مقاله علمی پژوهشی/ نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۳۲ شماره ۱/ سال ۱۴۰۱/ صفحات ۳۱ تا ۴۴
DOI: 10.22034/FR.2021.42067.1765

بررسی ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی ماست غنی‌شده حاوی پودر کدوحلوایی

سیمین دخت جوهری[۱]، سید حسین حسینی قابوس[۲*] و طاهر شاهی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۹/۷/۱۸ تاریخ پذیرش: ۴۰۰/۲/۱۳

[۱] دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاداسلامی، آزادشهر، ایران.
[۲] استادیار مرکز تحقیقات صنایع غذایی شرق گلستان، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، آزادشهر، ایران.
[۳] استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاداسلامی، آزادشهر، ایران.
*مسئول مکاتبه: Email: Hosseinighaboos@yahoo.com

چکیده

زمینه مطالعاتی: امروزه مصرف‌کنندگان بیش از پیش به اثرات غذا بر سلامتی خود اهمیت می‌دهند و مواد غذایی می‌بایست مواد مغذی لازم جهت جلوگیری از بیماری‌های مربوط به تغذیه و نیز بهبود وضعیت جسمی و ذهنی افراد را تأمین نماید. محبوبیت ماست به دلیل میزان بالای کلسیم، ویتامین‌ها، مواد معدنی و میزان پایین چربی آن و همچنین به دلیل اثر سلامت بخشی و مهار باکتری‌های مضر و کمک به افزایش طول عمر می‌باشد. کدوحلوایی یک منبع مناسب از کاروتن، ویتامین‌های محلول در آب و اسیدهای آمینه است. **هدف**: در این پژوهش ویژگی‌های فیزیکی (ویسکوزیته و آب اندازی) و شیمیایی (pH، اسیدیته، فنل کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی) ماست غنی‌شده حاوی پودر کدوحلوایی بررسی شد. **روش کار**: در این پژوهش از پودر کدوحلوایی به مقدار ۰، ۲/۵، ۵ و ۷/۵ درصد در فرمولاسیون ماست ۱/۵ درصد چربی استفاده شد و ویژگی‌های شیمیایی و رئولوژیکی آن در مدت ۲۰ روز نگهداری بررسی شد. **نتایج**: نتایج نشان داد بیشترین میزان آب اندازی (۴۱/۶۸ درصد) مربوط به نمونه شاهد و در زمان ماندگاری ۲۰ روز بود. بیشترین میزان ویسکوزیته (۳۱۹۴ cp) و pH (۴/۳۹) مربوط به نمونه حاوی ۷/۵ درصد پودر کدوحلوایی بود. همچنین نتایج نشان داد بیشترین میزان اسیدیته (۷۴ درجه دورنیک) مربوط به نمونه شاهد بود. بیشترین میزان فنل کل (۱۰ میلی‌گرم در گرم) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی (۷۵ درصد) برای نمونه حاوی ۷/۵ درصد پودر کدوحلوایی به دست آمد. **نتیجه‌گیری نهایی**: با افزایش درصد پودر کدوحلوایی در فرمولاسیون ماست، فعالیت آنتی اکسیدانی و مقدار فنل کل محصول افزایش یافت. به‌طورکلی افزودن پودر کدوحلوایی به فرمولاسیون ماست می‌تواند باعث کاهش آب اندازی محصول و همچنین افزایش ارزش تغذیه‌ای آن گردد.

واژگان کلیدی: آب اندازی، کدوحلوایی، ماست، ویسکوزیته

مقدمه

ماست جزء فراورده‌های تخمیری دارای لخته یکنواخت می‌باشد؛ و در اکثر نقاط جهان تحت عناوین مختلف به مصرف می‌رسد. عامه‌پسندی این فرآورده اولاً به دلیل میزان بالای کلسیم، ویتامین‌ها، مواد معدنی و میزان پایین چربی آن و دوماً به دلیل اثر سلامت‌زایی و مهار باکتری‌های مضر و افزایش طول عمر می‌باشد (اکبر و همکاران ۱۳۹۸؛ حسینی و همکاران ۱۳۹۹). تخمیر

لاکتیکی یکی از روش‌های قدیمی نگهداری مواد غذایی است. (وایت و همکاران ۲۰۰۸). غذای فراسودمند به غذایی اطلاق می‌شود که با اجزای ویژه‌ای غنی‌شده و اثرات مفیدی بر سلامتی داشته باشند. به دلیل کمبود ریزمغذی یا درشت مغذی‌ها در سیستم بدنی جوامع انسانی به‌خصوص در برخی از دوره‌های زندگی، استقبال از مصرف غذاهای غنی‌شده رو به افزایش است. از نظر متخصصان علوم تغذیه نیز، یکی از بهترین راه‌های دریافت این مکمل‌های غذایی ضروری با کمترین عوارض جانبی و به‌صورت گسترده در سطح جامعه، غنی‌سازی مواد خوراکی و آشامیدنی می‌باشد (صالحی ۲۰۲۰). در سال‌های اخیر غذاهای سلامتی بخش با هدف بهبود وضعیت تغذیه‌ای مورد توجه قرار گرفته است که بخش عمده آن مربوط به غذاهای غنی‌شده با فیبر و غذاهای کم‌کالری می‌باشد (حسینی قابوس ۲۰۱۶). فیبر یکی از مهمترین اجزای دیواره سلولی گیاهان است که اثر سودمندی در کاهش کلسترول خون داشته و موجب کاهش بیماری‌های قلبی عروقی و نارسایی‌های روده به‌خصوص سرطان روده بزرگ می‌گردد. تأثیر سلامت بخش ماست به دلیل غنی بودن از اسیدهای آلی به همراه سایر مواد مؤثر در بیماری‌هایی همچون اسهال و کلسترول بالای خون کاملاً مشخص شده است (نجف‌غفاری و حسینی‌قابوس ۲۰۱۶).

کدوحلوایی با نام علمی *Cucurbita moschata* متعلق به جنس cucurbita از خانواده cucurbitaceae است. کدوحلوایی یک محصول فصلی است که اهمیت زیادی برای مصارف انسانی دارد. کدوحلوایی برای استفاده در طب سنتی با خاصیت‌های ضد دیابت، ضد فشار خون، ضد تومور، افزایش سیستم ایمنی بدن، ضد باکتری، ضد کلسترول بالا و ضد التهاب گزارش شده است. همچنین کدو به دلیل مواد مغذی غنی و مواد فعال زیستی مانند فنل‌ها، فلاونوئیدها، ویتامین‌ها (ازجمله β–کاروتن، ویتامین A، ویتامین B2، α–توکوفرول، ویتامین C و ویتامین E)، اسیدهای آمینه، کربوهیدرات‌ها، مواد معدنی (به‌ویژه پتاسیم) و محتوای انرژی پایین آن (در حدود ۱۷ Kcal/g برای کدوی تازه) و مقدار زیاد فیبر آن یک سبزی سالم و کاربردی است (راوی و همکاران ۲۰۱۰؛ گوین و باراکوسا ۲۰۱۰؛ صالحی و آقاجانزاده ۲۰۲۰). باکیرسی و همکاران (۲۰۱۷) اثر فیبر کدوحلوایی بر کیفیت و ماندگاری ماست کم‌چرب همنزده را بررسی کردند. نتایج این پژوهش نشان داد که فیبر کدوحلوایی کیفیت فیزیکی را بهبود بخشیده و به بهبود ویژگی‌های بافتی ماست نیم چربی کمک می‌کند. در پژوهشی دیگر اثر سینرژیستی روغن‌های اساسی نعناع و سیر بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی بورانی کدوسبز توسط فدوی و همکاران (۲۰۲۰) بررسی شده است. نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده ترکیبی از این دو روغن اساسی باعث کاهش سریعتر تعداد مخمرها می‌شود. سنجش‌های ارگانولپتیک نشان داد که تیمار ۰/۰۵ درصد روغن اساسی سیر بالاترین امتیاز را کسب کرده است. خصوصیات آنتی‌اکسیدانی، به زیست فعالی فنل‌ها نسبت داده شده است که دارای خواص شلاته کردن فلزها، مهار آنزیم‌ها و رادیکال‌های آزاد هستند. ما در این پژوهش بر آن شدیم کدوحلوایی را به‌عنوان یک افزودنی به ماست اضافه کرده و خواص آن را مورد بررسی قرار دهیم.

