JRIFST
مقالهٔ کامل پژوهشی

www.journals.rifst.ac.ir
نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی
سال ۱۳۹۹، جلد ۹، شماره ۱، صفحات ۷۳-۸۴
DOI: 10.22101/JRIFST.2020.184654.1091

مقایسهٔ ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی بستنی تهیه‌شده از شیر گاو و شیر سویا با بستنی تولیدشده از پودر آمیختهٔ آنها

عبدالرضا میرچولی برازق[۱]، مصطفی مظاهری تهرانی[۲*]، سیدعلی مرتضوی[۲]، سیدمحمدعلی رضوی[۲]

۱- دانشجوی دکتری تکنولوژی مواد غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۲- استاد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
* نویسندهٔ مسئول (mmtehrani@um.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۴/۱۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۲۴

واژه‌های کلیدی
بستنی
خشک‌کن پاششی
خواص حسی
ویسکوزیته

چکیده

در این تحقیق، ابتدا در تهیهٔ بستنی، شیر گاو با شیر سویا به نسبت ۱۰۰:۰، ۹۰:۱۰، ۸۰:۲۰، ۷۰:۳۰، ۶۰:۴۰ و ۵۰:۵۰ جایگزین شد. سپس ویژگی‌هایی ازجمله pH، ویسکوزیته، اوران، مقاومت به ذوب و خواص حسی موردآزمون قرار گرفت. نتایج حاکی‌از آن بود که با افزایش جایگزینی شیر گاو با شیر سویا، pH، ویسکوزیته و مقاومت به ذوب به‌طور معنی‌داری افزایش، ولی اوران کاهش می‌یابند ($P<۰/۰۵$). در بخش خواص حسی، طعم و پذیرش کلی بدون استفاده از طعم‌دهندهٔ وانیل کاهش، اما با افزودن ۱ درصد وانیل تا سطح ۴۰ درصد جایگزینی اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. آمیخته‌های بستنی با استفاده از یک خشک‌کن پاششی در مقیاس نیمه‌صنعتی تبدیل به پودر شدند. پودرها بازسازی و تبدیل به بستنی شده و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی آنها با قبل از پودرکردن موردمقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که pH، ویسکوزیته، اوران و مقاومت به ذوب نمونه‌های حاصل از پودر نسبت به نمونه‌های اولیه به‌طور معنی‌داری کاهش‌یافته بودند اما تغییرات در ویژگی‌های حسی درصورت استفاده از وانیل معنی‌دار نبود ($P<۰/۰۵$).

مقدمه

بستنی فراورده‌ای است که از انجماد و هوادهی مخلوط همگن و پاستوریزه‌شدهٔ شیر و فراورده‌های آن با ترکیبی از مواد قندی، چربی شیر یا چربی‌های گیاهی مجاز و مواد افزودنی تهیه می‌شود (سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI]، ۱۳۷۸). ارزش غذایی هر مادهٔ غذایی بستگی به ترکیبات تشکیل‌دهندهٔ آن دارد. بستنی به‌عنوان یک محصول تهیه‌شده از مواد مختلف با درصدهای متفاوت می‌تواند دارای ارزش غذایی پایین، متوسط و یا بسیار بالا باشد. سویا یکی از مهم‌ترین منابع پروتئین گیاهی است که در یکی دو دههٔ گذشته پژوهش‌های زیادی روی خواص عملکردی ترکیبات آن در فراورده‌های جدید انجام شده است. در تمامی آنها به قابلیت حلالیت بالای پروتئین‌های آن، توانایی ژلاتیناسیون خوب، تثبیت امولسیون‌های روغن در آب و تثبیت کف اشاره شده است (Barać, Stanojević, Jovanović, & Pešić, 2004). شیر سویا حاوی مقدار زیادی پروتئین، آهن و اسیدهای چرب غیراشباع است اما مقدار کربوهیدرات، چربی و کلسیم کمتری نسبت به شیر گاو دارد (Pardeshi, Murumkar, & Tayade, 2014). Chove، Grandison و Lewis (۲۰۰۷) گزارش نمودند که ویژگی‌های منحصربه‌فرد پروتئین‌های سویا شامل قدرت جذب آب بالا،

قوام‌دهندگی و تثبیت‌کنندگی امولسیون موجب می‌شوند تا خواص فیزیکی فراورده‌های ساخته‌شده از سویا را بهبود بخشند. همچنین Wangcharoen (۲۰۰۸) گزارش کرد که در تولید بستنی، شیر سویا جایگزین مناسبی برای شیر گاو می‌باشد زیرا شیر سویا منبع غنی از ترکیبات مختلف ازجمله پروتئین، پلی‌ساکاریدها، فیبرهای غیرقابل هضم، چربی غیراشباع، لستین، ویتامین‌ها، مواد معدنی و ترکیبات آلی زیست‌فعال مانند پلی‌فنل‌ها (اسیدهای فنلیک، ایزوفلاون‌ها، تانین‌ها و ساپونین‌ها) است. در این تحقیق از کنجدسیاه برشته جهت پوشش طعم نامطلوب لوبیایی سویا استفاده شد نتایج حاکی‌از آن بود که افزودن کنجدسیاه علاوه‌بر این که باعث خوش‌طعم و آروماشدن بستنی تولیدشده می‌گردد، اثر آنتی‌اکسیدانی بستنی را نیز به‌طور معنی‌داری افزایش می‌دهد (Wangcharoen, 2008). در پژوهشی دیگر Thaiudom (۲۰۰۷) اثر جایگزینی چربی شیر را با چربی گیاهی بر کیفیت بستنی بررسی کرده و سپس گزارش نمود که با افزایش جایگزینی چربی شیر با روغن سویا؛ ویسکوزیته، سفتی بافت و اوران بستنی کم می‌شود. Pourahmad و Ahanian (۲۰۱۵) با استفاده از شیر سویا بستنی تولیدکرده و آن را با پودرکاکائو طعم‌دار نمودند. نتایج نشان داد که با افزایش جایگزینی شیر سویا در نمونه‌ها، مواد جامد کل، pH، پروتئین، چربی، ویسکوزیته و اوران مخلوط افزایش، اما اسیدیته و مواد جامد بدون‌چربی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. آنها نسبت ۵۰:۵۰ را از نظر فیزیکوشیمیایی و خواص حسی بهترین نسبت اعلام نمودند (Pourahmad & Ahanian, 2015). در تحقیقی دیگر Vega، Kim، Chen و Roos (۲۰۰۵) برای اولین‌بار مخلوط بستنی آماده‌شده را با استفاده از خشک‌کن پاششی تبدیل به پودر نمودند و خواص پودرهای تولیدشده را ارزیابی و به نتایج مطلوبی دست پیدا کردند. در ادامه آنها اعلام نمودند که امروزه بسیاری از مواد غذایی کمپلکسی و دارویی مانند امولسیون‌های چندترکیبی به‌صورت پاششی خشک و تولید می‌شوند درنتیجه می‌توان مخلوط بستنی آماده‌شده را توسط خشک‌کن‌های پاششی مختلف تبدیل به پودر و سپس با بازسازی آن یک بستنی با کیفیت تولید کرد (Vega *et al.*, 2005). هنگامی که یک شیر کامل یا خامه به‌صورت پاششی خشک می‌شود فرایند باعث میکروانکپسوله‌شدن مادهٔ اصلی (چربی) می‌گردد جنس مواد دیوارهٔ اطراف چربی معمولاً از کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها می‌باشد که کربوهیدرات‌ها باعث بهبود ساختمان دیواره و پروتئین‌ها ایجاد دیواره و حفظ امولسیون می‌کنند (Fernandes, Borges, & Botrel, 2013; Frascareli, Silva, Tonon, & Hubinger, 2012; Layusa, Barraquio, Dizon, Elegado, & Sevilla, 2013). در پژوهش حاضر، جایگزینی شیر گاو با شیر سویا بر خواص فیزیکوشیمیایی و حسی بستنی بررسی و سپس تأثیر استفاده از پودر آمیختهٔ تهیه‌شده توسط خشک‌کن پاششی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی نمونه‌ها نیز ارزیابی شد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش شیر پاستوریزهٔ ۳ درصد چربی و خامهٔ پاستوریزهٔ ۳۰ درصد چربی از کارخانهٔ شیر پگاه مشهد، آرد سویا و شیرخشک بدون‌چربی از کارخانهٔ گلشاد مشهد، پودر شکر از فروشگاه محلی، ثعلب و لستین از شرکت‌های فروش مواد آزمایشگاهی در مشهد خریداری شد.

