

تأثیر افزودن پروتئین تغلیظ‌شده هسته نارنج روی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و حسی ماست قالبی

شیدا توکلی¹، محسن مختاریان^{2*}

1- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد رودهن، دانشگاه آزاد اسلامی، رودهن، ایران
2- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد رودهن، دانشگاه آزاد اسلامی، رودهن، ایران
* نویسنده مسئول (mokhtarian.mo@riau.ac.ir)

چکیده

تاریخ دریافت: 1400/05/18
تاریخ بازنگری: 1400/07/16
تاریخ پذیرش: 1400/07/29
تاریخ انتشار برخط: 1400/08/30

واژه‌های کلیدی

آب‌اندازی
ارزیابی حسی
گرانروی ظاهری
ماست قالبی
میوه نارنج (*Citrus aurantium*)

ماست یکی از محبوب‌ترین و پرمصرف‌ترین فراورده‌های لبنی است که اهمیت بالایی در سید غذایی افراد دارد. لذا اصلاح و بهبود ویژگی‌های تکنولوژیکی و تغذیه‌ای آن از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. با هدف بهبود ارزش تغذیه‌ای، کاهش آب‌اندازی و افزایش قابلیت پذیرش، ماست قالبی با افزودن مقادیر مختلف پروتئین تغلیظ‌شده هسته نارنج خشک‌شده به روش انجمادی در سطوح صفر، 1، 2 و 3 درصد تولید شد و خواص فیزیکوشیمیایی (pH، اسیدیته، آب‌اندازی و گرانروی ظاهری) در روزهای نگهداری 1، 7، 14 و 21 و در دمای 4 درجه سانتی‌گراد ارزیابی گردید. باوجود اینکه، گرانروی ظاهری و آب‌اندازی ماست قالبی بدون هیچ‌گونه افزودنی (نمونه کنترل) به ترتیب تا 2/8 و 5/5 مرتبه طی 21 روز نگهداری و به‌طور معنی‌دار ($P < 0/05$) افزایش یافت. پارامترهای یادشده به ترتیب با نرخ‌های 5/7 و 4/24 مرتبه در نمونه حاوی 3 درصد پروتئین تغلیظ‌شده هسته نارنج و در شرایط مشابه افزایش داشت. با توجه به اینکه نمونه کنترل فقط 75/5 درصد از بیشینه امتیاز حسی و چشایی (طعم و مزه، رایحه، رنگ و بافت خامه‌ای) را کسب نمود، ماست تولیدشده با 3 درصد پروتئین تغلیظ‌شده هسته نارنج تا 93/5 درصد از این ویژگی‌ها را به‌دست‌آورد که متناظر با 52/84 درصد افزایش در پروتئین کل بود.

مقدمه

بهبود بخشید، زیرا ماست تقریباً به‌صورت روزانه مصرف می‌شود (Vanegas-Azuero & Gutiérrez, 2018). برای دستیابی به ماست با کیفیت مطلوب و مطابق استاندارد (یعنی حداقل آب‌اندازی و بافت و احساس دهانی¹ مناسب)، ضروری است که مواد جامد کل² (TS) در فرمولاسیون ماست اصلاح شود طبق استاندارد ملی ایران، مواد جامد بدون چربی برای ماست‌های بدون چربی و خامه‌ای به ترتیب $\geq 10/5$ و $\geq 8/5$ درصد است

ماست یکی از محبوب‌ترین و پرمصرف‌ترین فراورده‌های تخمیری لبنی است که به‌دلیل ارزش تغذیه‌ای بالا، تأثیر مثبتی بر سلامتی انسان داشته و اهمیت ویژه‌ای در رژیم غذایی افراد دارد. اگرچه ماست حاوی ترکیبات طبیعی با ارزش تغذیه‌ای بالا نظیر پروتئین‌ها، پپتیدها، ویتامین‌ها (اساساً ویتامین‌های B₂، B₁₂ و D) و مواد معدنی (به‌ویژه Ca، I، P، K) است، با این حال، تمایل زیادی به غنی‌سازی (به‌ویژه افزایش پروتئین) این فراورده لبنی وجود دارد تا بتوان ارزش تغذیه‌ای و فواید سلامتی‌بخش آن را بیشتر

¹ Mouth feel

² Total Solid (TS)

میوه‌ها (یعنی گوشته میوه) به فرآورده‌هایی نظیر پوره، کمپوت، آب‌میوه و ترشی تبدیل می‌شوند، درحالی‌که هسته اغلب به‌عنوان مواد زائد دور ریخته می‌شود، زیرا درحال حاضر تدابیری برای اهداف تجاری آنها برنامه‌ریزی نشده است؛ باوجودآنکه آنها به‌دلیل خواص مناسب تکنولوژیکی یا تغذیه‌ای، منبع امیدوارکننده‌ای از ترکیبات مفید هستند. کمبود جدی پروتئین و هزینه‌های بالای منابع پروتئینی حیوانی (نظیر پروتئین لبنی)، پژوهش در زمینه توسعه منابع جدید پروتئین (یعنی تولید پروتئین‌های آنالوگ یا شبه گوشت²) از منابع بهره‌بردار نشده و بالقوه مواد زائد و محصولات جانبی را تحریک نموده است که اهمیت پژوهش در این زمینه را بیش‌ازپیش نشان می‌دهد (El-Safy, Salem, & El-Ghany, 2012).

افزایش رشد صنایع فراوری مرکبات (به‌ویژه میوه نارنج) منجر به تولید مقادیر زیادی هسته نارنج به‌عنوان محصول جانبی شده است که پتانسیل بالایی در به‌کارگیری آن در رژیم‌های غذایی انسان دارد (Akpat & Akubor, 1999) و طبق تحقیق‌های پیشین وجود پروتئین در هسته مرکبات نظیر پرتقال اثبات شده است (El-Safy et al., 2012). نارنج با نام علمی *Sitrus aurantium*³ یکی از مرکبات غنی از ویتامین C بوده که به پرتقال تلخ⁴ یا سویل⁵ شهرت دارد. این میوه پس از رسیدن به‌صورت آبدار و ترش‌مزه بوده که رنگ پوست رسیده آن نارنجی و گاهی به‌طور کامل قرمز است. این محصول به‌صورت‌های تازه‌خوری، آب نارنج، برش‌های خشک‌شده میوه نارنج و تغلیظ‌شده نارنج تولید و به بازار عرضه می‌شود (منتظر و نیاکوثری، 1391).

