مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

بررسی ویژگی‌های کیفی و میکروبی کرم کاکائو حاوی روغن بذر کتان ریزپوشانی‌شده (تولید گاناش شکلاتی فراسودمند)

بنفشه مهیمنی[۱]، شیلا صفائیان[۲*]، رضوان موسوی ندوشن[۲]، محمد ربانی[۳]، حمید توکلی پور[٤]

۱-دانشجوی دکتری تخصصی، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲-دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۳- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

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

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۲۵

کلمات کلیدی:

بذر کتان،

خاصیت میکروبی،

ریزپوشانی، کیفیت،

گاناش،

فراسودمند.

DOI: 10.22034/FSCT.19.131.187

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.15.6

* مسئول مکاتبات:

Shila2462462@yahoo.co.in

چکیده

استفاده از گیاهان دارویی یا اجزای استخراج شده از آن‌ها در بخش‌های مختلف صنعت غذا توجه خاصی را به خود اختصاص داده است. از این رو در تحقیق حاضر از روغن بذر کتان در دو فرم آزاد و ریزپوشانی‌شده با آلژینات در فرمولاسیون کرم کاکائو استفاده شد و ویژگی‌های میکروبی و حسی فراورده تولیدی بررسی گردید. هدف از این تحقیق تولید گاناش شکلاتی فراسودمند حاوی نگهدارنده طبیعی بود. براساس نتایج این پژوهش مشخص شد راندمان استخراج روغن بذر کتان ۲۷/۷۳ درصد بود. جزء اصلی روغن بذر کتان اسید آلفا لینولنیک اسید (۴۷/۱ درصد) و کمترین اسید چرب شناسایی شده در آن، اسید میریستولئیک (۰/۰۶ درصد) بود. همچنین نتایج نشان داد روغن بذر کتان اثرات ضدمیکروبی قابل توجهی بر سالمونلاتیفی، اشریشیا کلی، استافیلوکوکوس اورئوس، آسپرژیلوس نایجر و کاندیدا آلبیکانس داشت. مقاومت باکتری‌های گرم منفی نسبت به روغن بذر کتان در مقایسه با باکتری‌های گرم مثبت بیشتر بود. از سوی دیگر نتایج نیز نشان‌دهنده اثرات ضدمیکروبی کمتر روغن بذر کتان ریزپوشانی‌شده با آلژینات نسبت به فرم آزاد در گاناش شکلاتی بود. این در حالی بود نمونه حاوی ۳ درصد روغن بذر کتان ریزپوشانی‌شده نسبت به نمونه حاوی این روغن در فرم آزاد از ویژگی‌های حسی مطلوب‌تری برخوردار بودند. در نهایت می‌توان گفت اگرچه فرم آزاد روغن بذر کتان دارای فعالیت ضدمیکروبی بیشتری بود، اما به منظور محافظت از ترکیبات مؤثره روغن بذر کتان، رهایش کنترل‌شده و بازارپسندی محصول، ریزپوشانی این روغن با آلژینات جهت کاربرد در فرمولاسیون گاناش شکلاتی توصیه می‌گردد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-11]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.15.6]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.187]

۱-مقدمه

کرم کاکائو یا گاناش شکلاتی متشکل از ذرات شکر،کاکائو و پودر شیرخشک در یک فاز پیوسته چربی (روغن‌های گیاهی جایگزین کره کاکائو) است که به علت حضور ذرات جامد در حالت ذوب شده و مایع، مانند یک مایع واقعی رفتار نمی‌کند و خواص جریان غیرنیوتنی را نمایش می‌دهد [۱]. فلاونوئیدهای کاکائو ترکیبات حیاتی برای سلامتی انسان بوده و به علت عملکردهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیک دارای اثرات مفیدی هستند. ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی کاکائو باعث افزایش غلظت اپیکاتچین پلاسما می‌شود. همچنین کاکائو با دارا بودن ترکیبات فلاونوئیدهای کاکائو باعث بهبود عملکرد سیستم ایمنی‌شده و اثرات حفاظتی قلب دارد. همچنین به علت وجود ترکیبات فنیل اتیلآمین و آسیل اتانولآمین در کاکائو و شکلات اثرات شادی‌زایی در آن وجود دارد. با آگاهی مصرف‌کنندگان از اثرات سلامتی‌زای کاکائو و شکلات تهیه شده از آن، استفاده این فراورده روند رو به رشدی دارد [۲]. اگرچه کاکائو از نظر ترکیبات ضداکسایشی غنی است ولی در اثر برشته شدن آن از مقدار این ترکیبات مؤثره آن کاسته می‌شود [۳]. شکلات به عنوان یکی از پرمصرف‌ترین تنقلات در رژیم‌های غذایی می‌تواند فرآورده مناسبی برای غنی‌سازی و حامل مناسبی برای انتقال ریزمغذی‌ها باشد [٤]. غذاهای فراسودمند از بحث‌های بسیار مهم و مورد توجه در جهان و یکی از روبه رشدترین گروه‌های مواد غذایی به شمار می‌آیند [٥].

استفاده از گیاهان دارویی یا اجزای استخراج شده از آن‌ها در بخش‌های مختلف صنعت غذا توجه خاصی را به خود اختصاص داده است. گیاهان دارویی یکی از مهم‌ترین منابع طبیعی جهت غنی‌سازی در محصولات غذایی می‌باشند. این گیاهان به دلیل ترکیبات متنوع از جمله روغن‌های اساسی، ترکیب‌های فنولی و پلی‌فنول‌ها، فلاونوئیدها، دی‌ترپن‌ها، سزکوئیترپن‌ها، اسیدهای چرب ضروری، فیبر و مواد معدنی، در صنعت غذا بسیار مورد توجه هستند [٦]. غذاهای فراسودمند و غنی‌شده با این قبیل ترکیبات طبیعی، علاوه بر خواص تغذیه‌ای، مزایای سلامت بخشی از خود نشان داده و خطر ابتلا به برخی از بیماری‌های مزمن را کاهش می‌دهند. ضمن این که مصرف مواد غذایی حاوی این گونه ترکیبات می‌تواند از طریق اعمال خاصیت آنتی‌اکسیدانی به حفظ سلامت بدن کمک کرده و باعث کاهش استرس اکسیداتیو در بدن شوند [۷]. دانه کتان (*Linum usitatissimum*) یکی از گیاهان دارویی است که حاوی مقدار زیادی روغن (حدود ٤٠ درصد) است. حدود ۹۰ درصد آن اسیدهای چرب چندغیراشباعی است. اسید چرب ضروری α-لینولنیک اسید جزء اصلی اسیدهای چرب روغن بذر کتان است که بیش از ۵۰ درصد از آن است [۸]. انواع مختلفی از ترکیبات فیتوکمیکال از جمله ترکیبات فنولیک، آنتی‌اکسیدان و لیگنان در بذر کتان شناسایی شده‌اند که می توانند اثرات ضدسرطانی و ضدسمیت داشته باشد [۹]. این روغن دارویی قابلیت پیشگیری از بیماری‌های قلبی عروقی و التهاب مزمن را دارد و سبب بهبود عملکرد مغز می‌شود [۱۰]. همچنین گزارش شده است که روغن بذر کتان دارای فعالیت ضدمیکروبی قابل توجهی در برابر پاتوژن‌های مختلف است، زیرا حاوی مقادیر بالایی از secoisolariciresinol diglucoside (SDG) که پیش‌ساز لیگنان‌هاست، می‌باشد. این ترکیبات دارای پتانسیل ضدباکتریایی هستند [۱۱].

