مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال سوم، شماره۲، تابستان ۱۳۸۷ ، صفحات ۲۲-۱۳

ارزیابی‌حسی و تعیین ماندگاری پخشینه کم‌چربی و کم‌ترانس

خدیجه خوش‌طینت[۱]، ابوالفضل الوند[۲]، پروین زندی[۳]، حامد صفافر[۲]، محمدتقی مظلومی[۲]، زهرا شریف‌زاده اکباتانی[۴]

۱- پژوهشیار گروه تحقیقات علوم و صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
۲- کارشناس ارشد علوم و صنایع غذایی
۳- نویسنده مسئول: استاد گروه علوم و صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، پست الکترونیکی: p.zandi@nnftri.ac.ir
۴- کارشناس علوم تغذیه

تاریخ دریافت: ۸۶/۹/۱۹ تاریخ پذیرش: ۸۷/۵/۵

چکیده

سابقه و هدف: تولید محصولات مشابه مارگارین، ولی با میزان چربی و اسید چرب ترانس کمتر یا پخشینه‌های کم‌چربی و کم‌ترانس به دنبال شیوع چاقی و بیماری‌های قلبی عروقی در دنیا رواج یافته است. افزایش میزان آب در این نوع محصولات می‌تواند روی خصوصیات حسی و ماندگاری آن‌ها تاثیر بگذارد. هدف از این تحقیق، ارزیابی حسی و تعیین ماندگاری نمونه‌های پخشینهٔ کم‌چربی و کم‌ترانس تولید شده در مقیاس آزمایشگاهی بود.

مواد و روش‌ها: شش نمونه پخشینهٔ کم‌چربی (۴۰٪ چربی) و کم‌ترانس (کمتر از ۱٪) تولید شده در مقیاس آزمایشگاهی (۲kg) با ترکیب سه فاز روغنی و دو پایدار کننده تولید شدند: فرمول‌های ۱ و ۲ با فاز روغنی پالم استئارین و کانولا (۶۰ :۴۰) و پایدارکننده آلژینات سدیم (F_1) و نشاسته اصلاح شده ذرت مومی یا MWMS (F_2)، فرمول‌های ۳ و۴ با فاز روغنی روغن سویای کاملا هیدروژنه (فلیک) و روغن سویا (۷۵ : ۲۵) و پایدارکننده آلژینات سدیم (F_3) و MWMS (F_4)، فرمول‌های ۵ و ۶ با فاز روغنی روغن‌های پالم، پنبه‌دانه وکانولا (۲۰ :۴۰: ۴۰) و پایدارکننده آلژینات سدیم (F_5) و MWMS (F_6) و شاهد یا F_7 (پخشینه با ۸۰٪ چربی) از مخلوط روغن‌های پالم استئارین و کانولا (۶۰ :۴۰) بدون پایدارکننده. برای ارزیابی حسی نمونه‌ها (بافت سطحی، قابلیت پخش شدن، عطر و طعم و احساس دهانی، و پذیرش کلی) از ۳۰ ارزیاب‌خانگی به روش رتبه بندی استفاده شد. برای تعیین ماندگاری نمونه‌ها، عدد پراکسید و میزان پس دادن چربی و ویژگی‌های میکروبی نمونه‌ها (تعداد کل باکتری‌های هوازی، کپک و مخمر) در دوره نگهداری در یخچال ($5^{\circ}C$) بررسی شد.

یافته ها: نمونه‌های پخشینه از نظر پذیرش کلی، تفاوت معنی‌داری با هم داشتند ($p<۰/۰۵$). نتایج ارزیابی حسی نشان داد که F_2 شبیه F_7 بود و نمونه‌های حاوی MWMS نسبت به نمونه‌های حاوی آلژینات سدیم از پذیرش بهتری برخوردار بودند. در پایان هفته دهم، میانگین عدد پراکسید در تمام نمونه‌ها کمتر از حد غیرقابل مصرف (۵meq/kg) بود. نتایج آزمون پس دادن چربی در مورد اکثر نمونه‌ها رضایت بخش بود و فقط پس دادن چربی در نمونه‌های F_5 و F_6 از هفته ششم به بعد مشاهده شد. نتایج حاصل از آزمون میکروبی نشان داد که تمام نمونه‌ها با توجه به میانگین تعداد کل باکتری‌های هوازی، کپک و مخمر، در هفته دهم به نقطهٔ دورریز رسیدند.

نتیجه‌گیری: رتبه‌بندی نهایی نمونه‌ها براساس ارزش تغذیه‌ای یا نسبت میزان اسیدهای چرب چند غیراشباعی به مجموع میزان اسیدهای چرب اشباع و ترانس($P/S+T \geq 1$)، ویژگی‌های فیزیکی، ارزیابی حسی و ماندگاری چنین به دست آمد: $F_7 > F_2 > F_1 > F_6 > F_5 > F_3 > F_4$. با توجه به ضرورت تولید محصولات کم‌چربی و کم‌ترانس به لحاظ اهمیت آن‌ها در سلامت و بهداشت جامعه و نتایج حاصل از این تحقیق، می‌توان فرمولF_2 را به عنوان فرمول برتر جهت ادامه کار در مقیاس وسیع‌تر پیشنهاد نمود.

واژگان کلیدی: پخشینهٔ کم‌چربی، پخشینهٔ کم‌ترانس، ماندگاری، ارزیابی حسی

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-08]

• مقدمه

تحقیقات انجام شده در سال‌های اخیر نشان می‌دهد که دریافت اسیدهای چرب ترانس به علت افزایش میزان کلسترول و لیپوپروتئین‌های با دانسیته کم و کاهش لیپوپروتئین‌های با دانسیته بالا در بروز بیماری‌های قلبی عروقی موثر است و بیوسنتز اسیدهای چرب ضروری آراشیدونیک را مهار می‌کند. FDA نیز توصیه کرده است که کمتر از ۱٪ انرژی دریافتی از اسیدهای چرب ترانس تامین شود. از این رو، توجه محققان روی تولید پخشینه‌هایی با میزان چربی و اسیدهای چرب ترانس کمتر متمرکز شده است. تولید محصولات مشابه مارگارین، ولی با میزان چربی کمتر(۶۰-۴۰ ٪) یا پخشینه‌های کم‌چربی به دلیل شیوع چاقی و بیماری‌های قلبی‌عروقی در دنیا رواج یافته است.تولید پخشینهٔ کم‌چربی، مستلزم جایگزینی بخشی از چربی به وسیله آب است؛ به طوری که فاز پراکنده (آبی) از فاز پیوسته (چربی) تجاوز کند. این جایگزینی و کاهش چربی، کاهش‌کالری را در حد مطلوبی فراهم می‌کند، ولی ممکن است، باعث بروز تغییراتی در بافت، نقطه ذوب و به طورکلی کیفیت و ماندگاری محصول شود (۳-۱).