بررسی مطالعه‌های پیشین نشان داد که تاکنون در زمینه غنی‌سازی ماست قالبی با پروتئین‌های لبنی نظیر پروتئین آب‌پنیر، کازئین و ایزوله پروتئین آب‌پنیر و گیاهی تحقیق‌های اندکی گزارش شده است. در برخی از این مطالعه‌ها، به‌کارگیری پروتئین‌های گیاهی (نخود، سویا، گلوتن گندم، شاهدانه، آرد دانه کدو حلوائی) اشاره گردیده است (Dabija et al., 2018; Jørgensen et al., 2019).

(سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI], 1398). این پدیده به روش‌های گوناگونی به انجام می‌رسد. در جدول (1) انواع روش‌های گوناگون مورد استفاده در اصلاح ماده خشک بدون چربی (SNF¹) شیر و مقایسه هر یک ارائه شده است (Dabija, Codină, Gâtlan, Sănduleac, & Rusu, 2018).

جدول 1- مقایسه روش‌های گوناگون اصلاح ماده خشک بدون چربی شیر جهت تولید ماست قالبی

پارامتر	روش*		
	III	II	I
هزینه عملیاتی	کم	متوسط	زیاد
هزینه سرمایه‌گذاری	-	زیاد	متوسط
آفت راندمان تولید	-	زیاد	زیاد
آفت ترکیبات مغذی	-	متوسط	زیاد
مصرف انرژی	-	متوسط	زیاد
آلودگی زیست‌محیطی	-	زیاد	متوسط

* I: تبخیر تحت خلأ، II: جداسازی غشایی و III: افزودن پروتئین (لبنی و گیاهی)

همان‌طور که در جدول (1) مشاهده می‌شود، افزودن پروتئین‌های بر پایه لبنی یا گیاهی (یعنی روش III)، نه تنها با محدودیت‌های یادشده در روش‌های I و II همراه نیستند، بلکه می‌توانند سبب بازگرداندن بخشی از مواد زائد (محصولات جانبی صنایع لبنی و بخش کشاورزی) به چرخه تولید شود (Singh & Heldman, 2001). از طرف دیگر، نظر به قیمت بالای پروتئین‌های لبنی، برای بهبود ارزش تغذیه‌ای و ویژگی‌های تکنولوژیکی ماست، غنی‌سازی با پروتئین‌های گیاهی به‌عنوان یک راهکار جایگزین و اقتصادی پیشنهاد می‌شود تا بدین شکل بخش عمده‌ای از مواد زائد بالقوه بخش کشاورزی به منابع تغذیه‌ای با ارزش و مفید تبدیل گردد (Dabija et al., 2018).

یکی از رایج‌ترین مشکلات در فراوری مواد غذایی، دفع محصولات جانبی تولیدشده است. این مواد زائد مشکلات زیست‌بومی (اکولوژیکی) مربوط به تکثیر حشره‌ها و جوندگان را به‌وجود می‌آورد و به‌دلیل حمل‌ونقل به مخازن، یک بار اقتصادی سنگین محسوب می‌شود، بنابراین اندیشیدن تدابیر برای استفاده سودآور از این مواد لازم است. در صنایع فراوری مواد غذایی، بخش خوراکی

¹ Solid non-fat (SNF)

² Meat analogue

³ Citrus aurantium

⁴ Bitter orange

⁵ Seville orange

دستیابی به این هدف، ابتدا پودر کنجاله چربی‌گیری شده به نسبت 1 به 10 با آبمقطر مخلوط شد و در دمای محیط (25 درجه سانتی‌گراد) با هیدروکسید سدیم 1 نرمال به بیشینه pH حلالیت رسانده شد (pH=10). سپس نمونه حاصل به مدت 1 ساعت در دمای محیط توسط همزن مغناطیسی (Mtops، HP100، Labsell Co. ساخت ایران) با شدت 250 دور در دقیقه همزده شد. در ادامه، نمونه به دست آمده، در دمای 4 درجه سانتی‌گراد با شدت 12000 دور در دقیقه به مدت 15 دقیقه سانتریفیوژ (Funk Gerber، 4 KW، ساخت آلمان) گردید. سوپرناتانت (فاز فوقانی) حاصل جداسازی شده و با اسید کلریدریک 1 نرمال به نقطه ایزوالکتریک (pH=3) رسانده شد و به مدت 30 دقیقه در دمای محیط قرار گرفت. سوسپانسیون حاصل در دمای 4 درجه سانتی‌گراد با شدت 12000 دور در دقیقه به مدت 15 دقیقه سانتریفیوژ گردید. رسوبات حاصل با 20 میلی‌لیتر آبمقطر شست‌وشو (تغلیظ‌شده مرطوب هسته نارنج) و توسط خشک‌کن انجمادی (Operon، FD4، ساخت کره جنوبی) خشک شد. پودر خشک‌شده در ظروف درب‌دار در دمای 18- درجه سانتی‌گراد تا شروع آزمون‌های بعدی نگهداری شد (Horax, Hettiarachchy, Over, Chen, & Gbur, 2010).

تولید ماست قالبی

تولید ماست در آزمایشگاه صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی-واحد رودهن (تهران)، صورت گرفت. بدین ترتیب که در ابتدا چربی شیر روی 2/5 تنظیم شد و به منظور استاندارد کردن ماده خشک شیر ماست‌سازی و افزایش آن به حداقل 12 درصد، شیر خشک بدون چربی به شیر خام اضافه شده و به خوبی یکنواخت گردید. سپس نمونه‌های فوق بعد از تهیه، توسط هموژنایزر آزمایشگاهی (AVP، ساخت دانمارک) یکنواخت شدند. فرایند پاستوریزاسیون شیر در دستگاه ویسکوباتور دو بی‌دونه تمام استیل آزمایشگاهی (شرکت بهناب سازان، ساخت ایران) در دمای 90 درجه سانتی‌گراد به مدت 5 دقیقه صورت گرفت و بعد از آن، دمای شیر تا 42 درجه سانتی‌گراد کاهش داده شد. در ادامه، 2 درصد آغازگر ترکیبی ماست (DVS، 350-1، YC، شامل باکتری‌های استرپتوکوکوس ترموفیلوس¹ و

باتوجه به مطالب یادشده، هدف مطالعه حاضر به‌کارگیری پروتئین تغلیظ‌شده هسته نارنج در فرمولاسیون ماست قالبی و بررسی تغییرات خصوصیات شیمیایی، فیزیکی و ارزیابی حسی محصول می‌باشد.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی ماده اولیه

میوه نارنج تازه (98 کیلوگرم) از بازار محلی استان تهران تهیه شد و بعد از آب‌گیری دستی، هسته‌های آن جدا گردید. سپس تحت شرایط دمای محیط (با میانگین دمای 25 ± 2 درجه سانتی‌گراد) به صورت تک‌لایه تا رسیدن به وزن ثابت (وزن خشک 1/66 کیلوگرم) خشک گردید (میانگین راندمان استحصال هسته نارنج خشک‌شده 2 درصد گزارش شد). سپس، هسته‌های نارنج خشک‌شده تا شروع آزمایش‌ها، در مکانی خشک و تاریک نگهداری شد. همچنین به منظور تهیه ماست، از شیر پاستوریزه و هموژنیزه 1 لیتری پگاه استان تهران (2/5 درصد چربی) استفاده شد. تمامی مواد شیمیایی به‌کاررفته در این پژوهش از شرکت مرک آلمان با درجه آزمایشگاهی خریداری گردید.