مواد و روش‌ها

تهیه و آماده‌سازی مواد اولیه

کدوحلوایی مورد استفاده در این تحقیق در فرودین ماه تهیه و در آون (دمای ٤٥ درجه سیلسیوس) خشک شد و سپس با استفاده از آسیاب آزمایشگاهی با مش ٦٣ میکرون به‌صورت پودر در آمد و تا زمان استفاده در دمای ٤ درجه سیلسیوس نگهداری شد.

تهیه ماست حاوی پودر کدوحلوایی

جهت تهیه ماست‌های حاوی کدوحلوایی از شیر آماده در خط تولید ماست کارخانه با چربی ۱/۵ درصد و

مواد جامد بدون چربی ۸/۱۶ درصد استفاده شد. در واقع شیری که با هموژنایزر همگن (در دمای ۷۰-۶۰ درجه سیلسیوس و فشار ۱۶۰-۱۵۰ بار) و توسط دستگاه پاستوریزاتور، پاستوریزه (دمای ۹۲ درجه سیلسیوس به مدت ۵ دقیقه) شده بود به مقدار مورد نیاز در ظروف ۵ لیتری استریل به قسمت پایلوت برده شده و پس از افزودن کشت آغازگر (به مقدار ۲٪ در دمای ۴۲ درجه سیلسیوس ، استارتر تجاری حاوی گونه‌های استرپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس دلبروکی زیر گونه بولگاریکوس، DSM استرالیا) و مقادیر ۰، ۲/۵، ۵ و ۷/۵ درصد پودر کدوحلوایی، شیر مایه زده شده، توسط دستگاه پرکن در ظروف ۵۰ گرمی پر و درب بندی شد. در هر مرتبه تقریباً ۱۰۰ عدد نمونه تهیه شد. سپس گرمخانه گذاری تا رسیدن اسیدیته نمونه به ۶۵ دورنیک انجام شد. برای این منظور در اواخر زمان تخمیر پیش‌بینی شده (به‌صورت تجربی) هر ۵ دقیقه یکبار اسیدیته نمونه اندازه‌گیری می‌شد. گرمخانه مورد استفاده، گرمخانه سلولی صنعتی بود. نمونه‌ها به‌گونه‌ای در آن قرار داده شدند که تمام نمونه در یک سطح و موقعیت در گرمخانه قرار گیرند که جهت گرم شدن یکسان نمونه‌ها بسیار مهم است. پس از گرمخانه گذاری نمونه در دمای ۴ درجه سیلسیوس سردخانه گذاری شدند.

ویسکوزیته

اندازه‌گیری ویسکوزیته با استفاده از ویسکومتر بروکفیلد (آمریکا) با اسپیندل LV64 در سرعت برشی ثابت ۴۰ دور بر دقیقه و دمای ۸ درجه انجام شد. برای این منظور ۲۵۰ میلی لیتر نمونه درون یک بشر شیشه ای ۲۵۰ میلی لیتری ریخته شد و با استفاده از قاشق پلاستیکی به مدت ۲۰ ثانیه هم زده شده و پس از روشن کردن دستگاه بعد از ۳۰ ثانیه ویسکوزیته بر حسب سانتی پواز گزارش شد (رزمخواه شربیانی و همکاران ۱۳۸۹).

زمان تخمیر

جهت اندازه‌گیری زمان تخمیر از هنگام گرمخانه گذاری نمونه ها، هر ۳۰ دقیقه یک بار اسیدیته اندازه‌گیری شد.

اسیدیته

برای ماست از تیتراسیون ۱۰ گرم نمونه در مجاورت فنل فتالئین با استفاده از سود ۰/۱ نرمال انجام شد و نتیجه بر اساس درجه دورنیک بیان شد (امیری عقدایی و همکاران، ۱۳۸۹).

اندازه‌گیری pH

به منظور اندازه‌گیری pH از pH متر استفاده شد. ابتدا الکترود دستگاه با آب مقطر شستشو و سپس با پارچه مخصوص خشک گردید. دستگاه با استفاده از محلول-های بافر pH ۴، ۷ و ۱۰ کالیبره شد. مجددا الکترود دستگاه با آب مقطر شستشو و سپس با پارچه مخصوص خشک گردید. با قرار دادن الکترود داخل نمونه ماست با دمای آزمایشگاه، pH خوانده شد.

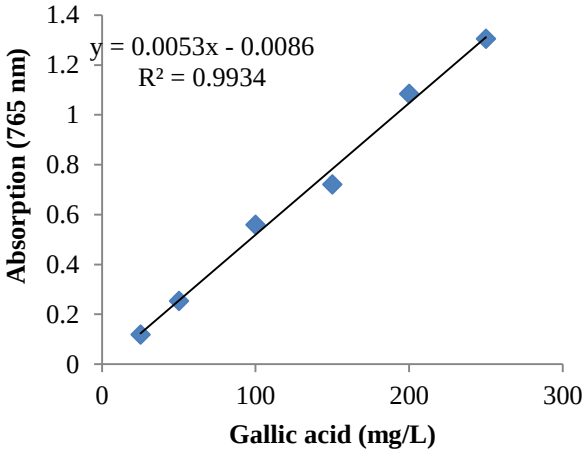
سینرزیس

برای تعیین سینرزیس مقدار ۵۰ گرم ماست روی کاغذ صافی قرار داده شده روی یک قیف، توزین شد و مدت ۲ ساعت در دمای یخچال قرار گرفت. آب جمع شده در ارلن مایر توزین و درصد سینرزیس محاسبه شد (تمیم و همکاران ۱۹۹۶).

