± ۲/۲۸ ^b
T ₄	۲۰	۶/۲۴ ± ۰/۰۷۱ ^d	۱۶۵/۹ ± ۲/۰۷ ^a
T ₅	۲۵	۶/۲۱ ± ۰/۰۳۹ ^e	۱۶۶/۲ ± ۱/۹۷ ^a

* حروف غیر مشابه در ستون ها نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح ۰/۰۵ است.

۳-۲- ویسکوزیته آمیخته

نتایج تجزیه واریانس (ANOVA) نشان داد که افزایش پوره موز بر ویسکوزیته آمیخته بستنی اثر معنی دار دارد ($P < ۰/۰۵$). نتایج مربوط به ویسکوزیته (جدول ۳) حاکی از آن است که با افزایش پوره موز در آمیخته، ویسکوزیته افزایش می یابد. این که تا کنون، چه ویسکوزیته ای برای بستنی مناسب است گزارش نشده است اما اعتقاد بر این است که ویسکوزیته ای مناسب است که امکان هوادهی بهتری را در زمان کمتر برای آمیخته فراهم نماید (۱۸). بخش اصلی مواد جامد پوره موز را کربوهیدرات ها تشکیل می دهند. ۶۰ تا ۶۵ درصد کربوهیدرات های پوره موز را قندهای با وزن مولکولی پایین (گلوکز- فروکتوز)، ۳۰ درصد نشاسته و ۵ تا ۱۰ درصد آن را هم فیبر شامل می شود (۲۱). به طور کلی تمایل قندها به جذب آب موجب افزایش ویسکوزیته می گردد. ضمناً شدت جذب آب توسط قندها بستگی به اندازه و وزن مولکولی آن ها دارد. هرچه قدر وزن مولکولی کمتر باشد جذب آب بیشتر و در نتیجه ویسکوزیته نیز افزایش خواهد یافت (۱۳). پس دلیل افزایش ویسکوزیته در سطوح بالای جایگزینی شکر با پوره موز مربوط به افزایش قندهای با وزن مولکولی پایین و همچنین جذب آب به وسیله نشاسته موجود در پوره می باشد. اما در تیمار ۲، به احتمال زیاد میزان قندهای ساده جایگزین شده در مقداری نبوده است که بتواند بر ویسکوزیته اثر معنی داری داشته باشد. ضمناً بر اساس نظر

آربوکل، کاهش pH سبب افزایش ویسکوزیته آمیخته بستنی می شود. در نمونه های پژوهش، چون با افزایش پوره موز، pH کاهش یافته است در نتیجه این کاهش pH نیز می تواند دلیلی بر افزایش ویسکوزیته باشد.

۳-۳- اورران

نتایج مربوط به اورران در جدول ۵ نشان می دهد که جایگزینی شکر با پوره موز، موجب کاهش اورران نمونه های بستنی شده است ($P < ۰/۰۵$). بین نمونه ۱۰ و ۱۵ درصد جایگزینی از نظر اورران اختلاف معنی دار نیست اما با سایر نمونه ها اختلاف شان معنی دار است. اورران میزان هوای وارد شده به بافت بستنی را در حین تولید نشان می دهد. هرچه قدر هوای بیشتری وارد بافت بستنی گردد هم برای تولید کننده از نظر اقتصادی مطلوب تر است و هم برای مصرف کننده مناسب تر است. چون در هنگام خوردن در دهان راحت تر ذوب شدهو احساس دهانی بهتری را ایجاد می کند. مهمترین عواملی که در ایجاد و تثبیت اورران در بستنی موثرند عبارتند از: پروتئین، چربی، امولسیفایر، سرعت هم زدن مواد در داخل فریزر و چگونگی هوادهی. تعادل بین چربی، پروتئین و امولسیفایر از اهمیت زیادی برخوردار است. زیرا باعث کنترل پایداری امولسیون و در نتیجه آسان شدن هوادهی و پایداری حباب های هوا می شوند (۲۲). پس هر عاملی که موجب بهم خوردن تعادل بین پروتئین، چربی و

امولسیفایر شود ممکن است منجر به کاهش یا افزایش اورران گردد. در این تحقیق چون افزایش پوره موز جایگزینی شکر شده و تاثیری بر سایر ترکیبات مانند پروتئین و چربی ندارد. در نتیجه با افزایش پوره موز در نمونه ها، باعث شده است تا تعادل بین این ترکیبات بهم خورده، و در نتیجه اورران کاهش یابد.