تهیهٔ شیر سویا

برای تولید شیر سویا،۵۰ گرم آرد سویا با ۵۰۰ گرم آب مخلوط و به مدت ۱۰ دقیقه در یک همزن (مدل R10، مولینکس، ساخت فرانسه) همزده شد. سپس مخلوط صاف‌شده و سوسپانسیون همگن زیر صافی به‌عنوان شیر سویا در ظروف شیشه‌ای پر و دربندی گردید. شیشه‌های شیر سویا در داخل حمام بن‌ماری در دمای ۸۵ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه پاستوریزه و سپس به سینک آزمایشگاه منتقل و با ریختن آب به‌طور مداوم و کنترل‌شده در اطراف آنها، سردکردن انجام گرفت. درنهایت شیشه‌ها برای آنالیز ترکیبات و استفاده در نمونه‌های پژوهش در یخچال نگهداری شد (یگانه‌زاد، مظاهری طهرانی، شهیدی و زایرزاده، ۱۳۸۶).

تهیهٔ آمیختهٔ بستنی

برای تهیهٔ آمیختهٔ بستنی ابتدا مواد لازم بر مبنای مواد جامد غیرچرب محاسبه و توزین شد. شیر ۳ درصد چربی تا دمای ۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد گرم و خامهٔ ۳۰ درصد چربی، شیرخشک بدون‌چربی، ثعلب، لستین و پودر شکر به آهستگی به آن اضافه گردید. آمیخته با یک مخلوط‌کن با دور بالا به مدت ۵ دقیقه همزده شد. سپس روی بن‌ماری، دمای آمیخته را به ۸۰ درجهٔ سانتی‌گراد رسانده و به مدت ۳۰ ثانیه در این دما پاستوریزه و بلافاصله عمل سردکردن

با آب‌سرد انجام گرفت. آمیخته جهت مرحلهٔ رسیدن به مدت ۱۲ ساعت در یخچال با دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد قرار داده شد (مهدیان، ۱۳۹۰؛ میرچولی برازق و مظاهری تهرانی، ۱۳۹۰). پس از گذشت زمان فوق، آمیخته از یخچال خارج‌شده (۳ کیلوگرم)، ۲۰۰ گرم آن برای انجام آزمون‌های فیزیکوشیمیایی کنار گذاشته شد،۸۰۰ گرم آن به‌وسیلهٔ دستگاه بستنی‌ساز آزمایشگاهی غیرمداوم (مدل IC 100، ساخت آلمان) منجمد گردید و درنهایت ۲ کیلوگرم باقی‌مانده برای خشک‌کردن به کارخانه منتقل شد. لازم به ذکر است که برای تولید هریک از نمونه‌ها، ابتدا درصد جایگزینی شیر گاو با شیر سویا محاسبه و سپس مراحل تولید به‌صورتی که در بخش تهیهٔ آمیختهٔ بستنی توضیح داده شد انجام گرفت. جدول (۱) درصد ترکیبات آمیختهٔ بستنی شاهد را نشان می‌دهد.

جدول ۱- درصد ترکیبات آمیختهٔ بستنی شاهد

ترکیبات	درصد (درصد)
چربی	۱۰/۰۰
ساکارز	۱۴/۰۰
مادهٔ خشک بدون‌چربی شیر	۱۱/۰۰
قوام‌دهنده	۰/۲۰
امولسیفایر	۰/۲۰
مادهٔ خشک کل	۳۵/۴۰

آزمون‌های انجام‌شده

pH آمیخته

اندازه‌گیری pH آمیخته‌های بستنی براساس استاندارد ملی ایران به شمارهٔ ۵۲ انجام شد (سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI]، ۱۳۷۸).

ویسکوزیته

برای اندازه‌گیری ویسکوزیته، از روش سقوط گلوله در ستون مایع ویسکومتر هاپلر استفاده شد. بدین‌صورت که آمیختهٔ بستنی پس از مرحلهٔ رسیدن با دمای ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد، داخل محفظهٔ ویسکومتر هاپلر ریخته شد و با برقراری جریان آب در اطراف محفظه سعی شد تا دما ثابت نگهداشته شود سپس گلولهٔ فلزی مخصوص با دانسیتهٔ ۸/۴۰ گرم بر سانتی‌مترمکعب و K ثابت از بالای محفظه به داخل آمیخته رها شد و مدت زمانی که گلوله مسافت ثابت بین دو خط نشانه را طی کرد با کرنومتر ثبت و سپس با استفاده از رابطهٔ (۱) ویسکوزیته محاسبه گردید (Goff, Davidson, & Cappi, 1994).

رابطهٔ (۱)

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

در رابطهٔ (۱)، η: ویسکوزیته (سانتی پوآز)، T: میانگین زمان سقوط گلوله (ثانیه)، q_1: وزن مخصوص گلوله (گرم بر سانتی‌مترمکعب)، q_2: وزن مخصوص آمیختهٔ بستنی (گرم بر سانتی‌مترمکعب) و K: ثابت گلوله (سانتی پوآز بر گرم سانتی‌مترمکعب/ثانیه) می‌باشد.

اوران

برای تعیین درصد اوران؛ وزن حجم معینی از مخلوط بستنی پس از مرحلهٔ رسیدن اندازه‌گیری شد و در انتهای عمل انجماد، همان حجم از بستنی برداشته، وزن‌شده و سپس به‌وسیلهٔ رابطهٔ (۲) میزان اوران محاسبه گردید (Goff *et al*., 1994).

رابطهٔ (۲)

$$o = \frac{W-P}{P} \times 100$$

در رابطهٔ (۲)، W: وزن حجم معینی از آمیخته (گرم)، P: وزن حجم معینی از بستنی (گرم) و O: اوران (درصد) می‌باشد.