Patel و Gupta نشان دادندکه شیر خشک بدون‌چربی و کازئینات‌سدیم، اثر قابل توجهی بر بهبود عطر و طعم، احساس دهانی و بافت پخشینهٔ کم‌چربی (۴۰٪ چربی) دارد و درحضور۰/۱درصد مخلوط اسید سوربیک و سوربات‌پتاسیم و درصورت درزبندی کامل، محصول به مدت ۱۰ تا ۱۲ هفته در دمای یخچال قابل نگهداری است، بدون اینکه تغییری در رنگ، بافت و عطر و طعم فراورده ایجاد شود (۴). در تحقیقات Prajapati و همکاران نشان داده شد که افزودن مواد جامد بدون چربی شیر باعث کاهش سفتی و بهبود امتیازات بافت سطحی و قابلیت پخش شدن می‌شود و افزودن۰/۳ درصد مخلوط مونو و دی گلیسرید باعث تولید محصولی با بالاترین امتیاز در بافت، قابلیت پخش شدن و طعم و همچنین کمترین میزان پس دادن چربی (oiling off) و آب انداختن در محصول نهایی می‌شود. همچنین مشخص شد که صمغ گوآر باعث ایجاد چسبندگی در محصول و در نتیجه، احساس دهانی و پخش شدن نامطلوب می شود(۵).

Pieter در سال۱۹۹۲ وضعیت میکروبیولوژیکی مارگارین و پخشینه‌های کم‌چربی را بررسی کرد و نشان داد که کاهش مقدار چربی از ۸۰٪ به ۴۰٪ ، از نظر میکروبیولوژیکی، بسیار مهم است؛ زیرا مقدار آب محصول ۳ برابر حالت معمول شده و در نتیجه، عوامل نگهدارنده‌ای مانند نمک طعام و اسید تا ۳ برابر رقیق می‌شوند. برای بهبود خواص حسی، مواد پروتئینی و پلی‌ساکارید به فاز آبی افزوده می‌شود. پروتئین‌ها درpH پایین طعم ترش و غیرقابل قبولی ایجاد می‌کنند، از این رو، امکان کاهش pH در پخشینه‌های کم‌چربی، محدود می‌شود (۶). با توجه به امکان رشد میکروارگانیسم‌ها در قطرات آب موجود در فراورده، می‌توان با استفاده از برخی مواد افزودنی مانند اسید سوربیک و اسید بنزوئیک (یا نمک‌های آن‌ها) از رشد میکروب‌ها جلوگیری کرد. همچنین، کاربرد روش‌هایی مانند کنترل اندازه ذرات فاز آبی و سیستم تجزیه و تحلیل نقاط کنترل بحرانی (HACCP) در طول فرایند، تولید محصولی با کیفیت میکروبیولوژیکی مناسب را امکان‌پذیر می‌سازد (۸، ۷).

Rajah با مطالعات خود در زمینه پایداری میکروبی و افزایش ماندگاری پخشینه‌های کم‌چربی (۴۰٪)، افزودن نگهدارنده تا ۲ برابر مقدار مصرف در مارگارین و محصولات پرچربی و نمک تا ۲ درصد (بسته به ذائقه و پذیرش) را پیشنهاد کرد (۷) و نشان داد که با کاهش pH فاز آبی به حدود ۴ تا ۵، افزودن پایدارکننده برای به دام انداختن آب آزاد، پاستوریزاسیون فازهای آبی و روغنی و امولسیون و نگهداری محصول در دمای پایین (یخچال) می‌توان از رشد میکروارگانیسم‌ها جلوگیری کرد. Roberts و همکاران از مخلوط ۰/۵درصد آلژینات سدیم و ۲/۵درصد نشاسته در حضور یون کلسیم برای پایداری فاز آبی در پخشینه‌های کم‌چربی استفاده کردند و نشان دادند که پروتئین‌های لبنی نظیر کازئینات، پودر آب پنیر و پودر شیر پس‌ْچرخ با داشتن فعالیت سطحی باعث گسستن امولسیون و شکستن آسان‌تر آن در دهان و

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-08]

احساس دهانی مطلوب می‌شوند (۹). Alexandersen در سال ۲۰۰۵ نشان داد که استفاده از مقادیر زیاد پروتئین‌های لبنی در پخشینه‌های کم‌چربی، نه تنها باعث ناپایداری محصول می شود، بلکه مشکلات میکروبیولوژیکی نیز در محصول ایجاد می کند. بنابراین، برای پایدار کردن پخشینه‌های کم‌چربی بهتر است از مخلوط پروتئین‌های لبنی و سایر پایدارکننده‌های بر پایه کربوهیدرات استفاده شود(۱۰). در گذشته، استفاده از ژلاتین در فاز آبی پخشینه‌های کم‌چربی، نتایج خوبی در آزاد سازی طعم و احساس دهانی محصول به همراه داشت. اما امروزه، به خاطر عدم پذیرش و ذائقه مردم، کاربرد ژلاتین به عنوان پایدارکننده در مواد غذایی، بسیار محدود شده و تولید کنندگان مجبور هستند، از پایدارکننده‌هایی مثل آلژینات سدیم، کاراگینان، آگار، پکتین، نشاسته و مشتقات آن استفاده کنند (۱۱). الوند و همکاران، شش نمونه پخشینه کم‌چربی (۴۰٪) و کم‌ترانس (کمتر از ۱٪)را با استفاده از روغن‌های پالم استئارین، کانولا، سویا، پنبه دانه، پالم و فلیک سویا و همچنین دو پایدارکننده آلژینات سدیم (۱٪) و نشاسته اصلاح شده ذرت مومی یا MWMS (۳٪) در مقیاس آزمایشگاهی تولید کردند و سپس به بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن‌ها پرداختند(۱۲). هدف از انجام این تحقیق، ارزیابی‌حسی و تعیین ماندگاری نمونه‌های پخشینهٔ کم‌چربی وکم‌ترانس تولیدشده در مقیاس‌آزمایشگاهی در دمای یخچال بود.

• مواد و روش‌ها

شش نمونه پخشینهٔ کم‌چربی(۴۰٪ چربی) و کم‌ترانس(کمتر از ۱٪) تولید شده در مقیاس آزمایشگاهی (2kg) با ترکیب سه فاز روغنی و دو پایدار کننده تولید شدند: فرمول‌های ۱ و ۲ با فاز روغنی پالم استئارین و کانولا (۶۰ :۴۰) و پایدارکننده آلژینات سدیم(F_1) و MWMS (F_2) فرمول‌های ۳ و ۴ با فاز روغنی روغن سویای کاملا هیدروژنه(فلیک) و روغن سویا (۷۵ : ۲۵) و پایدارکننده آلژینات سدیم (F_3) و MWMS (F_4) فرمول‌های ۵ و ۶ با فاز روغنی روغن‌های پالم، پنبه‌دانه وکانولا (۲۰ :۴۰: ۴۰) و پایدارکننده آلژینات سدیم (F_5) و MWMS (F_6)، نمونه شاهد یا F_7 (پخشینه با ۸۰٪چربی) از مخلوط روغن‌های پالم استئارین و کانولا (۶۰ : ۴۰) و بدون پایدارکننده.