ترکیبات فنلی محلول در آب

جهت اندازه‌گیری ترکیبات فنلی محلول در آب نمونه‌ها در ابتدا نیاز به استخراج عصاره از ماست بود. برای این منظور ابتدا ۵ گرم نمونه هموزن شده، با ۲/۵ میلی-لیتر آب مقطر مخلوط شده و pH با استفاده از اسید کلریدریک ۱ درصد روی ۴ تنظیم شد. پس از ۲۰ دقیقه سانتریفوژ کردن با سرعت ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه در دمای ۴ درجه سیلسیوس، pH با استفاده از هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال به ۷ رسید و دوباره با همان شرایط، سانتریفوژ انجام شد. ۱ میلی‌لیتر عصاره استخراج شده و ۱ میلی‌لیتر اتانول و ۵ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شده و سپس ۰/۵ میلی‌لیتر محلول فولین سیوکالته اضافه

شد. بعد از ۵ دقیقه ۱ میلی‌لیتر کربنات سدیم ۵ درصد اضافه شد و یک ساعت بعد (نگهداری نمونه‌ها در تاریکی و دمای اتاق) جذب در ۷۲۵ نانومتر خوانده شد. نمودار استاندارد با استفاده از غلظت‌های مختلف گالیک اسید ترسیم شد. در نهایت با استفاده از منحنی کالیبراسیون اسید گالیک و معادله‌ی به دست آمده میزان فنول کل بر حسب میلی‌گرم در گرم محاسبه گردید (غیاثی و همکاران ۱۳۹۱).



شکل ۱- منحنی استاندارد برای گالیک اسید
Figure 1- Standard curve for Gallic acid

اندازه‌گیری میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی

اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های ماست با استفاده از اندازه‌گیری اثر مهارکنندگی رادیکالهای آزاد انجام شد (بابا و مالیک ۲۰۱۵). ۳ میلی‌لیتر محلول ۶۰ میکرو مولار رادیکال آزاد DPPH در اتانول ۹۵ درصد به ۲۵۰ میکرولیتر عصاره استخراج شده (استخراج شده در مرحله قبل، جهت اندازه‌گیری ترکیبات فنلی محلول در آب) و محلول اتانول (شاهد) اضافه شد. سپس لوله-های آزمایش حاوی محلول به مدت ۳۰ دقیقه در شرایط تاریک نگهداری شد تا اثر بخشی مهار رادیکالی توسط DPPH صورت پذیرد. پس از طی مدت زمان لازم، توسط دستگاه اسپکترفتومتر در طول موج ۵۱۷ نانومتر میزان جذب اندازه‌گیری شد و سپس با توجه به رابطه زیر درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی محاسبه شد.

$$\text{درصد مهار رادیکال‌های آزاد } DPPH = \frac{A_c - A_s}{A_c} \times 100$$

Ac: میزان جذب نمونه شاهد As : میزان جذب هر یک از نمونه‌ها

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار EXCEL انجام شد. از آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) استفاده شد (صالحی ۲۰۱۷).

نتایج و بحث

بررسی ویژگی‌های ماست حاوی پودر کدوحلوایی

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) داده‌ها نشان داد که اثر سطوح مختلف پودر کدوحلوایی و مدت ماندگاری از نظر صفات آب اندازی و ویسکوزیته در ماست اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد نشان دادند. همچنین اثرات متقابل آنها از نظر صفات آب اندازی در ماست اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد نشان داد اما از نظر ویسکوزیته در ماست اختلاف معنی‌داری نداشت.

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر پودر کدو، مدت ماندگاری (روز) و اثرات متقابل بر صفات فیزیکی ماست

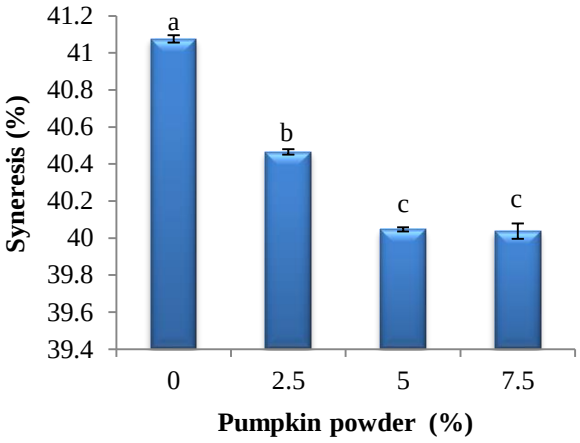
Table 1- Analysis of variance of pumpkin powder, shelf life (days) and interactions on physical attributes of yogurt

Source of variation	Degree of Freedom (DF)	Syneresis	Viscosity
Pumpkin powder	3	15.85	3652.15
Day	3	12.11	2154.23
Pumpkin powder* Day	9	10.66	1254.66
Error	32	5.89	15.95
Coefficient of variation		2.76	3.23

** Significant difference at 1% level, * Significant difference at 5% level, $^{n.s}$ No significant difference

اثر پودر کدوحلوایی روی آب‌اندازی

همانطور که نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۲)، نشان می‌دهد بیشترین میزان آب اندازی (۴۱/۰۷۵ درصد) مربوط به نمونه شاهد و کمترین میزان آن (۴۰/۳۷۵ درصد) مربوط به پودر کدوحلوایی ۷/۵ درصد بود که البته از لحاظ آماری با پودر کدوحلوایی ۵ درصد اختلاف معنی‌داری نداشت.



شکل ۲- تأثیر پودر کدوحلوایی بر آب اندازی ماست

Figure 2- The effect of pumpkin powder on the yogurt syneresis

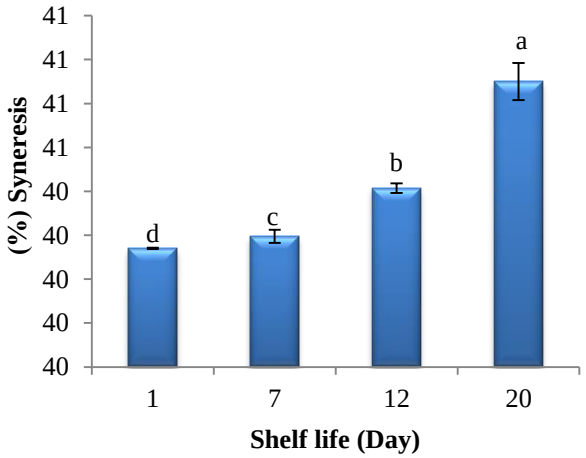
Means with different superscripts differ significantly (P<0.05)

تأثیر زمان ماندگاری روی آب اندازی

برطبق نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۳)، بیشترین میزان آب اندازی (۴۰/۶۵ درصد) مربوط به زمان ماندگاری ۲۰ روز و کمترین میزان آن (۲۷/۴۰ درصد) مربوط به روز اول ماندگاری بود (P<0.05).

تأثیر اثرات متقابل پودر کدوحلوایی و زمان ماندگاری روی آب اندازی

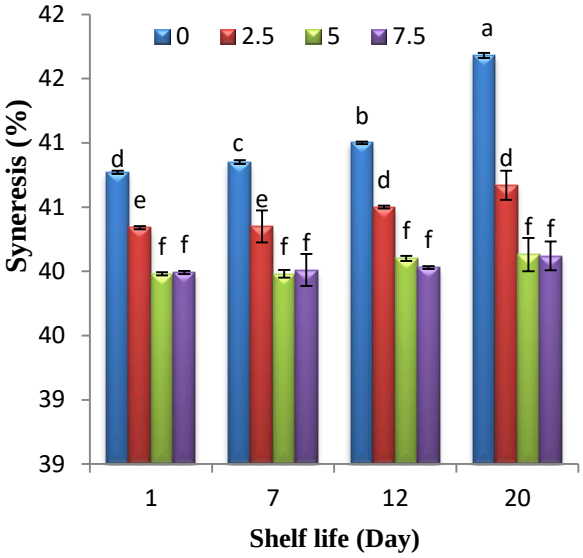
همانطور که نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ٤)، اثر زمان ماندگاری و پودر کدوحلوایی نشان می‌دهد بیشترین میزان آب اندازی (۴۱/٦۸ درصد) مربوط به اثرات متقابل نمونه شاهد در زمان ماندگاری ۲۰ روز بود.