ریزپوشانی به فرایندی گفته می‌شود که در آن یک یا مجموعه‌ای از ترکیبات فعال بوسیله یک ماتریس پلیمری محبوس می‌گردد. هدف از ریزپوشانی می‌تواند تثبیت‌سازی، محافظت، پایدارسازی، رهایش کنترل‌شده ترکیبات فعال و یا اصلاح ویژگی‌های محصول نهایی باشد. انتخاب روش ریزپوشانی به مواردی همچون ویژگی‌های ماده فعال، ویژگی-های ماتریس پلیمری، سرعت رهایش مورد انتظار، مراحل فرایند، اندازه ذرات و کاربرد نهایی کپسول‌های تولید شده، بستگی دارد [۱۲]. متداول‌ترین روش ریزپوشانی، خشک کردن پاششی است. با این حال این روش به سبب استفاده از دمای بالا می‌تواند سبب تخریب ترکیبات فعال مانند پلی‌فنل‌ها شود. بنابراین بایستی روش ریزپوشانی متناسب با ماده هدف انتخاب شود. محبوس شدن در ژل آبی یکی از روش‌هایی است که می‌توان ماده هدف را در دمای محیط ریزپوشانی کرده و اثرات نامطلوب دمای بالا را بر تخریب ترکیب فعال حذف نمود [۱۳]. آلژینات بوسیله سازمان غذا و داروی ایالات متحده بعنوان یک ماده مجاز جهت پوشش‌دهی شناخته شده است. این پلی‌ساکارید طبیعی دارای ویژگی‌های مطلوبی از جمله غیرسمی بودن، زیست تخریب‌پذیری و پایداری حرارتی و شیمیایی می‌باشد. ضعف اصلی آلژینات پایداری مکانیکی پایین آن خصوصاً در شرایط سخت مانند خشک کردن انجمادی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-11]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.15.6]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.187]

می‌باشد [۱٤]. از این رو این تحقیق با هدف بهره‌مندی از خواص عملگرایی روغن بذر کتان در حالت آزاد و ریزپوشانی شده گاناش شکلاتی انجام شد. بدین منظور ویژگی‌های میکروبی و حسی ٤ نمونه گاناش شکلاتی (بدون نگهدارنده (G)، بدون نگهدارنده+میکروب‌های تلقیح شده (GM)، حاوی ۳ درصد روغن بذر کتان آزاد+میکروب‌های تلقیح شده (GOM) و حاوی ۳ درصد روغن بذرکتان ریزپوشانی‌شده+میکروب‌های تلقیح شده (GEOM)) با یکدیگر مقایسه شدند.

۲-مواد و روش‌ها

۲-۱-مواد

بذرکتان از شرکت پاکان بذر سپاهان (اصفهان)، آلژینات سدیم از شرکت سیگما و سایر مواد شیمیایی از شرکت مرک خریداری شد.

۲-۲-روغن بذر کتان

۲-۲-۱-استخراج روغن بذر کتان

دانه‌های کامل بذر کتان قهوه‌ای کشت شده در منطقه اردستان استان اصفهان (خریداری شده از شرکت پاکان بذر سپاهان) جهت آماده‌سازی ابتدا تمیز گردید و گرد و غبار اضافی روی سطوح دانه‌ها زدوده و افت دانه جداسازس شد. سپس دانه‌ها در دستگاه آسیاب خانگی موجود در آزمایشگاه به مدت ۳۰ ثانیه آسیاب گردید.

استخراج روغن مطابق با روش عمادزاده و همکاران (۱۳۹۹) براساس روش سوکسله انجام شد. در روش سوکسله ۱۰ گرم بذر کتان آسیاب‌شده در یک تمبل کاغذی توزین شد و در قسمت استخراج کننده دستگاه سوکسله (مدل Buchi) قرار گرفت. بالن ته گرد که به وزن ثابت رسیده بود، توزین و به دستگاه وصل و به آن حلال پترولیوم اتر افزوده شد. پس از وصل کردن عمل استخراج به مدت ٤ ساعت در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد انجام گردید. پس از استخراج روغن، حلال اضافه در دستگاه روتاری اوپراتور و سپس در آون تحت خلاء (در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد) تبخیر شد و پس از سرد کردن نمونه روغن توزین و درص چربی آن محاسبه گردید. روغن استخراج شده تا زمان انجام آزمایشات در شیشه‌های تیره و در محل خنک نگهداری شد [۱۵].

۲-۲-۲-تعیین راندمان روغن بذر کتان

درصد روغن استخراج شده از بذر کتان براساس روش ژانگ و همکاران (۲۰۰۸) و با استفاده از رابطه ۱ محاسبه گردید [۱٦]:

$$\text{راندمان روغن بذر کتان} = W_2/W_1 \times 100$$

رابطه ۱-

W_2: مقدار روغن به‌دست آمده از نمونه (گرم) و W_1: مقدار نمونه (گرم).

۲-۲-۳-تعیین ترکیب اسید چرب روغن بذر کتان

ترکیب اسیدهای چرب بذر کتان با استفاده از کروماتوگرافی گازی (GC) ارزیابی شد. به طور خلاصه، متیل استرهای اسید چرب (FAME) با صابون سازی در ۰/۵ مولار NaOH-MeOH و متیلاسیون توسط BF3-MeOH (۱٤ درصد) تهیه شدند. نمونه‌های متیل استرهای اسید چرب (اسید لوریک، اسید میریستیک، اسید پالمیتیک، اسید پالمیتولئیک، اسید استئاریک، اسید اولئیک، اسید لینولئیک و اسید لینولنیک) به دستگاه گاز کروماتوگراف (سیستم YL Instrument 6500 GC) مجهز به آشکارساز یونیزاسیون شعله و ستون مویرگی (60 m×0.32 mm×0.20µm) تزریق شدند. نیتروژن، به عنوان گاز حامل، با سرعت جریان ثابت ۰/۱ میلی‌لیتر در دقیقه استفاده شد. برنامه دمای تنظیم شده عبارت بود از: دمای اولیه ۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ دقیقه، سپس دما با سرعت ٤ درجه سانتی‌گراد در دقیقه به ۱٤۰ درجه سانتی‌گراد رسید و به مدت ٤۰ دقیقه در این دما نگه داشته شد. سپس دما به ۲۱۰ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت و به مدت ۸ دقیقه در این دما باقی ماند. دمای انژکتور و آشکارساز به ترتیب ۲۵۰ و ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد بود [۱۷].

۲-٤-آماده‌سازی امولسیون و ریزپوشانی روغن بذر کتان

بدین منظور ۳۰ گرم آلژینات سدیم به ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه و سپس استریل شد. پس از آن که محلول آلژینات با محیط هم دما شد، با ۲۰ گرم نشاسته مقاوم ذرت (Hi- maize 260 National starch UK) مخلوط و جهت همگن شدن به مدت ۵ دقیقه هم‌زده شد. عملیات هم‌زدن و همگن‌سازی اولیه به کمک همزن مغناطیسی (Hielscher 220, V.108L.T.، ساخت آلمان) انجام گردید. برای تشکیل امولسیونی یکنواخت، ۵۰۰ میلی‌لیتر از

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-11]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.15.6]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.187]

مخلوط حاصله به ۲ لیتر روغن اضافه و با سرعت (۳۰۰۰ دور در دقیقه) به مدت ۲۰ دقیقه هم‌زده شد. به منظور تشکیل کپسول‌ها به محلول مورد نظر کلرید کلسیم ۰/۱ مولار اضافه شد، پس از ۳۰ دقیقه کپسول‌ها ته‌نشین شد. به منظور جداسازی کپسول‌ها از سانتریفیوژ ۳۵۰ g به مدت ۱۰ دقیقه استفاده شد. در نهایت کپسول‌های جدا شده با محلول آب پپتونه ۰/۱ درصد شسته شد و در دمای درجه ٤ نگهداری شد [۱۸].