ابتدا برای تهیه فاز روغنی نمونه‌ها به روش اختلاط (blending)، روغن‌ها در دمای ۶۰°C مخلوط و به مدت ۱۵ دقیقه در این دما نگهداری شدند. سپس، امولسیفایرهای مونو و دی‌گلیسرید(۰/۵درصد) از شرکت *Danisco* دانمارک به بخشی از این مخلوط (۱۰٪) در دمای ۸۰ °C اضافه و سپس به مخلوط، برگردانده شد. سایر ترکیبات محلول در چربی شامل بتاکاروتن(۰/۰۰۰۸٪) از شرکت *Roche* سوئیس، مخلوط ویتامین‌های A و D_3 (۰/۰۱درصد) از شرکت *Vitamin Mischung* چین و طعم دهنده محلول درچربی(۰/۱درصد) از شرکت *روبرته* سیرجان اضافه و سپس تا دمای۴۵°C خنک شدند. برای پایدار کردن فاز آبی، از پایدارکننده‌های آلژینات سدیم(۱٪)از شرکت *Kimica* ژاپن و MWMS (۳٪) از شرکت *National Starch* آمریکا استفاده شد. شیر خشک(۱٪) از کارخانه *مغان ایران*، کازئینات سدیم(۱ ٪) از شرکت *کازئینات ایران*، سوربات‌پتاسیم (۰/۲درصد) و نمک طعام (۰/۵درصد) از شرکت *ایران املاح*، اسید سیتریک (۰/۰۶درصد) و طعم دهنده محلول در آب (۰/۱درصد) از شرکت *روبرته سیرجان* تهیه شد.

فاز آبی به آرامی به فاز روغنی درحال هم‌زدن در دمای۴۵°C (دمای مناسب برای تهیه امولسیون) اضافه و امولسیون حاصل در این دما به مدت ۲ تا ۳ دقیقه کاملا مخلوط و یکنواخت شد. برای سرد و کریستالیزه کردن امولسیون از سیستم آزمایشگاهی طراحی شده شامل همزن، ظرف استیل، شفت همزن متناسب با ابعاد ظرف و با جداره‌های تراشنده و یخدان پلاستیکی دو جدارهٔ حاوی مخلوط یخ و آب نمک استفاده شد. در این مرحلهٔ امولسیون تهیه شده در ظرف استیل ریخته شد و در مخلوط یخ و آب نمک (۱۰°C-) قرار داده شد. عمل اختلاط به مدت ۱۵ دقیقه و در دمای۱۰ °C- انجام گرفت(۱۲). مشخصات نمونه‌های پخشینهٔ تولید شده و نتایج آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی در جدول ۱ آورده شده است.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-08]

جدول ۱ – مشخصات نمونه‌های پخشینه کم‌چربی و کم‌ترانس تولید شده و مورد آزمون قرار گرفته (۱۲)

نمونه / ویژگی	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6	F_7 (شاهد)
ترکیب فاز روغنی *	فاز روغنی ۱	فاز روغنی ۱	فاز روغنی ۲	فاز روغنی ۲	فاز روغنی۳	فاز روغنی ۳	فاز روغنی ۱
نوع و میزان‌پایدارکننده	آلژینات سدیم (۱٪)	MWMS(۳٪)	آلژینات سدیم (۱٪)	MWMS (۳٪)	آلژینات سدیم (۱٪)	MWMS (۳٪)	---
عدد یدی(g/100g) Mean±±SD	۸۵/۵۵±۰/۲۲	۸۵/۵۵±۰/۲۲	۹۳/۴۴±۰/۳۸	۹۳/۴۴±۰/۳۸	۸۹/۸۶±۰/۲۲	۸۹/۸۶±۰/۲۲	۸۵/۵۵±۰/۲۲
عددپراکسید(meq/kg) Mean±±SD	**^{a}۰/۹۸±۰/۳۰	^{a}۰/۹۸±۰/۳۰	^{b}۱/۵۵±۰/۱۵	^{b}۱/۵۵±۰/۱۵	^{c}۱/۰۴±۰/۰۸	^{c}۱/۰۴±۰/۰۸	^{a}۰/۹۸±۰/۳۰
نقطه لغزش(° C) Mean±±SD	۳۷±۰/۰	۳۷±۰/۰	۴۰±۰/۰	۴۰±۰/۰	۲۸±۰/۰	۲۸±۰/۰	۳۷±۰/۰
ارزش‌تغذیه‌ای (P/S+T)	۰/۹۹	۰/۹۹	۱/۲۸	۱/۲۸	۱/۰۱	۱/۰۱	۰/۹۹
نفوذپذیری(میلی‌متر) Mean±±SD	^{a}۳۰/۲۰±۰/۳۰	^{b}۳۴/۲۰±۰/۲۰	^{c}۴۳/۲۰±۰/۱۰	^{d}۴۰/۰۰±۰/۱۰	^{e}۱۹/۲۰±۰/۳۰	^{f}۲۱/۴۰±۰/۳۰	^{g}۱۵/۶۰±۰/۱۰
تنش حد Mean±±S	^{a}۴۲۶/۲۶±۱/۹۵	^{a}۴۳۱/۱۷±۱۲/۴۲	^{b}۵۶۲/۰۴±۲/۲۷	^{b}۵۶۱/۴۴±۱۰/۹۶	^{c}۱۱۲/۸۶±۱۰/۴۳	^{c}۹۸/۰۱±۱۸/۲۷	^{a}۴۶۳/۲۴±۳/۱۶

* فاز روغنی ۱ حاوی روغن‌های‌پالم استئارین+ کانولا (۶۰ :۴۰)، فاز روغنی ۲ حاوی روغن مایع سویا+ فلیک سویا (۲۵ : ۷۵) و فاز روغنی۳ حاوی روغن‌های پالم + پنبه دانه + کانولا (۲۰ :۴۰: ۴۰) است.

**حروف غیر یکسان، نشان دهنده اختلاف آماری معنی دار در سطح $p < ۰/۰۵$ در هر ردیف است.

ارزیابی‌حسی شامل تعیین ویژگی‌های بافت سطحی، قابلیت پخش شدن، عطر و طعم، احساس دهانی و پذیرش‌کلی نمونه‌های فرموله و تولید شده، با استفاده از ۳۰ ارزیاب خانگی(in-house panel) به روش رتبه‌بندی (ranking) انجام شد. با توجه به اینکه F_1،F_3 و F_5 حاوی۱٪ پایدار کننده آلژینات سدیم و F_2، F_4 وF_6 حاوی۳٪ پایدارکننده MWMS بودند، به منظور انتخاب پایدارکنندهٔ مناسب، نمونه‌ها طی دو مرحله و در دو گروه سه تایی به ارزیاب‌ها ارائه شد. به منظور ارزیابی حسی، ابتدا با استفاده از جدول اعداد تصادفی، کدهای سه رقمی برای هر نمونه انتخاب و در ظروف یکسان به ارزیاب‌ها داده شد تا نمونه‌ها را از لحاظ ویژگی‌های مورد نظر، ارزیابی کنند. از ارزیاب‌ها خواسته شده بود، برای بیشترین پذیرش، رتبه ۱ و برای کمترین پذیرش، رتبه ۳ را در نظر بگیرند و از دادن رتبه یکسان خودداری نمایند. براساس نتایج این ارزیابی، طبق روش رتبه بندی و آزمون فریدمن، فرمول‌های برتراز دو گروه ۱ و۲ به همراه شاهد (F_7) دوباره برای ارزیابی حسی به ارزیاب‌ها داده شد. نتایج طبق روش رتبه بندی و آزمون فریدمن بررسی شد.