تهیه پروتئین تغلیظ‌شده هسته نارنج

ابتدا هسته نارنج خشک‌شده توسط دستگاه آسیاب خانگی (Perten، 3100، ساخت آلمان)، به پودر تبدیل شد و از الک با مش 30 عبور داده شد. آرد کامل حاصل به مدت 4 ساعت (در دو نوبت، به مدت 4 ساعت) در حلال n-هگزان (با خلوص بیش از 95 درصد) با نسبت پودر به حلال معادل 1 به 10، چربی‌گیری شد. به منظور خروج کامل حلال، کنجاله هسته نارنج چربی‌گیری شده توسط آون تحت خلأ (Memmert، UNE400PA، ساخت آلمان) در دمای 30 درجه سانتی‌گراد حلال‌زدایی (نقطه پایان فرایند حلال‌زدایی رسیدن به وزن ثابت در دو توزین متوالی بود) و به پودر (با میانگین اندازه ذرات 0/4 میلی‌متر) تبدیل شد. کنجاله هسته نارنج چربی‌گیری شده تا شروع مرحله بعد (استخراج پروتئین تغلیظ‌شده) در یخچال با دمای 18- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (مظلومی، صادقی‌ماهونک، قربانی، هوشمند و تولدرا، 1399).

تهیه پروتئین تغلیظ‌شده هسته نارنج به روش استخراج قلیایی و رسوبدهی اسیدی انجام شد. جهت

¹ *Streptococcus thermophilus*

در رابطه (1)، SV میزان آباندازی (درصد)، V_1 حجم سیرم رهائش یافته بعد از صاف کردن (میلی لیتر) و V_0 حجم نمونه ماست اولیه (میلی لیتر) است (Vanegas-Azuero & Gutiérrez, 2018).

سنجش گرانروی ظاهری

گرانروی ظاهری نمونه‌های مورد بررسی توسط دستگاه ویسکومتر چرخشی مدل بروکفیلد (Brookfield R/S-CC25 Rheometer, MA, Middleboro, ساخت آمریکا) مجهز به محفظه سنجش استوانه‌ای هم‌مرکز و با اسپیندل CCT-XX اندازه‌گیری شد. قبل از انجام آزمون رئولوژیکی، به منظور محدود نمودن جداسازی سیرم و نیز حذف حباب‌های احتمالی هوا و همگن و یکنواخت شدن، نمونه‌ها چندین بار توسط همزن شیشه‌ای مخلوط شد و پس از 10 دقیقه استراحت، تحت آزمون قرار گرفت. در هر تیمار، حدود مقدار 17 میلی لیتر نمونه در فنجان استوانه‌ای هم‌مرکز ویسکومتر قرار گرفت. تنظیم دما در دستگاه توسط جریان آب با دمای ثابت که توسط بن‌ماری تأمین می‌گردید، کنترل شد. لازم به توضیح است که گرانروی ظاهری نمونه‌ها در شدت 100 دور در دقیقه و دمای 25 درجه سانتی‌گراد قرائت شد (Dönmez, Mogol, & Gökmen, 2017; Tavakolipour, Mokhtarian, & Kalbasi-Ashtari, 2020).

ارزیابی حسی و چشایی

ارزیابی حسی و چشایی نمونه‌های ماست تولیدی به وسیله یک گروه ارزیاب نیمه‌آموزش دیده متشکل از 10 نفر در محدوده سنی 20 تا 30 سال (5 نفر مرد و 5 نفر زن) صورت گرفت. کلیه ارزیابی‌ها به روش امتیازبندی هدونیک پنج‌نقطه‌ای در آزمایشگاه علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی - واحد رودهن (در دمای 25 درجه سانتی‌گراد) صورت گرفت. بدین ترتیب که پرسشنامه‌هایی تهیه و بین تیم ارزیاب توزیع گردید. برای هر سؤال 5 گزینه به عنوان پاسخ در نظر گرفته شد. جهت ارزیابی ویژگی‌های حسی نمونه‌های آزمایشی، 50 میلی لیتر از هر نمونه ماست (با دمای 10 درجه سانتی‌گراد) در یک ظرف جداگانه در اختیار ارزیاب‌ها قرار داده شد و سپس صفات ارزیابی شده (شامل رنگ، رایحه (آروما)، طعم و مزه، بافت و پذیرش

لاکتوباسیلوس دلبروکی¹ زیرگونه بولگاریکوس² در شرایط استریل به شیر تلقیح شد (طبق دستور سازنده، یک بسته استارتر DVS برای 500 لیتر شیر به کار می‌رود). بعد از تلقیح شیر با آغازگرها، مقادیر مختلفی از پروتئین تغلیظ شده هسته نرنج (صفر، 1، 2 و 3 درصد) به شیر اضافه و سپس به آرامی هم‌زده شد. لازم به ذکر است که پودر پروتئین تغلیظ شده هسته نرنج قبل از اضافه شدن به فرمولاسیون فرآورده، به مدت 20 دقیقه، در معرض پرتوی فرابنفش (هود لامینار، Jal teb، ساخت ایران) قرار گرفت. این عمل به منظور حذف بار میکروبی احتمالی صورت گرفت.

سپس مخلوط فوق در ظروف پلی‌استایرن (گنجایش 100 میلی لیتر) بسته‌بندی شد. در مرحله بعد کلیه ظروف در دمای 42 درجه سانتی‌گراد به مدت 2/5 ساعت گرم‌خانه‌گذاری شدند. پس از رسیدن اسیدیته نمونه‌ها به 60 درجه دورنیک یا pH=4/5، از گرم‌خانه خارج و به یخچال با دمای 4 تا 6 درجه سانتی‌گراد منتقل شد. روز بعد، آزمایش‌های فیزیکوشیمیایی روی هریک از نمونه‌ها با سه تکرار انجام شد. آزمون‌های فیزیکوشیمیایی در فواصل زمانی 1، 7، 14 و 21 روز تکرار گردید (Demirkol & Tarakci, 2018).