۲-٤-۱-ویژگی‌های امولسیون

بدین منظور از میکروسکوپ نوری (Lab o med lx 400, USA) در بزرگنمایی ٤۰ برابر برای مشاهده ذرات در محلول آلژینات استفاده شد [۱۹].

۲-٤-۲-مورفولوژی و اندازه ذرات میکروکپسول‌ها

بدین منظور میانگین قطر ۱۰۰ میکروکپسول (از تصاویر گرفته شده با میکروسکوپ دیجیتال (AM7013MZT Dino-Lite Premier, Taiwan)) با استفاده از نرم افزار ImageJ (version 1.51f, NIH, Maryland, USA) اندازه‌گیری شد [۲۰].

۲-۵-بررسی ویژگی‌های میکروبی روغن بذر کتان در حالت آزاد و ریزپوشانی‌شده

۲-۵-۱-سویه‌های میکروبی

باکتری‌های مورد ارزیابی در این پژوهش سالمونلا تیفی (PTCC: 1761)، اشریشیا کلی (PTCC: 1769)، استافیلوکوکوس اورئوس (PTCC: 1337)، آسپرژیلوس نایجر (PTCC: 5154) و کاندیدا آلبیکانس (PTCC: 5027) بودند که از انیستیتو پاستور تهیه شدند.

۲-۵-۲-انتشار چاهک در آگار، تعیین حداقل غلظت بازدارندگی (MIC) و کشندگی (MBC)

ابتدا محیط کشت مولر هینتون براث و سوسپانسیونی از هر یک باکتری‌ها به طور جداگانه تهیه شد. سپس به میزان ۱٦۰ میلی‌لیتر محیط مولر هینتون براث، ۲۰ میلی‌لیتر باکتری، ۱۰ میلی‌لیتر از هر کدام از روغن‌های مورد آزمایش (آزاد و ریزپوشانی شده) با سمپلر به داخل چاهک‌های پلیت در هشت غلظت و در هشت خانه تزریق شد. پلیت‌ها بعد از مخلوط‌شدن در دمای ۱±۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲٤ ساعت گرم‌خانه‌گذاری شدند. بعد از ۲٤ ساعت پلیت‌های ۹٦ خانه‌ای از انکوباتور خارج و مشاهده شدند. رشد یا عدم رشد باکتری و میزان کدورت ایجاد شده در داخل چاهک‌ها بررسی شد[۲۱].

طبق تعریف MIC که عبارت است از کمترین غلظتی که باعث ممانعت از رشد یک باکتری می‌شود، نحوه ارزیابی به این صورت بود که آخرین چاهکی که در آن هیچ‌گونه کدورتی مشاهده نشد، به عنوان MIC در نظر گرفته شد. به منظور تعیین MBC مواد داخل هر یک از چاهک‌های شفاف روی پلیت حاوی محیط نوترینت آگار کشت سطحی شد. بعد از گرم‌خانه‌گذاری پلیت‌ها، طبق تعریف کمترین غلظتی که باعث از بین رفتن باکتری می‌شود، یعنی پلیتی که در آن هیچ‌گونه باکتری رشد نکرده بود به عنوان MBC در نظر گرفته شد [۲۲].

۲-٦-تهیه گاناش شکلاتی

تهیه شکلات براساس روش کیم و همکاران (۲۰۱۷) انجام شد. بدین منظور سوربیتول، اسید (محلول ۵۰ درصد) و سوربات به ترتیب به شیر کندانس آماده شده، افزوده گردید. مخلوط حاصل از پری میکسر (با سرعت ۵۰ دور در دقیقه و به مدت۱۰ الی ۱۳ دقیقه) عبور داده شد. سپس مخلوط فوق به دیگ پخت دیگر که حاوی کرم وانیلی گاناش بود، منتقل و فرآیند اختلاط تا رسیدن به دمای ۹۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه انجام پذیرفت. در انتهای فرآیند اختلاط، فرایند سیرکولاسیون سه الی چهار نوبت، جهت حصول اطمینان از اختلاط مناسب انجام گرفت. پس از اختلاط کافی، لسیتین محلول شده با کره به فرمولاسیون اضافه شد و فرایند اختلاط با سرعت ٤۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه انجام شد. سپس روغن بذر کتان در حالت آزاد و ریزپوشانی شده در دمای ٦۰ درجه سانتی‌گراد به مخلوط قبلی افزوده شد و فرایند اختلاط با سرعت ۵۰ دور در دقیقه به مدت ۳ دقیقه انجام شد. در این پژوهش چهار نمونه شکلات به شرح ذیل تولید شد و آزمون‌های میکروبی و حسی بر روی آن‌ها انجام گردید [۲۳].

نمونه ۱: گاناش شکلاتی بدون نگهدارنده (G or Control).

نمونه ۲: گاناش شکلاتی بدون نگهدارنده + میکروارگانیسم‌های تلقیح شده به تعداد 10^5 cfu/ml (GM).

نمونه ۳: گاناش شکلاتی + ۳ درصد روغن بذر کتان در حالت آزاد + میکروارگانیسم‌های تلقیح شده به تعداد 10^5

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-11]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.15.6]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.187]

(GOM) cfu/ml.

نمونه ٤: گاناش شکلاتی + ۳ درصد روغن بذر کتان در حالت ریزپوشانی‌شده + میکروارگانیسم‌های تلقیح شده به تعداد 10^5 (GEOM) cfu/ml

۲-٦-۱-فعالیت ضدمیکروبی روغن استخراج شده در نمونه‌های گاناش شکلاتی

این آزمون پس ۷۲ ساعت نگهداری نمونه‌ها در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد انجام شد. بدین منظور هر بار نمونه با ۱۰۰ میلی‌لیتر آب پپتونه ۰/۱ درصد به مدت ۲ دقیقه در مخلوط‌کن ضربه‌ای (استومیکر) مخلوط شدند. سپس رقت‌های مناسب به محیط کشت هر میکروارگانیسم تزریق شد. پس از گرمخانه‌گذاری در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ٢٤ ساعت، شمارش هر ۵ گونه میکروبی در ٤ نمونه تولید شده، انجام شد.