آزمون‌های ماندگاری شامل اندازه‌گیری عدد پراکسید (۱۳) و درصد پس دادن چربی (۱۴) و تعیین ویژگی‌های میکروبی شامل تعداد کل باکتری‌های هوازی، کپک و مخمر(۱۷-۱۵) در بدو تولید (زمان صفر) و در هفته‌های ۱، ۲، ۴، ۶، ۸ و۱۰ روی نمونه‌های پخشینهٔ نگهداری شده در یخچال (۵°C) انجام شد.

نمونه‌های پخشینهٔ کم‌چربی و کم‌ترانس بر اساس ارزش تغذیه ای (P/S+T≥ ۱)، ویژگی‌های فیزیکی، ارزیابی حسی و ماندگاری در دمای یخچال رتبه‌بندی شدند. ویژگی‌های فیزیکی شامل SFC (کمتر از ۳۳٪ در دمای یخچال، بیشتر از ۱۰٪ در دمای محیط و کمتر از ۵٪ در دمای بدن)، بیشترین نفوذپذیری، تنش حد (۸۰۰-۲۰۰)، نقطه لغزش (کمتر از۳۷ °C) و حداقل میزان پس دادن چربی بود.

• یافته‌ها

جمع رتبه‌های حاصل از ارزیابی حسی نمونه‌های F_1، F_3 و F_5 (حاوی ۱٪ آلژینات سدیم) در جدول۲ ملاحظه می‌شود و جمع رتبه‌های ارزیابی حسی برای نمونه‌های F_2، F_4 وF_6 (حاوی ۳ ٪ MWMS) در جدول۳ آمده است. جدول۴ جمع رتبه‌های ارزیاب‌ها برای نمونه‌های برتر در دو ارزیابی قبلی (طبق روش رتبه بندی و آزمون فریدمن) یعنی نمونه‌های F_2 و F_5 با نمونه شاهد (F_7)را نشان می‌دهد.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-08]

جدول ۲- میانگین رتبه‌های * حاصل از ارزیابی حسی نمونه‌های پخشینه F_1، F_3 و F_5

ویژگی / نمونه	بافت سطحی	قابلیت پخش شدن	عطرو طعم و احساس دهانی	پذیرش کلی
F_1	c **۲/۳۳	a ۲/۱۶	b ۲/۱۶	b ۲/۱۳
F_3	a ۱/۷۰	a ۱/۹۶	c ۲/۳۳	c ۲/۵۶
F_5	b ۱/۹۶	a ۱/۸۶	a ۱/۵۰	**a** ۱/۳۰

* به بیشترین پذیرش، رتبه ۱ و به کمترین پذیرش، رتبه ۳ اختصاص داده شده است.

* *حروف غیر یکسان، نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌دار در سطح $p <$ ۰/۰۵ در هر ستون است.

جدول۳- میانگین رتبه‌های * حاصل از ارزیابی حسی نمونه‌های پخشینه F_2، F_4 و F_6

ویژگی / نمونه	بافت سطحی	قابلیت پخش شدن	عطرو طعم و احساس دهانی	پذیرش کلی
F_2	a** ۱/۳۰	a ۱/۴۰	a ۱/۶۰	a ۱/۳۳
F_4	b ۲/۲۶	b ۲/۰۳	b ۲/۴۰	b ۲/۲۰
F_6	c ۲/۴۳	c ۲/۵۶	c ۲/۰۰	c ۲/۴۶

* به بیشترین پذیرش، رتبه ۱ و کمترین پذیرش، رتبه ۳ اختصاص داده شده است.

* *حروف غیر یکسان، نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌دار در سطح $p <$ ۰/۰۵ در هر ستون است.

جدول ۴- میانگین رتبه‌های * حاصل از ارزیابی حسی نمونه‌های پخشینه F_2، F_5 و F_7(شاهد)

ویژگی / نمونه	بافت سطحی	قابلیت پخش شدن	عطرو طعم و احساس دهانی	پذیرش کلی
F_2	a **۱/۶۶	a ۱/۶۳	b ۲/۶۰	a ۱/۶۰
F_5	b ۳/۰۰	b ۲/۹۳	a ۱/۸۶	b ۳/۰۰
F_7(شاهد)	a ۱/۳۳	a ۱/۴۳	a ۱/۵۳	a ۱/۴۲۴۰

* به بیشترین پذیرش، رتبه ۱ و کمترین پذیرش، رتبه ۳ اختصاص داده شده است.

* *حروف غیر یکسان، نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌دار در سطح $p <$ ۰/۰۵ در هر ستون است.

آنالیز آماری نتایج ارزیابی حسی نمونه‌های F_1، F_3 و F_5 نشان داد که پذیرش کلی آن‌ها اختلاف معنی‌داری با هم دارد($p<$۰/۰۵). همچنین، اختلاف معنی‌داری از نظر ویژگی بافت سطحی، عطر و طعم و احساس دهانی بین این نمونه‌ها مشاهده شد($p<$۰/۰۵). از نظر ویژگی بافت سطحی، نمونه F_3 و از نظر ویژگی عطر و طعم و احساس دهانی نمونه F_5 به عنوان بهترین فرمول انتخاب شدند. از نظر ویژگی قابلیت پخش شدن، اختلاف معنی‌داری بین نمونه‌ها وجود نداشت ($p>$۰/۰۵).

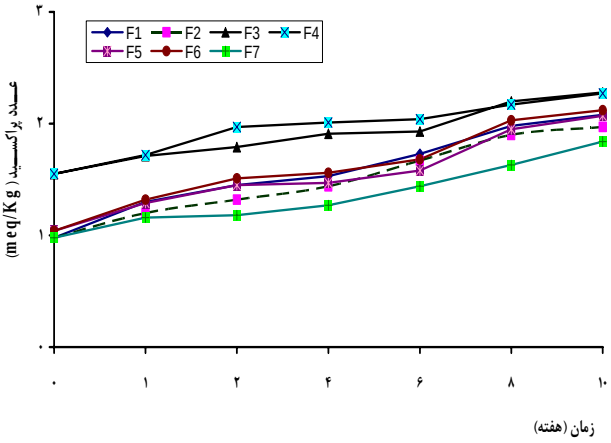
آنالیز آماری نتایج ارزیابی حسی نمونه‌های F_2، F_4 و F_6 اختلاف معنی‌داری بین پذیرش کلی آن‌ها نشان داد ($p<$۰/۰۵). نتایج ارزیابی ویژگی بافت سطحی، قابلیت پخش شدن و عطر و طعم نشان داد که از نظر این ویژگی‌ها نیز اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها وجود دارد ($p <$۰/۰۵).