خصوصیات فیزیکوشیمیایی ماست تولید شده

تعیین اسیدیته و pH

برای سنجش اسیدیته و pH نمونه‌های آزمایشی از سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI] (1385) استفاده شد و پارامترهای یاد شده به ترتیب توسط روش‌های تیتراسیون و پتانسیومتری ارزیابی گردید.

سنجش آب‌اندازی

مقدار 70 میلی لیتر نمونه آزمایشی روی قیف صاف‌کننده دارای کاغذ صافی واتمن شماره 1 ریخته شد. میزان سیرم خارج شده تحت شرایط ثقل پس از 6 ساعت توسط استوانه مدرج در دمای 25 درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد و به‌عنوان میزان آب‌اندازی بیان گردید (رابطه 1).

$$SV (\%) = \frac{V_1}{V_0} \times 100$$

¹ *Lactobacillus delbrueckii*

² *Bulgarius*

مورد استفاده در تولید ماست قالبی در جدول (2) نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی شیر پاستوریزه اولیه مطابق با استاندارد ملی ایران است (سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI], 1394). همچنین نتایج مقایسه میانگین نشان داد که ویژگی‌های تغذیه‌ای بخش‌های مختلف آرد فراوری‌شده هسته نارنج به‌طور معنی‌دار ($P < 0/05$) متفاوت است. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده مشاهده شد که میزان پروتئین در بخش آرد پروتئین تغلیظ‌شده هسته نارنج 65/2 درصد بود. این مقدار نسبت به پروتئین تغلیظ‌شده هسته پرتقال حدود 15/21 درصد کمتر بود (مظلومی و همکاران، 1399). کلیه آزمون‌های فیزیکوشیمیایی و تغذیه‌ای یادشده در جدول (2)، طبق روش پروانه، (1371) اندازه‌گیری شد.

کلی) در پرسشنامه مربوطه ثبت گردید (Pan, Liu, Luo, & Luo, 2019).

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی صورت گرفت. همچنین مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال 95 درصد انجام شد. جهت تجزیه و تحلیل آماری از نرم‌افزار SAS نسخه 9.1.3 استفاده شد. آزمون‌های کمی در 3 تکرار و ارزیابی حسی و چشایی در 10 تکرار انجام شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و شاخص‌های تغذیه‌ای

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و تغذیه‌ای شیر خام اولیه

جدول 2- مقادیر پارامترهای فیزیکوشیمیایی و تغذیه‌ای در شیر خام اولیه و بخش‌های مختلف فراوری آرد هسته نارنج مورد استفاده در تولید نمونه‌های ماست قالبی

فراورده	ویژگی‌های تغذیه‌ای (درصد)										
	چربی	پروتئین*	کربوهیدرات یا لاکتوز	خاکستر	فیبر نامحلول	رطوبت	pH	اسیدیته (درجه دورنیک)	TS** (درصد)	SNF*** (درصد)	شمارش کلی میکروبی (واحد تشکیل کلنی/میلی‌لیتر)
شیر خام اولیه	2/50	2/93	4/84	0/78	-	88/95	6/89	15	11/05	8/55	منفی
شیر خام مطابق استاندارد ملی ایران	3/2	3	-	-	-	88/80	-6/8 6/6	-16 14	11/20	8	منفی
WBOS	21/46 ^a	34/27 ^c	3/71 ^b	2/15 ^b	37/54 ^b	ناچیز [#]	-	-	-	-	-
BOSM	0/00 ^b	45/95 ^b	4/52 ^a	2/52 ^a	47/13 ^a	ناچیز	-	-	-	-	-
BOSPC	0/00 ^b	65/20 ^a	0/76 ^c	0/74 ^c	32/56 ^c	ناچیز	-	-	-	-	-

* مقدار پروتئین یادشده در جدول براساس فاکتور پروتئین معادل 6/25 تعیین شد یا به عبارت دیگر درصد پروتئین از حاصلضرب مقدار نیتروژن در 6/25 محاسبه گردید ($N \times 6/25$).

** TS: مواد جامد کل

*** SNF: مواد جامد بدون چربی

[#] لازم به توضیح است که میزان رطوبت میانگین هسته نارنج خشک‌شده بر مبنای مرطوب 4/4 درصد تعیین شد. باین‌حال، به‌منظور ارزیابی پارامترهای تغذیه‌ای، میزان رطوبت آنها توسط آون جابجایی هوای داغ حذف شد (رسیدن به وزن ثابت در دو توزین متوالی) و سپس پارامترهای یادشده تعیین گردید.

WBOS: آرد کامل هسته نارنج، BOSM: کنجاله آرد هسته نارنج چربی‌گیری‌شده و BOSPC: آرد پروتئین تغلیظ‌شده هسته نارنج

جدول 3- مقادیر میانگین پارامترهای فیزیکوشیمیایی ماست قالبی حاوی غلظت‌های گوناگون پروتئین تغلیظ‌شده هسته نارنج طی دوره نگهداری به مدت 21 روز در دمای 4 درجه سانتی‌گراد

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی/واحد				زمان نگهداری (روز)	غلظت پروتئین تغلیظ‌شده هسته نارنج (درصد)
گرانروی ظاهری (100 دور در دقیقه) (میلی پاسکال ثانیه)	آب‌اندازی (درصد)	اسیدیته (گرم اسید لاکتیک / 100 گرم)	pH		
905±66/90 ^k	1/788±0/167 ^k	0/789±0/0066 ^m	3/89±0/010 ^a	صفر	کنترل
1297±36/49 ^j	2/518±0/253 ⁱ	0/866±0/0018 ^l	3/85±0/049 ^b	7	
2818±36/49 ^{efg}	7/108±0/118 ^e	0/946±0/0018 ⁱ	3/79±0/015 ^{cd}	14	
2531/7±40/65 ^{gh}	9/822±0/438 ^a	1/032±0/0081 ^{gh}	3/76±0/058 ^{ef}	21	
1352±9/165 ^j	1/647±0/181 ^{kl}	0/915±0/0085 ^k	3/85±0/006 ^b	صفر	1
2038/7±799/9 ⁱ	2/129±0/005 ^j	0/936±0/0074 ^j	3/82±0/000 ^{bc}	7	
3126/3±90/35 ^{def}	6/774±0/043 ^f	0/982±0/0184 ⁱ	3/77±0/010 ^{def}	14	
2779±68/46 ^{fg}	8/780±0/080 ^b	1/042±0/0018 ^{fg}	3/74±0/010 ^{fg}	21	21
2376±65/88 ^{hi}	1/399±0/074 ^l	1/019±0/0164 ^h	3/79±0/020 ^{cde}	صفر	2
3158±182/9 ^{de}	1/623±0/113 ^{kl}	1/052±0/0074 ^{ef}	3/76±0/006 ^{ef}	7	
3479±32/74 ^d	6/192±0/074 ^g	1/069±0/0066 ^d	3/74±0/006 ^{fg}	14	
3359/7±23/09 ^d	8/127±0/072 ^c	1/088±0/000 ^c	3/71±0/006 ^g	21	
4313/3±106/2 ^c	1/108±0/144 ^m	1/029±0/0164 ^{gh}	3/76±0/010 ^{ef}	صفر	3
4673/7±302/8 ^{bc}	1/091±0/043 ^m	1/068±0/0102 ^{de}	3/72±0/000 ^g	7	
4928±29/50 ^{ab}	5/708±0/068 ^h	1/109±0/0184 ^b	3/71±0/006 ^g	14	
5171/3±31/48 ^a	7/570±0/114 ^d	1/143±0/0048 ^a	3/68±0/006 ^h	21	