۲-٦-۲-ارزیابی حسی نمونه‌های گاناش شکلاتی

ارزیابی حسی نمونه‌ها بر مبنای ظاهر، طعم (بو و مزه)، بافت و پذیرش کلی انجام شد. ۳۰ نفر ارزیاب زن و مرد از کارکنان کارخانه فرمند (تهران، ایران) انتخاب شدند. ارزیابی به صورت هدونیک نه نقطه‌ای در روز اول، ۷، ١٤، ۲۱ و ۲۸ بین ۳ نمونه شکلات با مغز گاناش انجام شد. امتیاز ۱ به بدترین کیفیت (بسیار نامطلوب) و امتیاز ۹ به بهترین کیفیت (بسیار مطلوب) شکلات اختصاص داده شد. گفتنی است که به نمونه‌ها کد سه رقمی به صورت تصادفی داده و از ارزیاب‌ها خواسته شد که بین دو ارزیابی آب مصرف نمایند. لازم به ذکر است نمونه گاناش شکلاتی بدون نگهدارنده + میکروارگانیسم‌های تلقیح شده به تعداد 10^5 cfu/ml (GM) به دلیل بالا بودن فلور میکروبی و مثبت بودن باکتری سالمونلا تیفی مورد ارزیابی حسی قرار نگرفت.

۲-۷-تجزیه و تحلیل آماری

کلیه آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت. برای تجزیه و تحلیل آماری از نرم افزار Mini-Tab17 و به منظور مقایسه میانگین از آزمون توکی با سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد ($P<0.05$).کلیه آزمایش‌ها در ۳ تکرار و ارزیابی حسی در ۳۰ تکرار انجام گرفت. رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel بود.

۳-نتایج و بحث

۳-۱-راندمان استخراج روغن بذر کتان

براساس نتایج این پژوهش مشخص شد راندمان استخراج روغن بذر کتان به روش سوکسله ۲۷/۷۳ درصد بود.

۳-۲-ترکیب اسیدهای چرب روغن بذر کتان

جدول ۱ نشان دهنده ترکیبات اسید چرب روغن بذر کتان است. براساس نتایج مشخص شد جزء اصلی روغن بذر کتان اسید آلفا لینولنیک اسید (٤۷/۱ درصد) بود. همچنین نتایج نشان داد اسید میریستولئیک (۰/۰٦ درصد) کمترین میزان اسید چرب روغن بذر کتان بود. گزارشات متفاوتی در مورد ترکیبات اسیدچرب بذر کتان موجود است. باراک و همکاران (۲۰۱۰) اسید آلفا لینولنیک را اسید چرب عمده در روغن بذر کتان گزارش کردند. به گفته این محققان میزان اسید آلفا لینولنیک ٦۰ درصد از اسیدهای چرب این روغن را تشکیل می دهد [٢٤]. ژانگ و همکاران (۲۰۰۸) با ارزیابی روغن بذر کتان به این نتیجه دست یافتند میزان اسید آلفالینولنیک، اسید لینولئیک و اسید اولئیک به ترتیب ۵۵/۸۷، ۱۵/۸۱ و ١٦٫٧٦ درصد بود [١٦]. بین و لیسون (۲۰۰۲) میزان اسید آلفالینولنیک، اسید لینولئیک و اسید اولئیک را به ترتیب ۱۱/۵۷، ٤٤/١٤ و ۵۰/۱۸ درصد گزارش کردند [۲۵]. حصول نتایج متفاوت می‌تواند تحت تأثیر روش استخراج روغن، جنس و گونه و منطقه جغرافیایی کشت گیاه، باشد [۲٦ و ۲۷].

Table 1 Fatty acid composition of linseed oil

No		Fatty acid	Total fatty acids
1	Lauric acid	C12:0	0.10 ± 0.00
2	Myristic acid	C14:0	0.10 ± 0.10
3	Myristoleic acid	C14:1	0.06 ± 0.06
4	Palmitic acid	C16:0	12.70 ± 0.32
5	Palmitoleic acid	C16:1	0.10±0.00
6	Stearic acid	C18:0	1.50 ± 0.06
7	Oleic acid	C18:1	12.20 ± 0.11
8	Linoleic acid	C18:2	19.17 ± 0.06
9	α−Linolenic acid	C18:3	47.10 ± 0.10

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-11]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.15.6]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.187]

۳-۳-ویژگی‌های امولسیون، مورفولوژی و اندازه ذرات میکروکپسول‌ها

شکل ۱ a نشان‌دهنده توزیع ذرات روغن بذر کتان در محلول آلژینات است. قطر ذرات و نحوه توزیع آن‌ها به پروفایل اسیدهای چرب روغن مرتبط است که این امر بر ویژگی‌های عملکردی روغن در امولسیون‌سازی تأثیرگذارست [۲۸ و ۲۹]. شکل ۲ b و c به ترتیب نشان‌دهنده ویژگی‌های مورفولوژی میکروکپسول‌های شاهد (فاقد روغن بذر کتان) و میکروکپسول‌های حاوی روغن بذر کتان بود. همانطور که نتایج نشان می‌دهد اندازه ذرات میکروکپسول‌های شاهد ۷۸۷/۸ میکرومتر و اندازه ذرات میکروکپسول‌های حاوی روغن بذر کتان ۷۷۱/۱۶ میکرومتر بود. با در نظر گرفتن اندازه ذرات محاسبه شده برای میکروکپسول‌های شاهد و حاوی روغن بذر کتان، تفاوت ناچیزی در اندازه ذرات میکروکپسول‌ها مشاهده شد. ذرات کمی کوچکتر میکروکپسول‌های حاوی روغن بذر کتان ممکن است به تعدیل کشش سطحی در نتیجه افزودن سورفکتانت به محلول آلژینات جهت تهیه امولسیون مربوط باشد. اندازه ذرات میکروکپسول‌ها حاوی روغن بذر کتان (با دیواره آلژیناتی) مشابه با نتایج اسمردل و همکاران (۲۰۰۸) و کارندنس و همکاران (۲۰۱۷) بود [۳۰ و ۳۱].

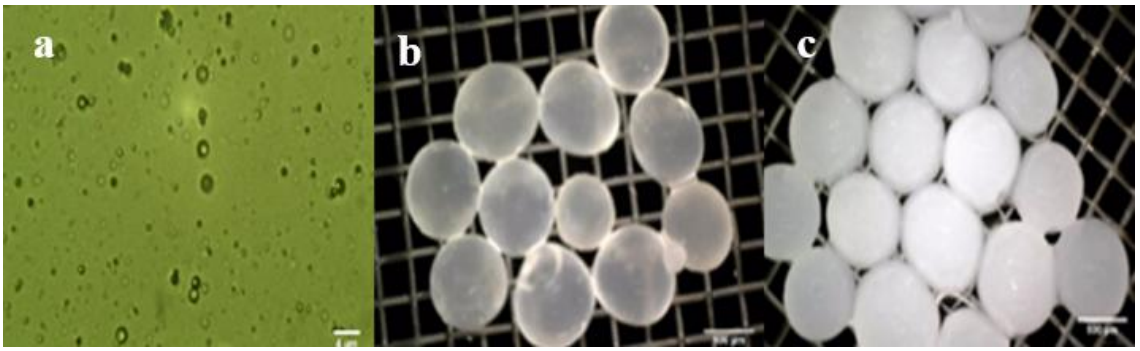

Fig 1 Distributions of droplet of linseed oil in the alginate solution (a) and morphology of alginate empty hydrogel beads as control sample (b) and hydrogel containing linseed oil (c)