شکل ۳- تأثیر زمان ماندگاری بر آب اندازی ماست

Figure 3- The effect of shelf life on the yogurt syneresis

Means with different superscripts differ significantly (P<0.05)



شکل۴- اثرات پودر کدوحلوایی و زمان ماندگاری بر آب اندازی ماست

Figure 4- The effect of pumpkin powder and shelf life on the yogurt syneresis

Means with different superscripts differ significantly (P<0.05)

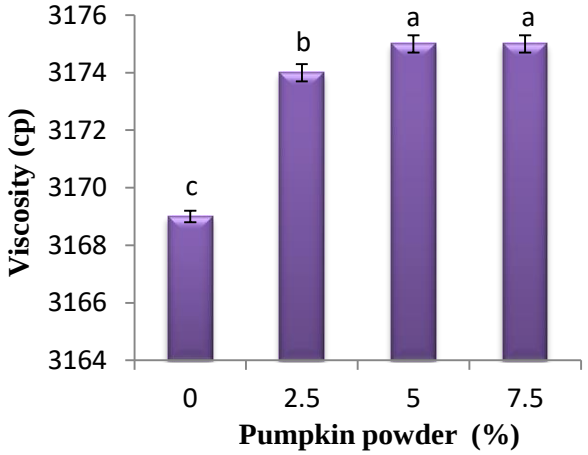
همچنین نتایج نشان داد کمترین میزان آن (۳۹/۹۸ درصد) مربوط به اثر پودر کدوحلوایی ۵ درصد در زمان ماندگاری ۱ روز بود که البته از لحاظ آماری با پودر کدوحلوایی ۷/۵ درصد در زمان ماندگاری ۱ روز و پودر کدوحلوایی ۵ و ۷/۵ درصد در زمان ماندگاری ۱۲ و ۲۰ روز اختلاف معنی‌داری نداشت. امیری عقدایی و همکاران (۱۳۸۹) نشان دادند افزودن هیدروکلوئید دانه‌ی اسفرزه (غلظت‌های ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲٪) به ماست کم چرب میزان آب اندازی را کاهش داد و با افزایش زمان نگهداری میزان آب اندازی روند نزولی داشت.

ویسکوزیته

جدول تجزیه واریانس (جدول ۱)، نشان داد، افزودن پودر کدو، زمان ماندگاری و اثرات متقابل آنها تأثیر معنی‌داری بر ویسکوزیته ماست در سطح ۵ درصد نشان می‌دهد.

اثر پودر کدوحلوایی روی ویسکوزیته

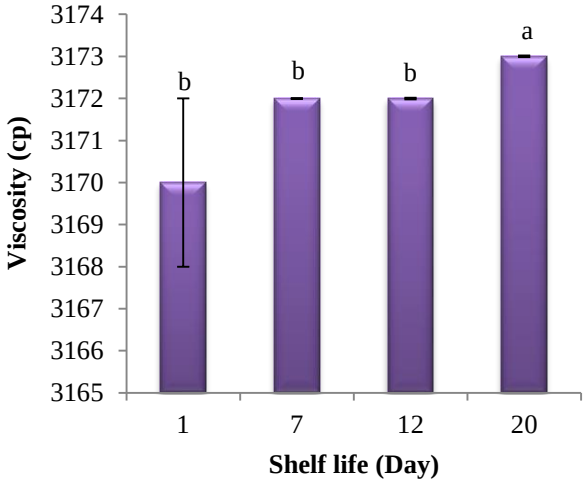
نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۵)، نشان داد بیشترین میزان ویسکوزیته (۳۱۹٤cp) مربوط به پودر کدوحلوایی ۷/۵ درصد بود که البته از لحاظ آماری با پودر کدوحلوایی ۵ درصد اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین میزان آن مربوط به تیمار شاهد بود.



شکل ۵- تأثیر پودر کدوحلوایی بر ویسکوزیته ماست

Figure 5- The effect of pumpkin powder on the yogurt viscosity

Means with different superscripts differ significantly (P<0.05)



شکل ۶- تأثیر زمان ماندگاری بر ویسکوزیته ماست

Figure 6- The effect of shelf life on the yogurt viscosity

Means with different superscripts differ significantly (P<0.05)

تأثیر زمان ماندگاری روی ویسکوزیته

برطبق نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ٦)، بیشترین میزان ویسکوزیته (cp ۳۱۷۳) مربوط به زمان ماندگاری ۲۰ روز و کمترین میزان آن (cp ۳۱۷۰) مربوط به روز اول ماندگاری بود که البته از لحاظ آماری با روز ۷ و ۱۲ هم اختلاف معنی‌داری نداشت.

باکتری‌های لاکتیکی ماست با گذشت زمان و مصرف ترکیبات قندی در ماست، پلی‌ساکاریدهای خارج سلولی بیشتری تولید می‌کنند که بر این امر مؤثر است. کشت آغازگر استفاده شده در این تحقیق نیز از قابلیت تولید پلی‌ساکارید زیادی برخوردار است که این امر در تولید ماست با پودر کدوحلوایی (به دلیل نیاز به کم کردن میزان آب اندازی) اهمیت زیادی دارد. اثر استفاده از پکتین، صمغ دانه مرو و ریحان بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی ماست چکیده بدون چربی توسط رزمخواه شربیانی و همکاران (۱۳۸۹) مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور اثرات این صمغ‌ها در مقادیر ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲ درصد پس از ۱ و ۷ روز نگه داری روی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی نمونه‌ها در مقایسه با نمونه شاهد (فاقد صمغ) مورد مطالعه قرار گرفت. ویژگی‌های فیزیکوشیمایی شامل درصد مواد جامد، نرمی، ویسکوزیته ظاهری و میزان آب اندازی محصول نهایی بود. در آزمون حسی طعم، بو، رنگ و احساس دهانی ماست چکیده فاقد چربی مورد ارزیابی قرار گرفت. با افزودن صمغ و افزایش غلظت آن درصد مواد جامد، آب اندازی، نرمی و ویسکوزیته نمونه‌ها کاهش یافت و بیشترین امتیاز حسی در نمونه‌های حاوی ۰/۰۵ درصد صمغ مشاهده شد. بیشترین ویسکوزیته ظاهری امتیاز حسی مربوط به نمونه‌های صمغ مرو بود و نمونه‌های حاوی پکتین سفت ترین نمونه‌ها بوده و بیشترین درصد مواد جامد را داشتند. نگه داری نمونه‌های سبب کاهش ویسکوزیته ظاهری و افزایش میزان آب اندازی، نرمی و بهبود ویژگی‌های حسی نمونه‌ها گردید.