جدول ۴- اورران و مقاومت به ذوب در نمونه های مختلف

تیمارها	پوره موز (%)	اورران (%)	مقاومت به ذوب (%)
شاهد	۰	۶۱/۳ ± ۰/۳۶ ^a	۵۸/۵ ± ۱/۲۷ ^d
T ₁	۵	۶۱/۵ ± ۰/۷۵ ^a	۵۸/۶ ± ۰/۹۱ ^d
T ₂	۱۰	۵۷/۲ ± ۰/۹۹ ^b	۵۸/۵ ± ۱/۱۵ ^d
T ₃	۱۵	۵۶/۹ ± ۰/۷۴ ^b	۶۱/۴ ± ۰/۸۸ ^c
T ₄	۲۰	۵۵/۲ ± ۰/۴۱ ^c	۶۳/۲ ± ۱/۰۹ ^b
T ₅	۲۵	۵۲/۰ ± ۱/۱۹ ^d	۶۴/۵ ± ۰/۹۷ ^a

* حروف غیر مشابه در ستون ها نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح ۰/۰۵ است.

۳-۴- مقاومت به ذوب

نتایج تجزیه واریانس (ANOVA) نشان داد که جایگزینی شکر با پوره موز بر مقاومت به ذوب نمونه ها اثر معنی دار داشته است ($P < ۰/۰۵$). با افزایش جایگزینی شکر با پوره موز در تولید بستنی، مقاومت به ذوب نمونه ها نیز افزایش یافته است. بین ویسکوزیته و مقاومت به ذوب بستنی ارتباط مستقیم وجود دارد. با افزایش ویسکوزیته، مقاومت به ذوب افزایش و با کاهش ویسکوزیته، مقاومت به ذوب کاهش می یابد (۱۸). افزایش پوره موز در آمیخته منجر به کاهش ساکارز می شود. از آن جایی که بخش اصلی قندهای پوره موز را منو ساکارید های فروکتوز و گلوکز تشکیل می دهند و از طرفی قندهای با وزن مولکولی پایین تر یعنی منو ساکاریدها نسبت به دی ساکاریدها قادرند تا آب آزاد بیشتری را از محیط جذب کنند، در نتیجه افزایش پوره موز در فرمولاسیون آمیخته بستنی باعث می گردد تا قندهای آن با اتصالات هیدروژنی بیشتری که با آب آزاد ایجاد می کنند منجر به افزایش ویسکوزیته و در نهایت افزایش مقاومت به ذوب نمونه ها شوند. کوفرلی و همکاران (۱۹۹۶) اثر جایگزینی شکر را با

شربت گلوکز بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی بستنی بررسی کرده و به نتایج مشابهی دست پیدا نمودند (۱۷).

۳-۵- ویژگی های حسی

۳-۵-۱- رنگ و شکل ظاهری

نتایج تجزیه واریانس (ANOVA) نشان داد که جایگزینی شکر با پوره موز بر رنگ و شکل ظاهری نمونه های بستنی اثر معنی دار دارد ($P < ۰/۰۵$). اگرچه بلافاصله پس از تبدیل موز به پوره، عمل بلانچینگ بر روی پوره انجام گرفت. اما رنگ آمیخته در زمان رسیدن تا حدودی تیره شد. که این تیرگی بر رنگ بستنی های تهیه شده از آن تاثیر منفی گذاشت. نتایج مربوط به رنگ نیز حاکی از آن است که افزایش پوره موز موجب شده است تا رنگ نمونه ها تیره تر و در نتیجه امتیاز رنگ تا حدودی نسبت به نمونه شاهد کاهش معنی دار داشته باشد. کریزل و همکاران (۲۰۱۴) نیز که از فیبر پرتقال به عنوان جایگزین چربی در تولید بستنی استفاده نمودند. با افزایش فیبر در بستنی ها، با کاهش امتیاز رنگ نمونه ها از طرف ارزیاب ها روبرو شدند (۷).