ارزیابی حسی نمونه‌های F_2، F_5 و F_7 نشان داد که پذیرش کلی F_5 اختلاف معنی‌داری با F_2 و F_7 داشت ($p<$۰/۰۵) ولی بین نمونه‌های F_2 و F_7 از لحاظ ویژگی پذیرش کلی، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت($p>$۰/۰۵). نتایج ارزیابی ویژگی بافت سطحی، قابلیت پخش شدن، عطر و طعم و احساس دهانی در آن‌ها بیانگر اختلاف معنی‌داری بود ($p<$۰/۰۵). از نظر ویژگی بافت سطحی و قابلیت پخش شدن بین نمونه‌های F_2 و F_7 (شاهد) اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت($p>$۰/۰۵). از نظر ویژگی عطر و طعم و احساس دهانی، نمونه‌های F_5 و F_7 (شاهد) شبیه به هم بودند($p>$۰/۰۵) و در رتبه اول قرار گرفتند.

در شکل ۱ تغییرات عدد پراکسید نمونه‌های پخشینهٔ کم چربی و شاهدِ نگهداری شده در دمای یخچال (۵°C) ملاحظه می‌شود. آنالیز واریانس‌دو طرفه به‌روش تکرار

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-08]

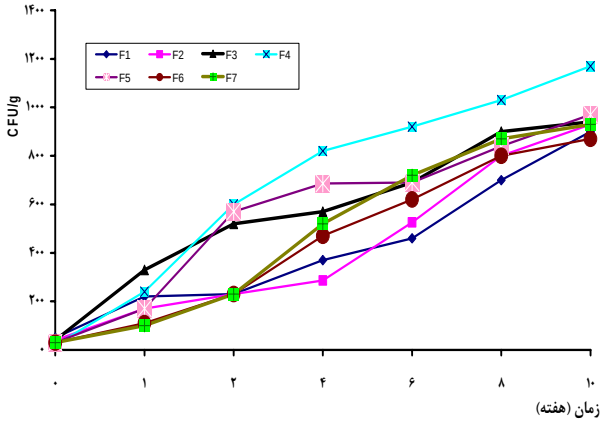
برای ویژگی عدد پراکسید نشان داد که تیمارها، زمان‌ها و اثر متقابل تیمار در زمان، معنی‌دار است ($p <$ ۰/۰۵). بنابراین، مقایسه زمان‌ها و تیمارها به طورمستقل، عملی نبود و آنالیز واریانس یک طرفهٔ این متغیرها در هر مقطع زمانی، بررسی شد. سپس با انجام آزمون توکی(Tukey) تفاوت بین نمونه‌ها درسطح معنی‌دار۹۵ ٪ در هر زمان مشخص شد. به طوری که بین نمونه‌های F_1، F_2، F_5، F_6 و شاهد با F_3 و F_4 اختلاف معنی‌داری در بدو تولید (زمان صفر) مشاهده شد. نتایج آنالیز واریانس یک طرفه برای مقایسه زمان‌ها در هر تیمار، اختلاف معنی‌داری را برای زمان‌های مختلف در هر تیمار نشان داد. بین میانگین عدد پراکسید زمان صفر و هفته دهم، در تمام نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود داشت.



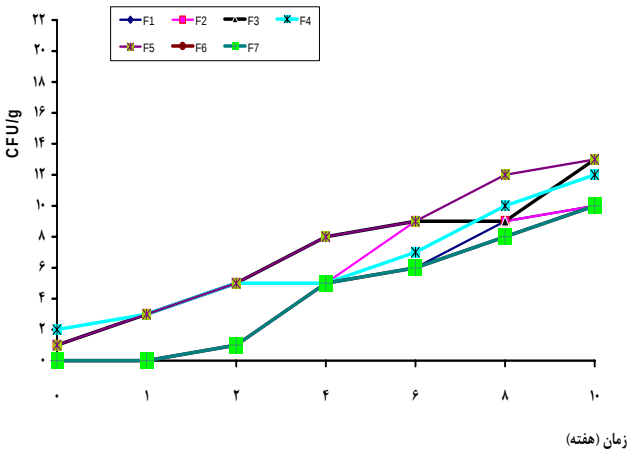
شکل ۱- تغییرات عدد پراکسید نمونه‌های پخشینه کم‌چربی و کم‌ترانس در دوره ماندگاری در ۵°C

پس دادن چربی در نمونه‌های F_1، F_2، F_3، F_4 و F_7 در طول دوره ماندگاری مشاهده نشد. پس دادن چربی در هفته‌های ششم و دهم در نمونه F_5 به ترتیب ۱/۵ و ۲/۵ درصد و در نمونه F_6 به ترتیب ۱ و ۲ درصد مشاهده شد. نتایج آنالیز واریانس دوطرفه به روش تکرار برای ویژگی پس دادن چربی، نشان دهندهٔ وجود اختلاف معنی‌دار برای اثر متقابل زمان و تیمار بود ($p <$ ۰/۰۵). بنابراین، مقایسه زمان‌ها و تیمارها به طور مستقل عملی نبود و تیمارها در هر مقطع زمانی با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه، با یکدیگر مقایسه شدند.

در شکل‌های ۲، ۳ و ۴ ویژگی‌های میکروبی نمونه‌های پخشینه ملاحظه می‌شود. نتایج آنالیز واریانس دو طرفه به روش تکرار برای تعداد کل باکتری‌های هوازی، کپک و مخمر در طول دوره ماندگاری نشان داد که زمان‌ها با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشتند، حال آنکه تیمارها و اثر متقابل تیمار در زمان، معنی‌دار نبود. به همین دلیل، زمان‌های مختلف با یکدیگر مقایسه شدند و نتایج نشان داد که در تمام نمونه‌ها، میانگین تعداد کل باکتری‌های هوازی، کپک و مخمر در هفته دهم، اختلاف معنی‌داری با زمان صفر در تمام تیمارها داشت($p <$ ۰/۰۵).

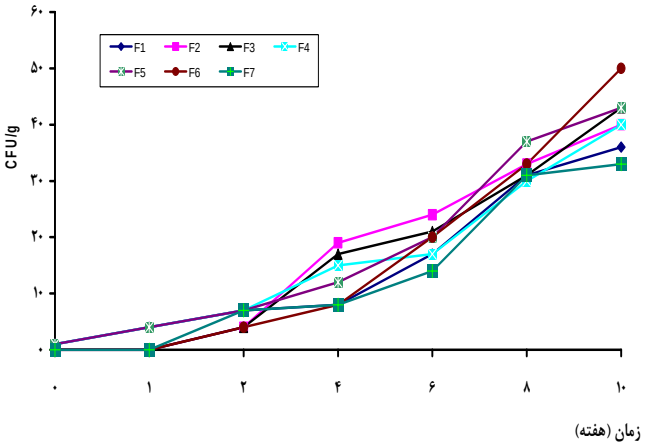


شکل ۲- تغییرات تعداد کل باکتری‌های هوازی نمونه‌های پخشینه کم چربی و کم ترانس در دوره ماندگاری در ۵°C



شکل ۳-تغییرات تعداد کپک نمونه‌های پخشینه کم‌چربی و کم‌ترانس در دوره ماندگاری در ۵°C

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-08]



شکل ۴- تغییرات تعداد مخمر نمونه‌های پخشینه کم چربی و کم ترانس در دوره ماندگاری در۵ °C

نمونه‌های پخشینه براساس ارزش تغذیه‌ای (P/S+T≥ ۱) ، ویژگی‌های فیزیکی (۱۲)، ارزیابی حسی (رتبه بندی ویژگی‌های بافت سطحی، قابلیت پخش شدن، عطر و طعم و احساس دهانی، و پذیرش کلی)، آزمون ماندگاری (عدد پراکسید، میزان پس دادن چربی) و ویژگی‌های میکروبی (شامل تعداد کل باکتری‌های‌هوازی، کپک و مخمر) در دمای یخچال رتبه‌بندی شدند که در جدول ۵ ملاحظه می‌شود.