مقاومت به ذوب بستنی

برای محاسبهٔ درصد مقاومت به ذوب بستنی، ۳۰ گرم از نمونهٔ بستنی سفت‌شده در فریزر را (پس از حداقل ۲۴ ساعت) در یک قیف بوخنر ریخته و روی دهانهٔ یک ارلن مایر ۵۰۰ میلی‌لیتری خشک و استریل با وزن مشخص، گذاشته شد. بعد از سپری‌شدن مدت زمان ۱۵ دقیقه در دمای ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد، وزن بستنی ذوب‌شده تعیین و از اختلاف آن با وزن اولیهٔ نمونهٔ بستنی، درصد مقاومت به ذوب بستنی اندازه‌گیری شد و درنهایت با استفاده از رابطهٔ (۳) درصد مقاومت به ذوب محاسبه شد (Douglas Goff, 2002).

رابطهٔ (۳)

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

در رابطهٔ (۳)، M: درصد مقاومت به ذوب، F: وزن نمونهٔ بستنی و Z: وزن بستنی ذوب‌شده می‌باشد.

آزمون‌های حسی

برای انجام آزمون‌های حسی از روش هدونیک ۹ نقطه‌ای استفاده گردید. ابتدا در چندین آزمون، بستنی‌های مختلف در اختیار افرادی قرار گرفت که با دقت و حساسیت بیشتری نمونه‌ها را بررسی می‌کردند. درنهایت از بین آنها ۱۰ ارزیاب انتخاب گردید و ویژگی‌هایی ازجمله شدت سردی، سفتی و استحکام بافت، ویسکوزیته، درشتی و زبری بافت، سرعت ذوب‌شدن در دهان، طعم و مزه، بافت و ظاهر و پذیرش کلی موردارزیابی قرار گرفت (BahramParvar, Razavi, & Khodaparast, 2010).

تبدیل آمیختهٔ بستنی به پودر

در این مرحله، نمونه‌ها توسط یک خشک‌کن پاششی در مقیاس نیمه‌صنعتی با ارتفاع ۴ متر، از نوع دیسکی با سرعت ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه، دمای هوای ورودی به خشک‌کن ۱۸۰-۱۷۰ درجهٔ سانتی‌گراد، دمای هوای خروجی از خشک‌کن ۸۰-۷۵ درجهٔ سانتی‌گراد، دمای خوراک ورودی به خشک‌کن ۷۰-۶۵ درجهٔ سانتی‌گراد و دمای پودر خروجی از خشک‌کن ۷۵-۷۰ درجهٔ سانتی‌گراد تبدیل به پودر شدند. پودرهای تولیدی روی یک ترانسپورت در معرض گرمای ملایم و در تماس با هوا تا حد امکان خشک، سپس بسته‌بندی و تا هنگام بازسازی در یخچال با دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد قرار گرفتند. ازآنجایی‌که ترکیبات طعم‌دهنده به دماهای بالا حساس بوده و تبخیر می‌گردند درنتیجه برای تولید پودر، نمونه‌هایی که دارای طعم‌دهندهٔ وانیل نبودند، انتخاب شدند (Ishiwu, Obiegbuna, & Iwouno, 2014).

بازسازی پودرهای تولیدی

در این مرحله نمونه‌هایی که با استفاده از خشک‌کن پاششی در کارخانه تبدیل به پودر شده بودند بازسازی و برای تولید بستنی و ارزیابی خواص فیزیکوشیمیایی و حسی آماده شدند. چون آمیخته‌های نمونه‌هایی که تبدیل به پودر شده بودند فاقد طعم‌دهندهٔ وانیل بودند درنتیجه در هنگام بازسازی آنها، از وانیل به میزان ۱ درصد استفاده شد تا امکان مقایسهٔ آنها با نمونه‌های قبل از خشک‌کردن از نظر خواص حسی وجود داشته باشد. ضمناً برای کاهش تأثیر زمان بر ویژگی‌های حسی، نمونهٔ بستنی قبل از پودرکردن با نمونهٔ حاصل از پودر هم‌زمان تهیه و سپس توسط داوران موردارزیابی قرار گرفت (Fazaeli, Yarmand, & Emam-Djomeh, 2018).

تهیهٔ آمیخته از پودر

برای تهیهٔ آمیختهٔ بستنی از پودر، ابتدا میزان آبی که باید به هریک از نمونه‌ها اضافه شود محاسبه و سپس درصد بسیار اندکی از آب را داخل کاسهٔ همزن ریخته و درحین عمل هم‌زدن پودر مربوطه به‌همراه باقی‌ماندهٔ آب به آرامی به داخل ظرف همزن اضافه گردید تا یک امولسیون پایدار و مناسبی ایجاد شود. به‌طور متوسط ۱۰ دقیقه عمل هم‌زدن و مخلوط‌کردن برای هریک از نمونه‌ها به طول انجامید. مخلوط آماده را از درون ظرف همزن خارج نموده و در داخل یک میکسر قوی قرار داده شد و به مدت ۵ دقیقه عمل مخلوط‌کردن ادامه یافت. بلافاصله آمیخته را سردکرده و در داخل یخچال به مدت ۲ ساعت قرار داده شد تا اصطلاحاً جابیفتد. بعد از ۲ ساعت، آمیخته دوباره برای مدت ۳ دقیقه به‌طور خیلی آهسته هم‌زده شد سپس ۵ درصد از آن برای انجام آزمون‌های قبل از انجماد کنار گذاشته شد و ۹۵ درصد از آن به داخل دستگاه بستنی‌ساز منتقل و عمل انجماد صورت گرفت. پس از انجماد کامل، بستنی‌ها وارد ظروف یکبارمصرف شده، و به داخل فریزر با دمای ۲۵- درجهٔ سانتی‌گراد منتقل گردید تا زمانی که آزمون‌های بعدی انجام شود. آزمون‌های انجام‌شده در این بخش همان آزمون‌های انجام‌شده در مرحلهٔ قبل از خشک‌کردن براساس استاندارد ملی ایران به شمارهٔ ۵۲ انجام شد (سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI]، ۱۳۷۸).

طرح آماری

در این مرحله، از طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار استفاده شد کلیهٔ اطلاعات و داده‌های گردآوری‌شده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS تحت ویندوز آنالیز شد و میانگین تکرارها در قالب آزمون دانکن در سطح آماری ۵ درصد موردمقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

جدول (۲)، درصد ترکیبات موجود در شیرهای گاو و سویا را نشان می‌دهد. اگرچه شیر گاو دارای چربی و کربوهیدرات بیشتری نسبت به شیر سویاست، اما شیر سویا از درصد پروتئین بیشتری برخوردار است.