۳-۵-۲-آروما

نتایج تجزیه واریانس (ANOVA) نشان داد که جایگزینی شکر با پوره موز بر آرومای نمونه های بستنی اثر معنی دارد (P < ۰/۰۵). با افزایش پوره موز در نمونه ها، بو به طور قابل توجهی افزایش یافت. البته با توجه به این که موز دارای آروما و بوی بسیار مطلوبی است. این انتظار می رفت که افزایش جایگزینی آن با شکر باعث بالا رفتن آرومای نمونه ها گردد. معمولاً در بستنی ها برای افزایش آروما و طعم از طعم دهنده های مختلفی مانند اسانس پرتقال، وانیل، اسانس موز و اسانس میوه ها استفاده می شود. افزودن پوره موز به نمونه های بستنی علاوه بر این که موجب کاهش شکر گردید از طرفی نیز باعث افزایش طعم و بوی موز شد که دیگر نیازی به افزودن طعم دهنده های مصنوعی یا سنتزی نداشت. دی کاسترو و همکاران (۲۰۱۶) از پوره موز در تولید بستنی استفاده کردند. تاثیر مثبت پوره موز بر آرومای بستنی ها منجر به آن شد تا آن ها از هیچ گونه افزودنی به عنوان آروما دهنده استفاده نکنند (۸).

۳-۵-۳- طعم و مزه

نتایج تجزیه واریانس (ANOVA) نشان داد که جایگزینی شکر با پوره موز بر طعم و مزه نمونه های بستنی اثر معنی دارد (P < ۰/۰۵). یکی از مهمترین ویژگی های یک بستنی خوب، طعم و مزه آن است. اگر بستنی تولید شود که از ارزش تغذیه ای بسیار بالایی برخوردار باشد ولی طعم و مزه خوبی نداشته باشد. بندرت می تواند مورد پذیرش مصرف کنندگان و ارزیاب ها قرار گیرد. فرجی کفشگری و همکاران (۱۳۹۳) اثر جایگزینی شکر را با شیر انگور بر خواص فیزیکوشیمیایی و حسی بستنی مورد ارزیابی قرار دادند. با این که از نظر ارزش تغذیه ای شیر انگور با شکر قابل مقایسه نمی باشد اما برای افزایش طعم و مزه نمونه های تولیدی از طعم دهنده وانیل استفاده نمودند. خوشبختانه موز یکی از میوه هایی است که کمتر کسی هست که طعم آن را دوست نداشته باشد. در نتیجه افزودن پوره موز به بستنی نیز بطور معنی داری باعث افزایش امتیاز نمونه ها گردید (۱).