اعداد موجود در جدول میانگین سه تکرار ± انحراف معیار می‌باشند.

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشابه، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری ($P < 0/05$) ندارد.

طبق سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI] (1398)، حدود قابل قبول pH و اسیدیته ماست به ترتیب 4/6 (بیشینه) و (گرم اسید لاکتیک/100 گرم) 0/7 (کمینه) می‌باشد.

آزمون‌های فیزیکوشیمیایی

اسیدیته و pH

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تأثیر متقابل افزودن پروتئین تغلیظ‌شده هسته نارنج (صفر، 1، 2 و 3 درصد) و زمان نگهداری (صفر، 7، 14 و 21 روز) روی پارامترهای شیمیایی اسیدیته و pH ماست قالبی معنی‌دار ($P < 0/05$) بود (جدول 3). مقادیر میانگین pH کلیه ماست‌های حاوی پروتئین تغلیظ‌شده هسته نارنج نسبت به نمونه کنترل، طی کل دوره نگهداری پایین‌تر (متناظر با بالاترین اسیدیته قابل تیتراسیون) گزارش شد. Lee و Lucey (2010) گزارش نمودند که توسعه اسیدیته می‌تواند به علت افزایش ماده جامد به شیر مورد استفاده در تهیه ماست که ظرفیت بافری موردنیاز برای تحریک فعالیت متابولیکی باکتری‌های آغازگرهای اسیدزا را فراهم نمود، باشد؛ که با یافته‌های پژوهش حاضر مطابقت دارد. مشاهده مقادیر میانگین pH و

اسیدیته (A) نمونه‌ها بعد از 21 روز نگهداری (ST¹) نشان داد که افزودن پروتئین تغلیظ‌شده هسته نارنج (در بیشینه غلظت ثابت معادل 3 درصد) توانست میزان این پارامترها را نسبت به نمونه کنترل به ترتیب 10 درصد کاهش ($R_{pH}^2=0/686$, $pH=-0/017ST+3/987$) و 31 درصد افزایش ($R_A^2=0/774$, $A=0/015ST+0/861$) دهد که بیانگر تأثیر شدیدتر زمان نگهداری روی پارامتر اسیدیته می‌باشد. ممکن است این حالت به دلیل افزایش رشد و فعالیت باکتری‌های اسید لاکتیک (آغازگرها یا باکتری‌های اسید لاکتیک² (LAB)) بوده که منجر به پدیده اسیدیته توسعه‌یافته³ (DAP) جهت رسیدن به pH مورد هدف در ماست شده است (Ozturkoglu-Budak, Akal, & Yetisemiyen, 2016) که با افزایش استحکام شبکه

¹ Storage time (ST)

² Lactic acid bacteria (LAB)

³ Developed Acidity Phenomenon (DAP)

مهمی در کاهش جداسازی پروتئین‌های محلول ایفا می‌نماید (Meyer, Bayarri, Tárrega, & Costell, 2011). نتایج مدل خطی همبستگی پیرسون بین آب‌اندازی و گرانروی ظاهری ماست قالبی ($R^2=0/737$ و $r=-0/8590$) یافته‌های به‌دست‌آمده را تأیید می‌نماید (این همبستگی در نمونه‌های حاوی غلظت‌های گوناگون پروتئین تغلیظ‌شده هسته نارنج در زمان نگهداری 3 هفته به‌دست‌آمده است).

بررسی روند تغییرات گرانروی ظاهری تیمارها نشان داد که، این پارامتر به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای ($P<0/05$) افزایش یافت که با یافته‌های آب‌اندازی مطابقت نداشت. Ozturkoglu-Budak و همکاران (2016) بیان نمودند که افزایش آب‌اندازی طی دوره نگهداری معمولاً به‌دلیل بازآرایی پروتئین کازئین است که شکستن میسل‌های کازئین منجر به جداسازی پروتئین‌های محلول می‌شود.

نظریه‌اینکه، گذشت زمان نگهداری با افزایش گرانروی ظاهری همراه است، که ممکن است کاهش pH (متناظر با افزایش اسیدیته) طی زمان نگهداری یک فاکتور تحریک‌کننده برای این پارامتر محسوب می‌شود (Tamime & Robinson, 1999)، این پدیده احساس دهانی محصول (یعنی درک احساس خامه‌ای بودن) را تحت‌تأثیر قرار داده و منجر به بازآرایی بهتر محصول نهایی می‌شود. همبستگی بین گرانروی ظاهری ماست قالبی (حاوی 3 درصد پروتئین تغلیظ‌شده هسته نارنج) در زمان‌های نگهداری گوناگون و دو پارامتر شیمیایی اسیدیته ($R^2=0/991$ و $r=0/9958$) و pH ($R^2=0/953$ و $r=-0/9766$) این اثر را تأیید می‌نماید. گروهی از پژوهشگران بر این باورند که افزایش گرانروی ظاهری ماست طی دوره نگهداری به‌دلیل بازآرایی پروتئین‌ها (کاهش حلالیت پروتئین‌ها به‌واسطه تغییر pH که با کاهش دافعه الکترواستاتیک بین پروتئین‌ها همراه است) و ایجاد تغییرات در اتصالات پروتئین-پروتئین موجود در شبکه سه‌بعدی پروتئینی است. به‌علاوه، توسعه هیدراسیون (جذب بیشتر آب) و ظرفیت نگهداری آب (WHC^2) و ایجاد یک بافت یکنواخت و منسجم‌تر نیز می‌تواند دلیل دیگر افزایش گرانروی ظاهری با گذشت زمان نگهداری باشد (Deep Singh, Wani, Kaur, & Sogi, 2008).