امیری عقدایی و همکاران (۱۳۸۹) به بررسی تأثیر هیدروکلوئید دانه اسفرزه بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی ماست کم چرب پرداختند. ماست‌های حاوی غلظت‌های مختلف هیدروکلوئید اسفرزه به لحاظ ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی در زمان‌های ۱، ۷، ۱۵ روز پس از نگه داری با نمونه‌های کنترل مورد مقایسه قرار گرفت. نمونه‌های حاوی هیدروکلوئید ویسکوزیته بالاتری در مقایسه با نمونه‌های کنترل داشتند و بالاترین ویسکوزیته در نمونه‌های حاوی اسفرزه ۰/۲ و پس از ۱۵ روز نگه داری مشاهده شد. نتایج حاصل از ارزیابی حسی نیز نشان داد که افزودن هیدروکلوئید دانه اسفرزه در سطح ۰/۱ درصد باعث بهبود ویژگی‌های حسی ماست شده است.

ویژگی‌های شیمیایی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سطوح مختلف پودر کدوحلوایی از نظر صفات pH، اسیدیته، فنل کل و آنتی‌اکسیدان در ماست اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند ($P<0.05$) (جدول ۲). همچنین اثر مدت ماندگاری از نظر صفات pH، اسیدیته و فنل کل در ماست اختلاف معنی‌داری نشان دادند اما اثرات متقابل آنها از نظر صفات pH، اسیدیته، فنل کل و آنتی‌اکسیدان در ماست اثر معنی‌داری نداشتند.

اثر پودر کدوحلوایی روی میزان pH

همانطور که نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۷)، نشان می‌دهد، بیشترین میزان pH (٤/۳۹) مربوط به پودر کدوحلوایی ٥ درصد بود و کمترین میزان آن (٤/۳۷) مربوط به پودر کدوحلوایی ۰ درصد بود.

جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر پودر کدوحلوایی، مدت ماندگاری (روز) و اثرات متقابل بر صفات شیمیایی ماست

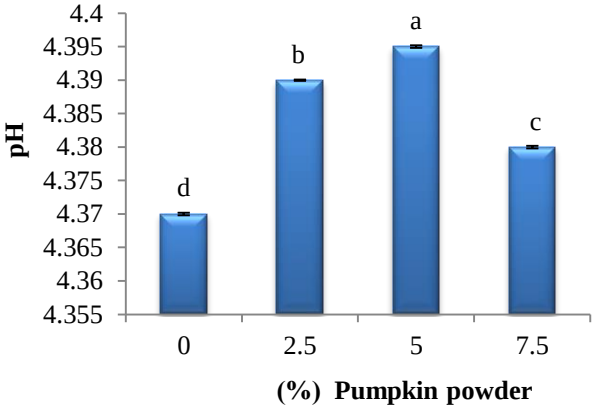
Table 2- Analysis of variance of pumpkin powder, shelf life (days) and interactions effects on chemical attributes of yogurt

Source of variation	Degree of Freedom (DF)	pH	Acidity	Total phenol	Antioxidant activity
Pumpkin powder	3	0.432*	23.25*	43.67*	55.78*
Day	3	0.325*	32.37*	6.99*	72.77 ns
Pumpkin powder* Day	9	1.45ns	21.26 ns	45.87 ns	78.86 ns
Error	32	2.87	1.32	5.87	3.99
Coefficient of variation		6.55	9.66	6.98	3.11

** Significant difference at 1% level, * Significant difference at 5% level, n.s No significant difference

اثر زمان ماندگاری روی میزان pH

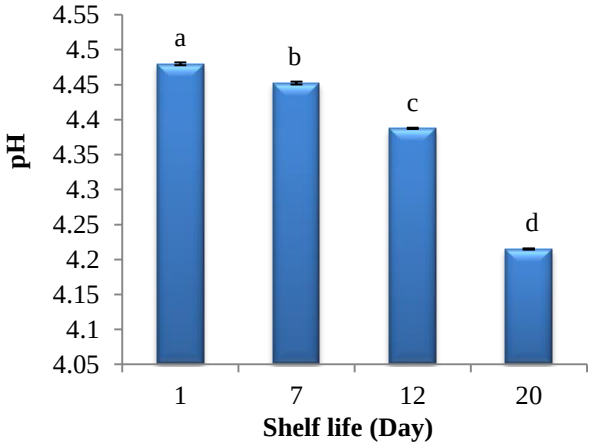
برطبق نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۸)، بیشترین میزان pH (٤/٤٨) مربوط به زمان ماندگاری ۱ روز و کمترین میزان آن (٤/٢١) مربوط به زمان ماندگاری ۲۰ روز بود (P<0.05).



شکل ۷- تأثیر پودر کدوحلوایی بر pH ماست

Figure 7- The effect of pumpkin powder on the yogurt pH

Means with different superscripts differ significantly (P<0.05)



شکل ۸- تأثیر مدت ماندگاری (روز) بر pH ماست

Figure 8- The effect of shelf life on the yogurt pH

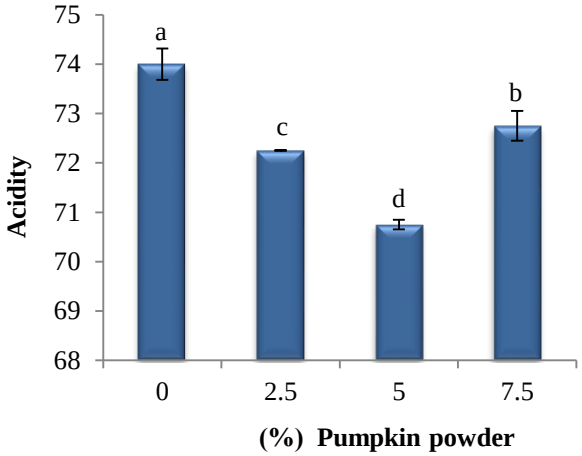
Means with different superscripts differ significantly (P<0.05)

لطفی زاده دهکردی و همکاران (۲۰۱۳) به مطالعه تأثیر عصاره گیاه شنگ بر خواص حسی، ماندگاری و میزان ویسکوزیته ماست پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که افزودن عصاره شنگ روی خواص شیمیایی ماست تاثیرگذار بوده و باعث کنترل افزایش اسیدیته و کنترل کاهش pH ماست می‌شود. همچنین سبب افزایش ماندگاری ماست گردیده و ظرفیت نگه‌داری آب را افزایش و میزان آب اندازی ماست را کاهش می‌دهد.

اثر پودر کدوحلوایی روی اسیدیته

جدول تجزیه واریانس (جدول ۲)، نشان داد، اثر پودر کدوحلوایی و زمان ماندگاری موجب تغییرات معنی‌دار اسیدیته نمونه‌ها در سطح ۵ درصد شده است. همانطور که نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۹)، نشان می‌دهد

بیشترین میزان اسیدیته (۷٤ دورنیک) مربوط به نمونه شاهد و کمترین میزان آن (۷۰/۷۵ دورنیک) مربوط به پودر کدوحلوایی ۵ درصد بود (P<0.05).