۳-٤-ارزیابی فعالیت ضدمیکروبی روغن بذر کتان در حالت آزاد و ریزپوشانی‌شده

۳-٤-۱- انتشار چاهک در آگار

برخی از پاتوژن‌های غذایی مانند سالمونلا تیفی‌موریوم و استافیلوکوکوس اورئوس به عنوان پاتوژن‌های مقاوم در برابر آنتی‌بیوتیک‌ها شناخته شده‌اند، بنابراین کشف ترکیبات ضدباکتری طبیعی علیه آن‌ها حائز اهمیت است [۳۲]. بذر کتان در حالت آزاد دارای اثرات ضد باکتریایی قابل توجهی در برابر میکروارگانیسم‌ها بود. این روغن به ترتیب بیشترین و کمترین فعالیت ضد باکتریایی را در برابر کاندیدا آلبیکنس و استافیلوکوکوس تیفی موریوم نشان دادند. میانگین قطر هاله عدم رشد روغن بذر کتان در برابر کاندیدا آلبیکنس ۱۷/۷۲ میلی‌متر بود (شکل ۲). به طور کلی، روغن بذر کتان دارای فعالیت ضد باکتری قوی‌تری در برابر باکتری‌های گرم مثبت (استافیلوکوکوس اورئوس) نسبت به باکتری‌های گرم منفی (اشریشیاکلی و سالمونلا تیفی) بود. المخطوری و همکاران (۲۰۱٦) گزارش کردند روغن بذر کتان فعالیت ضد باکتریایی ضعیفی را در برابر باکتری باکتری اشریشیاکلی به عنوان یک باکتری گرم منفی داشت [۳۳] که با نتایج پژوهش حاضر مشابهت دارد.

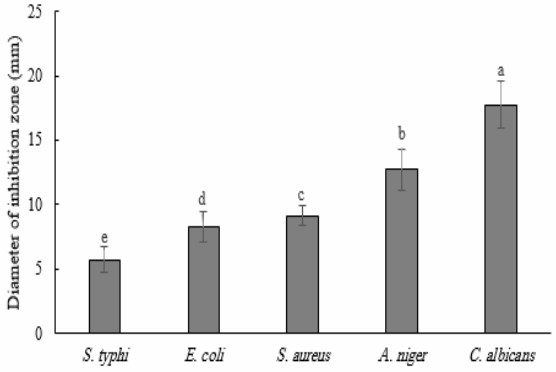

Fig 2 The diameter inhibition zone of Microorganisms against linseed oil. Different letters represent significant difference from one another ($p< 0.05$).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-11]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.15.6]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.187]

اثر ضد باکتریایی بیشتر ترکیبات زیست فعال در برابر باکتری های گرم مثبت نسبت به گرم منفی می‌تواند به دلیل تفاوت در ساختار غشای سلولی آن‌ها باشد [۳٤]. باکتری‌های گرم منفی علاوه بر لایه پپتیدوگلیکان، یک غشای خارجی روی غشای سلولی خود دارند. مولکول‌های لیپوپلی‌ساکارید موجود در سطح این غشاء به عنوان مانعی در برابر نفوذ ترکیبات ضد باکتری عمل می‌کنند. علاوه بر این، آنزیم‌هایی در فضای پری‌پلاسمیک آن‌ها وجود دارد که می‌توانند مولکول‌های خارجی را از خارج غشاء تجزیه کنند [۳۵]. شکل ۳ نشان‌دهنده میانگین هاله عدم رشد روغن بذر کتان ریزپوشانی شده در برابر پاتوژن‌های غذایی در روش چاهک است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد اثر ضدمیکروبی روغن بذر کتان ریزپوشانی شده در برابر میکروارگانیسم‌ها به شرح ذیل بود:

سالمونلا تیفی< استافیلوکوکوس اورئوس<اشریشیاکلی< کاندیدا آلبیکانس<آسپرژیلوس نایجر

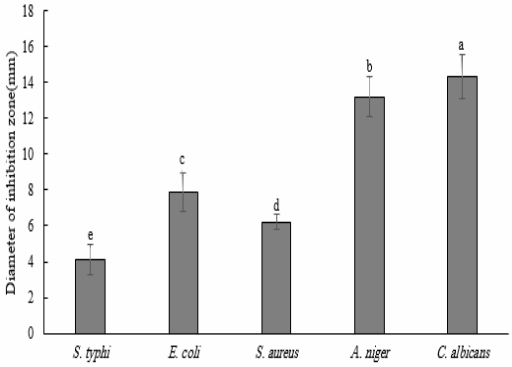

Fig 3 The diameter inhibition zone of Microorganisms against microencapsulated linseed oil
Different letters represent significant difference from one another ($p< 0.05$).

جوشی و همکاران (۲۰۱٤) نتایج مشابهی مبتنی بر اثر ضدمیکروبی کمتر روغن بذر کتان بر باکتری اشریشیاکلی در مقایسه با استافیلوکوکوس اورئوس گزارش کردند [۳٦].

۳-٤-۲-مقایسه حداقل غلظت بازدارندگی (MIC) و کشندگی (MBC)

جدول ۲ نشان‌دهنده حداقل غلظت بازدارندگی (MIC) و کشندگی (MBC) روغن بذر کتان در حالت آزاد و ریزپوشانی‌شده است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد خاصیت ضدمیکروبی روغن بذر کتان در حالت آزاد بیش از حالت ریزپوشانی شده بود. به طور مثال حداقل غلظت بازدارندگی روغن دانه کتان در حالت آزاد و ریزپوشانی شده بر کاندیدا آلبیکانس به ترتیب ۲۹/٦٦ و ۲۷/۷۷ میکرولیتر بر میلی‌لیتر بود. علت این امر آزادسازی آهسته ترکیبات مؤثره روغن بذر کتان از میکروکپسول‌ها در مقایسه با حالت آزاد است [۳۷]. رادونز و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند فعالیت ضدمیکروبی اسانس میخک ریزپوشانی‌شده با آلژینات کمتر از فرم آزاد آن بود [۳۸]. این در حالی بود که هاشم و همکاران (۲۰۱۹) طی مطالعه خود به این نتیجه دست یافتند که خاصیت ضدمیکروبی روغن بذر کتان در حالت کپسوله‌شده نسبت به حالت آزاد علیه باکتری اشریشیاکلی و استافیلوکوکوس اورئوس بیشتر بود [۳۹]. نتایج متناقض می‌تواند تحت تأثیر تفاوت در راندمان و روش ریزپوشانی و جنس دیواره استفاده شده جهت کپسوله کردن روغن حاوی ترکیبات مؤثره باشد. لازم به ذکر است فعل و انفعالات بین ترکیبات مؤثره گیاهان دارویی و دیواره انتخابی جهت ریزپوشانی آن‌ها بر عملکرد ترکیبات مؤثره تأثیرگذار است [۳۷].