جدول ۲- درصد ترکیبات شیر گاو و شیر سویا

مادهٔ غذایی	پروتئین (درصد)	چربی (درصد)	کربوهیدرات (درصد)	خاکستر (درصد)	رطوبت (درصد)	pH
شیر گاو	۲/۶۶±۰/۰۲	۲/۵۰±۰/۰۱	۴/۴۲±۰/۰۲	۰/۵۵±۰/۰۱	۸۹/۸۸±۰/۰۳	۶/۶۰±۰/۰۶
شیر سویا	۳/۳۵±۰/۰۱	۱/۴۱±۰/۰۵	۲/۴۰±۰/۰۴	۰/۴۵±۰/۰۰	۹۲/۲۴±۰/۰۲	۶/۹۰±۰/۰۶

pH آمیخته

نتایج pH در جدول (۳) بیان‌کنندهٔ آن است که با افزایش جایگزینی شیر گاو با شیر سویا در آمیخته‌های بستنی، اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($P<۰/۰۵$). ازآنجایی‌که pH شیر سویا از pH شیر گاو ۰/۳ بیشتر است (جدول ۲) درنتیجه افزایش pH نمونه‌ها در سطوح بالای جایگزینی می‌تواند به‌دلیل pH شیر سویا باشد. Arbuckle (۱۹۸۶) مطلوب‌ترین pH را برای بستنی لبنی ۶/۴-۶/۲۸ گزارش کرده است. اما اگر مواد اولیهٔ استفاده‌شده در تولید بستنی از کیفیت مناسبی برخوردار نباشند pH می‌تواند به پایین‌تر از ۶/۲۸ کاهش یابد. ضمناً بین pH آمیخته و مادهٔ خشک بدون‌چربی شیر رابطهٔ عکس وجود دارد هرچه‌قدر مادهٔ خشک بدون‌چربی شیر در آمیخته بیشتر باشد اُفت pH بیشتر خواهد بود (Arbuckle, 1986). Pourahmad و Ahanian (۲۰۱۵) در تحقیقی اثر جایگزینی شیر پس‌چرخ را با شیر سویا در تولید بستنی موردارزیابی قرار دادند و گزارش نمودند که با افزایش جایگزینی، pH نمونه‌ها افزایش یافت (Pourahmad & Ahanian, 2015). Ahsan و همکاران (۲۰۱۵) نیز در تولید بستنی سویا، به نتایج مشابهی دست پیدا کردند.

ویسکوزیتهٔ آمیخته

نتایج تجزیهٔ واریانس (ANOVA) نشان داد که جایگزینی شیر گاو با شیر سویا بر ویسکوزیتهٔ آمیختهٔ بستنی اثر معنی‌داری دارد ($P<۰/۰۵$). نتایج مربوط به ویسکوزیته حاکی‌از آن است که با افزایش جایگزینی، ویسکوزیته نیز افزایش یافته است (جدول ۳). بیشترین ویسکوزیته مربوط به ۴۰ و ۵۰ درصد جایگزینی و کمترین ویسکوزیته مربوط به نمونهٔ شاهد و ۱۰ درصد جایگزینی است. ویژگی‌های منحصربه‌فرد پروتئین‌های سویا شامل جذب آب بالا، جذب چربی، تثبیت امولسیون، قابلیت هم‌زدن مناسب، ایجاد ژل و تثبیت کف باعث شده است تا با افزایش جایگزینی شیر گاو با شیر سویا، ویسکوزیتهٔ آمیخته‌های بستنی افزایش یابد. رضوی، حبیبی نجفی و نایب‌زاده (۱۳۸۰) در تهیهٔ بستنی سویا گزارش نمودند پروتئین‌های شیر گاو قدرت جذب آب پروتئین‌های سویا را نداشته و لاکتوز شیر نیز برخلاف کربوهیدرات‌های سویا توان تشکیل ژل را ندارند و درنتیجه با افزایش درصد شیر سویا در فرمولاسیون بستنی، ویسکوزیته افزایش و با کاهش درصد شیر سویا، ویسکوزیته کاهش می‌یابد. مهدیان، مظاهری طهرانی و شهیدی (۱۳۹۰) نیز به بررسی اثر کاربرد آرد کامل سویا بر خصوصیات رئولوژیک بستنی پرداختند و به نتایج مشابهی دست پیدا کردند.

جدول ۳- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نمونه‌های تولیدشده

فرمول	شیر گاو (درصد)	شیر سویا (درصد)	pH	ویسکوزیتهٔ آمیخته (سانتی پوآز)	اوران (درصد)	مقاومت به ذوب (درصد)
۱	۱۰۰	۰	۶/۳۲±۰/۰۰^{b}	۱۴۷/۱۰±۲/۰۲^{d}	۶۸/۷۰±۰/۱۷^{a}	۵۷/۹۰±۲/۱۴^{c}
۲	۹۰	۱۰	۶/۳۲±۰/۰۰^{b}	۱۴۵/۷۰±۲/۶۰^{d}	۶۵/۱۰±۰/۲۹^{b}	۵۸/۵۰±۱/۲۹^{c}
۳	۸۰	۲۰	۶/۳۲±۰/۰۰^{b}	۱۵۶/۳۰±۱/۹۱^{c}	۶۵/۳۰±۰/۲۱^{b}	۶۱/۳۰±۱/۲۱^{b}
۴	۷۰	۳۰	۶/۳۲±۰/۰۰^{b}	۱۶۸/۴۰±۱/۲۱^{b}	۶۱/۶۰±۰/۱۶^{c}	۶۱/۹۰±۱/۱۶^{b}
۵	۶۰	۴۰	۶/۳۴±۰/۰۱^{a}	۱۷۴/۸۰±۱/۰۲^{a}	۶۲/۱۰±۰/۱۳^{c}	۶۵/۱۰±۱/۱۳^{a}
۶	۵۰	۵۰	۶/۳۴±۰/۰۱^{a}	۱۷۵/۲۰±۱/۰۹^{a}	۶۱/۵۰±۰/۱۰^{c}	۶۵/۵۰±۱/۱۰^{a}

* حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهندهٔ تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ است.

اوران

نتایج مربوط به اوران در جدول (۳) نشان می‌دهد که جایگزینی شیر گاو با شیر سویا موجب کاهش اوران نمونه‌های بستنی شده است ($P<۰/۰۵$). بین نمونهٔ ۱۰ و ۲۰ درصد جایگزینی از نظر اوران اختلاف معنی‌داری نیست ضمناً بین نمونه‌های ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد جایگزینی نیز اختلاف معنی‌داری وجود ندارد ولی با سایر نمونه‌ها اختلاف‌شان معنی‌دار است. بهترین دلیلی که می‌توان برای کاهش اوران ذکر کرد این است که کازئین شیر گاو قادر است شبکه‌ای یکنواخت به‌وجود آورد و هوا را در داخل شبکهٔ ایجادشده محبوس نماید درحالی‌که پروتئین‌های شیر سویا توانایی کازئین را در چنین شبکه‌ای ندارند درنتیجه جایگزینی شیر گاو با شیر سویا می‌تواند باعث کاهش اوران گردد (Pourahmad & Ahanian, 2015). رضوی و همکاران (۱۳۸۰) نیز که تأثیر جایگزین‌های لبنی و نوع پایدارکننده را بر خصوصیات شیمیایی و فیزیکی بستنی سویا بررسی نمودند و به نتایج مشابهی دست پیدا کردند.

مقاومت به ذوب

نتایج تجزیهٔ واریانس (ANOVA) نشان داد که جایگزینی شیر گاو با شیر سویا بر مقاومت به ذوب نمونه‌ها اثر معنی‌داری داشته است ($P<۰/۰۵$). نتایج موجود در جدول (۳) نشان‌دهندهٔ آن است که با افزایش جایگزینی شیر گاو با شیر سویا در تولید بستنی، مقاومت به ذوب نمونه‌ها 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 می‌یابد. با وجود اسیدهای چرب غیراشباع بالا در شیر سویا که می‌توانست با افزایش جایگزینی موجب کاهش مقاومت به ذوب نمونه‌ها گردد اما گویا به‌دلیل درصد پایین چربی موجود در شیر سویا، تأثیر آن در برابر پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌های شیر سویا ناچیز بوده است. Arbuckle (۱۹۸۶) نیز به رابطهٔ مشابهی بین ویسکوزیته و مقاومت به ذوب اشاره کرده است.