پروتئینی کازئین همراه می‌باشد. به‌منظور مطالعه این تغییرات با جزئیات بیشتر، همبستگی پیرسون بین دو پارامتر یادشده به روش آمار توصیفی مورد‌آزمون قرار گرفت (در نمونه حاوی 3 درصد پروتئین تغلیظ‌شده هسته نارنج و طی روزهای نگهداری) و همبستگی بالا و منفی ($R^2=0/9938$ و $r=-0/9938$) بین صفت‌های اسیدیته و pH ماست قالبی گزارش شد (که بیانگر وابستگی قوی و غیرهمسو دو صفت است) که یافته‌های فوق را تأیید می‌نماید.

آب‌اندازی و گرانروی ظاهری

ساختار ماست را می‌توان به‌صورت شبکه پروتئینی سه‌بعدی متشکل از زنجیره‌ها و خوشه‌های میسل‌های کازئین که شکل کروی خود را حفظ کرده‌اند، تعریف کرد. همچنین به تخریب این شبکه پروتئینی و اُفت قابلیت ژل ماست در حفظ فاز سرمی، به اصطلاح آب‌اندازی گفته می‌شود. از مهم‌ترین اهداف تکنولوژیکی در فرایند تولید ماست، دستیابی به فرآورده‌ای مطلوب با حداقل آب‌اندازی و حفظ شرایط یادشده طی نگهداری و حمل‌ونقل است. معمولاً این پدیده طی نگهداری و حمل‌ونقل به‌دلیل کاهش قدرت اتصال پروتئین‌های سرمی (محلول)¹ به شبکه کازئینی (شکستن میسل کازئین) و نیز اعمال تنش مکانیکی رخ می‌دهد (Ozturkoglu-Budak et al., 2016). لذا به نظر می‌رسد با تغییر و اصلاح ترکیبات تشکیل‌دهنده شیر، بتوان این پدیده را کاهش داد. نتایج تجزیه واریانس تغییرات شاخص‌های فیزیکی (آب‌اندازی و گرانروی ظاهری) ماست قالبی طی 3 هفته نگهداری در دمای 4 درجه سانتی‌گراد در **جدول (3)** ارائه شده است. بالاترین میزان آب‌اندازی پروتئین‌های محلول (متناظر با کمترین گرانروی ظاهری) در تمام مدت نگهداری در ارتباط با ماست قالبی کنترل مشاهده شد و افزودن پروتئین تغلیظ‌شده هسته نارنج منجر به کاهش آب‌اندازی و افزایش گرانروی ظاهری نمونه‌ها طی زمان نگهداری گردید. تعدادی از پژوهشگران، تأثیر افزودن پروتئین آب‌پنیر را به ماست بررسی نمودند که نتایج آنها نشان داد که افزودن پروتئین آب‌پنیر سبب کاهش آب‌اندازی (متناظر با افزایش گرانروی ظاهری) در ماست گردید (Hossain, Keidel, Hensel, & Diakité, 2020).

به‌احتمال این حالت به‌دلیل محتوای بالاتر مواد جامد ماست قالبی غنی‌شده نسبت به نمونه کنترل است که نقش

² Water holding capacity (WHC)

¹ Whey protein

جدول 4- مقادیر میانگین امتیازهای خصوصیات حسی و چشایی ماست قالبی تولیدشده با غلظت‌های گوناگون پروتئین تغلیظشده هسته نارنج در روز اول تولید (درجه حرارت ارزیابی چشایی 10 درجه سانتی‌گراد)

امتیازهای کسب‌شده از بیشینه (درصد)	بیشینه امتیاز ممکن	خصوصیات حسی و چشایی مورد ارزیابی					غلظت پروتئین تغلیظشده هسته نارنج (درصد)
		کل امتیازها	بافت	رنگ	رایحه	طعم و مزه	
75/50	20	15/10 ^b	2/60 ^d	4/60 ^a	4/10 ^c	3/80 ^b	کنترل
80/50	20	16/10 ^b	3/30 ^c	4/50 ^a	4/30 ^{bc}	4/00 ^b	1
88/50	20	17/70 ^a	4/20 ^b	4/40 ^a	4/60 ^{ab}	4/50 ^a	2
93/50	20	18/70 ^a	4/90 ^a	4/30 ^a	4/80 ^a	4/70 ^a	3

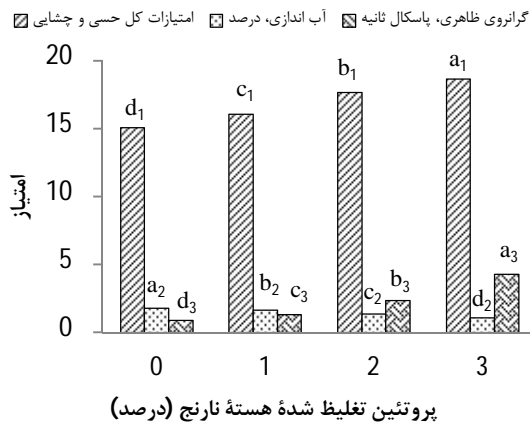
در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشابه، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری ($P < 0/05$) ندارد.

ارزیابی حسی و چشایی

خصوصیات حسی و چشایی ماست قالبی حاوی سطوح مختلف پروتئین تغلیظشده هسته نارنج در روز اول تولید در جدول (4) آورده شده است. داده‌های ارزیابی حسی و چشایی نشان داد ماست قالبی تولیدشده با پروتئین تغلیظشده هسته نارنج، میانگین امتیازات حسی و چشایی بالاتری ($P < 0/05$) نسبت به نمونه ماست کنترل داشت (جدول 4). با وجود اینکه نمونه ماست کنترل، 75/5 درصد از حداکثر امتیاز ممکن را کسب نمود، ماست‌های تولیدشده با غلظت‌های 1، 2 و 3 درصد پروتئین تغلیظشده هسته نارنج به ترتیب 80/5، 88/5 و 93/5 درصد را کسب نمودند. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که ماست قالبی تولیدشده با پروتئین تغلیظشده هسته نارنج، رنگ، رایحه، طعم و مزه، بافت و پذیرش کلی بالاتری نسبت به نمونه کنترل داشت.