Table 2 Antibacterial activity (MIC and MBC) of free and encapsulated linseed oil

Microbial strains	Linseed oil			
	MIC (µg/ml)		MBC (µg/ml)	
	Free	Encapsulated	Free	Encapsulated
S. typhi	34.00 ± 5.14^{bB}	37.06 ± 0.24^{bA}	39.65 ± 2.40^{bB}	43.35 ± 0.15^{bA}
E. coli	38.72 ± 5.35^{aB}	40.72 ± 0.30^{aA}	43.83 ± 6.15^{aB}	47.20 ± 0.18^{aA}
S. aureus	30.55 ± 2.35^{cB}	35.25 ± 0.12^{cA}	36.00 ± 5.16^{dB}	41.75 ± 0.02^{cA}
A. niger	31.44 ± 5.11^{dB}	35.96 ± 0.01^{cA}	38.01 ± 4.19^{cB}	40.21 ± 0.17^{dA}
C. albicans	27.77 ± 8.08^{eB}	29.66 ± 0.08^{dA}	32.78 ± 7.80^{eB}	35.47 ± 0.16^{eA}

Different capital and small letters show significant differences in rows and columns, respectively ($p<0.05$)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-11]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.15.6]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.187]

۳-۵-ارزیابی فعالیت ضدمیکروبی روغن بذر کتان در حالت آزاد و ریزپوشانی شده در گاناش شکلاتی

اثر ضدمیکروبی روغن بذر کتان در حالت آزاد و ریزپوشانی شده بر گاناش شکلاتی پس از ۷۲ ساعت نگهداری در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد در جدول ۳ ارائه شده است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد سالمونلا تیفی، آسپرژیلوس نایجر و کاندیدا آلبیکانس در نمونه کنترل مشاهده نشدند. این در حالی بود که بیشترین میکروارگانیسم در این نمونه، استافیلوکوکوس اورئوس و اشریشیاکلی بودند. همچنین براساس نتایج مشخص گردید خاصیت ضدمیکروبی بذر کتان در حالت آزاد بیشتر از حالت ریزپوشانی شده، بود. همانطور که پیش‌تر توضیح داده شد این امر می‌تواند به دلیل محصور شدن ترکیبات مؤثره بذر کتان در هیدروژل با دیواره حاوی آلژینات و انتشار آهسته‌تر آن در مقایسه با فرم آزاد جهت تماس با میکروارگانیسم‌ها باشد [۴۰].

Table 3 Antimicrobial activity of free and encapsulated linseed oil in chocolate ganache

	Control(G)	GM	GOM	GEOM
S. typhi	-	+	-	-
E. coli	0.52^{bD}	3.11^{bB}	3.01^{aC}	3.17^{aA}
S. aureus	1.07^{aD}	3.25^{aA}	2.24^{bC}	2.57^{bB}
A. niger	-	2.84^{cA}	1.95^{cC}	2.07^{cB}
C. albicans	-	2.48^{dA}	1.86^{dC}	2.26^{dB}

Different capital and small letters show significant differences in rows and columns, respectively ($p<0.05$). No treatment (control), without preservative inoculated with 10^5 (CFU/ml) microorganisms (GM), with 3% linseed oil inoculated with 10^5 (CFU/ml) microorganisms (GOM), with 3% encapsulated linseed oil inoculated with 10^5 (CFU/ml) microorganisms (GEOM).

۳-۶-ویژگی‌های حسی

همانطور که نتایج (شکل ٤، ٥، ٦ و ٧) نشان می‌دهد نمونه G (شاهد) از بیشترین امتیاز و نمونه GOM از کمترین امتیاز ویژگی‌های حسی طی ۲۸ روز نگهداری برخوردار بودند. همچنین براساس یافته‌های حاصل از ارزیابی حسی مشخص شد نمونه گاناش شکلاتی حاوی روغن بذر کتان ریزپوشانی شده نسبت به نمونه گاناش شکلاتی حاوی روغن بذر کتان در حالت آزاد دارای ویژگی‌های حسی مطلوب‌تری بود.

ویژگی‌های حسی شکلات نقش مهمی در بازارپسندی و پذیرش آن از جانب مصرف‌کننده دارد [٤١].

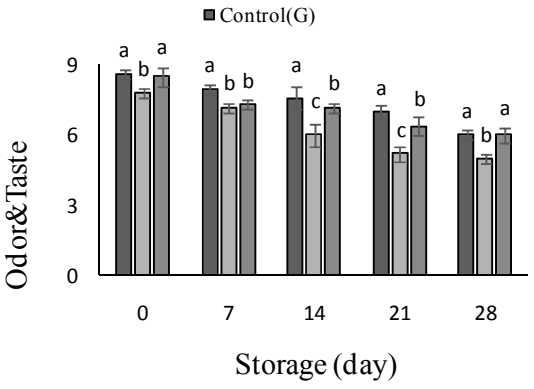

Fig 5 Odor & taste of chocolate ganache treatments during 28 days.

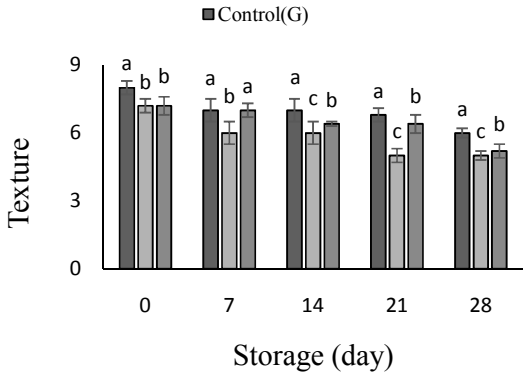

Fig 6 Texture of chocolate ganache treatments during 28 days.

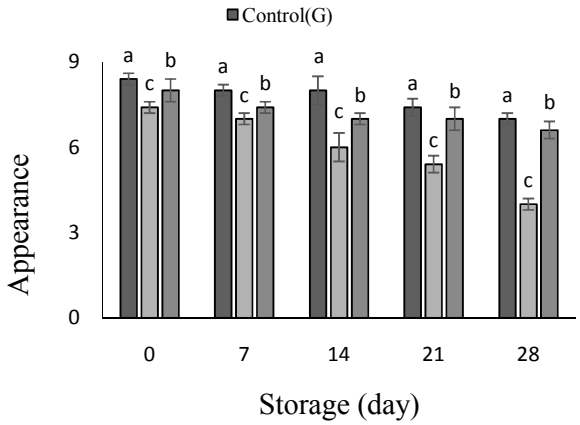

Fig 4 Appearance of chocolate ganache treatments during 28 days.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-11]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.15.6]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.187]

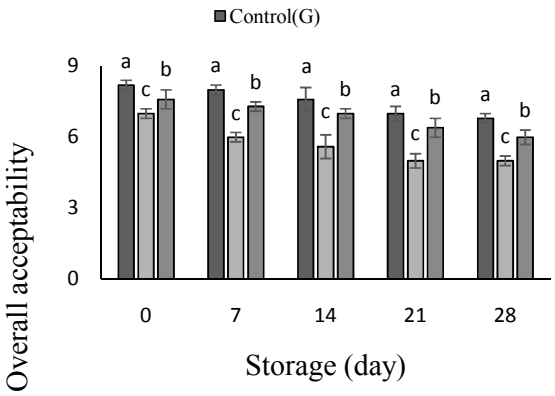

Fig 7 Overall acceptability of chocolate ganache treatments during 28 days. Different letters show significant differences ($p<0.05$). No treatment (control), without preservative inoculated with 10^5 (CFU/ml) microorganisms (GM), with 3% linseed oil inoculated with 10^5 (CFU/ml) microorganisms (GOM), with 3% encapsulated linseed oil inoculated with 10^5 (CFU/ml) microorganisms (GEOM).