جدول ۵- رتبه‌بندی* نمونه‌های پخشینه کم‌چربی و کم‌ترانس

نمونه / ویژگی	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6	F_7(شاهد)
ارزش تغذیه ای**(۱۲)	۱	۱	۳	۳	۲	۲	۱
ویژگی های فیزیکی (۱۲)	۵	۵	۱۰	۱۰	۷	۷	۴
ارزیابی حسی	۲	۱	۳	۳	۱	۲	۱
ماندگاری	۳	۳	۴	۵	۶	۴	۳
رتبه کل	۱۱	۱۰	۲۰	۲۱	۱۶	۱۵	۹

*عدد یک به عنوان بهترین ویژگی در هر ردیف در نظر گرفته شده است.

**P/S+T

• بحث

اهمیت و ضرورت کاهش مصرف چربی و اسیدهای چرب ترانس در رژیم غذایی، تولید فراورده‌های کم‌چربی و کم‌ترانس را موجب شده است. به دنبال تولید آزمایشگاهی شش نمونه پخشینهٔ کم‌چربی و کم‌ترانس با ترکیب سه نوع فاز روغنی و دو نوع پایدارکننده، هدف این پژوهش، ارزیابی‌حسی و تعیین ماندگاری این فراورده‌ها بود. بافت سطحی، قابلیت پخش‌شدن، عطر و طعم و احساس دهانی، پذیرش کلی و ماندگاری نمونه‌های پخشینه کم‌چربی و کم‌ترانس‌تولید شده و نمونه پخشینه پرچربی(شاهد) در دمای یخچال(۵ °C) بررسی شد.

نتایج ارزیابی حسی نمونه‌های F_1 ، F_3 و F_5 (حاوی ۱٪ پایدارکننده آلژینات سدیم) نشان داد که از نظر ویژگی بافت سطحی، اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها وجود دارد ($p<0/05$) و نمونه F_3 به عنوان رتبه اول با بافت سطحی صاف و یکنواخت انتخاب شد. وجود ۲۵٪ فلیک سویا و اسید استئاریک موجود در آن می‌تواند در ایجاد چنین بافتی موثر باشد. اسید چرب پالمیتیک تمایل بیشتری به تشکیل بافت خمیری و پلاستیکی داردکه مقدار آن در نمونه F_5 بیشتر از نمونه‌های F_1 وF_3 است و در اثر حضور پایدارکننده آلژینات‌سدیم، سطح نمونه‌های F_1 و F_5 حالتی خمیری شکل به خود گرفته است(۷، ۳) . همهٔ نمونه‌ها از لحاظ این ویژگی برای پخش شدن بلافاصله پس از بیرون آوردن از یخچال در حد مناسبی بودند. بررسی نتایج نشان داد که در مورد ویژگی قابلیت پخش شدن، اختلاف آماری معنی‌داری بین نمونه‌ها وجود ندارد($p>0/05$) و همهٔ نمونه‌ها از لحاظ قابلیت پخش شدن شبیه هم هستند.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-08]

نتایج ارزیابی ویژگی عطر و طعم و احساس دهانی نمونه‌ها نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها وجود دارد ($p<۰/۰۵$). از نظر این ویژگی، نمونه F_5 به عنوان بهترین فرمول انتخاب شد و رتبه اول را به خود اختصاص داد. ارزیاب‌ها از احساس دهانی نمونه F_3 به علت حالت گریسی و طعم روغنی در دهان، راضی نبودند. بالا بودن مقدار اسید استئاریک و نقطه لغزش درF_3 باعث بالا رفتن مقدار SFC در دمای ۳۵°C و در نتیجه، عدم ذوب کامل آن در دهان و ایجاد احساس بد دهانی شده است (۱۹، ۱۸، ۳). موارد ذکر شده برای فرمول F_3 در مورد F_1 و F_5 مشاهده نشد. F_1 با SFC نزدیک به مقدار مطلوب (کمتر از ۵ درصد) در دمای۳۵°C از لحاظ ویژگی عطر و طعم و احساس دهانی در رتبه دوم قرار گرفت (۲۰، ۱۸). پائین بودن نقطه لغزش و مقدار SFC در دمای بدن (جدول ۱) باعث ذوب کامل F_5 در دهان شده که در نتیجه، حالت مومی و روغنی در دهان به وجود نمی‌آید و باعث احساس دهانی مطلوب می‌شود (۲۱، ۱۹، ۳). نتایج نشان دادند که پذیرش کلی به این ترتیب است: $F_3 < F_1 < F_5$.

نتایج ارزیابی حسیF_2 ، F_4 وF_6 (نمونه‌های حاوی۳٪ MWMS) نشان دادکه درمورد ویژگی بافت سطحی، عطر و طعم و احساس دهانی و قابلیت پخش شدن، بین فرمول‌ها اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($p <۰/۰۵$). از نظر بافت سطحی، نمونه F_2 رتبه اول را به دست آورد و F_4 و F_6 در رتبه‌های بعدی قرارگرفتند. در فرمول F_2 ساختار پلاستیکیِ بوجود آمده در اثر وجود اسید پالمیتیک و شکل کریستالی نوع′β با وجود۳٪ MWMS بافتی یکنواخت و هموار ایجادکرده است. در فرمولاسیون فازهای روغنی F_1، F_2، F_7 (شاهد) از۴۰٪ روغن پالم استئارین و در F_5 و F_6 از۲۰٪روغن پالم استفاده شد و در نتیجه، در فازهای روغنی F_1، F_2، F_7 (شاهد)، میزان اسید پالمیتیک ۲۲/۵۳درصد، در F_3 و F_4 ۱۰/۷۲ درصد و درF_5 و F_6 ۲۶/۸۲ درصد بود. در روغن‌های پالم و پالم استئارین که به ترتیب حاوی ۴۴٪ و ۴۷٪ اسید پالمیتیک هستند، تمایل به تشکیل کریستال‌های′β وجود دارد. کریستال‌های کوچک′β پلاستیسیته را در مارگارین و پخشینه افزایش می دهند؛ زیرا تمایل به تشکیل ساختمانی با شبکه سه بُعدی دارند و می‌توانند مقدار زیادی روغن مایع را در خود محبوس و احساس دهانی بهتری ایجاد کنند (۲۳، ۲۲، ۱۰، ۳).