جدول ۵- ویژگی های حسی نمونه های مختلف

تیمارها	پوره موز (%)	رنگ ظاهری	بو و آروما	نرمی و زبری بافت	طعم و مزه	پذیرش کلی
		ماکزیمم = ۹	ماکزیمم = ۹	ماکزیمم = ۹	ماکزیمم = ۹	ماکزیمم = ۹
شاهد	۰	۶/۵۳ ± ۰/۰۶ ^{ab}	۵/۱۱ ± ۰/۰۳ ^c	۵/۸۴ ± ۰/۰۵ ^d	۵/۳۲ ± ۰/۰۸ ^d	۵/۶۴ ± ۰/۰۱ ^d
T ₁	۵	۶/۵۵ ± ۰/۰۵ ^a	۵/۱۲ ± ۰/۱۱ ^c	۵/۷۵ ± ۰/۰۷ ^c	۵/۳۰ ± ۰/۰۴ ^d	۵/۴۵ ± ۰/۰۵ ^c
T ₂	۱۰	۶/۴۹ ± ۰/۰۹ ^b	۵/۶۹ ± ۰/۰۸ ^d	۶/۰۹ ± ۰/۰۳ ^c	۵/۸۹ ± ۰/۰۷ ^c	۵/۶۶ ± ۰/۰۹ ^d
T ₃	۱۵	۶/۰۱ ± ۰/۰۴ ^c	۵/۹۵ ± ۰/۰۶ ^c	۶/۳۵ ± ۰/۰۵ ^a	۶/۸۶ ± ۰/۰۶ ^b	۶/۴۱ ± ۰/۰۴ ^c
T ₄	۲۰	۵/۳۲ ± ۰/۱۱ ^d	۶/۳۷ ± ۰/۰۶ ^b	۶/۳۲ ± ۰/۰۶ ^b	۶/۸۴ ± ۰/۰۱ ^b	۶/۹۲ ± ۰/۰۷ ^b
T ₅	۲۵	۵/۳۳ ± ۰/۰۳ ^d	۶/۹۳ ± ۰/۰۸ ^a	۶/۳۳ ± ۰/۰۲ ^{ab}	۷/۱۳ ± ۰/۰۳ ^a	۷/۱۶ ± ۰/۰۶ ^a

* حروف غیر مشابه در ستون ها نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح ۰/۰۵ است.

۳-۵-۴- نرمی و زبری بافت

نتایج تجزیه واریانس (ANOVA) نشان داد که جایگزینی شکر با پوره موز بر بافت نمونه های بستنی اثر معنی دارد (P < ۰/۰۵). بستنی کامپوزیتی پیچیده از موادی همچون: چربی، کریستال های یخ، شکر، طعم دهنده ها و هوا است. نوع ترکیبات، درصد استفاده از آن ها و چگونگی تهیه

محصول آن قدر مهم است که می تواند منجر به یک بستنی با کیفیت عالی و یا بستنی با بافت ضعیف شود. مثلاً بستنی های یخی که کامپوزیتی از دو ماده یعنی بلورهای یخ و شکر است به دلیل نداشتن چربی و هوا دارای بافتی زبر و یخی هستند. تعادل بین ترکیبات نقش بسزایی بر بافت بستنی دارد (۱۲). در این پژوهش، خوشبختانه افزودن پوره موز به بستنی نه تنها

۵- منابع

۱. فرجی کفشگری، س.، فلاح شجاعی، م. و اکبریان میمند، م. ج. ۱۳۹۳. تاثیر جایگزینی شکر با شیره انگور بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی و حسی بستنی وانیل. فصلنامه فن آوری های نوین غذایی، دوره چهارم، شماره ششم، ۹۳ - ۸۵.

۲. گوهری اردبیلی، ا.، حبیبی نجفی، م. ب. و حداد خدا پرست، م. ح. ۱۳۸۴. بررسی تاثیر جایگزینی شکر با شیره خرما بر ویژگی های فیزیکی و حسی بستنی نرم. نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران، دوره ۱، شماره دوم، ۳۲ - ۲۳.

۳. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۸۰. بستنی. ویژگی ها و روش های آزمون استاندارد، شماره ۲۴۵۰ و شماره ۴۹۳۷.

4. Arbuckle, W.S. 1986, Ice Cream, Fourth Edition. Van Nostrand Reinhold, New York.

5. Aurore, G., Parfait, B., Fahrasmane, L. 2009. Bananas, raw materials for making processed food products. *Trends in Food Science & Technology*, 20: 78-91.

6. Bahram Parvar, M., Razavi, S.M.A., Khodaparast, M.H.H. 2010. Rheological Characterization and Sensory Evaluation of a Typical Soft Ice Cream Made with Selected Food Hydrocolloids. *Food Science and Technology International*, 16(1): 79-88.