ویژگی‌های حسی

نتایج تجزیهٔ واریانس (ANOVA) نشان داد که جایگزینی شیر گاو با شیر سویا بر ویژگی‌های حسی نمونه‌های بستنی اثر معنی‌داری دارد ($P<۰/۰۵$). در جدول (۴)، مشاهده می‌شود که تغییرات در بخش طعم و مزه، بو و پذیرش کلی بیشتر از بافت ظاهری بستنی به چشم می‌خورد. این می‌تواند تأییدی بر تأثیر مثبت شیر سویا بر بافت و قوام نمونه‌ها باشد که در قسمت ویسکوزیته نیز به آن اشاره شد. اما یکی از مشکلات استفاده از فراورده‌های سویا در محصولات جدید مربوط به طعم لوبیایی سویا می‌باشد که منجربه اُفت طعم و پذیرش کلی می‌شود. به‌همین‌دلیل در این تحقیق برای ازبین‌بردن طعم نامناسب شیر سویا در نمونه‌های بستنی، از طعم‌دهندهٔ وانیل استفاده گردید که نتایج آن در جدول (۵) آمده است.

جدول ۴- ویژگی‌های حسی نمونه‌های مختلف (بدون وانیل)

فرمول	شیر گاو (درصد)	شیر سویا (درصد)	طعم و مزه (ماکزیمم=۹)	ظاهر بافت (ماکزیمم=۹)	بو و آروما (ماکزیمم=۹)	پذیرش کلی (ماکزیمم=۹)
۱	۱۰۰	۰	۶/۱۱±۰/۰۳^{a}	۶/۰۱±۰/۰۱^{a}	۶/۲۳±۰/۱۵^{a}	۶/۲۱±۰/۱۲^{a}
۲	۹۰	۱۰	۵/۴۱±۰/۲۴^{b}	۵/۹۲±۰/۰۴^{b}	۶/۰۲±۰/۰۵^{b}	۵/۴۵±۰/۲۶^{b}
۳	۸۰	۲۰	۵/۲۱±۰/۱۲^{c}	۵/۸۸±۰/۰۲^{b}	۵/۶۱±۰/۰۴^{d}	۵/۴۸±۰/۲۳^{b}
۴	۷۰	۳۰	۴/۷۳±۰/۱۵^{d}	۵/۹۱±۰/۰۵^{b}	۵/۸۱±۰/۶۲^{c}	۵/۰۷±۰/۲۰^{c}
۵	۶۰	۴۰	۴/۰۱±۰/۱۳^{f}	۵/۷۱±۰/۰۸^{c}	۴/۹۷±۰/۰۶^{e}	۴/۷۷±۰/۱۷^{d}
۶	۵۰	۵۰	۴/۱۲±۰/۰۹^{e}	۵/۷۳±۰/۰۶^{c}	۵/۰۱±۰/۰۴^{e}	۴/۴۳±۰/۱۸^{e}

* حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهندهٔ تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ است.

جدول ۵- ویژگی‌های حسی نمونه‌های مختلف (با وانیل)

فرمول	شیر گاو (درصد)	شیر سویا (درصد)	طعم و مزه (ماکزیمم=۹)	ظاهر بافت (ماکزیمم=۹)	بو و آروما (ماکزیمم=۹)	پذیرش کلی (ماکزیمم=۹)
۱	۱۰۰	۰	۶/۹۲±۰/۰۵^{a}	۶/۱۹±۰/۸۱^{c}	۶/۷۷±۰/۲۳^{a}	۶/۳۸±۰/۱۸^{b}
۲	۹۰	۱۰	۶/۹۵±۰/۰۷^{a}	۶/۳۵±۰/۱۷^{b}	۶/۶۲±۰/۰۳^{b}	۶/۶۵±۰/۱۱^{a}
۳	۸۰	۲۰	۶/۵۸±۰/۰۶^{c}	۶/۲۰±۰/۵۲^{c}	۶/۶۱±۰/۰۱^{b}	۶/۶۸±۰/۱۳^{a}
۴	۷۰	۳۰	۶/۸۱±۰/۰۲^{b}	۶/۳۲±۰/۰۸^{b}	۶/۷۵±۰/۰۲^{a}	۶/۴۰±۰/۰۹^{b}
۵	۶۰	۴۰	۶/۶۱±۰/۱۰^{c}	۶/۷۱±۰/۰۵^{a}	۵/۹۷±۰/۱۴^{c}	۶/۰۷±۰/۱۶^{c}
۶	۵۰	۵۰	۵/۹۶±۰/۳۴^{d}	۶/۷۳±۰/۲۴^{a}	۵/۷۱±۰/۲۰^{e}	۶/۰۶±۰/۱۸^{c}

* حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهندهٔ تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ است.

باتوجه‌به نتایج جدول (۴) و (۵)، ملاحظه می‌شود که استفاده از طعم‌دهندهٔ وانیل در نمونه‌های پژوهش باعث شده است تا پذیرش کلی در نمونه‌های دارای وانیل نسبت به نمونه‌های فاقد وانیل به‌طور معنی‌داری افزایش یابد. Wangcharoen (۲۰۰۸) نیز با استفاده از کنجدسیاه برشته‌شده توانست طعم بستنی‌های تولیدشده با شیر سویا را بهبود دهد.

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی نمونه‌های تهیه‌شده از پودرهای بازسازی‌شده

pH آمیخته

نتایج pH در جدول (۶) بیان‌کنندهٔ آن است که بین pH آمیخته‌های بستنی قبل از پودر با pH آمیخته‌های بستنی تهیه‌شده از پودر اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P<۰/۰۵$). کاهش pH در نمونه‌هایی که شیر سویا جایگزین شده است به مراتب بیشتر از نمونهٔ شاهد بود. وجود اسیدهای چرب غیراشباع بالا در شیر سویا می‌تواند دلیل اصلی کاهش بیشتر pH باشد. زیرا اسیدهای چرب غیراشباع (شیر سویا) نسبت به اسیدهای چرب اشباع (شیر گاو) در تماس با حرارت داخل برج خشک‌کن، دچار اکسیداسیون شدیدتری می‌شوند. Vega و همکاران (۲۰۰۵) تأثیر خشک‌کردن پاششی را بر چربی موجود در سطح پودرهای لبنی بررسی و تغییرات pH را در اثر حرارت‌های بالا گزارش نمودند.