نتایج نشان می‌دهد که نوع پایدار کننده در یکنواختی و کیفیت بافت سطحی، موثر است. در F_6 غیرهمگن بودن روغن‌ها و شکل‌های کریستالی باعث غیریکنواختی بافت شد. از لحاظ ویژگی عطر و طعم در فرمولF_4 بالا بودن مقدار اسید استئاریک، نقطه لغزش و مقدارSFC در دمای۳۵°C باعث عدم ذوب کامل آن در دهان و ایجاد احساس بد دهانی شد (۱۹، ۱۸، ۳). پایین بودن نقطه لغزش و SFC در دمای بدن باعث شد که F_2 از لحاظ ویژگی عطر و طعم و احساس دهانی در رتبه اول قرارگیرد و ارزیاب‌ها رتبه ۲ را به نمونه F_6 اختصاص دهند. نتایج بیانگر آن هستند که نوع پایدارکننده در عطر و طعم و ایجاد احساس دهانی هم موثر است (۲۴، ۱۹، ۱۸، ۳). از نظر قابلیت پخش شدن، نمونه F_2 رتبه اول را به خود اختصاص داد و فرمول‌های F_4 و F_6 در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. پذیرش‌کلی F_2، F_4 وF_6 اختلاف معنی‌داری داشتند($p <۰/۰۵$). رتبه‌بندی آن‌ها به این صورت بود: $F_6 < F_4 < F_2$.

نتایج ارزیابی حسی نمونه‌های برتر در ارزیابی‌های قبلی (F_2 و F_5) در مقایسه با F_7 (شاهد)، نشان داد که از نظر بافت سطحی، قابلیت پخش شدن و عطر و طعم، اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها وجود دارد ($p<۰/۰۵$). فرمول F_7 (شاهد) با ۸۰٪ چربی و بدون پایدارکننده، از نظر ترکیب فاز روغنی، مشابه نمونه F_2 بود. به همین دلیل، فرمول‌های F_2 وF_7 (شاهد) از نظر بافت سطحی شبیه هم بوده و رتبه اول را به دست آوردند و نمونه F_5 که با داشتن مقادیر بالای اسید چرب پالمیتیک، متمایل به تشکیل بافت خمیری و پلاستیکی بود،در رتبه بعدی قرارگرفت. F_2 و F_7 (شاهد) از نظر ویژگی قابلیت پخش شدن، شباهت داشتند و رتبه اول را به خود اختصاص دادند و پایین بودن مقدارSFC در دمای۲۰°C، نمونه F_5 را در رتبه آخر قرار داد. همچنین بر اساس نتایج به‌دست آمده F_7 و F_2 از لحاظ پذیرش کلی اختلاف معنی‌داری نداشتند: F_7 و$F_2 > F_5$ ($p>۰/۰۵$). بنابراین می‌توان گفت که

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-08]

MWMS ظاهر و حالت یکنواخت بهتری در نمونه‌ها ایجاد کرده است. چنانکه در ارزیابی گروه اول (F_1، F_3 و F_5) فرمول F_1 از نظر بافت سطحی در رتبه سوم قرار داشت، ولی درارزیابی گروه دوم (F_2،F_4 و F_6) فرمول F_2 با فاز روغنی مشترک باF_1 از نظر ویژگی بافت سطحی(شبیه نمونه شاهد) در رتبه اول قرار گرفت.

آنالیز آماری تغییرات عدد پراکسید در دمای یخچال نشان می‌دهد که با افزایش زمان، عدد پراکسید افزایش می‌یابد. در تمام نمونه‌ها افزایش عدد پراکسید، یک روند تدریجی داشت. در پایان هفته دهم ، میانگین عدد پراکسید در تمام نمونه‌ها از F_1 تا F_7 (به ترتیب ۲/۰۸، ۱/۹۷، ۲/۲۸، ۲/۲۷، ۲/۰۷، ۲/۱۲ و ۱/۸)کمتر از حد غیرقابل مصرف یعنی 5meq/kg (۲۵) بود. به عبارت دیگر با کاهش چربی و بیش از سه برابر شدن درصد رطوبت محصول، آب آزاد توسط پایدارکننده‌های پلی ساکاریدی اضافه شده، درگیر می‌شوند، به طوری که‌کاهش چربی از ۸۰٪ به۴۰٪ اثر قابل ملاحظه‌ای بر افزایش میزان عدد پراکسید در نمونه‌های پخشینه کم‌چربی نداشت و نمونه‌ها از این نظر، قابل مصرف بودند.

نتایج آزمون پس دادن چربی نشان داد که فقط در دو فرمول F_5 وF_6 از هفته ششم به بعد، پس دادن چربی مشاهده شد. علت آن، پایین بودن نقطه لغزش این دو نمونه (کمتر از $30^{\circ}C$) و مقدار چربی جامد(SFC) آن‌ها در دمای $30^{\circ}C$-$20^{\circ}C$ است (۲۱، ۲۰، ۱۸). مطابق طبقه‌بندی Karabulut و Turanدر سال ۲۰۰۵ نمونه‌های با مقادیر پایین SFC در $20^{\circ}C$ (۵ ٪) به عنوان مارگارین نرم طبقه‌بندی می‌شوند(۱۹). از این رو، نتایج به دست آمده برای این دو نمونه با نتایج آن‌ها مطابقت دارد. در سایر نمونه‌ها ساختار کریستالی و شبکه به وجود آمدهٔ حاصل از فاز چربی و قرار گرفتن فاز آبی در این شبکه توانست مانع تراوش و خارج شدن روغن یا آب از این شبکه شود. نتایج بیانگر این موضوع هستند که دو پایدارکننده آلژینات سدیم(۱٪) و MWMS (۳٪) توانستند با تشکیل ساختمان ژلی، افزایش غلظت و ویسکوزیته در زمان ماندگاری محصول، مانع پس‌دادن چربی شوند (۲۲، ۲۱، ۵) ولی در F_5 و F_6 بعد از ۴ هفته از قدرت و دوام این شبکه کاسته شد؛ به طوری که از هفته ششم به بعد پس‌دادن چربی و ضعیف شدن امولسیون مشاهده شد.