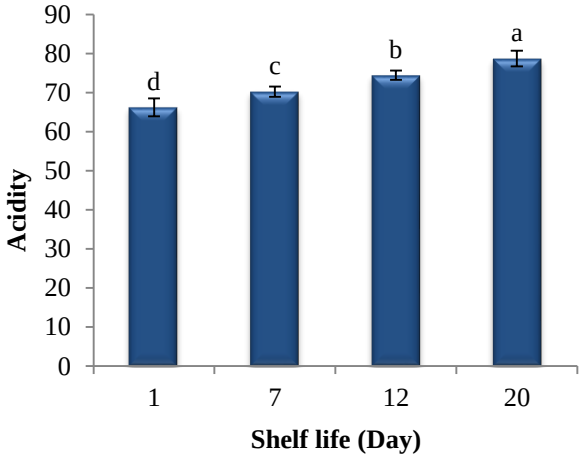
شکل ۹- تأثیر پودر کدوحلوایی بر اسیدیته ماست

Figure 9 - The effect of pumpkin powder on the yogurt acidity

Means with different superscripts differ significantly (P<0.05)

اثر زمان ماندگاری روی اسیدیته

بر طبق نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۱۰)، بیشترین میزان اسیدیته (۷۸/۷۵ دورنیک) مربوط به زمان ماندگاری ۲۰ روز و کمترین میزان آن (٦٦/۲۵ دورنیک) مربوط به زمان ماندگاری ۱ روز بود (P<0.05).



شکل ۱۰- تأثیر مدت ماندگاری بر اسیدیته ماست

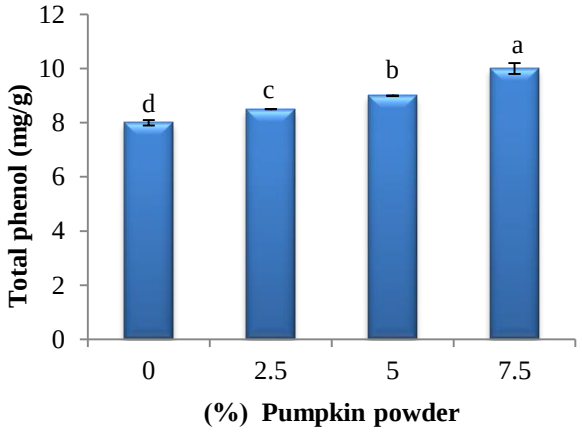
Figure 10- The effect of shelf life on the yogurt acidity

Means with different superscripts differ significantly (P<0.05)

افزایش اسیدیته مشاهده شده در روز ۱۲ و ۲۰ روز نگهداری به دلیل فعالیت باکتری‌های لاکتیکی ماست طی دوره نگهداری بوده است. شاکریان و همکاران (۲۰۱۲) اثر اسانس و پودر کرفس بختیاری را بر خواص حسی و ماندگاری ماست مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که اسانس کرفس کوهی بر خواص فیزیکوشیمیایی ماست تأثیر گذار بوده و باعث کنترل افزایش اسیدیته ماست می‌شود اما ظرفیت نگهداری آب را کاهش می‌دهد. همچنین خواص حسی را افزایش داده و بیشترین تأثیر بر طعم و عطر دارد و باعث افزایش ماندگاری ماست می‌شود که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

اثر پودر کدوحلوایی روی ترکیبات فنلی

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲)، سطوح مختلف پودر کدوحلوایی و مدت ماندگاری از نظر فنل کل در ماست اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند. همانطور که نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۱۱)، نشان می‌دهد، بیشترین میزان فنل کل (۱۰ میلی‌گرم در گرم) مربوط به پودر کدوحلوایی ۷/۵ درصد بود و کمترین میزان آن (۸ میلی‌گرم در گرم) مربوط به پودر کدوحلوایی ۰ درصد بود (P<0.05).



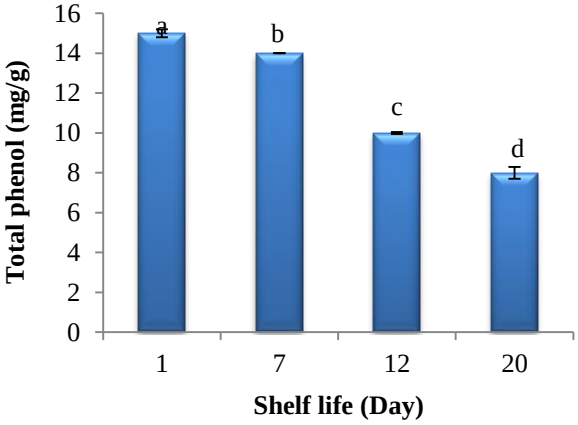
شکل ۱۱- تأثیر پودر کدوحلوایی بر فنل کل ماست

Figure 11- The effect of pumpkin powder on the yogurt total phenol

Means with different superscripts differ significantly (P<0.05)

اثر زمان ماندگاری روی ترکیبات فنلی محلول در آب

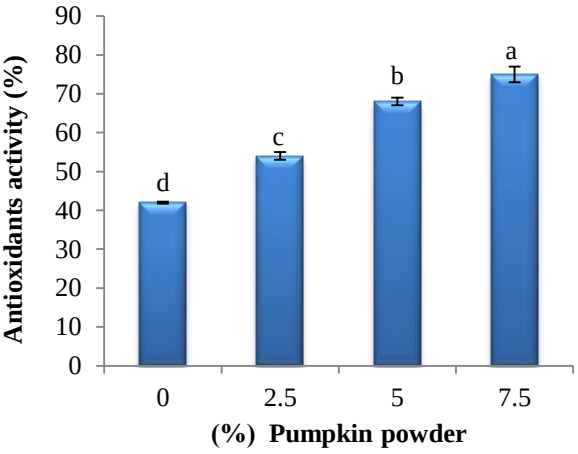
برطبق نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۱۲)، بیشترین میزان فنل (۱۷ میلی‌گرم در گرم) مربوط به زمان ماندگاری ۱ روز و کمترین میزان آن (۱۰ میلی‌گرم در گرم) مربوط به زمان ماندگاری ۲۰ روز بود (P<0.05).



شکل ۱۲- تأثیر مدت ماندگاری بر فنل کل ماست

Figure 12- The effect of shelf life on the yogurt total phenol

Means with different superscripts differ significantly (P<0.05)



شکل ۱۳- تأثیر پودر کدوحلوایی بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی

Figure 13 - The effect of pumpkin powder on the antioxidant activity

Means with different superscripts differ significantly (P<0.05)