برتری نمونه گاناش شکلاتی حاوی روغن بذر کتان ریزپوشانی شده در مقایسه با نمونه گاناش شکلاتی حاوی روغن بذر کتان در حالت آزاد می‌توان اینچنین توجیه نمود که که با میکروکپسوله نمودن روغن بذر کتان با آلژینات پایداری روغن در برابر اکسیداسیون افزایش و خواص حسی نامطلوب ناشی از حضور روغن بذر کتان در فرمولاسیون شکلات کاهش یافت. سانکسوان و همکاران (۲۰۱۶) با کپسوله نمودن اسانس آویشن و اسطوخودوس جهت تولید بسته‌بندی‌های ضدمیکروبی نتایج مثبتی را گزارش کردند. این محققان ریزپوشانی نمودن اسانس و عصاره‌های گیاهی را عامل مؤثر جهت بهره‌مندی از اثرات مفید ترکیبات گیاهی بدون ایجاد تغییرات نامطلوب در ویژگی‌های حسی نمونه‌ها دانستند [۴۲]. لازم به ذکر است گاها ریزپوشانی عصاره و اسانس‌های گیاهی باعث کاهش امتیاز پذیرش کلی (بویژه به لحاظ طعم) می‌شود. به طور مثال پردونز و همکاران (۲۰۱۲) با کپسوله کردن اسانس توت فرنگی با کیتوزان باعث کاهش امتیاز پذیرش کلی فراورده تولیدی شد [۴۳].

٤-نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد حضور روغن بذر کتان در فرمولاسیون گاناش شکلاتی سبب کاهش بار میکروبی نمونه‌های تولیدی شد. این در حالی بود که عملکرد ضدمیکروبی روغن بذر کتان در حالت آزاد بر بار میکروبی مدل غذایی بیشتر از حالت ریزپوشانی شده بود. این در حالی بود که نتایج ارزیابی حسی عکس عملکرد ضدمیکروبی را نشان داد بدین معنا که نمونه گاناش شکلاتی حاوی ۳ درصد روغن بذر کتان به حالت آزاد از امتیاز ویژگی‌های حسی کمتری نسبت به حالت ریزپوشانی شده برخوردار بودند. بنابراین با توجه به اثر مثبت فرایند ریزپوشانی (ممانعت غلبه عطر و طعم روغن بذر کتان در گاناش شکلاتی که به شدت بر بازارپسندی فراورده نهایی نقش دارد)، نمونه کرم کاکائو حاوی ۳ درصد روغن بذر کتان ریزپوشانی شده با آلژینات به عنوان بهترین نمونه این تحقیق معرفی می‌شود.

٥-منابع

[1] Afoakwa MPhil, E. (2016). Cocoa and chocolate consumption–Are there aphrodisiac and other benefits for human health?. South African Journal of Clinical Nutrition, 21(3): 107-113.

[2] Paoletti, R. Poli, A. Conti, A. and Visioli, F. (2012). Chocolate and Health. Springer-Verlag Italia.

[3] Harrington, W. L. (2011). The Effects of Roasting Time and Temperature on the Antioxidant Capacity of Cocoa Beans from Dominican Republic, Ecuador, Haiti, Indonesia, and Ivory Coast. University of Tennessee, Knoxville, M.S. Trace: Tennessee Research and Creative.

[4] Eyre, C. (2008). Functional chocolate creeps up on main steam, UPL.

[5] Watson, R. R., Preedy, V. R . and Zibadi, S. (2013). Polyphenols in human health and disease. New York: Academic Press.

[6] Baser, K. H. C. and Buchbauer, G. editors. (2015). Handbook of Essential Oils: Science, Technology, and Applications. Boca Raton, FL: CRC Press.

[7] Todorovic, V., Redovnikovic, I. R., Todorovic, Z., Jankovic, G., Dodevska, M. and Sobajic, S. (2015). Polyphenols, methylxanthines, and antioxidant capacity of chocolates produced in Serbia. Journal of Food Composition and Analysis, 41 : 137 - 143.

[8] Khattab, R. and M. Zeitoun. (2013). Quality evaluation of flaxseed oil obtained by different extraction techniques. LWT

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-11]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.15.6]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.187]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-11]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.15.6]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.187]

Food Science and Technology, 53: 338–345.

[9] Edel, A., Aliani, M. and Pierce, G. N. (2015). Stability of bioactives in flaxseed and flaxseed-fortified foods. Food Research International, Parrt 2: 140-155.

[10] Kajla, P., A. Sharma, and D.R. (2015). Sood, Flaxseed—a potential functional food source. Journal of food science and technology, 52(4): p. 1857-1871.

[11] Rajesha, J., Rao, A. R., Madhusudhun, B. and Karunakumar, M. (2010) Antibacterial Properties of Secoisolariciresinol Diglucoside Isolated from Indian Flaxseed Cultivars. Current Trends in Biotechnology and Pharmacy, 4(1): 551-560.

[12] Lee, B. B., Ravindra, P. and Chan, E. S. (2013). Size and shape of calcium alginate beads produced by extrusion dripping. Chemical Engineering and Technology, 36(10), 1627-1642.

[13] Rajabi, H., Ghorbani, M., Jafari, S. M., Mahoonak, A. S. and Rajabzadeh, G. (2015). Retention of saffron bioactive components by spray drying encapsulation using maltodextrin, gum Arabic and gelatin as wall materials. Food hydrocolloids, 51, 327-337.

[14] Shu, B., Wu, S., Dong, L., Wang, Q. and Liu, Q. (2018). Microfluidic synthesis of ca-alginate microcapsules for self-healing of bituminous binder. Materials, 11(4), 630.

[15] Emadzadeh, M. K., Aarabi, A., Aarabi Nazhvani, F., Chiani, M. and Mehrabi, M. R. (2020). Investigation the effect of solvent and extraction method on the amount of phenolic compounds and the antioxidant activity of flax (Linum usitatissimum L.) oil seed. New Cell Mol Biotech, 10(39); 19-27. [In Persian].

[16] Zhang, Z., Wang, L., Li, D., Jiao, S., Dong, X. and Mao, Z. (2008). Ultrasound-assisted extraction of oil from flaxseed. Separation and Purification Technology, 62(1), 192–198.

[17] AOCS. (1997). Official methods and recommended practices of the AOCS. American Oil Chemists' Society.

[18] Homayouni, A. Ehsani, M.R. Azizi, A. Yarmand, M.S. and Razavi, S.H. (2007). Effect of Lecithin and Calcium Chloride Solution on the Microencapsulation Process Yield of Calcium Alginate Beads. IRAN POLYM J;16(9):597—606. [In Persian].

[19] Huang, X., Kakuda., Y. and Cui., W. (2001). Hydrocolloids in emulsions: particle size distribution and interfacial activity. Food hydrocolloids, 15(4-6): p. 533-542.

[20] Darjani, P., Hosseni Nezhad, M., Kadkhodaee, R. and Milani, E. (2016). Influence of prebiotic and coating materials on morphology and survival of a probiotic strain of Lactobacillus casei exposed to simulated gastrointestinal conditions. LWT, 73: p. 162-167.

[21] Behbahani, B. A., Yazdi, F. T., Vasiee, A. and Mortazavi, S. A. (2018). Oliveria decumbens essential oil: Chemical compositions and antimicrobial activity against the growth of some clinical and standard strains causing infection. Microbial pathogenesis, 114, 449-452.

[22] Wikler, M. and Matthew, A. (2006). Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically: Approved standard. CLSI (NCCLS). 26(2):9-16.

[23] Kim, Y.J. Kang, S. Kim, D.H. Kim, Y.J. Kim, W.R. and Kim, Y.M. (2017). Calorie reduction of chocolate ganache through substitution of whipped cream. J Ethn Foods. 1;4(1):51–7.