7. Crizel, T. M., Araujo, R. R., Rios, A.O., Rech, R., Flores, S. H. 2014. Orange fiber as a novel fat replacer in lemon ice cream. *Food Science Technology*, 34(2): 332-340.

8. De Castro, M. A., Arenillo, S.A. 2016. Acceptability of Musa Balbisiana (Saba Banana) Puree in Two Treatments in Making Ice Cream. *Asia Pacific Journal of Multidisciplinary Research*, 4(4): 29-33.

9. Ditchfield, C., Tadini, C. C., Singh, R., Toledo, R.T. 2004. Rheological Properties of Banana Puree at High Temperatures. *International Journal of Food properties*, 7(3): 571-584.

10. Gabbi, D.K., Bajwa, U., Goraya, R.K. 2017. Physicochemical, melting and sensory properties of ice cream incorporating processed ginger.

تاثیر منفی بر بافت نمونه ها نگذاشت بلکه با افزایش پوره موز بافت نیز امتیاز بالاتری گرفت. البته میزان تغییرات بافت نسبت به طعم و مزه یا آروما خیلی کمتر بود. سوکولیس و همکاران (۲۰۰۹) تاثیر افزودن فیبر رژیمی را بر خواص رئولوژیکی بستنی بررسی کرده و به نتایج مشابهی دست پیدا کردند (۲۳).

۳-۵-۵- پذیرش کلی

نتایج تجزیه واریانس (ANOVA) نشان داد که جایگزینی شکر با پوره موز بر پذیرش کلی نمونه های بستنی اثر معنی دار دارد ($P < 0.05$). افزودن پوره موز به بستنی، تاثیر چشمگیری بر پذیرش کلی نمونه ها گذاشت. به طور کلی ارزیاب ها به نمونه هایی که پوره موز بیشتری داشتند امتیاز بالاتری داده بودند. این بیان کننده آن است که افزودن پوره موز به بستنی می تواند یکی از بهترین فرمولاسیون های خوب هم برای تولید کنندگان و هم برای مصرف کنندگان باشد زیرا هیچ گونه تاثیر منفی بر ویژگی های بستنی نمی گذارد. یانگیلار و همکاران (۲۰۱۵) اثر آرد موز را بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی و حسی بستنی مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که افزودن آرد موز به بستنی ها باعث بهبود پذیرش کلی در نمونه ها می شود (۲۵).

۴- نتیجه گیری

نتایج به دست آمده از این پژوهش می تواند از دیدگاه های مختلف قابل تامل باشد. اولاً افزودن پوره موز به بستنی موجب تغییرات نامطلوبی در ویژگی های فیزیکوشیمیایی نمونه ها نگردید. ثانیاً خواص حسی بستنی های دارای پوره موز نسبت به نمونه شاهد از امتیاز بالاتری برخوردار بود. ثالثاً موز به دلیل ضایعات بالایی که دارد در صورتی که در فرآورده هایی مانند بستنی استفاده شود هم از افزایش ضایعات آن جلوگیری می شود هم محصولی جدید با ارزش غذایی بالاتر به بازار عرضه می گردد. ضمناً دیگر نیازی به استفاده از طعم دهنده های مصنوعی و سنتزی در تولید بستنی نمی باشد.