آزمون میکروبی نمونه‌ها نشان داد که در تمام نمونه‌ها میانگین تعداد کل باکتری‌های هوازی، کپک و مخمر در هفته دهم، اختلاف معنی‌داری با زمان صفر (زمان تولید) داشت ($p<۰/۰۵$). به علت فقدان استاندارد ویژگی‌های میکروبی پخشینه کم‌چربی، مشخصات به دست آمده با استاندارد ملی مارگارین مقایسه شد که بر اساس آن، مقدار مجاز تعدادکل باکتری‌های هوازی ۱۰۰۰، کپک ۱۰ و مخمر $50 CFU/g$ است (۱۷-۱۵). بررسی نتایج به دست آمده نشان داد که F_1 و F_7 از نظر تعدادکپک در هفته دهم، غیر قابل مصرف هستند، درحالی که از نظر تعداد کل باکتری‌های هوازی و مخمر، هنوز به نقطه دورریز نرسیده‌اند. F_2، F_3، F_5 وF_6 در هفته دهم با توجه به نتایج تعداد کپک و مخمر، غیرقابل مصرف هستند، ولی از نظر تعدادکل باکتری‌های هوازی، هنوز به نقطه پایان نرسیده‌اند. F_4 نیز از نظر تعداد کل باکتری‌های هوازی و کپک از هفته هشتم، غیرقابل مصرف بود. شکل‌های۲، ۳ و ۴ روند افزایش تعداد میکروارگانیسم‌ها را در نمونه‌ها نشان می‌دهند. البته باید خاطرنشان ساخت که شرایط تولید آزمایشگاهی با تولید صنعتی، متفاوت است و علت آن هم، بهداشتی و استریل بودن خط تولید و ظروف بسته بندی در مقیاس تجارتی است. در این تحقیق، نمونه‌ها با وجود شرایط تولید آزمایشگاهی، از نظر ویژگی‌های میکروبی بیش از ۸ هفته ماندگاری داشتند.

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که نمونه‌های پخشینهٔ کم‌چربی(۴۰ ٪ چربی) و کم ترانس(کمتر از ۱٪) حاوی پایدارکننده‌های پلی‌ساکاریدی (نظیر MWMS و آلژینات سدیم) از ماندگاری خوبی برخوردارند، به طوری که بعد از ده هفته نگهداری در دمای یخچال، تغییرات عمده‌ای در عدد پراکسید و سایر خصوصیات کیفی آن‌ها ظاهر نشد. از نظر ارزیابی حسی، نمونه‌های حاوی MWMS نسبت به نمونه‌های حاوی آلژینات سدیم از پذیرش بهتری برخوردار بودند. عمر انباری نمونه‌های پخشینه تولید شده در مقیاس آزمایشگاهی و نگهداری

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-08]

شده در دمای یخچال، براساس ویژگی‌های میکروبی، بیش از ۸ هفته بود. در حالی که نمونه‌ها از لحاظ ویژگی‌های عدد پراکسید و پس‌دادن چربی هنوز به نقطه دورریز نرسیده بودند. با در نظر گرفتن هزینه بالای فرایند هیدروژناسیون و ضرورت تولید محصولات کم‌چربی و کم‌ترانس و اهمیت آن در سلامت و بهداشت جامعه و با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان فرمول F_2 را به‌عنوان فرمول برتر جهت ادامه کار در مقیاس وسیع‌تر پیشنهاد نمود.

سپاسگزاری

از مسئولان محترم انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور برای تامین بودجه مورد نیاز طرح و همچنین اعضای محترم شرکت کننده در ارزیابی حسی نمونه‌های پخشینه، قدردانی می‌شود.

• References

1. Ariffin A, Basri MNH, Ahmad MJ, Otham R, Minal J. Selected reading on palm oil and its uses. Malaysia: Palm Oil Research Institute of Malaysia , Ministry of Primary Industries. 1994;p.25-55.
2. Tholl GW, inventor. Process for production of low-calorie spread. US Patent 5,409,727, 1995.
3. O'Brien RD. Fats and oils: formulating and processing for applications .2nd ed, New York: CRC Press; 2004. p.235-474.
4. Patel AA, Gupta, SK. Studies on a soy–based low fat spread. J Food Sci 1988; 53(2):455-459.
5. Prajapat PS, Gupta SK, Patel AA, Patil GR. Ingredient selection for production of a low fat butter flavored spread. J Food Sci Technol 1991;28 (4):204-207 .
6. Pieter MK. Hygienic production of low fat spreads and application of HACCP during their development. Food Control 1992; 3(4):183-188.
7. Rajah KK. Fats in food technology. London; Sheffield Academic Press; 2002. p.192-274.
8. Delamarre S, Batt CA.The microbiology and historical safety of margarine. Food Microbiol 1999; 16:327-333.
9. Roberts A, Kasapis S. Textural properties of a model aqueous phase in low fat products. Part 1: alginate, caseinate and starch in isolation and in starch containing binary mixtures. Internl J Food Sci Technol 2000; 35(21):5-226.
10. Alexandersen KA, Margarine processing plant and equipment. In: Shahidi F, editor. Bailey's industrial oil and fat products,6th ed.Vol.5,edible oil and fat products: products and application technology. New York : John Wiley and Sons. 2005.p.459-532.
11. Dorp MV, Hartmut B, inventors. Gelatine replacement by wheat fiber gel and starch.US Patent 6440480, 2002.
12. Alvand A, Khoshtinat K, Zandi P, Safafar H, Mazloumi MT, Sharifzadeh Z. Formulation and lab-scale production of low fat and low trans spreads. Iranian J Nutr Sci Food Tech 2007; 2(1):11-19. [in Persian]
13.AOCS. Official methods and recommended practices, 5th ed,Firestone D, editor. hampaign:AOCS;1989, Methods Cd 8-53 , Cc 3-25 , Cd 16-81 .
14.Stuart MC, Adele KM, Sylvia AJ. Low fat margarine spreads as affected by aqueous phase hydrocolloids. J Food Sci 1996; 61 (5):1073-1082 .
15. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Microbiology of food and animal feeding stuffs-Horizontal method for the enumeration of microorganisms- colony count technique at 30°C. ISIRI 5272, Karaj: ISIRI 1999. [in Persian]
16. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Microbiological specification for margarine. ISIRI 5637, Karaj: ISIRI 2001. [in Persian]
17. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Detection and enumeration of moulds and yeasts-colony count technique at 25°C. ISIRI 997. 2nd revision, 10th ed, Karaj: ISIRI 1995. [in Persian]
18. Noor Lida HMD, Ali AR. Physicochemical characteristics of palm based oil blend for the production of reduced fat spreads. J Am Oil Chem Soc 1998; 75 (11):1625-1631.
19. Karabulut I, Turan S. Some properties of margarines and shortenings marketed in Turky. J Food Compos Anal 2005; 19(1): 55-58.
20. Huizinga H, Van Immerseel AR, Pelen EG. inventors. Edible emulsion spread. US Patent 0099755, 2003.
21. Hamm W, Hamilton RJ. Edible oil proccessing. London; Sheffield Academic Press, 2000. p.190-203.
22. Miskandar MS, Man YC, Affandi Yusoff MS, Rahman RA. Quality of margarine: fats selection and processing parameters. Asia Pac Clin Nutr 2005: 14(4): 387-395.
23. deMan L, deMan JM, Blackman B. Physical and textural evaluation of some shortening and margarines. J Am Oil Chem Soc 1989; 66: 128-131.
24. Krawczyk GS, Buliga TD, Bertrand WM, Humphreys WM. Reviewing the technology of low fat spreads. INFORM 1996;7(6):635-641.
25. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Vegetable butter (margarine)- specifications. ISIRI 143. 3rd revision, Karaj: ISIRI 1999. [in Persian]

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-08]