[24] Bayrak, A., Kiralan, M., Ipek, A., Arslan, N., Cosage, B. and Khawar, K. M . (2010). Fatty acid compositions of linseed (Linum usitatissimum L.) genotypes of different origin cultivated in Turkey. Biotechnology & Biotechnological Equipment, 24(2): p. 1836-1842.

[25] Bean, L. and Leeson, S. (2002) Fatty acid profiles of 23 samples of flaxseed collected from commercial feed mills in Ontario in 2001. Journal of applied poultry research, 11(2): p. 209-211.

[26] Kiralan, M., Ozkan, G., Bayrak, A. and Ramadan, M. F. (2014). Physicochemical properties and stability of black cumin (Nigella sativa) seed oil as affected by different extraction methods. Industrial Crops and Products, 57: p. 52-58.

[27] Kiralan, M. (2012) Volatile Compounds of black Cumin seeds (Nigella sativa L.) from microwave-heating and conventional roasting. Journal of food science, 77(4): p. C481-C484.

[28] Feofilaktova, O., Grashchenkov, D., Karkh, D. and Lukinykh, M. (2020). Creating a functional basis for the production of food emulsions. in E3S Web of Conferences. EDP Sciences.

[29] Kampa, J., Frazier, F. and Rodriguez-Garcia, J. (2022). Physical and Chemical

H. (2021). Screening and enhancement of the antimicrobial activity of some plant oils using liposomes as nanoscale carrier. Bulletin of the National Research Centre, 45(1): p. 1-14.

[38] Radünz, M., Trindade, M. L. M. D., Camargo, T. M., Raduz, A. L., Borges, C. D., Gandra, E. A. and Helbig, E. (2019). Antimicrobial and antioxidant activity of unencapsulated and encapsulated clove (Syzygium aromaticum, L.) essential oil. Food chemistry, 276: p. 180-186.

[39] Hashim, A.F., Hamed, S. F., Hamid, H. A. Abdel, H. A., Abd-Elsalam, K. A., Golonka, I., Musia, W. and El-Sherbiny, I. (2019). Antioxidant and antibacterial activities of omega-3 rich oils/curcumin nanoemulsions loaded in chitosan and alginate-based microbeads. International journal of biological macromolecules, 140: p. 682-696.

[40] Gill, A. and Holley, R. (2006). Disruption of Escherichia coli, Listeria monocytogenes and Lactobacillus sakei cellular membranes by plant oil aromatics. International journal of food microbiology, 108(1): p. 1-9.

[41] Ostrowska-Ligęza, E., Marzec, A., Górska, A., Wirkowska-Wojdyła, M., Bryś, J., Rejch, A., and Czarkowska, K. (2019). A comparative study of thermal and textural properties of milk, white and dark chocolates. Thermochimica Acta, 671, 60–69.

[42] Sangsuwan, J., Pongsapakworawat, T., Bangmo, P. and Sutthasupa, S. (2016). Effect of chitosan beads incorporated with lavender or red thyme essential oils in inhibiting Botrytis cinerea and their application in strawberry packaging system. LWT, 74, 14–20.

[43] Perdones, A., Sánchez-González, L., Chiralt, A. and Vargas, M. (2012). Effect of chitosan–lemon essential oil coatings on storage-keeping quality of strawberry. Postharvest Biology and Technology, 70, 32–41.

Characterisation of Conventional and Nano/Emulsions: Influence of Vegetable Oils from Different Origins. Foods, 11(5): p. 681.

[30] Smrdel, P., Bogataj, M. and Mrhar, A. (2008).The influence of selected parameters on the size and shape of alginate beads prepared by ionotropic gelation. Scientia Pharmaceutica, 76(1): p. 77-90.

[31] Corstens, M. N., Berton-Carabin, C. C., Elichiry-Ortiz, P., Hol, K., Troost, F. J., Masclee, A. A. M. and Schroen, K. (2017). Emulsion-alginate beads designed to control in vitro intestinal lipolysis: Towards appetite control. Journal of Functional Foods, 2017. 34: p. 319-328.

[32] Mattazi, N., Farah, A., Fadil, M., Chraibi, M. and Benbrahim, K. F. (2015). Essential oils analysis and antibacterial activity of the leaves of Rosmarinus officinalis, Salvia officinalis and Mentha piperita cultivated in Agadir (Morocco). International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 7(9): p. 73-9.

[33] Al-Mathkhury, H., Al-Dhamin, J. F., A. S. and Al-Taie. K. L. (2016). Antibacterial and antibiofilm activity of flaxseed oil. Iraqi Journal of Science, 57(2B): p. 1086-1095.

[34] Heyman, H. M., Senejoux, F., Seibert, I., Klimkait, T., Maharaj, V. J. and Meyer, J. J. M. (2015). Identification of anti-HIV active dicaffeoylquinic-and tricaffeoylquinic acids in Helichrysum populifolium by NMR-based metabolomic guided fractionation. Fitoterapia, 103: p. 155-164.

[35] Duffy, C. F. and Power, R. F. (2001). Antioxidant and antimicrobial properties of some Chinese plant extracts. International journal of antimicrobial agents, 17(6): p. 527-529.

[36] Joshi, Y., Garg, R. and Juyal, D. (2014). Evaluation of synergistic antimicrobial activity of Gemifloxacin with Linum usitatissimum seed oil. liver, 2(4).

[37] Haggag, M.G., Shafaa, M. W., Kareem, H. S., El-Gmail, A. M. and El-Hendawy, H.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-11]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.15.6]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.187]

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-11]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.15.6]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.187]

Evaluation of qualitative and microbial properties of cocoa cream containing microencapsulated linseed oil (Production of fuctional chocolate ganache)

Mohimani, B. [1], Safaeian, Sh. [2*], Mousavi Nadoshan, R. [2], Rabbanim, M. [3], Tavakolipour, H. [3]

1. Ph.D Student, Department of Food Science and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
4. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2022/ 10/ 04
Accepted 2022/ 11/ 16

Keywords:

Linseed,
Antimicrobial properties,
Encapsulation, Quality,
Qanache,
Functional.

DOI: **10.22034/FSCT.19.131.187**
DOR: **20.1001.1.20088787.1401.19.131.15.6**

*Corresponding Author E-Mail:
Shila2462462@yahoo.co.in

ABSTRACT

The use of medicinal plants or the components extracted from them in different sectors of the food industry has received special attention. Therefore, in the present research, linseed oil was used in two forms, free and microcoated with alginate, in the formulation of cocoa cream. The aim of this research was to produce an functional chocolate ganache containing natural preservatives. The extraction efficiency of linseed oil was 27.73 %. The main component of linseed oil was α-linolenic acid (47.1%) and the least fatty acid detected in it was myristoleic acid (0.06%). The results showed that both evaluated oils had considerable antibacterial effects against tested microorganisms (*S. Typhi*, *E.coli*, *S. aureus*, *A. niger,* and *C. albicans*) and gram-negative bacteria were more resistant to linseed oil than gram-positive ones. In this regard. Black seed oil showed higher antibacterial activity and both linseed and black seed oil microcapsules had lower antibacterial effects than their free form. The sample containing 3% encapsulated linseed oil had more favorable sensory peroperties than the sample containing this oil in free form. However, the free form showed higher antibacterial activity but in the regard to the protection of bioactivity of oils from the undesirable condition, controlled release and marketability of product, loading the oils in alginate bead is a suitable way for application of black seed and linseed oil in food products.