18. Marshall, R.T., Arbuckle, W.S. 1996 . Ice cream. Chapman & Hall. New York.
19. Marshall, R.T., Goff, H.D. 2003. Formulating and manufacturing ice cream and other frozen desserts. *Food Technology*, 57(5): 32-45.
20. Rippe, J.M., Angelopoulos, T.J. 2016. Relationship between Added Sugars Consumption and Chronic Disease Risk Factors. *Journal of Nutrients*, 8:1-19.
21. Singh, R., Kaushik, R., Gosewade, S. 2018. Bananas as underutilized fruit having huge potential as raw materials for food and non-food processing industries. *The Pharma Innovation Journal*, 7(6): 574-580.
22. Sofjan, R. P. and Hartel, R.W. 2003. Effects of overrun on structural and physical characteristics of ice cream. *International Dairy Journal*, 14: 255–262.
23. Soukoulis, C., Lebesi, D., Tzia, C. 2009. Enrichment of ice cream with dietary fiber: Effects on rheological properties, ice crystallization and glass transition phenomena. *Food Chemistry*, 115: 665–671.
24. Topdas, E.F., Cakmakci, S., Cakiroglu, K. 2017. The Antioxidant Activity, Vitamin C Contents, Physical, Chemical and Sensory Properties of Ice Cream Supplemented with Cornelian Cherry (*Cornus mas*L.) Paste. *Journal Home-Page*, 23(5): 691-697.
25. Yangilar, F. 2015. Effects of Green Banana Flour on the Physical, Chemical and Sensory Properties of Ice Cream. *Food Technology and Biotechnology*, 53(3): 315–323.
- International Journal of Dairy Technology*, 70:1-9.
11. Goff, H.D., Davidson, V., Cappi, E. 1994. Viscosity of ice cream mix at pasteurization temperatures. *Journal of Dairy Science*, 77: 2207-2213.
12. Granger, C., Leger, A., Barey, P., Langendorff, V., Cansell, M. 2005 . Influence of formulation on the structural networks in ice cream. *International Dairy Journal*, 15:255–262.
13. Guven, M. and Karaca, O.B. 2002. The effect of varying sugar content and fruit concentration on the physical properties of vanilla and fruit ice cream type frozen yogurts. *Dairy Journal*, 55:27-31.
14. Huang, Y.L., Li, Y.X., Wu, S.H. 2018. Study on the natto extract polysaccharide as a new ice cream stabilizer. *International Journal of Agricultural Science Research*, 7(2):10-17.
15. Hwang, J.Y., Shyu, Y.S., Hsu, C.H.K. 2009. Grape wine lees improves the rheological and adds antioxidant properties to ice cream. *Journal of Food Sci and Tech*, 42: 312–318.
16. Karaman, S., Toker, O.S., Yüksel, F., Çam, M., Kayacier, A., Dogan, M. 2014. physicochemical, bioactive, and sensory properties of persimmon-based ice cream: Technique for order preference by similarity to ideal solution to determine optimum concentration. *Journal Dairy Science*, 97(1): 97-110.
17. Koeflerli, C. R. S., Piccinali, P. and Sigrist, S. 1996 . The influence of fat, Sugar and non-fat milk solids on selected taste, flavor and texture parameters of a vanillia ice cream. *Food Quality and reference*. 7:69-79.

(Original Research Paper)

Effect of Banana Puree as a Substitute for Sugar on the Physicochemical and Sensory Properties of Ice Cream

Mahjoubeh Sangsefidi¹, Abdolreza Mirchouli Borazgh^{2*}, Musarreza Houshmand Dalir³

1 – M.Sc.Student, Department of Food Science and Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.

2–Department of Food Science and Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.

3– Ph.D Student of Food Science and Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.

Received:10/07/2019

Accepted:28/07/2019

Abstract

Banana is one of the most popular fruits among the people of the world, has about 40% of the waste. Banana conversion to products such as puree, chips, or use it in the formulation of various products, such as ice cream, can reduce percentage of waste. In this research, banana puree with more than 90% carbohydrate at 0, 5, 10, 15, 20 and 25% levels replaced sugar in ice cream formulation. Then, physicochemical properties such as: pH, viscosity, overrun, percentage of melt resistance, and sensory characteristics including ; color and appearance, taste, aroma, roughness and softness of texture and overall acceptance of samples were compared. The results showed that with increasing sugar substitution with banana puree, pH and overrun decreased, but viscosity and melting resistance increased significantly($P<0.05$). In the sensory properties section, with the increase of banana puree in the samples, although their color became darker, but the aroma, taste, texture and overall acceptance of the control sample increased.

Keywords: Ice Cream - Banana Puree - Physicochemical Characteristics - Sensory Properties.

*Corresponding Author: Smirchouli@yahoo.com