اثر پودر کدوحلوایی روی فعالیت آنتی‌اکسیدانی

نتایج تجزیه واریانس (جدول ٤) نشان داد که اثر سطوح مختلف پودر کدوحلوایی روی فعالیت آنتی‌اکسیدانی در ماست اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد دارد (P<0.05). همانطور که نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۱۳)، نشان می‌دهد، بیشترین میزان آنتی‌اکسیدانی (۷۵ درصد) مربوط به پودر کدوحلوایی ۷/۵ درصد بود. همچنین نتایج نشان داد کمترین میزان آن (٤٢ درصد) مربوط به پودر کدوحلوایی صفر درصد بود؛ که با نتایج غیاثی و همکاران (۱۳۹۱) که فرمولاسیون ماست طعم دار میوه ای قالبی با استفاده از رنگ دانه‌های طبیعی و بررسی ویژگی‌های آن را مورد مطالعه قرار دادند، مطابقت دارد. نتایج حاصل نشان داد که ٦٪ عصاره میوه و ۲٪ عصاره چغندر قرمز، مناسب ترین مقادیر، جهت تهیه ماست طعم دار توت فرنگی هستند و پذیرش کلی آن به‌طور معنی داری بیشتر از ماست ساده می‌باشد. کاهش معنی داری در ویژگی‌های حسی و رنگ ماست طعم دار میوه ای در طول نگه داری مشاهده نشد و همچنین عصاره طبیعی چغندر قرمز موجب شد تا ترکیبات فنولی محلول در آب و فعالیت آنتی اکسیدان آن در طول مدت نگه داری، بیشتر از ماست ساده باشد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. بهراد و همکاران (۲۰۰۹) اثر افزودن عصاره‌ی دارچین و شیرین بیان بر فعالیت آنتی اکسیدانی ماست پروبیوتیک را بررسی کردند. نتایج این پژوهش نشان داد در سرتاسر دوره‌ی یخچالی فعالیت آنتی اکسیدانی ماست‌های حاوی عصاره‌ی دارچین یا شیرین بیان در مقایسه با نمونه‌ی کنترل افزایش پیدا کرد. بیشترین فعالیت آنتی اکسیدانی مربوط به نمونه‌ی ماست حاوی عصاره دارچین و در روز ۷ از دوره‌ی یخچالی بود.

نتیجه‌گیری

همانند بسیاری از محصولات لبنی عامه‌پسند، مصرف ماست از رشد قابل‌توجهی برخوردار است؛ عامه‌پسندی این فرآورده اولاً به دلیل میزان بالای کلسیم، ویتامین‌ها، مواد معدنی و میزان پایین چربی آن و دوماً به دلیل اثر سلامت‌زایی و مهار باکتری‌های مضر و افزایش طول

عمر، می‌باشد. نتایج این تحقیق نشان داد بیشترین میزان آب اندازی (۴۱/۶۸ درصد) مربوط به اثرات متقابل نمونه شاهد در زمان ماندگاری ۲۰ روز، بیشترین میزان ویسکوزیته (۳۱۹۴ cp) مربوط به پودر کدوحلوایی ۷/۵ درصد، بیشترین میزان pH (۴/۳۹) مربوط به پودر کدوحلوایی ۵ درصد، بیشترین میزان اسیدیته (۷۴ درجه دورنیک) مربوط به نمونه شاهد بود. همچنین بیشترین میزان فنل کل (۱۰ میلی‌گرم در گرم) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی (۷۵ درصد) مربوط به نمونه حاوی ۷/۵ درصد پودر کدوحلوایی بود.

منابع مورد استفاده

اکبر ر، سلطانی م و مصلحی شاد م، ۱۳۹۸. تاثیر استفاده از شیره خرما بر ویژگی‌های کیفی ماست بدون چربی، پژوهش های صنایع غذایی، ۲۹(۴)، ۲۱۵-۲۰۱.

امیری عقدایی س س، اعلمی م و رضایی ر، ۱۳۸۹. بررسی تأثیر هیدروکلوئید دانه اسفرزه بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی و حسی ماست کم چرب، پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران، ۶(۳)، ۲۰۹-۲۰۱.

حسینی م، لشکری ف و قنبرزاده ب، ۱۳۹۹. تاثیر ترکیب هیدروکلوئیدهای اینولین- ژلاتین و پلی‌دکستروز - ژلاتین بر خصوصیات رئولوژیکی و حسی ماست کم‌چرب پری بیوتیک، پژوهش های صنایع غذایی،۳۰(۴)، ۱۳۵-۱۲۳.

رزمخواه شربیانی س، رضوی س م ع، بهزاد خ و مظاهری طهرانی م، ۱۳۸۹. بررسی تاثیر استفاده از پکتین، صمغ دانه‌های مرو و ریحان بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی ماست چکیده بدون چربی، پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران، ۶(۱)، ۴۵-۳۳.

غیاثی ح، مقصودلو ی، خمیری م، صادقی ماهونک ع، ۱۳۹۱، فرمولاسیون ماست طعم دار میوه ای قالبی با استفاده از رنگ دانه طبیعی و بررسی ویژگی های آن، نوآوری در علوم و فناوری غذایی، ۴(۲)، ۹-۱.

نجف‌غفاری ط و حسینی‌قابوس س ح، ۱۳۹۸. اثر تغییر مقدار چربی بر ویژگی‌های شیمیایی و رئولوژیکی ماست حاوی پودر سیب زمینی ترشی در طی زمان نگهداری، پژوهش های صنایع غذایی، ۲۹(۴)، ۱۶۹-۱۵۳.

Baba SA and Malik SA, 2015. Determination of total phenolic and flavonoid content, antimicrobial and antioxidant activity of a root extract of Arisaema jacquemontii Blume. Journal of Taibah University for Science 9(4): 449-454.

Bakirci S, Dagdemir E, Boran, OS and Hayaloglu AA, 2017. The effect of pumpkin fibre on quality and storage stability of reduced-fat set-type yogurt. International Journal of Food Science and Technology 52: 180-187.

Behrad S, Yusof MY, Goh KL and Baba AS, 2009. Manipulation of probiotics fermentation of yogurt by cinnamon and licorice: effects on yogurt formation and inhibition of Helicobacter pylori growth in vitro. World Academy of Science, Engineering and Technology 60: 590-594.

Fadavi A, Pajohi-Alamoti M, Karami M. 2020. Synergistic effect of peppermint and garlic essential oil on fate of Kluyveromyces marxianus in Zucchini Bouranee. Journal of Food Safety 40: 12779.

Guiné RPF and Barroca MJ, 2010. Effect of drying on the textural attributes of bell pepper and pumpkin. 17th International Drying Symposium (IDS) Magdeburg, Germany, 3-6 October.

Hosseini Ghaboos S H, 2016. Production of pumpkin powder with vacuum-infrared system and its use in the formulation of spong cake. In: Food science and technology, Islamic Azad University, Science and Research Brach, Tehran, pp. 122.

Lotfizade Dehkordi S, Shakerian A and Mohammadi Nafchi A, 2013. Effect of extract from *Tragopogon graminifolius* DC. On properties sensory, shelf life and the viscosity rate yogurt. Journal of Herbal Drugs (An International Journal on Medicinal Herbs) 4(1): 49-57.

Mirhosseini H, Rashid NFA, Amid BT, Cheong KW, Kazemi M, Zulkurnain M, 2015. Effect of partial replacement of corn flour with durian seed flour and pumpkin flour on cooking yield, texture properties, and sensory attributes of gluten free pasta, LWT-Food Science and Technology 63: 184-190.

Nawirska A, Figiel A, Kucharska A Z, Sokół-Łętowska A, Biesiada A, 2009. Drying kinetics and quality parameters of pumpkin slices dehydrated using different methods. Journal of Food Engineering 94: 14-20.

Obradović V, Babić J, Šubarić D, Jozinović A, Ačkar Đ, Klarić I, 2015. Influence of dried Hokkaido pumpkin and ascorbic acid addition on chemical properties and colour of corn extrudates, Food Chemistry 183: 136-143.

Ravi U, Menon l and Anupama M, 2010. Formulation and quality assessment of instant dhokla mix with incorporation of pumpkin flour. Journal of Scientific & Industrial Research 69: 956- 960.

Salehi F and Aghajanzadeh S, 2020. Effect of dried fruits and vegetables powder on cakes quality: A review. Trends in Food Science & Technology 95: 162-172.