جدول ۶- pH و ویسکوزیتهٔ نمونه‌های مختلف

فرمول	شیر گاو (درصد)	شیر سویا (درصد)	pH آمیخته‌های قبل از پودر	pH آمیخته‌های تهیه‌شده از پودر	ویسکوزیتهٔ آمیخته‌های قبل از پودر (سانتی‌پوآز)	ویسکوزیتهٔ آمیخته‌های تهیه‌شده از پودر (سانتی‌پوآز)
۱	۱۰۰	۰	۶/۳۲±۰/۰۰^{a}	۶/۲۸±۰/۰۰^{b}	۱۴۷/۱۰±۲/۰۲^{a}	۱۴۱/۳۰±۱/۷۹^{b}
۲	۹۰	۱۰	۶/۳۲±۰/۰۰^{a}	۶/۲۸±۰/۰۱^{b}	۱۴۵/۷۰±۲/۶۰۱^{a}	۱۳۳/۶۰±۲/۰۸^{b}
۳	۸۰	۲۰	۶/۳۲±۰/۰۰^{a}	۶/۲۶±۰/۰۲^{b}	۱۵۶/۳۰±۱/۹۱^{a}	۱۴۲/۶۰±۲/۰۲^{b}
۴	۷۰	۳۰	۶/۳۲±۰/۰۰^{a}	۶/۲۵±۰/۰۱^{b}	۱۶۸/۴۰±۱/۲۱^{a}	۱۵۳/۱۰±۱/۶۲^{b}
۵	۶۰	۴۰	۶/۳۴±۰/۰۱^{a}	۶/۲۵±۰/۰۰^{b}	۱۷۴/۸۰±۱/۰۲^{a}	۱۵۵/۷۰±۲/۲۵^{b}
۶	۵۰	۵۰	۶/۳۴±۰/۰۱^{a}	۶/۲۲±۰/۰۰^{b}	۱۷۵/۲۰±۱/۰۹^{a}	۱۶۳/۲۰±۱/۰۳^{b}

* حروف غیرمشابه در ستون‌ها به‌صورت افقی، نشان‌دهندهٔ تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد بین نمونه‌های قبل از پودر و بعد از پودرکردن است.

ویسکوزیتهٔ آمیخته

نتایج تجزیهٔ واریانس (ANOVA) نشان داد که بین ویسکوزیتهٔ آمیختهٔ بستنی به‌دست‌آمده از پودر با ویسکوزیتهٔ قبل از پودرکردن اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P<۰/۰۵$). همان‌طورکه در جدول (۶) مشاهده می‌شود در تمامی موارد ویسکوزیتهٔ آمیخته‌های به‌دست‌آمده از پودر در مقایسه با قبل از پودر کاهش یافته‌اند. دماهای بالا در برج‌های خشک‌کن می‌تواند باعث تغییراتی در خواص ترکیبات پودر تولیدشده و بازسازی آن شود. ازآنجایی‌که آمیخته‌های تهیه‌شده در این پژوهش حاوی شیر سویا بودند درنتیجه پروتئین‌های موجود در شیر سویا و همچنین شیر گاو در اثر حرارت‌های بالا دناتوره می‌شوند. دناتوره‌شدن پروتئین‌ها منجربه آن می‌گردد تا در هنگام بازسازی، نتوانند به‌نحو مطلوبی آب

را جذب نمایند و درنهایت باعث کاهش ویسکوزیته خواهند شد. Fazaeli و همکاران (۲۰۱۸) شرایط اسپری‌کردن را برای تولید پودر آمیختهٔ بستنی بهینه‌کرده و گزارش نمودند که دمای هوای مورداستفاده در برج خشک‌کن می‌تواند به پروتئین‌های موجود در خوراک اولیه صدمه وارد نماید و باعث دناتوره‌شدن آنها شود. دراین‌صورت آمیختهٔ بستنی تهیه‌شده از چنین پودری دارای ویسکوزیتهٔ پایین‌تری خواهد بود.

اوروان آمیخته

نتایج تجزیهٔ واریانس (ANOVA) نشان داد که بین اوروان آمیختهٔ بستنی به‌دست‌آمده از پودر با اوروان نمونه‌های قبل از پودر اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P<۰/۰۵$). باتوجه‌به نتایج جدول (۷)، اوروان بستنی‌های به‌دست‌آمده از پودر نسبت به اوروان نمونه‌های قبل از پودر به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است. مهم‌ترین عاملی که می‌تواند موجب این تغییرات شده باشد صدمات وارده به پروتئین‌های شیر گاو و شیر سویا در برج خشک‌کن است. دناتوره‌شدن نسبی پروتئین‌ها موجب می‌شود تا نتوانند مانند قبل شبکه‌ای یکنواخت را به‌وجود آورند به‌همین‌دلیل در لابلای شبکهٔ ایجادشده هوا نمی‌تواند به‌خوبی محبوس شود و درنهایت باعث کاهش اوروان می‌گردند (Sofjan & Hartel, 2004).

جدول ۷- اوروان و مقاومت به ذوب نمونه‌های مختلف

فرمول	شیر گاو (درصد)	شیر سویا (درصد)	اوروان نمونه‌های قبل از پودر (درصد)	اوروان نمونه‌های حاصل از پودر (درصد)	مقاومت به ذوب نمونه‌های قبل از پودر (درصد)	مقاومت به ذوب نمونه‌های حاصل از پودر (درصد)
۱	۱۰۰	۰	۶۸/۷۰±۰/۱۷^{a}	۶۱/۳۰±۰/۱۲^{b}	۵۷/۹۰±۲/۱۴^{a}	۵۲/۵۰±۱/۱۶^{b}
۲	۹۰	۱۰	۶۵/۱۰±۰/۲۹^{a}	۵۸/۱۰±۰/۱۵^{b}	۵۸/۵۰±۱/۲۹^{a}	۵۴/۶۰±۱/۴۳^{b}
۳	۸۰	۲۰	۶۵/۳۰±۰/۲۱^{a}	۶۰/۴۰±۰/۱۸^{b}	۶۱/۳۰±۱/۲۱^{a}	۵۴/۸۰±۱/۱۱^{b}
۴	۷۰	۳۰	۶۱/۶۰±۰/۱۶^{a}	۵۷/۵۰±۰/۱۹^{b}	۶۱/۹۰±۱/۱۶^{a}	۵۶/۹۰±۱/۲۹^{b}
۵	۶۰	۴۰	۶۲/۱۰±۰/۱۳^{a}	۵۶/۷۰±۰/۱۷^{b}	۶۵/۱۰±۱/۱۳^{a}	۵۷/۳۰±۱/۱۹^{b}
۶	۵۰	۵۰	۶۱/۵۰±۰/۱۰^{a}	۵۶/۵۰±۰/۱۷^{b}	۶۵/۵۰±۱/۱۰^{a}	۵۹/۵۰±۱/۱۵^{b}

* حروف غیرمشابه در ستون‌ها به‌صورت افقی، نشان‌دهندهٔ تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد بین نمونه‌های قبل از پودر و بعد از پودرکردن است.