با افزودن پروتئین تغلیظشده هسته نارنج، ویژگی‌های فیزیکی (آب‌اندازی و گرانروی ظاهری) و شاخص‌های حسی اصلی و موردنظر (طعم و مزه، رایحه، رنگ و بافت خامه‌ای) ماست قالبی تغییر می‌نماید که نتایج آنها در شکل (1) آورده شده است. با وجود اینکه افزایش غلظت پروتئین تغلیظشده هسته نارنج در ماست قالبی (از صفر تا 3 درصد)، سبب افزایش ($\sim 19/3$) امتیازهای کل ویژگی‌های حسی و چشایی کسب‌شده می‌شود، میزان تغییرات پارامترهای آب‌اندازی و گرانروی ظاهری به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای ($P < 0/05$) به ترتیب کاهش (~ 38) و افزایش (~ 79) می‌یابد (شکل 1). همبستگی بین نتایج امتیازات پذیرش کلی مصرف‌کنندگان با یافته‌های پارامترهای فیزیکی یادشده

منجر به همبستگی‌هایی به ترتیب $r = -0/9870$ و $r = 0/9512$ شد که نتایج به‌دست آمده را تأیید می‌نماید.



شکل 1- تأثیر افزودن پروتئین تغلیظشده هسته نارنج از غلظت 1 تا 3 درصد به ماست قالبی روی پارامترهای فیزیکی همراه با امتیازهای کل حسی و چشایی کسب‌شده در روز اول تولید؛ نمادهای 1، 2 و 3 به ترتیب بیانگر ویژگی‌های امتیازهای حسی و چشایی، آب‌اندازی، گرانروی ظاهری هستند. حروف مختلف روی هر تیرک نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار ($P < 0/05$) بین هر شاخص در نتیجه اعمال تیمارهای مختلف است.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش ماست قالبی از شیر (با 2/5 درصد چربی) حاوی سطوح مختلف پروتئین تغلیظشده هسته نارنج (صفر، 1، 2 و 3 درصد) تولید شد و خصوصیات فیزیکی (گرانروی ظاهری و آب‌اندازی) و شیمیایی (pH و اسیدیته) و ویژگی‌های حسی و چشایی (طعم و مزه، رایحه، رنگ و بافت خامه‌ای) طی 21 روز نگهداری در دمای 4 درجه سانتی‌گراد تعیین شد. با توجه به، افزودن 3 درصد پروتئین تغلیظشده هسته نارنج به فرمولاسیون ماست قالبی به ترتیب سبب افزایش و کاهش معنی‌دار

نتیجه‌گیری نمود که هسته نارنج یک منبع بالقوه ترکیبات زیست‌فعال بوده که افزودن آن به ماست نه تنها سبب اصلاح خصوصیات تکنولوژیکی می‌شود، بلکه می‌توان ویژگی‌های تغذیه‌ای ماست را نیز بهبود دهد. به‌طورکلی، نتایج پژوهش حاضر می‌تواند برای توسعه ماست‌های قالبی غنی‌شده با سایر ترکیبات زائد طبیعی کشاورزی استفاده شود که گامی بزرگ در جهت توسعه صنایع تبدیلی کشاورزی بشمار می‌آید. به‌طورکلی باتوجه به نتایج پژوهش حاضر، فرمولاسیون ماست قالبی با 3 درصد پروتئین تغلیظ‌شده هسته نارنج پیشنهاد می‌شود.

($P < 0/05$) پارامترهای گرانیوی ظاهری (5/7 مرتبه) و آب‌اندازی (4/24 مرتبه) نسبت به نمونه کنترل شد، پارامتر pH رفتاری معکوس (1/0 مرتبه کاهش نسبت به نمونه کنترل) و با همبستگی منفی (به‌ترتیب -0/9992- $r = -0/5502$) را در شرایط مشابه نشان داد. باتوجه به یافته‌های به‌دست‌آمده، همبستگی قوی و منفی صفات گرانیوی ظاهری-pH، تأثیر چشمگیری روی درک احساس دهانی مصرف‌کنندگان داشت. به‌علاوه، همبستگی قوی و مثبت ($R^2 = 0/99$ و $r = +0/9954$) بین میزان افزودن پروتئین تغلیظ‌شده هسته نارنج و بیشینه امتیازهای حسی و چشایی کسب‌شده این ادعا را تأیید می‌نماید. همچنین باتوجه به یافته‌ها می‌توان چنین

منابع

- پروانه، و. (1371). کنترل کیفی و آزمایش‌های شیمیایی مواد غذایی: انتشارات دانشگاه تهران.
- سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI]. (1385). شیر و فراورده‌های آن-تعیین اسیدیته و pH روش آزمون. (استاندارد ملی ایران به شماره 2852، چاپ اول)، برگرفته از <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=34479>
- سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI]. (1394). شیر پاستوریزه-ویژگی‌ها و روش‌های آزمون. (استاندارد ملی ایران به شماره 93، تجدیدنظر پنجم)، برگرفته از <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=45886>
- سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI]. (1398). ماست-ویژگی‌ها و روش‌های آزمون. (استاندارد ملی ایران به شماره 695، تجدیدنظر پنجم)، برگرفته از <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=52740>
- مظلومی، ن.، صادقی‌ماهونک، ع.، قربانی، م.، هوشمند، غ.، و تولدرا، ف. (1399). بهینه‌یابی فرآیند تولید پروتئین هیدرولیز شده از ضایعات هسته پرتقال توسط آنزیم پیپسین. *مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران*، 15(1)، 35-48.
- منتظر، ز.، و نیاکوثری، م. (1391). ارزیابی تغییرات رنگ آب نارنج حاصل از مراحل مختلف تولید در طی نگهداری. *مجله علوم و صنایع غذایی ایران*، 9(37)، 109-121.
- Akpata, M. I., & Akubor, P. I. (1999). Chemical composition and selected functional properties of sweet orange (*Citrus sinensis*) seed flour. *Plant Foods for Human Nutrition*, 54(4), 353-362. doi:<https://doi.org/10.1023/A:1008153228280>
- Dabija, A., Codină, G. G., Gătlan, A.-M., Sănduleac, E. T., & Rusu, L. (2018). Effects of some vegetable proteins addition on yogurt quality. *Scientific Study & Research. Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*, 19(2), 181-192.
- Deep Singh, G., Wani, A. A., Kaur, D., & Sogi, D. S. (2008). Characterisation and functional properties of proteins of some Indian chickpea (*Cicer arietinum*) cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(5), 778-786. doi:<https://doi.org/10.1002/jsfa.3144>
- Demirkol, M., & Tarakci, Z. (2018). Effect of grape (*Vitis labrusca* L.) pomace dried by different methods on physicochemical, microbiological and bioactive properties of yoghurt. *Lwt*, 97, 770-777.