Salehi F, 2017. Rheological and physical properties and quality of the new formulation of apple cake with wild sage seed gum (*Salvia macrosiphon*). Journal of Food Measurement and Characterization 11(4): 2006-2012.

Salehi F, 2020. Recent applications of powdered fruits and vegetables as novel ingredients in biscuits: A review. Nutrire 45 (1): 1-10.

Shakerian A, Sohrabi M J and Ghasemi Pirbalouti A, 2012. Effect of Bakhtiari celery (*Kelussia odoratissma Mozaff*) on sensory properties and shelf life of set yogurt. Journal of Herbal Drugs (An International Journal on Medicinal Herbs) 3(1): 41-48.

Tamime A Y, Barrantes E and Sword AM, 1996. The effects of starch based fat substitutes on the microstructure of set-style yogurt made from reconstituted skimmed milk powder. Journal of the Society 8: 16-23.

White CH, Kilara A and Hui YH, 2008. Manufacturing yogurt and fermented milks. John Wiley & Sons.

Journal of Food Research, 2022,32(1):31-44
https://foodresearch.tabrizu.ac.ir

© 2009 Copyright by Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
This is an open access article under the CC BY NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/)
DOI: 10.22034/FR.2021.42067.1765

Investigation on the physicochemical properties of fortified yogurt containing pumpkin powder

S Johari [1], S H Hosseini Ghaboos [2*] and T Shahi [3]

Received: October 9, 2020 Accepted: May 3, 2021
[1]Graduated MSc Student, Department of Food Science and Engineering, Azadshahr Branch, Islamic Azad University, Azadshahr, Iran
[2]Assistant Professor, Food Science and Technology Research Center of East Golestan, Azadshahr Branch, Islamic Azad University, Azadshahr, Iran
[3]Assistant Professor, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Azadshahr Branch, Islamic Azad University, Azadshahr, Iran
[*]Corresponding author, Email: Hosseinighaboos@yahoo.com

Introduction: Today, consumers increasingly believe in the effects of food on their health, and food should provide the necessary nutrients to prevent nutrition-related diseases as well as improve their physical and mental condition. Therefore, functional foods have been considered with the aim of improving the nutritional status, most of which is related to low calorie foods. Like many popular dairy products, yogurt consumption shows significant growth; The popularity of this product is primarily due to its high content of calcium, vitamins, minerals and low levels of fat, and secondly due to its health-promoting effect and inhibition of harmful bacteria. In the fresh mass of the pumpkin (*Cucurbita moschata*), total carotenoid content, a major contributory factor in the high nutritional value of pumpkins, ranges from 2 to 10 mg/100 g, the content of vitamins C and E accounting for 9–10 mg/100 g and 1.03–1.06 mg/100 g, respectively (Hosseini Ghaboos et al., 2016; Nawirska et al., 2009). Pumpkin fruit is also a valuable source of other vitamins, e.g., vitamin A, B_6, K, thiamine, and riboflavin, as well as minerals, e.g., potassium, phosphorus, magnesium, iron and selenium (Mirhosseini et al., 2015; Obradović et al., 2015). Since pumpkin is a valuable micronutrients source, dried pumpkin could be processed into powder for foods to increase fibers, vitamin A and mineral contents. In addition, pumpkin powder can be used in bakery products because of its highly-desirable flavor, sweetness and deep yellow-orange color (Salehi, 2020).
Material and methods: At first, the pumpkin and spinach were dried and powdered in controlled conditions. Fresh pumpkins (*Cucurbita moschata*) were purchased from local market. The pumpkin slices with 5 mm thickness were dried in an oven (45°C). The dried pumpkins were milled, powdered and passed through a 125 mesh screen (Hosseini Ghaboos et al., 2016). To prepare yogurts containing pumpkin, skimmed milk was used form yogurt production factory with 1.5% fat. In fact, milk that was homogenized with a homogenizer (at a temperature of 70-60 ° C and a pressure of 150-160 bar) and by a pasteurizer (temperature at 92 ° C for 5 minutes) was pasteurized in the required amount in 5 liter containers. The starter culture (2% at 42°C) and squash powders (0, 2.5, 5 and 7.5%) were added to the milk. Then they were filled and closed. Approximately 100 samples were prepared at each time. Then, incubation was performed until the sample acidity reached 65°Dornic. For this purpose, the acidity of the sample was measured every 5 minutes at the

end of the predicted fermentation time (experimentally). The used cold-room was an industrial cell greenhouse. The samples were placed in such a way that all the samples were on the same level and position in the greenhouse, which is very important for the uniform heating of the samples. After incubation, the samples were refrigerated at 4°C. Viscosity was measured using a viscometer with an LV64 spindle at a constant shear rate of 40 rpm and a temperature of 8°C. For this purpose, 250 ml of the sample was poured into a 250 ml glass beaker and stirred with a plastic spoon for 20 seconds. After turning on the device, and 30 seconds, the viscosity in centipoises was reported. Acidity was measured every 30 minutes to measure the fermentation time since the samples were incubated. When the acidity reached 70 degrees Dornic, the acidity was measured once until the acidity reached 80 degrees of Dornic. For yogurt, 10 g of the sample was titrated in the presence of phenolphthalein using 0.1 normal NaOH and the result was expressed based on °Dornic degree.

Results and discussion: In this study, pumpkin powder in the amount of 0, 2.5, 5 and 7.5% in the formulation of 1.5% fat yoghurt was used and its chemical and rheological properties were studied for 20 days of storage. The results showed that the highest rate of syneresis (41.68%) was related to the interactions of the control sample with a shelf life of 20 days. The highest viscosity (3194 cp) was related to 7.5% pumpkin powder sample. The highest pH (4.39) was related to pumpkin powder 5%. The results also showed that the highest amount of acidity (74 °Dornic) was related to the control sample. The highest amount of total phenol (10 mg/g) and antioxidant activity (75%) was related to pumpkin powder 7.5%. The results showed that by adding 2.5% pumpkin powder to the yoghurt, the gel strength of sample was decreased and with increasing concentration up to 7.5%, its gel strength was increased but it is still less than the control sample. The results of comparing the means, the interaction effects of shelf life and pumpkin powder show that the highest rate of syneresis (41.68%) was related to the interaction effects of the control sample with a shelf life of 20 days. The results also showed that the lowest amount (39.98%) was related to the interaction effects of 5% pumpkin powder at a shelf life of 1 day, which was statistically 7.5% with a pumpkin powder at a shelf life of 1 day and pumpkin powder 5 and 5. 7.7% had no significant difference in shelf life of 12 and 20 days. According to the results of comparing the means, the highest viscosity (3173 cp) was related to the shelf life of 20 days and the lowest (3170 cp) was related to the first day of shelf life, which is statistically different from days 7 and 12. Based on the results of analysis of variance, the data showed that the effect of different levels of pumpkin powder and shelf life in terms of total phenol in yogurt showed a significant difference ($P<0.05$). As the results of comparing the means shows the highest amount of total phenol (10 mg/g) was related to pumpkin powder 7.5% and the lowest amount (8 mg/g) was related to pumpkin powder was at 0%.

Conclusion: In general, adding pumpkin powder to yogurt formulation can reduce the syneresis of the product and also increase its nutritional value.

Keywords: Pumpkin, Syneresis, Viscosity, Yogurt