مقاومت به ذوب

نتایج تجزیهٔ واریانس (ANOVA) بیان‌کنندهٔ آن است که بین مقاومت به ذوب بستنی‌های به‌دست‌آمده از پودر با مقاومت به ذوب نمونه‌های قبل از پودر اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P<۰/۰۵$). جدول (۷)، مقاومت به ذوب نمونه‌های حاصل از پودر را در مقایسه با نمونه‌های قبل از پودر نشان می‌دهد. در تمامی موارد مقاومت به ذوب نمونه‌های به‌دست‌آمده از پودر نسبت به مقاومت به ذوب بستنی‌های قبل از پودر کاهش یافته‌اند. به‌طورکلی افزایش ثبات امولسیون آمیخته منجربه‌افزایش مقاومت به ذوب بستنی خواهد شد. بدین‌ترتیب می‌توان گفت که تمام مکانیسم‌هایی که بر افزایش ویسکوزیته و ثبات امولسیون آمیختهٔ بستنی مؤثرند بر مقاومت به ذوب بستنی نیز مؤثر می‌باشند. همان‌طوری‌که حرارت‌های بالا در برج خشک‌کن موجب صدمه به امولسیون و بخصوص پروتئین‌ها و کاهش ویسکوزیتهٔ آمیخته می‌شود درنتیجه این عامل بر کاهش مقاومت به ذوب نمونه‌های تولیدشده از چنین پودری کاملاً مشهود می‌باشد. Pardeshi و همکاران (۲۰۱۴) نیز که فرایند خشک‌کردن شیر سویا را بهینه نمودند به نتایج مشابهی دست یافتند.

ویژگی‌های حسی

نتایج تجزیهٔ واریانس (ANOVA) نشان‌دهندهٔ آن بود که بین ویژگی‌های حسی بستنی‌های به‌دست‌آمده از پودر با ویژگی‌های حسی نمونه‌های قبل از پودر اختلاف معنی‌داری وجود ندارد ($P<۰/۰۵$). نتایج به‌دست‌آمده برای خواص حسی نمونه‌های حاصل از پودر نسبت به نمونه‌های قبل از پودر دارای تغییرات کمتری نسبت به ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی بود (جدول ۸). برای مثال، نتایج مربوط به رابطهٔ (۲) و (۳) نشان می‌دهد که از نظر طعم و مزه بین نمونه‌های اولیه با نمونه‌های حاصل از پودر اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. این نتایج بیان‌کنندهٔ آن

است که اگرچه خشک‌کردن باعث می‌شود تا ویسکوزیته یا اوران تا حدودی اُفت کند اما این کاهش آنقدر کم است که در سطوح پایین جایگزینی تأثیری بر خواص حسی بخصوص طعم و پذیرش کلی ندارد.

جدول ۸- ویژگی‌های حسی نمونه‌های مختلف (با وانیل)

فرمول	شیر گاو (درصد)	شیر سویا (درصد)	طعم و مزهٔ بستنی‌های اولیه (ماکزیمم=۹)	طعم و مزهٔ بستنی‌های حاصل از پودر (ماکزیمم=۹)	پذیرش کلی بستنی‌های اولیه (ماکزیمم=۹)	پذیرش کلی بستنی‌های حاصل از پودر (ماکزیمم=۹)
۱	۱۰۰	۰	۶/۹۲±۰/۰۵^{a}	۶/۶۴±۰/۰۱^{b}	۶/۳۸±۰/۱۸^{b}	۶/۵۵±۰/۰۲^{a}
۲	۹۰	۱۰	۶/۹۵±۰/۰۷^{a}	۶/۹۳±۰/۶۱^{a}	۶/۶۵±۰/۱۱^{b}	۶/۷۸±۰/۰۷^{a}
۳	۸۰	۲۰	۶/۵۸±۰/۰۶^{a}	۶/۶۰±۰/۲۱^{a}	۶/۶۸±۰/۱۴^{a}	۶/۳۹±۰/۰۳۵^{b}
۴	۷۰	۳۰	۶/۸۱±۰/۰۲^{b}	۶/۹۴±۰/۷۱^{a}	۶/۴۰±۰/۰۹^{b}	۶/۶۴±۰/۸۰^{a}
۵	۶۰	۴۰	۶/۶۱±۰/۱۰^{a}	۵/۸۷±۰/۲۶^{b}	۶/۰۷±۰/۱۶^{a}	۵/۷۹±۰/۰۲^{b}
۶	۵۰	۵۰	۵/۹۶±۰/۳۴^{a}	۵/۴۱±۰/۳۴^{b}	۶/۰۶±۰/۱۸^{a}	۶/۰۴±۰/۱۵^{a}

* حروف غیرمشابه در ستون‌ها به‌صورت افقی، نشان‌دهندهٔ تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد بین نمونه‌های قبل از پودر و بعد از پودرکردن است.

نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش نشان داد که جایگزینی شیر گاو با شیر سویا می‌تواند بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی بستنی تأثیر گذارد اما خواص منحصربه‌فرد پروتئین‌های شیر سویا باعث شد تا تغییرات ایجادشده بسیار اندک باشد. در بخش ویژگی‌های حسی مهم‌ترین تغییر مربوط به طعم و مزه و پذیرش کلی نمونه‌ها بود که آن هم با افزودن ۱ درصد اسانس وانیل، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. نتیجهٔ مهم دیگری که این تحقیق داشت آن بود که آمیخته‌های بستنی توسط یک خشک‌کن پاششی تبدیل به پودر شدند. سپس با بازسازی پودرها، مجدداً بستنی تولید و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی آنها موردارزیابی قرار گرفت. اگرچه pH، ویسکوزیته، اوران و مقاومت به ذوب نمونه‌های حاصل از پودر نسبت به نمونه‌های قبل از پودر به‌طور معنی‌داری کاهش یافته بودند. اما میزان کاهش آنها موجب تغییر در کیفیت کلی نمونه‌ها نشد به‌صورتی‌که اگر کارخانه‌ای نیاز به آن داشته باشد که آمیختهٔ بستنی را تبدیل به پودر و سپس با بازسازی پودر تولیدشده در هر زمان و مکان، از آن بستنی تهیه نماید این امکان و شرایط برای آن وجود دارد.

منابع

رضوی، س.، حبیبی نجفی، م. و نایب‌زاده، ک. (۱۳۸۰). تاثیر جایگزین های لبنی و نوع پایدار کننده بر خصوصیات شیمیایی و فیزیکی بستنی سویا (پاروین). علوم کشاورزی ایران، ۳۲(۳)، ۶۱۵-۶۲۴ .

سازمان ملی استاندارد ایران. (۱۳۷۸). روش ارزیابی حسی بستنی. (استاندارد ملی ایران، شمارهٔ ۴۹۳۷). برگرفته از http://standard.isiri.gov.ir/StandardFiles/4937.htm

مهدیان، ا. (۱۳۹۰). اثر کاربرد آرد کامل سویا بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی بستنی. فرآوری و تولید مواد غذایی، ۷(۱)، ۴۹-۵۸ .

مهدیان، ا.، مظاهری طهرانی، م. و شهیدی، ف. (۱۳۹۰). بررسی اثر کاربرد آرد کامل سویا بر خصوصیات رئولوژیک بستنی. علوم و صنایع غذایی ایران، ۸(۳۱)، ۱۴-۱۰۷ .

میرچولی برازق، ع. و مظاهری تهرانی، م. (۱۳۹۰). بررسی تاثیر جایگزینی مواد جامد کل بستنی با بادام بر ویژگی های فیزیکی و حسی آن. نوآوری در علوم و فناوری غذایی (علوم و فناوری غذایی)، ۳(۱ (پیاپی ۷))، ۱۹-۲۶ .