- Dönmez, Ö., Mogol, B. A., & Gökmen, V. (2017). Syneresis and rheological behaviors of set yogurt containing green tea and green coffee powders. *Journal of dairy science*, 100(2), 901-907. doi:<https://doi.org/10.3168/jds.2016-11262>
- El-Safy, F. S., Salem, R. H., & El-Ghany, M. A. A. (2012). Chemical and Nutritional Evaluation of Different Seed Flours as Novel Sources of Protein. *World Journal of Dairy & food sciences*, 7, 59-65. doi:<https://doi.org/10.5829/idosi.wjdfs.2012.7.1.61215>
- Horax, R., Hettiarachchy, N., Over, K., Chen, P., & Gbur, E. (2010). Extraction, Fractionation and Characterization of Bitter Melon Seed Proteins. *Journal of agricultural and food chemistry*, 58(3), 1892-1897. doi:<https://doi.org/10.1021/jf902903s>
- Hossain, M. K., Keidel, J., Hensel, O., & Diakité, M. (2020). The impact of extruded microparticulated whey proteins in reduced-fat, plain-type stirred yogurt: Characterization of physicochemical and sensory properties. *Lwt*, 134, 109976. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109976>
- Iranian National Standardization Organization [ISIRI]. (2007). Milk and milk products-Determination on titrable acidity and value pH-Test method. (ISIRI Standard No. 2852, 1st edition). Retrieved from <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=34479> (in Persian)
- Iranian National Standardization Organization [ISIRI]. (2016). Pasteurized milk-specifications and test method. . (ISIRI Standard No. 93, 5th edition). Retrieved from <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=45886> (in Persian)
- Iranian National Standardization Organization [ISIRI]. (2019). Yoghurt-specifications and test methods. . (ISIRI Standard No. 695, 5th edition). Retrieved from <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=52740> (in Persian)
- Jørgensen, C. E., Abrahamsen, R. K., Rukke, E.-O., Hoffmann, T. K., Johansen, A.-G., & Skeie, S. B. (2019). Processing of high-protein yoghurt – A review. *International Dairy Journal*, 88, 42-59. doi:<https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2018.08.002>
- Lee, W. J., & Lucey, J. A. (2010). Formation and Physical Properties of Yogurt. *Asian-Australas J Anim Sci*, 23(9), 1127-1136. doi:<https://doi.org/10.5713/ajas.2010.r.05>
- Mazloomi, N., Sadeghi Mahoonak, A., Ghorbani, M., Houshmand, G., & Toldra, F. (2020). Processing Optimization of Production of Hydrolyzed Protein from Orange Seed Waste with Pepsin Enzyme. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 15(1), 35-48. (in Persian)
- Meyer, D., Bayarri, S., Tárrega, A., & Costell, E. (2011). Inulin as texture modifier in dairy products. *Food Hydrocolloids*, 25(8), 1881-1890. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2011.04.012>
- Montazer, Z., & Niakousari, M. (2012). Evaluation of color change of sour orange juice (from different stages of processing line) during storage. *Journal of food science and technology(Iran)*, 9(37), 109-121. (in Persian)
- Ozturkoglu-Budak, S., Akal, C., & Yetisemiyen, A. (2016). Effect of dried nut fortification on functional, physicochemical, textural, and microbiological properties of yogurt. *Journal of dairy science*, 99(11), 8511-8523. doi:<https://doi.org/10.3168/jds.2016-11217>
- Pan, L.-H., Liu, F., Luo, S.-Z., & Luo, J.-p. (2019). Pomegranate juice powder as sugar replacer enhanced quality and function of set yogurts: Structure, rheological property, antioxidant activity and in vitro bioaccessibility. *Lwt*, 115, 108479. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108479>
- Parvaneh, V. (1998). *Quality control and the chemical analysis of food*: Tehran University. (in Persian)
- Singh, R. P., & Heldman, D. R. (2001). *Introduction to food engineering*: Gulf Professional Publishing.
- Tamine, A., & Robinson, R. (1999). Yoghurt: science and technology. In (pp. 619): CRC Press.

- Tavakolipour, H., Mokhtarian, M., & Kalbasi-Ashtari, A. (2020). Rheological modeling and activation energy of Persian grape molasses. *Journal of Food Process Engineering*, 43(12), e13547. doi:<https://doi.org/10.1111/jfpe.13547>
- Vanegas-Azuerro, A.-M., & Gutiérrez, L.-F. (2018). Physicochemical and sensory properties of yogurts containing sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds and β -glucans from *Ganoderma lucidum*. *Journal of dairy science*, 101(2), 1020-1033. doi:<https://doi.org/10.3168/jds.2017-13235>

Effects of Adding Concentrated Protein of Bitter Orange Seed on Physical, Chemical and Sensory Properties of Set-Type Yogurt

Sheyda Tavakoli¹, Mohsen Mokhtarian^{2*}

1- MSc. Student, Department of Food Science and Technology, Roudhen Branch, Islamic Azad University, Roudhen, Iran

2- Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Roudhen Branch, Islamic Azad University, Roudhen, Iran

* Corresponding author (mokhtarian.mo@riau.ac.ir)

Abstract

Yogurt is one of the most popular and widely consumed dairy products that it is very important in people's food basket. Thus, the modification and improvement of its technological and nutritional properties has a special place. Aiming to improve nutritional value, syneresis reduction and reach to maximum overall palatability, the set-type yogurt was produced by adding various amount of freeze-dried orange seed protein concentrate at 0, 1, 2 and 3% and physicochemical properties (pH, acidity, syneresis and apparent viscosity) were evaluated at storage days of 1, 7, 14 and 21 at 4 °C. While the apparent viscosity and syneresis of set-type yogurt with no orange seed protein concentrate (control sample) were significantly ($P<0.05$) increased in the vicinity of 2.8 and 5.5 times during 21 days storage respectively, the noted parameters increased at rates of 5.7 and 4.24 times respectively in yogurt containing 3% of orange seed protein concentrate at the same conditions. While the control sample obtained only 75.5% of its maximum sensory and organoleptic (flavor, aroma, color, and creamy texture) scores, the produced yogurt comprising 3% of orange seed protein concentrate gained up to 93.5% of these attributes that corresponded to 52.84% climb in total protein.

Keywords: Apparent viscosity, Bitter orange (*Citrus aurantium*), Sensory evaluation, Set-type yogurt, Syneresis