یگانه‌زاد، س.، مظاهری طهرانی، م.، شهیدی، ف. و زایرزاده، ا. (۱۳۸۶-آبان). بررسی اثر شیر سویا بر ویژگی های میکروبی، فیزیکو شیمیایی و ارگانولپتیکی ماست پروبایوتیک. ارائه شده در هفدهمین کنگره ملی صنایع غذایی ایران، ارومیه- ۲۳ و ۲۴ آبان.

Ahsan, S., Zahoor, T., Hussain, M., Khalid, N., Khaliq, A., & Umar, M. (2015). Preparation and quality characterization of soy milk based non-dairy ice cream. *International Journal of Food and Allied Sciences, 1*(1), 25-31. doi:http://dx.doi.org/10.21620/ijfaas.2015125-31

Arbuckle, W. S. (1986). *Ice cream*. New York: Van Nostrand Reinhold.

BahramParvar, 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. doi:https://doi.org/10.1177/1082013209353244

Barać, M. B., Stanojević, S. P., Jovanović, S. T., & Pešić, M. B. (2004). Soy protein modification: A review. *Acta periodica technologica*(35), 3-16. doi:https://doi.org/10.2298/APT0435003B

E. Chove, B., Grandison, A. S., & Lewis, M. J. (2007). Some functional properties of fractionated soy protein isolates obtained by microfiltration. *Food Hydrocolloids, 21*(8), 1379-1388. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2006.10.018

Fazaeli, M., Yarmand, M., & Emam-Djomeh, Z. (2018). Optimization of Spray Drying Conditions for Product ion of Ice Cream Mix Powder Flavored With Black Mulberry Juice. *Journal of Agriculture and Science Technology, 18*, 1557-1570.

Fernandes, R. V. d. B., Borges, S. V., & Botrel, D. A. (2013). Influence of spray drying operating conditions on microencapsulated rosemary essential oil properties. *Food Science and Technology, 33*, 171-178. doi:http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612013000500025

Frascareli, E. C., Silva, V. M., Tonon, R. V., & Hubinger, M. D. (2012). Effect of process conditions on the microencapsulation of coffee oil by spray drying. *Food and Bioproducts Processing, 90*(3), 413-424. doi:https://doi.org/10.1016/j.fbp.2011.12.002

Goff, H. D. (2002). Formation and stabilisation of structure in ice-cream and related products. *Current Opinion in Colloid & Interface Science, 7*(5), 432-437. doi:https://doi.org/10.1016/S1359-0294(02)00076-6

Goff, H. D., Davidson, V. J., & Cappi, E. (1994). Viscosity of Ice Cream Mix at Pasteurization Temperatures. *Journal of Dairy Science, 77*(8), 2207-2213. doi:10.3168/jds.S0022-0302(94)77163-0

Iranian National Standardization Organization. (1999). Method for sensory evaluation of icecream. (ISIRI Standard No. 4937). http://standard.isiri.gov.ir/StandardFiles/4937.htm (in Persian)

Ishiwu, C., Obiegbuna, J., & Iwouno, J. (2014). Effect of inlet-air temperature on physico-chemical and sensory properties of spray-dried soy milk. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development, 14*(6), 2239-2253.

Layusa, D. R. C., Barraquio, V. L., Dizon, E. I., Elegado, F. B., & Sevilla, C. C. (2013). Optimization of spray drying parameters for yogurt-ice cream mix. *Philippine Agricultural Scientist, 96*(4), 392-403.

Mahdian, E. (2011). Effect of application of whole soy flour on the physicochemical and sensory properties of ice cream. *Food Processing and Production, 7*(1), 49-58. (in Persian)

Mahdian, E., Mazaheri Tehrani, M., & Shahidi, F. (2011). Evaluation of the effect of Soy Flour on rheological properties of ice cream. *Food Science and Technology, 8*(32), 107-114. (in Persian)

Mirchooli Borazgh, A., & Mazaheri Tehrani, M. (2011). The effect of almond paste as a substitute for total solid of ice cream on the physical and sensory properties. *Innovation in Food Science and Technology (Journal of Food Science and Technology), 3*(1-7), 19-26. (in Persian)

Pardeshi, I., Murumkar, R., & Tayade, P. (2014). Optimization of process for spray drying of soymilk and sprouted soybean milk. *Journal of Grain Processing and Storage, 1*(1), 13-20.

Pourahmad, R., & Ahanian, B. (2015). Production of Cocoa Flavored Soy Milk Ice Cream. *WALIA journal, 31*, 242-248.

Razavi, S. M. A., Habibi Najafi, M. B., & Nsyebzadeh, K. (2001). Effect of Dairy Substitutents and Stabilizers of Chemical & Physical Properties of Soy Ice Cream (Parvin). *32*(3), 615-624. (in Persian)

Sofjan, R. P., & Hartel, R. W. (2004). Effects of overrun on structural and physical characteristics of ice cream. *International Dairy Journal, 14*(3), 255-262. doi:https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2003.08.005

Thaiudom, S. (2007). Effects of ratio of milk fat to soy bean oil and whipping time on qualities of milk ice cream. *Warasan Songkhla Nakharin (Sakha Witthayasat lae Technology), 29*(1), 191-204.

Vega, C., Kim, E. H. J., Chen, X. D., & Roos, Y. H. (2005). Solid-state characterization of spray-dried ice cream mixes. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 45*(2), 66-75. doi:https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2005.07.009

Wangcharoen, W. (2008). Nutrition data and antioxidant capacity of soy milk ice cream and black sesame flavoured soy milk ice cream. *Asian Journal of Food and Agro-Industry, 1*(4), 205-212.

Yeganehzad, S., Mazaheri Tehrani, M., Shahidi, F., & Zaerzadeh, E. (2007, November). *Effect of soy milk on microbial, physicochemical and organoleptic properties probiotic yogurt*. Paper presented at the 17th National Congress of Iranian Food Industries, Urmia, November, 13-14. (in Persian)

A Comparison of Physicochemical and Sensory Characteristics of Ice Cream made from Cow's Milk, Soy Milk, or their Mix Powder

Abdolreza Mirchouli Borazgh[1], Mostafa Mazaheri Tehrani[2*], Seyed Ali Mortazavi[2], Seyed Mohammad Ali Razavi[2]

1- PhD. Student, Department of Food Science & Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
2- Professor, Department of Food Science and Technology, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
* Corresponding author (mmtehrani@um.ac.ir)

Abstract

In this research, in the preparation of ice cream, cow's milk and/or soy milk at a ratio of 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 and 50:50 were substituted. Then, characteristics such as pH, viscosity, overrun, melt resistance and sensory properties were tested. The results indicated that by increasing the cow's milk replacement with soy milk, pH, viscosity and melting resistance significantly increased; however, overrun decreased (P<0.05). The taste and overall acceptability were reduced without the use of vanilla flavor, though no significant difference was observed after adding one percent of vanilla to 40% of the replacement level. The ice cream mixes were spray-dried in a pilot plant spray dryer. The powders were reconstituted and converted into ice cream and their physicochemical and sensory properties were measured and compared with primary mixes. The results showed that the pH, viscosity, overrun and melting resistance of the powder samples compared to the primary specimens significantly decreased, although significant changes in sensory features were not observed when using vanilla (P<0.05).

Keywords: Ice cream, Sensory Properties, Spray drier, Viscosity